

出國報告（出國類別：研究）

行政院國家科學技術發展基金管理會補助計畫

前瞻農業議題國際標竿學習與交流研究

服務機關：行政院農業委員會臺中區農業改良場

姓名職稱：陳葦玲副研究員

陳彥樺助理研究員

羅佩昕助理研究員

派赴國家：法國/2022第31屆國際園藝學年會

荷蘭/2022世界園藝博覽會

出國期間：111年8月12日至8月22日

報告日期：111年11月16日

# 行政院國家科學技術發展基金管理會補助計畫

## ~前瞻農業議題國際標竿學習與交流研究

### 出國報告書

#### 目次

壹、摘要-----	1
貳、前言-----	1
參、目的-----	1
肆、出國人員-----	2
伍、出國行程-----	2
陸、工作與研習內容-----	2
(一) 2022IHC 年會-----	2
1. 採後處理技術-----	3
2. 病蟲害永續管理技術-----	5
3. 花卉園藝作物栽培技術-----	7
4. 設施園藝技術-----	9
(二) 產地參訪-----	11
(三) 荷蘭園藝世界博覽會-----	20
1. 循環農業主題-----	20
2. 設施園藝作物生產及花卉展示-----	21
3. 荷蘭花卉園藝生活美學-----	21
柒、心得與建議-----	29
捌、附錄-----	31

## 壹、摘要

為執行111年度國家科學技術發展基金管理會補助計畫「前瞻農業議題國際標準學習與交流研究」項下之「園產品銷售冷鏈技術優化及減碳策略評估」工作項目，於本(111)年8月12日至22日赴法國參加2022第31屆國際園藝學會年會發表相關論文及荷蘭世界園藝博覽會(Floriade Expo)蒐集國際園藝發展方向及設施栽培研發新知。國際園藝年會(International Horticultural Congress, IHC)是園藝界四年一次的重要學術活動，旨在促進全球園藝產業相關科研人員的合作及知識交流，本年於法國昂傑(Angers)舉辦，活動包含四大議題：1.園藝作物栽培技術與競爭力、2.食物、健康和社會福祉、3.永續性生產及4.適應氣候變遷與減緩其影響，衍生有25個場主題研討會，包括：分子輔助育種、園藝創新技術、糧食安全、病蟲害管理、創新設施園藝栽培技術、非生物性逆境因子探討、採收後處理、大數據運用智能精準生產等，除了邀請國際知名學者進行專題演講外，各主題研討會報告高達上千篇，內容多元且豐富；每日亦安排重要議題的工作坊(workshop)，使研究人員能針對特定議題進行討論與交流，產地參訪為法國昂傑城市周邊主要的園藝公司及研究站，一窺法國園藝產業及相關研究機構樣貌。另在荷蘭舉辦的Floriade Expo為十年一度的園藝產業盛事，本年的主題是「綠色生活，幸福生活」(Green life is a good life)，展現綠色環保節能的園藝生態、生產與生活。

## 貳、前言

國際園藝學會 (International Society for Horticultural Science, ISHS)成立於1959年，目前會員來自148個國家或地區組成，是國際上最重要的園藝學術組織。該學會成立宗旨為推動及鼓勵園藝科學各部門的研究及教育，同時透過研討會、園藝大會、出版品及科學組織，以促進全球性的園藝合作及技術轉移。ISHS 科學組織依作物種類和科技性質分為14個部門(Division)和3個委員會(Commission)，並交叉成立超過130個工作小組(Working Groups)；其每4年定期舉行一次國際園藝年會(International Horticultural Congress, IHC)，其間召開會員大會(General Assembly)。

## 參、目的

為執行111年度科發基金補助計畫「前瞻農業議題國際標準學習與交流研究」項下之「園產品銷售冷鏈技術優化及減碳策略評估」工作項目，於111年8月12日至22日赴法國參加2022第31屆國際園藝學會年會，而後前往荷蘭Floriade Expo，主要執行工作項目包含：(一)參加園藝年會並發表研究論文、(二)蒐集國際園產品處理、設施園藝及病蟲害永續管理相關技術與研發新知及(三)藉由參與國際活動拓展

年輕研究人員的國際觀與開創性，引進新知識、新技術並建立人脈，進而應用於試驗研究及推廣輔導工作上，達到農業前瞻科技發展之目標。

## 肆、出國人員

陳葦玲副研究員/臺中區農業改良場

陳彥樺助理研究員/臺中區農業改良場

羅佩昕助理研究員/臺中區農業改良場

## 伍、出國行程

日期	行程
111/8/12(五)	晚上搭機自 TPE 機場啟程。
111/8/13(六)	飛機中午抵達法國巴黎 CDG 機場。
111/8/14(日)	1. 巴黎高前往昂傑，研討會報到。 2. 當地蔬果市場調查。
111/8/15(一)	2022 國際園藝年會 Day1_研討會專題演講及論文宣讀。
111/8/16(二)	2022 國際園藝年會 Day2_研討會專題演講及論文宣讀。
111/8/17(三)	2022 國際園藝年會 Day3_研討會專題演講及產地參訪。
111/8/18(四)	2022 國際園藝年會 Day4_研討會專題演講及論文宣讀。
111/8/19(五)	1. 2022 國際園藝年會 Day5_研討會專題演講。 2. 自南特 NTE 機場搭機前往荷蘭，參訪園藝中心。
111/8/20(六)	參訪 2022 世界園藝博覽會 Floriade Expo。
111/8/21(日)	自荷蘭史基浦 AMS 機場 SCP 搭機返臺。
111/8/22(一)	6:30 AM 抵臺隨即檢疫隔離。

## 陸、研習內容

### (一) 2022IHC 年會

第 31 屆 IHC 於 2022 年 8 月 14~20 日於法國昂傑(Angers)舉行，本次主題圍繞在園藝產業未來的 4 大挑戰，包含園藝價值鏈的競爭力和技能、食物、人類健康和公民福祉、永續生產及氣候變化適應和影響減緩，並且衍生 25 場研討會如育種、生物多樣性、有機農業、城市園藝、表型新技術、精準園藝等。

#### 1. 採後處理技術

近年來全球面臨氣候變遷的挑戰，導致糧食危機增加，全球面臨糧食生產體系的轉變，而採後處理技術對於全球的園產品品質維持及減少糧食耗損具有相當的重要性。本次年會主要以傳統和創新採後處理技術為主題，以減少化學農藥的使用、碳排放量及促進能源有效使用為目標，特別針對園產品作物的品質改變、食品安全、採後生理及評估成熟度與品質的新工具，主題包含：

- 減少採後耗損的新技術、系統及管理模式。
- 採後技術的開發進度(UV-C、可見光、熱處理、氣調、氣變、電漿、輻射及生物防治)。
- 園產品截切技術的開發進度。
- 應用於採後管理的生物技術和體學(omics)。
- 採後病理學、微生物與化學安全。
- 植物防禦系統、植物生物群落及採後品質間的關聯性。
- 熱帶蔬果於採後貯藏的挑戰與發展。
- 採後的調控。
- 採後與減少糧食浪費對經濟、社會及環境的影響。

#### (1) 微生物基因體學與採後病理學

本次年會邀請全球採後學者分享了採後處理與採後病害防治技術，其中包含了近年來在採後最受關注的研究項目-體學(omics)，體學廣泛涵蓋基因體學(genomics)、轉錄體學(transcriptomics)、蛋白質體學(proteomics)、代謝體學 (metabolomics)、微生物基因體學(microbiomics)等，各種的體學已成為了解採後生理學的新途徑。以為生物基因體學為例，運用微生物基因體學了解採後果表的微生物相，可觀察果表病原菌與生物防治菌間的變化，而不同的採後處理方式也會影響果表微生物相的變化。

微生物基因體(microbiome)會受到許多因子的影響，進而影響微生物相的組成，包含垂直或水平傳播、寄主品種、根砧、田間管理模式、採後處理技術、貯藏方式及環境因子(氣候、乾旱、土壤成分)。全球在微生物基因體學上具有較完整研究的作物為蘋果，透過試驗證實，其植株上的微生物相可能藉由種子垂直遺傳或自環境中水平獲取，植株的不同部位，具有不同的微生物相，而蘋果上的微生物相會受到不同品種、栽培管理模式、採後處理方式、貯藏時間而有所差異。

透過了解寄主植物表面的微生物相，可推知病害的發展與病因，也因微生物體學的發展，提出許多新概念，如：致病性病原菌(pathobiont)、病原體學(pathobiome)、微生物生態失調(dysbiosis)等。而透過微生物基因體學的研究，提供採後病理學上對病害防治的新方法，如：運用寄主與微生物共同育種的策略、利用觀察果表微生物相變化進行病害預測、由微生物相中尋找生物防治菌及藉由特殊功能的微生物維持植物的健康等。

#### (2) 具微生物安全與化學安全的採後病害防治技術

開發具安全性的物質進行園產品的處理，進行採後病害防治，以減少採後病害的發生，各國學者介紹包含：運用微分子生物技術的 RNAi 技術、萃取物及病害偵測技術，以提升採後病害防治的效果。

#### A. 以 LDH 膠囊包覆 dsRNA 防治 *Botrytis cinerea*

運用核糖核酸干擾(RNA interference, RNAi)技術，應用於採後以減少灰黴病菌的纏據與果腐。RNAi 技術是運用雙鏈 RNA(dsRNA)誘發基因的靜默反應，使基因不表現，研究針對 *Botrytis cinerea* 的生成麥角固醇(ergosterol)的基因所設計的 dsRNA，麥角固醇為組成真菌細胞膜的成分之一，大多數的真菌若缺乏麥角固醇即無法存活，以生成麥角固醇的基因為目標之 dsRNA，進入細胞誘發靜默反應，進而影響 *Botrytis cinerea* 的孢子發芽與菌絲生長，並證實其可在果實上減少果實腐爛。

由於 dsRNA 極易受到環境影響，考量到其櫥架壽命短，將 dsRNA 載於 LDA(layered double hydroxide)，形成 dsRNA-LDA 複合體，LDA 膜可保護 dsRNA 不受到水洗或是核酸酶的分解，並且具有緩釋的效果。處理 dsRNA-LDA 複合體證實可在果實貯藏期間減少果實因 *Botrytis cinerea* 所造成的腐爛，並且可以透過貯藏環境的濕度和 CO<sub>2</sub> 濃度，調控 dsRNA 釋放。

這項技術是由以色列學者所開發應用於採後病害防治，dsRNA 作用專一，對非目標生物具有安全性，施用不會影響果實風味亦不會有殘留問題。RNAi 技術在學術研究成果繁多，但實際應用在櫥架壽命短是這項技術的弱點，本研究運用包覆材質 LDA 承載 dsRNA，不僅可保護 dsRNA 不受環境影響而降解，解決了櫥架壽命的問題，更具有緩釋性的效果。

#### B. 運用農業廢棄物副產品防治採後病害

果莢為花生生產的主要農業廢棄資材，來自以色列的學者以花生莢經萃取後，將富含 Procyanidin 的水溶性物質進行採後病害的防治，經由試驗證實其可抑制草莓灰黴病與小黃瓜的果實疫病等採後病害，另亦可抑制人體病原菌的生長，如：大腸桿菌與李斯特菌。這類的萃取物被視為是“綠色”的抗菌物質，具有對環境具有化學安全性。但在討論時間有其他學者提及一項十分重要的問題，花生是一項容易受黃麴菌所感染的作物，黃麴毒素是會危害人體健康的物質，而項研究後續需要確認在花生莢萃取物內是否含有黃麴毒素，以確保後續應用於採後病害防治是否會污染蔬果。

#### C. 快速氣體偵測技術防治馬鈴薯採後病害

在美國地區第五大馬鈴薯貯藏地區，在馬鈴薯貯藏期間，軟腐病的發生是造成損失的原因之一，FAIMS(Field Asymmetric Ion Mobility Spectrometry) 技術是透過快速偵測生物氣體的變化，對馬鈴薯軟腐病發生所產生的特定氣體成分進行偵測，再透過人力尋找發生軟腐病的位置進而移除，以減少馬鈴薯軟腐病對其他馬鈴薯的危害。

### (3) 創新採後處理技術的發展

採後處理技術以氣調、氣變、溫濕度調控、二氧化碳含量調控、覆膜技術等，為長久以來全球學者在園產品保鮮研究上的關鍵技術。因此，本次研討會除了邀請全球各地學者針對常見的調控技術進行研究分享外，更有許多創新技術的分享，如：LED 光照射、HDCOLD 冷藏技術、電漿技術等。其中利用 LED 光的照射對更年性蔬菜或水果採後進行管理，在低溫貯藏環境下，不同顏色的 LED 光照射，以藍光照射可延遲番茄果實後熟，紅光和遠紅光照射則可促進茄紅素與  $\beta$ -胡蘿蔔素的累積，短時間照射具有可調控後熟與維持品質的效果，可作為後續減少採後耗損及維持果實品質與櫥架壽命的替代方式。另研討會亦有學者介紹應用近年來崛起的電漿技術，低溫電漿(cold plasma)是將週遭的空氣施加電流，而產生具有活性的氧化物物質，以消除鮮食蔬果上的人體病原菌或造成採後耗損的病原微生物，這項技術具有快速、無化學污染問題，且對環境友善，極有機會走向商品化。

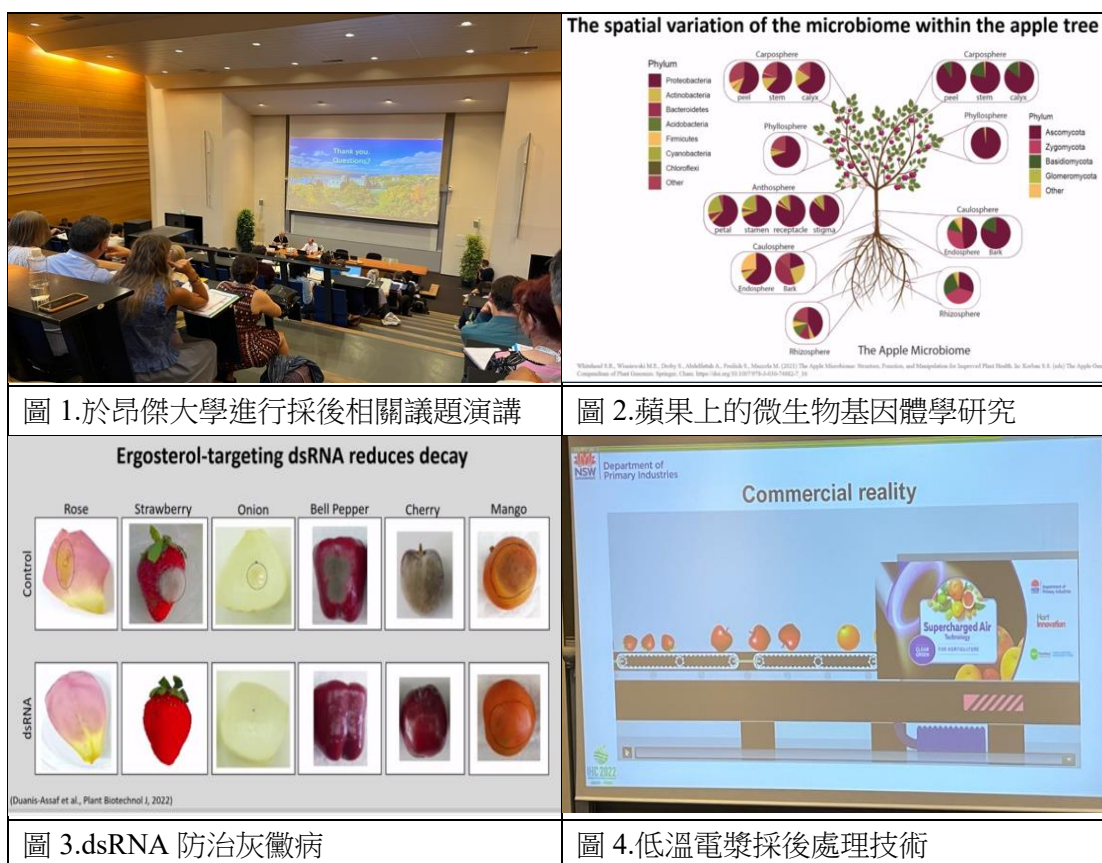


圖 1.於昂傑大學進行採後相關議題演講

圖 2.蘋果上的微生物基因體學研究

圖 3.dsRNA 防治灰黴病

圖 4.低溫電漿採後處理技術

## 2. 病蟲害永續管理技術

全球氣候變遷導致害蟲與病原菌的生物與非生物環境與地理分佈發生改變，促使病蟲害的入侵，且造成新的表現型族群發生，這將危及到已建立的防治策略。這些全球變化使我們應更加重視綜合病害管理系統(IPM)中監測的重要性，及調整預防與防治策略的迫切需求，且基於健康原則，管理策略應更符合環境友善，並減少

對人體健康的危害。因此，本研討會的目的為提出熱帶與溫帶地區栽培系統中，創新的病蟲害預防與監測技術及防治方式，並探討其所面臨的討戰。主題包含：

- 新興害物與病害。
- 害物與病害的流行病學與監測。
- 早期偵測與特定偵測技術的發展。
- 生物防治的生物機制或分子層次的交互作用。
- 土壤與植物微生物生物相在植物防禦所扮演的角色。
- 害物與病害防治的替代方法。
- 在溫帶與熱帶地區創新病蟲害管理策略的經驗分享。
- 替代的病蟲害防治技術對經濟、社會及環境的影響。

### (1) 生物防治策略與方法

全球因應氣候變遷，以永續農業為目標，農業面臨生產模式的大轉變，在作物病蟲害防治減少化學農藥的使用，並逐漸走向有機或友善農業，因此，本次研討會分享許多病蟲害生物防治技術的相關研究。在蟲害方面，包含：天敵防治、白殭菌及伴隨植物(*companion plant*)來進行害蟲防治；病害方面，則包含耕作防治、物理防治及生物防治等方法進行病害防治。

#### A. 蟲害防治技術

**天敵防治**方面，在蘋果和桃上栽培上，運用寄生蜂 *Acerophagus malinus* 防治介殼蟲 *Pseudococcus comstocki*；在葡萄園內運用寄生蜂防治葡萄潛葉蟲 *Phyllocnistis vitegenella*，使用適合的天敵防治外來的害蟲，雖然耗時效果才容易呈現，但在積極營造適合的環境下，是可以達到長時間的防治成效。另則是運用**白殭菌防治**小菜蛾的技術，小菜蛾是國內外十字花科蔬菜栽培的重要害蟲，具有抗藥性不易防治，因此印度的學者開發白殭菌對小菜蛾進行防治，且篩選適合的量產基質與劑型，其先使用液態培養產生孢子，再將液態發酵的孢子接種於培養基平板，平板上形成菌絲和孢子一同收集製作成最終製劑，櫥架壽命可達六個月，對小菜蛾幼蟲的防治效果相較於對照組可提升 80%。另則是運用**種植伴隨植物**，其所產生的揮發性有機化合物進行蚜蟲的防治，如：羅勒及萬壽菊，在可調控的環境下，發現伴隨植物會對蚜蟲產生驅避反應，並且降低其繁殖率及造成蚜蟲的取食行為改變，然這項防治方式實際使用在田間，仍需要更多的試驗調整，以增加有揮發性的有機化合物產生，進而增加其對蚜蟲的防治效果。

#### B. 病害防治技術

本次研討會分享栽培設施的調控、紫外光(UV-C light)的照射、非農藥防治資材(如：萃取物、幾丁聚醣)的施用、有益微生物的施用進行病害的防治。於栽培設施的調整進行病害防治方面，介紹在蘋果的栽培上，以**防雨罩(rainproof covers)**減少蘋果黑星病(apple scab)與果腐(fruit rot)的發生，經試驗使用防雨罩對蘋果園區栽培的



微氣候相造成改變，葉片乾燥時間長、夜間濕度較高及平均溫度較高，害蟲和白粉病在栽培期間危害的狀況較未使用防雨罩的園區提升。其優點為蘋果貯藏期間可顯著降低貯藏性病害的發生，但由於防雨罩的使用會減少光照約 25-40%，因此會造成果實轉色的問題，經分析這樣的栽培模式可提高產量，但在成本的支出也相對提高。

利用**紫外光照射**防治南瓜與番茄白粉病，是一種物理性的防治策略，一秒閃爍的紫外光處理相較於傳統的照射模式更為有效率，可達到刺激植物的防禦反應的效果，且不會危害到植物的生長，其防治效果具有持久性與廣效性，除了白粉病外可防治多種病原菌的危害，包含：細菌與病毒等，且這項技術與多種防治技術具有相容性，更可刺激植物對於非生物因子逆境的耐受性。

生物防治上，**有益微生物的開發與應用**亦是國內外學者著重的項目，葡萄牙的學者分享由草莓上篩選內生細菌對草莓灰黴病進行防治，其可抑制灰黴病菌發芽與生長，且所產生的代謝物具有抑制病原菌生長的效果，實際應用在設施栽培草莓上，可增加草莓對灰黴病菌的耐受性；臺灣學者也分享所篩選的拮抗微生物，應用在田間草莓炭疽病的防治，並且透過完整的田間管理模式搭配拮抗微生物的施用，顯著降低田間草莓炭疽病的發生。



圖 5. 昂傑會議中心進行病蟲害永續管理演講



圖 6. 白殭菌量產與製劑開發

### 3. 花卉園藝作物栽培技術

在快速變動與轉型的世界中，花卉園藝產業面臨全球氣候變遷，因此必須發展永續性生產和綠色都市園藝，這是項重大挑戰。本次研討會涵蓋有關園藝觀賞植物及其產品之永續生產系統、育種及栽培繁殖方法、行銷策略及市場開發、探討美學、福祉、糧食利用、生態系統及採收後品質之間的新用途。另一個核心挑戰是如何應對都市環境中觀賞植物的消費市場演變，以及如何使觀賞植物符合新需求。研討會期間討論主題包括：

- 花卉園藝觀賞植物的生態系統和多元用途：花卉園藝觀賞植物的育種和栽培方法的創新研發，其在生態系統的應用及對環境和人類健康的影響。例如可作為對空氣污染或土壤及水污染的補救措施，也可提取植物活性成分用於營

養保健。

- 花卉園藝觀賞植物的健康及永續性生產系統：作物的繁殖與生產系統是否可環境友善及持續性生產，是當前重要課題。永續生產包括了對環境及人類健康的影響，以及整個生產鏈等。
- 採前栽培管理影響產品品質：針對植物營養、栽培條件、氣象變化及基因遺傳等對於園藝植物的生理、品質、耐儲性和展售保鮮期的影響進行探討。這些議題對於提供消費者滿意的商品十分重要。
- 從生產到市場：在這主題下討論使花卉園藝觀賞作物商業化以開拓市場的新策略，生產銷售鏈智能數位化是推動園藝商品化重要的一環。

花卉園藝研討會希望能透過這些議題進行反思，促進不同專業人士互動交流，並發表相關研究，以下節錄研討會演講交流的新知資訊。

### (1) 栽培環境因子的影響：案例分享-玫瑰花瓣數與溫度的關係

玫瑰(*Rosa hybrid 'Vital'*)栽培於環控溫室，研究不同溫度對枝條生長和開花之反應。相較於對照組(日/夜溫 25°C/18°C)，玫瑰於高溫處理組(日/夜溫 35°C/10°C)提前約 14 天開花，開花枝長度縮短 71.7%、莖徑減少 36.4%，整體花朵高度及寬度顯著減少，花瓣面積也明顯變小；低溫處理組(日/夜溫 18°C/10°C)開花延遲約 35 天，開花枝長度增加 4.9%、莖徑增加 22.7%，整體花朵較大，花瓣面積也較大。高溫造成玫瑰花瓣數量減少，這與 *RhAG* 和 *RhSHP* 的相對表現量較高、*API* 和 *AP2* 的相對表現量較低有關。在高溫下，萼片數量較對照組及低溫處理多，而花瓣數量、瓣狀雄蕊數量、雄蕊及雌蕊數量皆比對照組及低溫處理組少，低溫處理則與對照組無顯著差異。在高溫及低溫逆境下，每日分化的花瓣、雄蕊及雌蕊數量較少，但因 18°C/10°C 開花延遲，因此有較長天數進行花瓣分化及發育以致有較多的花瓣數。

### (2) 生產繁殖技術：案例分享-繡球花的扦插繁殖

繡球花兩個品種‘Caipirinha-Caip’與‘Clarissa-Clar’枝條扦插前，進行不同溫度的黑暗貯藏(4°C、20°C與不貯藏)。儲藏期間葉片的蔗糖含量下降，扦插 3 天後葉片中的醣類，尤其是葡萄糖和果糖，開始累積。在較高光強度  $100 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  環境下扦插繁殖，葉片中的醣類含量較高，醣類過度累積，插穗莖基部的蔗糖利用率較低，導致‘Clarissa-Clar’發根較慢。在  $100 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  的光照下，插穗葉片黃化，花青素產生。但  $50 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  光照環境則減少了葉片黃化的現象，且葉綠素含量增加，然而發根數和根長度減少。提供適度光照，維持插穗葉片及枝條發根活力是繡球花插穗扦插繁殖生產的重要環節。

### (3) 切花採收後生理：案例分享-香豌豆切花保鮮技術

香豌豆(*Lathyrus odoratus* L.)花色繁多、香氣濃郁，然而其瓶插壽命短限制了商業的潛力。香豌豆‘Sweet Pink’先經過 STS 預措處理，隨後瓶插於  $40 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  (117 mM) 蔗糖或  $21 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  (117 mM) 葡萄糖瓶插液中，瓶插液均含有  $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  8-HQS。添

加醣類可增加水分吸收，並延長香豌豆切花的瓶插壽命，蔗糖延長 7 天、葡萄糖延長 9 天。葡萄糖處理在整個瓶插期間維持高水分潛勢，蔗糖處理水分潛勢從採收後 2 天開始降低，且顯著低於葡萄糖處理組。細胞膨壓在處理間沒有顯著差異。採收後 3 天，乙烯生成量在處理組別間無顯著差異，之後隨著水分潛勢下降，蔗糖處理組的香豌豆乙烯生成量增加，在採收後 6 天顯著高於葡萄糖處理組。據此推論，香豌豆切花瓶插壽命主要受水分逆境的影響並非乙烯。

#### 4. 設施園藝技術

設施園藝 (Greenhouse horticulture) 或稱環控園藝 (Controlled environment horticulture) 仍是研發重點，在 5 天的年會中就佔有 4 天的議程，目標為永續發展。而講到設施園藝研發以往技術開發都是由荷蘭或美國學研單位領先，而韓國自 2009 年開始，在政府支持下科教單位與企業共同進行設施園藝研發，並鼓勵高科技人才投入創新研究，本次年會觀察到韓國在荷蘭設施栽培系統的基礎下，進行 IOT、影像辨識、作物生長模式及深度學習的發展，研發量能及成果令人驚豔。本次年會在設施園藝研討上主題包含：

- 溫室氣候及作物生長模式。
- 光線或能源利用效率。
- LED 補光。
- 溫室披覆資材與光譜。
- 永續性生產。
- 栽培介質和循環利用。
- 無土栽培水分管理。
- 微生物及生物刺激素(biostimulants)應用。

##### 1. 作物模式

作物生長監測對於永續農業至關重要，在精準農業和深度學習的發展下，設施栽培發展走向模式預測協作，以促進資源有效利用、避免因影響生長過程的內部或外部條件造成損失。研討會中各國研究人員提出多項基於深度學習技術，使用作物模型、環境數據和專家知識進行溫室控制的人工智能方法，並使用多類別數據自動確定時空域中作物生長的適當條件。其中韓國學者收集了安裝在韓國番茄環控溫室內各種傳感器的數據，研發基於測量變量動態作物生長預測模型；另荷蘭 TNO 與溫室建設和控制系統公司合作開發了一基於人工智能的決策支持系統 GAIA，其背景資料包含控制規則的知識圖譜(該圖譜收集了關於溫室、作物與種植策略的常識)，做為控制系統之間的橋樑，為其設置找到最佳解決方案，GAIA 系統可以設置結合不同控制系統目標的性能函數，然後使用模型預測控制(MPC)遺傳算法對性能函數的發展進行預測，提供控制設定點建議給溫室管理員，並附有解釋及顯示各個系統

組件預測，從目前番茄植物模型的初步模擬結果表明，MPC 預測的精度非常接近目標最優值。

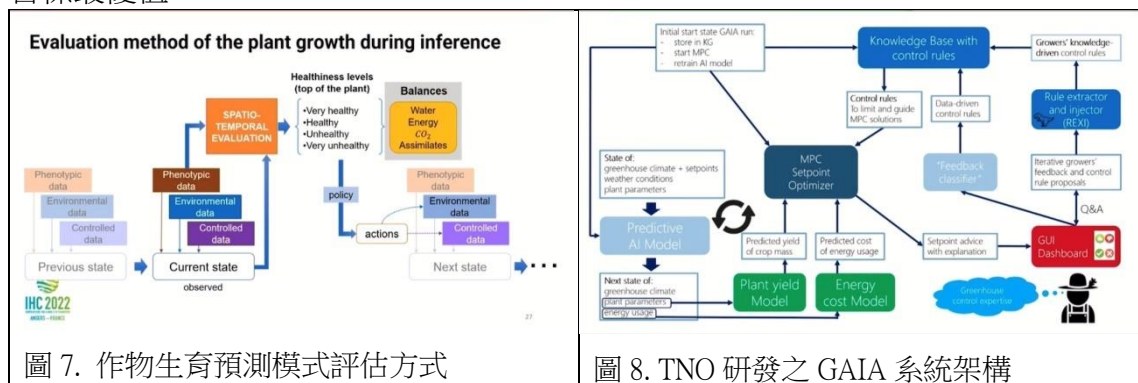


圖 7. 作物生育預測模式評估方式

圖 8. TNO 研發之 GAIA 系統架構

## 2. 永續性評估

永續農業在 1980 年代後期逐漸被討論，多圍繞在糧食和營養安全(包括食品安全)，同時也為了因應其他重大的全球性挑戰，如資源枯竭、土地利用和生態系統保護。然高投入的溫室栽培是否真的達到永續的目標往往引起爭議且缺乏科學證據基礎，如加熱的高科技溫室其高 CO<sub>2</sub> 排放、亞熱帶低技術開放性的溫室營養物排放。Wageningen 大學利用聯合國定義的永續發展 14 個目標(SDGs)扣合四種溫室(高科技\_荷蘭 vs 低科技\_西班牙，結合兩種種植方式慣行 vs 有機)系統中番茄生產永續性，共有 7 個 SDGs 可用來評估，結果顯示慣行高科技溫室系統對於其中 4 個 SDGs 具最大潛力，然而因相對較高的能源使用量使其難以實踐 SDG-7 清潔能源，而現行土耕系統中有較低的用水效率和較高的養分損失。從環境控制的角度，可從人工光源、封閉的無土養液系統及栽培介質三方向著手。

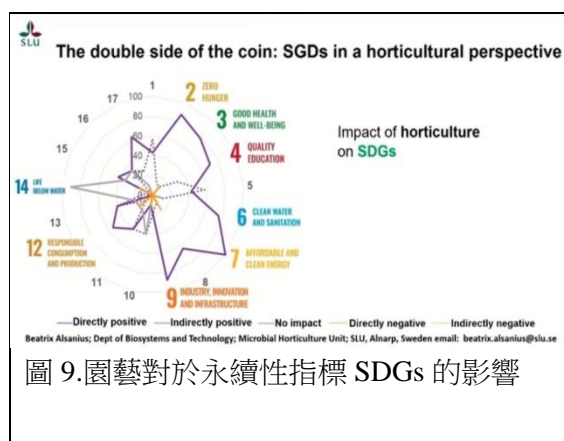


圖 9. 園藝對於永續性指標 SDGs 的影響

SDG	Indicator	Conventional High Tech	Conventional Low tech	Organic High Tech	Organic Low tech
2	Length of season	+			
2	Market price		+		
2	Yield	+			
2,12,15	Land use	+			
2,6,12,15	Water use	+			
3,6,12,14	Nitrogen emission	+			
3,15	Plant protection chemicals			+	+
6	% recycling water	+			
6,12	Treatment on discharge	+			
7	% renewable energy		+		+
7	Energy use				+
7,14	CO <sub>2</sub> emission at farm gate				+
12	Waste generation			+	
14	Eutrophication	+			
<b>Total nr best scores</b>		<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>

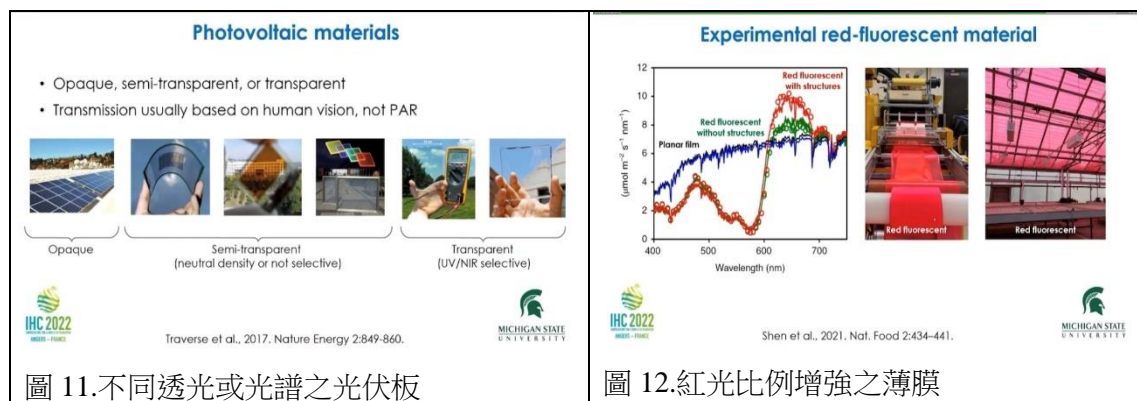
圖 10. 不同設施類型及栽培方法於永續性指標 SDGs 評估

## 3. 設施覆蓋物

溫室覆蓋物對於延長生長季節和保護高價值園藝作物免受不利環境條件(如降雨過多、低溫和高蒸發率)的影響至關重要。傳統溫室由玻璃製成，但丙烯酸、聚乙烯和聚碳酸酯等耐光塑料現在是使用最廣泛的溫室材料。塑料拉伸強度和壽命的技

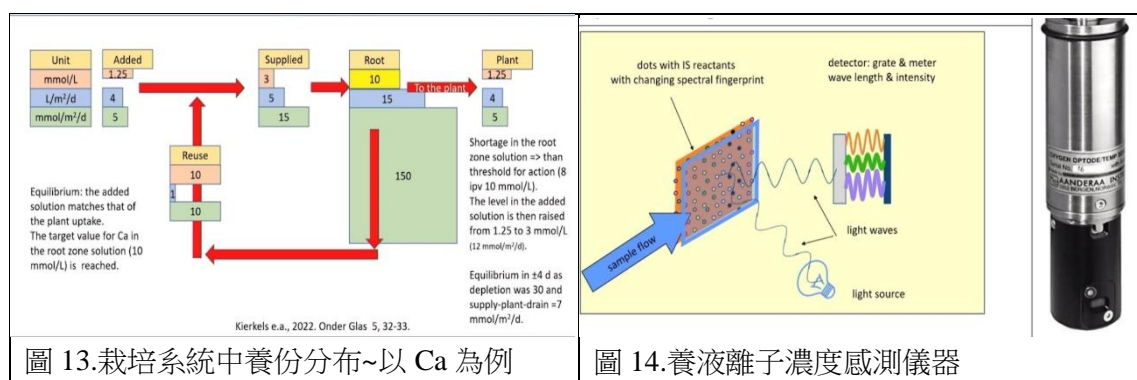


術進步也促進了其他類型塑料添加劑的加入，這些添加劑可以增加光散射、改善熱絕緣(Insulation)、減少冷凝形成並改變光譜。未來的溫室覆蓋物技術重點在於其光學特性以及它們如何影響作物生長以及溫室環境，特別漫反射、光選擇、光譜偏移和光伏發電材料；然這些材料通常也存在權衡取捨，例如成本較高和 PAR 減少。



#### 4. 無土栽培水養分管理

無土介質栽培提供了收集和再利用所有滲漏水以及其中所有營養物質的技術可能性，再循環使地球上大多數地方的水利用效率提高了 50%，營養利用效率更提高 50% 以上。然在再循環時，添加到系統中的養分量必須仔細配合系統 output 的養分量(主要是透過植物吸收)，否則某元素積累或消耗不平衡的現象，目前主要研發重點在於 1 各種水質實際使用問題和解決方案、2 鈉積累和管理、3 供水管內灌溉液分布不均、4 回收水處理、5 灌溉管線中養分含量波動及 6 包括使用離子專用檢測進一步自動化。



## (二) 產地參訪

### 1. BIOPLANTS 有機生產公司

BIOPLANTS 為瑞士 Max Schwarz 家族企業的子子公司，公司於 2010 年成立，主要以生產有機香草植物為主，包含：羅勒、韭菜、香菜、薄荷、芹菜及百里香。2020 年將公司設立於曼恩-羅亞爾省，距離本次研討會的昂傑市中心約 10 分鐘車

程的位置，公司的栽培溫室佔地約 1.5 公頃。其生產的產品主要以 Tout frais tout bio 為品牌，銷售至各超級市場及特定的店家。提供鮮食市場，主要宗旨為提供消費者更健康的食物。另公司積極與合作夥伴共同開發，包含與 Richel 共同打造 1.5 公頃的栽培溫室及 Codema 荷蘭公司對於生產流程進行設計。

溫室內部採用全自動化的苗床及灌溉設備，苗床在進入溫室前會經由含有殺菌成分的水進行清洗，再以全自動化的播種機器，將播種好的盆栽放入苗床並進入溫室。搭配全自動化的噴水設備進行灌溉，可達到節水的效果。溫室栽培在害蟲防治上採用天敵防治，在溫室內部可見維持天敵族群量的大麥。在盆鉢包裝前一天，會將要出貨的盆栽苗床移入包裝場靜置一個晚上，以消除田間熱，於隔天再進行紙袋包裝與紙箱裝箱出貨。

BIOPLANTS 所栽培產品主打 100%環境友善，包含：(1)在栽培過程不使用殺菌劑與化學肥料；(2) 節水並使用雨水進行灌溉；(3) 使用再生資源進行包裝；(4) 使用可再生材料製造並且獲認證的環保盆器。有機香草植物的販售，必須連盆一起販賣，才可視為有機，因此所使用的栽培介質並非使用泥炭土(Moss)，而是取自環境的植物性材料，利用微生物發酵而生產的有機栽培介質，另盆鉢亦是使用獲得認證，並且可用於堆肥的環保盆器，包裝盆鉢的外袋是使用再生紙製作，可再進行回收。



圖 15. BIOPLANTS 公司



圖 16. 可堆肥的環保盆器



圖 17. 自動化澆水系統



圖 18. 印有該公司品牌的香草紙袋包裝



## 2. EARL Oran Nicolas

農場位於曼恩-羅亞爾省，距離昂傑市中心約 20 公里，創立於 2003 年，並採 100% 的有機生產，屬於家族共同管理的農場，由 Camille Sourdin 和 Nicolas Oran 負責栽培管理與銷售。創立初期農場耕作面積為 10 公頃，至今農場面積已達到 40 公頃，有 6 名全職員工，貯藏與包裝場面積達 1,800 平方公尺，並設有 6 個冷藏室。露天與溫室栽培多樣的蔬菜作物，露天生產以蘿蔔為大宗，佔 40% 以上的產量，另亦有馬鈴薯、韭蔥、洋蔥、芹菜、甘藍、南瓜及甜菜根等；而溫室種植面積約 5 公頃，包含：番茄、辣椒、茄子、小黃瓜及草莓等；另有 20 公頃種植牧草，其中苜蓿佔約 10 公頃，種植牧草供酪農夫以交換肥料。

每年的 4-8 月是作物的栽培期，主要進行種植、除草、灌溉及採收；9-11 月進行採收和貯藏，貯藏的作物以馬鈴薯、洋蔥、南瓜及甘藍為主；11-3 月則為貯藏的蔬菜接單出貨。有機農場的田間管理模式，以蘿蔔為例，當蘿蔔播種至田間，在蘿蔔萌芽前，會以火燒的方式，將發芽的草去除，而不影響蘿蔔後續的生長，若蘿蔔生長期間有雜草危害，則採後人工除草方式，由於蘿蔔的線蟲問題為農場的重要病害，因此會採用 4-5 年輪作一次的方式對線蟲進行防治，另為避免黃條葉蚤對蘿蔔造成的危害，會採用蟲網鋪蓋蘿蔔的方式隔絕害蟲，而在其他害蟲的防治上則會採用蘇力菌(Bt)進行防治。

而在農場的有機產品販售管道，專業通路以批發商及當地店家進行銷售，40-50% 的產量交由 Bio Loire Océan 協會銷售，或由醫院、學校及餐廳等進行訂購；此外也會以蔬菜箱，在附近店家進行販售。

本次參訪的兩個雖然都是生產有機產品的公司或農場，但在生產和栽培模式大不相同，BIOPLANTS 投資溫室及自動化栽培流程，減少人力並且可控的溫室栽培提升產品品質，集約式的生產，在法國最適合栽培作物的短短幾個月時間可大量提高產量；EARL Oran Nicolas 則是一個以大面積露天栽培為主的農場，在病蟲害的管理上，相當不容易，是以比較粗獷的栽培管理方式，再透過多樣化的蔬菜品項，提升農場的產值。



圖 19. EARL Oran Nicolas 農場管理者講解



圖 20. 以蟲網覆蓋以減少黃條葉蚤危害

### 3. GEVES

GEVES 是法國品種及種子研究管理的團隊，由法國國家農業與環境研究所 (French National Institute for Agricultural and Environmental Research, INRAe)、法國農業部(French Ministry of Agriculture, MAAF)及法國種子和植物專業組織(French Interprofessional Organisation for Seeds and Plants Semae)等 3 個單位贊助成立的公益團體(public interest group)，是法國品種和種子研究與管理的單位，主要的工作有：植物新品種在官方目錄中的登記、DUS test(包含外觀性狀和抗病性)植物品種權保護、根據國際標準進行種子認證、農業部植物遺傳資源的保存協調、種子品質檢測及 GMO 檢測。除此之外，GEVES 還是國際知名的植物和種子相關活動中心，參與研究、遺傳資源管理和專業培訓課程，提供公部門專業知識，更為私人客戶提供種子及植物品種權檢定等服務。

此外，依據歐盟委員會立法建立之保護植物品種權的制度，並在 1994 年成立歐盟植物品種局(CPVO)負責授權和管理歐盟植物品種權(CPVR)，總部就在本次園藝學年會舉辦地法國昂傑，CPVR 與歐盟各國植物品種保護制度是並存的，可以選擇成員國內保護或者歐盟保護，優勢在於通過單一向 CPVO 申請，即可在歐盟所有成員國內獲得其植物品種權的保護，但歐盟保護與國內保護不得兼具。



圖 21.GEVES 工作~種源蒐集及品種選育

圖 22.GEVES 工作~品種權及種子生產



圖 23.GEVES 工作~技術指導、栽培、行銷

圖 24.病蟲害防治考量參觀者進入田區必須穿鞋套





圖 25.GEVES 工作~品種抗病性評估



圖 26.GEVES 工作~DUS 制訂與檢定

### 3. Vilmorin-Mikado 種子公司

Vilmorin-Mikado 是間法日合作的蔬菜種子生產公司，隸屬於 Limagrain 集團 (世界第四大種子公司、世界第二大蔬菜種子公司，2008 年整合了兩大蔬菜種子品牌法國 CLAUSE 和美國 HARRIS MORAN 成立了科勞斯 HM.CLAUSE，2018 年 Vilmorin-Mikado 和 Vilmorin-Mikado 兩家業務單元合合併)下主要生產 pea, bean, carrot(每季可生產 600 公噸種子), lettuce, tomato, pepper 種子，其種子銷售於五大洲超過 100 個國家，並跟全球種子公司建立商業關係，在全球有 12 家公司，在亞洲、歐洲、地中海和美洲業務板塊收入均佔 20%左右，2020-2021 年度銷售額達 2.18 億歐元，其中的 15%用於研發，研發部門的員工數量約佔公司總人數的 3 成。

該種子公司在法國等地種子生產時間從 6~11 月(佔 70%量)，其他月分則從澳洲、中國等生產地運回法國處理。種子處理過程包含 cleaning、classification, priming, pelleting, disinfection, and extra-drying，且多採用荷蘭 Seed processing 種子調製設備，因為私人種子公司現場禁止拍照。



圖 27.Vilmorin-Mikado 種子公司



圖 28.Vilmorin-Mikado 育種研發重點作物

#### 4. Hortival Diffusion

Hortival Diffusion 成立於 1838 年，位於 Anjou，是觀賞樹木、灌木和多年生植物生產的專業園藝公司，在法國已歷史悠久且聲譽遠播的。此公司擁有 1,400 多個品種，是歐洲最重要的觀賞園藝植物生產者之一，也是法國各個專業苗圃、園藝中心和景觀公司的首選供應商。Hortival 目前有四個栽培生產基地，總面積達 300 公頃，員工數為 300 人，以及 60 個區域生產者。年產量為 2000 萬株苗，其中包括 800 萬扦插苗，800 萬株小盆苗，以及 400 萬盆中大盆苗。生產的苗木 30%供應法國，70%外銷，Minier Professional Solutions 是該公司的品牌。此外 Hortival Diffusion 也是少見擁有育種部門的園藝生產公司，該公司致力於新品種創新已有 40 年，並透過國際合作，加速育種進展，且使用商標—FPB (Formidable plants breeders, 強大的植物育種者)。目前搜集了 4,000 種物種的母本，母本栽培苗圃基地面積達 32 公頃，每年雜交實生苗達 9,000 株，平均一年可發表 10-15 個新品種，目前已育成超過 100 個新品種。



圖 29.Hortival Difussion 公司介紹成立沿革

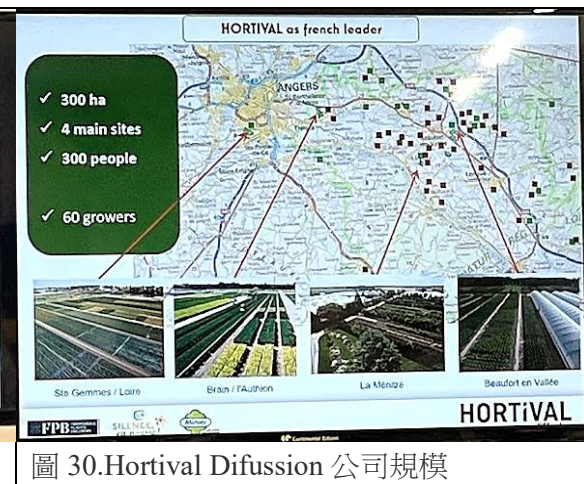


圖 30.Hortival Difussion 公司規模



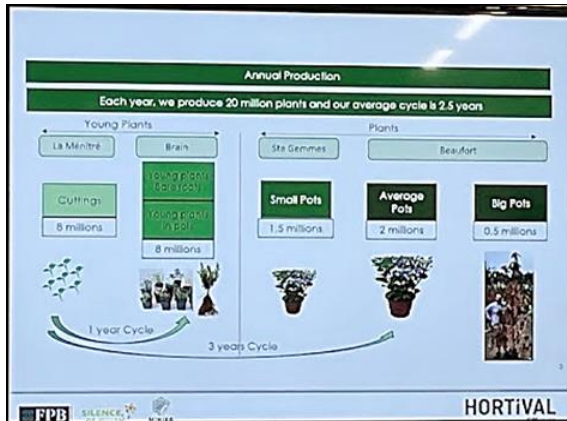


圖 31.Hortival Difussion 生產量能

**40 years of breeding!**

A unique R&D / breeding team in Europe

- Full mother plants collection (4000 bot. Ref.) on 32ha
- 9000 seedlings observed / year
- Over 100 new varieties launched
- 10 to 15 new varieties / year
- Partnership : international network

**FPB**  
FORMIDABLE PLANTS BREEDERS

**HORTIVAL**

圖 32.Hortival Difussion 育種部門介紹



圖 33.Hortival Difussion 外銷實績



圖 34.Hortival Difussion 現場溫室



圖 35 現場繡球花苗圃



圖 36.品系試種圃



圖 37.親本蒐集保存區



圖 38.溫室內管理乾淨，拉鍊式防蟲網門簾





圖 39.實生苗繁殖栽培



圖 40.Hortival Difussion 植物園，園內全為自家公司育成的苗木品種及親本

## 5. ASTREDHOR

ASTREDHOR 為法國園藝技術研究機構，規劃和執行研究計劃，以提高園藝、花卉和景觀公司的專業技術及經濟和環境效益。其有 100 多名員工，分佈在法國六個大區，共 10 個實驗站，在區域、全國以及國際合作等不同層級範圍進行各項應用研究計畫。這些研究計畫及活動主要為產業相關的園藝公司和 ASTREDHOR 技術研究所 1,100 名會員提供科學專業知識技術服務。主要研究議題是綠色工程和生態系統服務、智慧園藝、園藝市場專業知識及消費者期望、循環替代系統、生物經濟的轉型和產業價值化。

### (1)生物多樣性和生態系統服務

ASTREDHOR 重視生物多樣性及其對作物有益的研究，包括進行有效的害蟲綜合管理，相關計畫項目如 HAB'ALIM(農業生態轉型積極行動)或 CONCEPT(對抗土壤性病害的微生物)。

### (2)生物經濟

都市農業是將循環經濟融入城市環境的解決方案之一，使城市居民了解在地消費、回收廢棄物及水循環或建築物修復等。例如，ASTREDHOR 於 2017 年與來自比利時、盧森堡、西班牙和德國的合作夥伴啟動了 INTERREG NWE 項目 GROOF，通過回收二氧化碳、水和能源以更佳地了解建築和溫室之間的協同作用，是未來城市韌性的三個戰略主題。農業部門之間的相互聯繫合作也是促進生物經濟的另一種方式。例如 ReNu2Farm CAP Interreg Capitalization 或 UTOPII 項目研究使用液化甲烷或是固體甲烷作為肥料和栽培基質的可能性。

### (3)新市場

近年來該公司開始研究因應美食或農業等市場的香氛花卉品種。這些花不僅有裝飾價值，還具營養特性。為此 ASTREDHOR 參與了 INTERREG Maritimo 項目 ANTEA，通過應用技術創新來組織新興的食用花卉行業，以加強生產品質、食用安全、運輸物流及行銷等相關方面。

#### (4) 潔淨環境，零污染

ASTREDHOR 研發創新方法來進行對環境衝擊影響小的園藝生產。園產品需要響應社會需求，對生態環境負責，並確保消費者對這些新產品的接受度。PLANTAR 等項目旨在開發種植系統和相關技術的經濟價值，以提供符合市場需求與具生態責任的園產品。例如可生物降解的容器、無泥炭的栽培介質、有機肥等等。20 多年來 ASTREDHOR 一直致力於減少使用泥炭土，以解決泥炭土採集面臨的環境和經濟問題。

#### (5) 氣候行動

環境保護和因應氣候變遷是 ASTREDHO 面臨的主要挑戰。為了確定園產品生產過程對環境的影響，ASTREDHOR 與 Agrithermic 設計辦公室及 CFPPA、La Tour du Pin 教育中心開發了第一個量化溫室氣體排放的技術工具。該技術可以了解溫室氣體的來源並提出將溫室氣體排放量減少 15%至 50%的替代方案。



圖 41. ASTREDHOR 研究人員介紹害蟲綜合防治

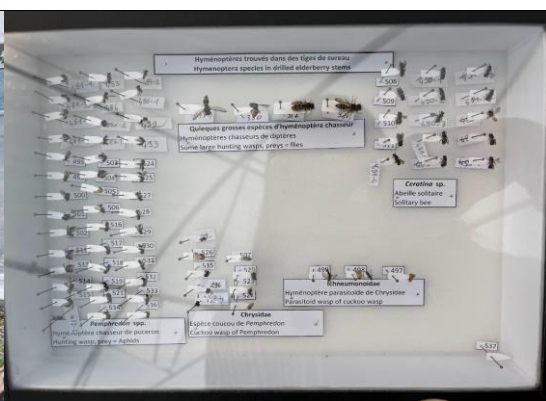


圖 42. 昆蟲採集標本



圖 43. 誘捕植物使昆蟲啃食進入枝條內部後被啃食完的木屑封住，無法逃出。

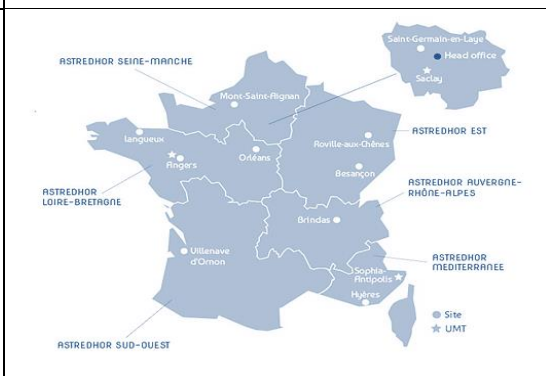


圖 44. ASTREDHOR 於法國境內的研究據點



### (三)荷蘭園藝世界博覽會

Floriade Expo 是荷蘭園藝界每十年舉辦一次的國際盛事，自第一屆於 1960 年在鹿特丹舉辦之後，至今已走過一甲子。今年在 Almere 舉辦的第 7 屆 Floriade Expo 主題是 Growing Green City，核心理念是綠色生產、永續生態、健康生活。展場佔地 60 公頃，有萬國博覽區、都市花園區、荷蘭高科技設施園藝生產中心等。因行程安排，參訪時間僅有半天，參訪行程著重在設施園藝與綠色環保創新研發技術展示以及部分萬國博覽區。

#### 1. 循環農業主題

由於荷蘭面臨能源及建材短缺的問題，農業需邁向永續發展、維持生物多樣性及適應氣候變遷。因此在博覽會中介紹如何再次利用農業廢棄資材，包含：將植物殘體融入建材及將植物殘體做精油的萃取，並再次利用。其中博覽會中的自然館，為一棟 100% 運用生物性、可循環且可完全拆除的資材所建立的展示館，其將農業廢棄資材運用於建築材料中，以植物殘體作出建築外牆、隔音及隔熱板。建築結構取自當地生產的木材，並藉由特殊木製百葉窗的設計，達到陽光與溫度的最佳平衡，達到自然通風與減少人工照明。另展示館更展示植物如何融入建築環境，營造城市生物多樣性，有助於適應氣候變遷。

博覽會的泰國主題館內，展示以蟋蟀作為替代性蛋白質的各項相關產品，如：義大利麵、餅乾等。全球面臨氣候變遷，並以永續農業及零碳排為目標，目前人類蛋白質的來源多來自畜牧業，然畜牧業所帶來的溫室氣體排放量高，且全球未來人口增加，糧食壓力亦隨之提高，因而昆蟲作為替代性蛋白質扮演重要角色。蟋蟀已是聯合國糧食及農業組織(FAO)所認定的替代性蛋白質，每 100g 的蟋蟀含量有 12.9g 蛋白質、5.5g 脂肪、75.8mg 鈣及 9.5mg 的鐵，其蛋白質含量相較牛肉、雞肉及魚肉高，且飼養蟋蟀的碳排量相較於其他畜牧業來得低，蟋蟀具有短的生活史，35-40 天的生長期即可發育完成，一年可達到 6 個世代，不僅可供人類食物更可作為動物的飼料。



圖 45.博覽會中的自然館，展示各種農業廢棄資材作為建材

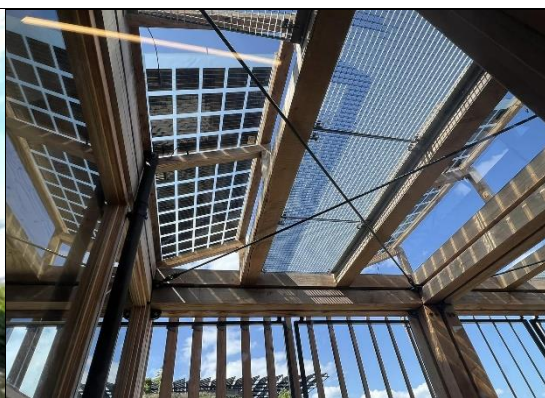


圖 46.屋頂選擇可透光性太陽能板排列



圖 47.蟋蟀所製作的相關產品



圖 48.運用農業廢棄資材作為建物牆面

## 2. 設施園藝作物生產及花卉展示

荷蘭在溫室園藝作物生產的研發與技術向來是國際園藝界的先驅者，全國溫室栽培面積達 8,283 公頃，花卉類佔 3,467 公頃(約 42%)，蔬菜類佔 4,816 公頃(約 58%)。溫室園藝作物專業生產者共 3,117 戶，花卉作物生產者 1,866 戶(約 60%)，蔬菜作物生產者 1,251 戶(約 40%)。超過 100 年來，荷蘭溫室花卉蔬果生產栽培不斷革新，依展場內提供的說明卡「荷蘭溫室生產的現在與未來」，內容包含三個面向：(1)負責任的生產：今日為明日成長而做，科技的進步、永續性、綠色環保是三個優先目標，循環利用與永續生產結合環境生態與人文社會發展現已實現，並逐步擴展中；(2)氣候友善的溫室。溫室生產需要能源供應加溫及電力，再生能源如地熱、生質能源、餘熱回收等技術發展為友善環境生產推動力，目前荷蘭溫室作物生產使用再生能源比例近 10%，且目標在 2040 年達到 100% 氣候友善的溫室；(3)與自然共存合作：育成耐病蟲害品種，並使用生物性防治，在溫室內部自成生態系統，每年有 150 億隻昆蟲用於害蟲及真菌防治，在這 15 年內，溫室作物生產的農藥使用減少了 90%~95%。水資源是另一個重要的環境議題，雨水採集及灌溉用水循環利用，使荷蘭溫室作物生產減少 50% 的用水量。



# Greenhouse horticulture now and in the future

**Responsible Greenhouse Horticulture: Growing Tomorrow Today**

For more than 100 years, Dutch greenhouse horticulture forms have been supplying the tastiest fruit and vegetables and the best quality flowers and plants. The key to ensuring this continues is innovation. Technological progress, sustainability and going green are top priorities. With a love of nature and care for the environment, the Circular greenhouse is already a reality. A greenhouse in which plants are grown in a sustainable ecosystem with the focus on people, the environment and the local community. In other words: growing tomorrow today!

**Working with nature**

Greenhouse growers work with nature as much as possible. The best vegetables, fruit, flowers and plants are healthy and strong enough to withstand pests and diseases. To achieve this, all Dutch growers use **biological crop protection**. They fight bugs with other bugs. This way, the greenhouse forms its own **ecosystem**.

The Netherlands is well known as the birthplace of biological crop protection. Every year, more than 16 billion insects are used to eliminate pests and fungi. This makes our vegetables, fruit, flowers and plants among the **cleanest in the world**.

**The Climate-friendly Greenhouse**

To grow crops in warm and dark, you need energy. Energy that's generated by a **combined heat and power plant (CHP)**, a mini power station that runs on gas and generates heat and electricity. More and more use is being made of **sustainable solutions** such as geothermal heat, biomass and residual heat from factories. The greenhouse horticulture sector has set itself the goal of being completely **climate-friendly by 2050**.

The greenhouse horticulture sector is the first and largest user of **geothermal heat** in the Netherlands. Geothermal heat – hot water from deep underground – is a sustainable source that can heat much more than just greenhouses. The water also goes to factories, swimming pools and residential areas via local **heat networks**.

By focusing on **renewable energy** and **energy-saving** measures, the greenhouse horticulture sector is constantly cutting its CO<sub>2</sub> emissions to an even lower level. Efficient energy generation via CHP also helps to reduce overall CO<sub>2</sub> emissions.

**Please return this card afterwards so that other visitors can use it.**

**Green Love**

www.glastuinbouwmediana.nl

圖 49.溫室園藝生產的現在與未來重要議題說明



圖 50.展場空間，大型掛牌說明荷蘭溫室生產的花卉蔬果供應我們健康快樂永續的生活型態，是綠色的愛(Green Love)



圖 51.俯視設施園藝科技中心的展場佈置



圖 52.現場的解說告示牌

### 3. 替代能源~地熱

地熱發電技術的設備廠商—荷蘭永續能源和廢棄物處理公司 HVC Groep，將地熱透過冷熱水交換收集熱能進行發電，供應溫室作物生產。HVC Groep 與歐洲投資銀行簽署了一項為期 15 年、價值 5000 萬歐元的貸款協議。歐洲投資銀行的融資得到歐洲投資計劃-歐洲戰略投資基金 (EFSD) 的支持。HVC 將把這筆貸款用於其 2020-2024 年期間的投資計劃，包括擴建其在 Alkmaar 和 Dordrecht 的現有區域地熱網，以及投資於 Westland 地區溫室的地熱資源。以溫室園藝產業聞名的 Westland 地區，HVC Groep 將安裝多個地熱熱源，用低碳地熱能源替代園藝溫室的天然氣，降地停止使用天然氣加熱設備所產生成本與環境影響。

#### (2)溫室塗料

溫室玻璃塗布科技廠商 PHYSEE 的產品 PAR+，將有害的紫外線轉化為植物可



利用的可見光(PAR)，同時將光線轉化為漫射光，讓光可以從各個角度更深入地穿透作物。當植物的 PAR 光量增加 1% 時，其產量就會增加 1%。因此在合適的條件下使用 PAR+ 塗層可以提高 8%到 10%的產量。PAR+塗層有效期長達 8 年，取代了更換季節性塗料的需要及重新施作，節省了成本和麻煩。在 PAR+塗層整個生命週期內廢料減少 10 倍，也因增加了可見光量及透光率從而降低相關的燈照電力和安裝成本。

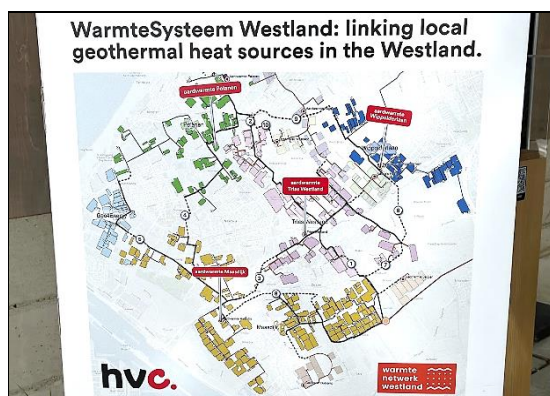


圖 53.荷蘭地熱資源地理系統網絡

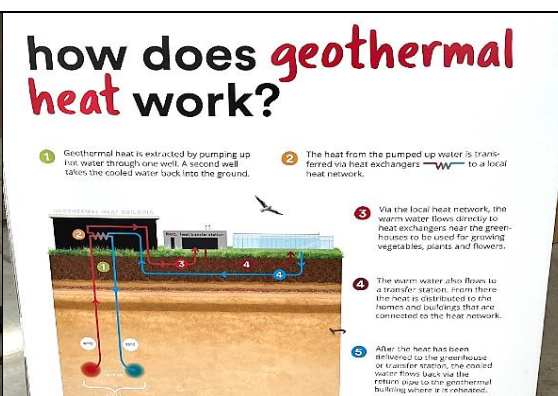


圖 54.地熱供電能源的原理說明



圖 55.PAR+塗布施作現場（官網提供）

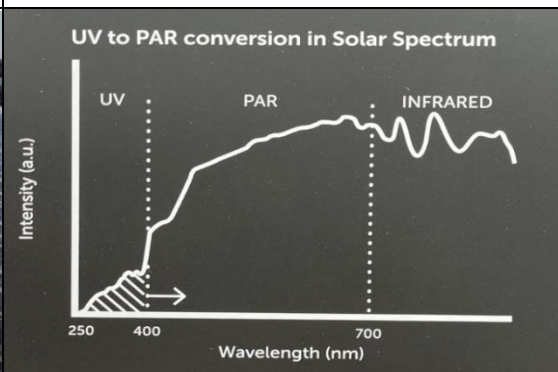


圖 56.PAR+的原理說明

### (3)灌溉及水質處理

自 1994 年起荷蘭 80% 以上的無土栽培溫室必須遵循水資源循環利用的法律要求，這幾年亦有相關的規範如 2000 年 EU Water Framework Directive，該方針旨在提高水域的良好生態狀況，2013 年荷蘭基礎設施和環境部(Ministry of Infrastructure and Environment)所公告之氮排放標準，限制溫室生產地區肥料和 PPPs 的排放，之後荷蘭水務局(water authorities)和溫室園藝協會(Land- en Tuinbouw Organisatie, LTO)達成協議，要在 2027 年前全面達到溫室零排放(zero-emmission)的目標。

本博覽會配合展示溫室內作物栽培，灌溉系統中除養液配置外亦配有回收過濾和 UV 殺菌水質處理系統，以 flat bed gravity filters 取代一般的沙過濾，因此沒有回沖水(back flush water)的排放問題更加節水，而經過濾之回收水可再以 UV(300mJ.cm-2 UV 254 nm)殺菌。





圖 57.火鶴花盆栽種植在盤床上，以潮汐灌溉



圖 58.非洲菊介質耕栽培，溫室內有垂直風扇、內層隔熱簾、滅蟲無人機等



圖 59.養液配置設備



圖 60.養液管線上有 pH 和 EC 感測器監測



圖 61.回收水過濾



圖 62.回收水紫外燈殺菌處理

#### (4)病蟲害防治

在溫室害蟲防治技術展示由 PATs' 公司研發之 tiny bat-like drone，以一台小型無人機搭載鏡頭，可在溫室內有蛾類入侵立即進行除滅，利用無人機鏡頭監測作物上的蛾類，並且運用無人機上的螺旋槳消滅蛾類，進而達到防堵害蟲進入溫室的效果，也是另一種生物性的殺蟲策略。另園區內展示植株上懸掛 Koppert 公司的天敵產品，Koppert 為荷蘭主要的生物防治資材公司，已商品化的天敵超過 35 種以上，並能每週將產品配送至農民手中。以果菜類栽培常見的銀葉粉蝨，該公司有 7 種商業化天敵產品中，並針對不同齡期，在番茄栽培上用的產品為 ENERMIX(*Encarsia*

*formosa* + *Eretmocerus eremicus*)、ERCAL(*Eretmocerus eremicus*)防治對象為粉蝨及廣用性的 MIRICAL(*Macrolophus pygmaeus*)，防治對象為粉蝨、二點葉蟊、蚜蟲和蛾類)；在蟎類防治上，SPICAL(*Neoseiulus californicus*)使用較廣，運用捕植蟎進行葉蟎害蟲的防治。



圖 63.無人機搭載鏡頭，並且以螺旋槳除滅蛾類，運用在溫室害蟲監測與防治



圖 64.懸掛捕植蟎天敵防治商品，以進行苦瓜上葉蟎的防治

### (5)花卉品種

在溫室作物生產技術的展示中，看到介質耕模式的非洲菊以及火鶴花盆花。非洲菊溫室使用 LED 電照，促進生長及花梗長；溫室內屋頂下方設有隔熱保溫簾以及防蟲網，並運用生物性防治資材及無人機控制害蟲；火鶴花盆花使用潮汐灌溉，可節約用水。除了這些高科技產品介紹以及技術說明，現場運用花卉觀賞植物的佈置頗具巧思且融入生活感，展出了多家花卉園藝業者的品種介紹以及應用佈置，例如 Syngenta 育種公司，超過 2,300 名員工，致力於盆花及花壇植物的育種研發，Kalanchoë 的長壽花品種展示以及 Decorum 超過 50 名生產者聯盟的品牌，供應豐富多元的花卉盆栽產品。

另在產品包裝上可見由 Naktuinbouw(為荷蘭農業、自然及糧食品質部之下所贊助的一個機構，負責執行荷蘭植物種苗法和歐洲關於花卉、觀賞樹木和蔬菜繁殖材料的法規)發給歐盟的植物護照(EU-Plant passports)標示，而包裝素材多改為可回收紙質，且有 Forest Stewardship Council™(創立於 1993 年 NGO 組織，由來自包含全球環保團體、木材貿易組織、林業工作者、當地居民和驗證機構所組籌，是國際上



最被認可的森林驗證標準之一)鋼印標籤註明，意旨該紙產品從森林伐採，經過生產、轉移及分銷等流程，最後到消費者手上的所有供應環節，皆是來自良好負責任管理的森林、回收材料以及其它受管控的來源，無混入非法砍伐之木頭。



圖 65.層架栽培花卉盆栽搭配 LED 電照



圖 66.溫室自走式紫外燈殺菌機器



圖 67.Syngenta 的品種展示



圖 68.展場佈置一角



圖 69.長壽花展示與居家生活結合



圖 70.菊花品種展示佈置



圖 71.現場的春石斛蘭品種



圖 72.蝴蝶蘭公司及其生產者介紹看板





圖 73. 歐盟的植物護照(EU-Plant passports)



圖 74. FSC™ 森林驗證可回收之紙包裝

### ● 荷蘭花卉園藝生活美學

從荷蘭 Schiphol 機場出入境大廳就可以感受到這個國家的花卉園藝產業蓬勃發展，紀念品店不只販售禮品，各式繽紛色彩的花束也是伴手禮之一。花束包裝上附有提把，可減少額外裝袋的浪費，並且荷蘭保鮮劑公司 **Chrysal** 的隨手包為購買花束必定附上的產品，顯示荷蘭人居家用花保鮮的觀念普及。花店的立式容器裡面的水質看起來清澈不混濁，在展售環境管理上嚴謹。為推動消費者用花，刺激市場經濟，相關的廣告及商品宣傳口號都很打動人，比如說機場出境候機室附近的牆上廣告看板，男子拿著花束笑得燦爛，標語寫著“綻放每一天”(Make everyday bloom)，傳達花卉的受眾對象不只是女性族群，也是男性族群，能使人們的生活更繽紛開心。在荷蘭最大的居家花卉園藝連鎖賣場 **Intratuin** 看到的盆菊，上面的掛牌也是笑得燦爛的女子，標語寫著“妳的良辰菊時—要幸福喔！”(It’s your #Mumment- to be blissful)。根據 Rabobank 最新的國際花卉產業市場報告，荷蘭在花卉園藝產品的消費力，平均每人一年花 50 歐元購買鮮花，30 歐元購買室內盆栽植物，高出臺灣、日本、加拿大、美國許多。或許就與他們蓬勃發展的花卉園藝產業以及不遺餘力的行銷花卉園藝生活美學有關，花卉已經成為荷蘭人生活文化的一部分。

**Intratuin** 是荷蘭、比利時和德國著名的花卉園藝中心連鎖賣場，市場銷售額佔 30%，銷售給 1,250 萬客戶。其門市在荷蘭有 51 家、比利時 5 家、德國 4 家。在荷蘭、德國及比利時擁有 60 多個分公司，有 3,000 多名員工，絕對是一個關鍵參與者。**Intratuin** 的優點之一是賣場空間非常大。總門市店面面積超過 50 公頃，為不同類型的居家庭園提供了非常多元廣泛的植栽選擇，還有鮮花束自動販賣機！**Intratuin** 最初銷售居家園藝植栽，現在已擴大其商品範圍，包括戶外庭園家具、家居裝飾、動物飼料和聖誕結裝飾用品等。展售賣場內的植栽擺設以及佈置巧思，讓人感覺到溫暖、活潑、明亮、翠綠。賣場植栽的養護也很專業，是用盤床擺放盆栽，採底部淹灌的方式，盤床上方鋪不織布，可加強根系保水。內部採光明亮，賣場是溫室改建，屋頂還有氣窗可因應天氣變化開啟或關閉。消費者喜歡到 **Intratuin** 選購植栽及相關居家園藝資材，因為 **Intratuin** 能讓消費者打造居家宜人且舒適的綠色環境所需的各種材料。





圖 75.荷蘭 Schiphol 機場入境大廳的禮品店展售鮮花



圖 76.花束包裝底部以塑膠袋裝少許水，並附上荷蘭可利鮮公司的保鮮劑一包



圖 77.花束上有提把，可直接提著走，不須額外裝袋，減少材料使用



圖 78.花店立式容器內的水潔淨清澈可倒映花束。



圖 79.荷蘭 Schiphol 機場出境大廳牆上的廣告：綻放每一天！



圖 80.盆菊及上面的行銷標卡：這是你的良辰「菊」時—要幸福喔！



圖 81.改良式盆器，底部外緣加高增加孔隙，加強洩水及空氣斷根，避免植栽盤根的問題



圖 82.賣場是溫室改建的，採光好，溫室屋頂的氣窗可隨天氣變化開啟或關閉





圖 83.盆栽上的標示卡，設計美觀且便利掛取，不需額外鐵絲條或塑膠條綁著



圖 84.用盤床底部供水養護植栽，不織布鋪墊增加根部保水性



圖 85.展售現場佈置，植栽、玻璃瓶、介質相關資材都放在一起，一應俱全



圖 86.苗木盆栽展售，現場乾淨整潔

## 柒、心得與建議

### 1.採後處理新技術導入

國際採後處理的相關研究，從基礎的採後生理學和傳統環境調控，逐漸走向以體學快速了解園產品採後生理變化及導入快速偵測技術及應用安全資材。經由微生物基因體學的分析，不僅可快速了解採後園產品表面微生物相的變化，更可透過病原菌族群變化的監測，預測病害的發生，另則可藉由表面微生物相的分析，尋找特定園產品上的核心微生物，以作為生物防治的優勢菌種，並開發病害防治策略。反觀國內研究，目前與微生物基因體學相關的研究多集中在探討土壤中的微生物相，在採後的相關研究尚不多。而透過氣體偵測技術，可隨時掌握園產品的狀態，有效在貯藏空間尋找腐敗園產品，以降低損失，包覆資材結合 dsRNA 及低溫電漿技術，是相當新穎的採後病害防治技術，值得國內學者參考與開發。此外，在採後處理技術方面，除了現有的保鮮劑開發外，仍須整合產業鏈各個環節，包括品種選育、病蟲害防治、物流效率、節能技術開發等，以建構完整的園產品作物產業鏈。

## 2.永續病蟲害管理技術

國內農藥十年減半與安全農產品的政策，使得近年來非農藥防治技術研究蓬勃發展，而如何因應全球氣候變遷所帶來的病蟲害變化，調整現有病蟲害綜合管理策略，並結合非農藥防治技術，開發多種病蟲害防治技術將是未來國內病蟲害防治的重要項目。在害蟲的防治上，可透過伴隨植物的種植或天敵的培育，以達到害蟲防治的效果，雖這些技術需要長時間透過環境的營造，才能顯著發揮效果，但卻是未來友善農業的關鍵技術。在病害的防治上，開發有益微生物是國內外學者正在進行的重點研究項目，而在其他防治策略上，田間運用短時間 LED 光的照射以防治白粉病，藉由 LED 光誘導寄主產生抗病反應，是一項具安全性、目標範圍廣且不會有任何殘留物質的技術，相當具有應用潛力。

## 3.設施栽培精進並朝永續生產發展

我國設施園藝基礎尚薄弱，缺乏基於品種特性、介質、設施環境等科學量化的管理指標，對於環境因子影響作物生理生長發育以及作物生長模型等方面研究不夠深入，亦無有效的管理模型。產業上除部分花卉溫室外多為中低階溫室，近些年雖單位面積產量和品質上有所提高，但總體水平與國外還有較大差距，仍必須加強設施園藝關鍵栽培技術等的研究和突破，並扣合永續議題，優化能源利用效率。

## 4.循環減碳為全球農業生產趨勢

荷蘭面臨農業或能源上的問題，所因應出之策略在本次園藝世界博覽會隨處可見，以循環農業作為主軸，將農業廢棄資材再利用，作為建材或再製為其他用途，不僅是概念更是未來可執行的項目，值得臺灣反思並作為參考，以更切合全球現今減碳的訴求。




捌、附錄

(一) 2022 第 31 屆國際園藝學年會議程

 <b>IHC 2022</b> <small>31<sup>ST</sup> INTERNATIONAL HORTICULTURAL CONGRESS</small> <b>HORTICULTURE FOR A WORLD IN TRANSITION</b>		<b>14-20 AUGUST 2022</b> <b>CONGRESS CENTRE</b> <b>ANGERS-FRANCE</b>				<b>PROGRAM OVERVIEW</b>			
7 - 13 AUGUST	SUNDAY 14	MONDAY 15	TUESDAY 16	WEDNESDAY 17	THURSDAY 18	FRIDAY 19	20 - 22 AUGUST		
8:00 am 8:30 am 8:30 am 10:00 am 10:00 am 10:30 am 10:30 am 12:30 am 12:30 pm 2:00 pm 2:00 pm 3:00 pm 3:00 pm 3:30 pm 3:30 pm 4:00 pm 5:00 pm 5:30 pm 6:00 pm 6:00 pm 7:30 pm evening	<b>ISHS EXCOM AND COUNCIL MEETINGS</b>	<b>WELCOME COCKTAIL</b>	<b>REGISTRATION</b>	<b>CLIMATE CHANGE / 3MHT COMPETITION</b> 8:30 - 10:00 Coffee break <b>SYMPOSIUM</b> (oral presentations) 10:30 - 12:30 Lunch <b>SYMPOSIUM</b> (flash presentations) 2:00 - 3:00 Coffee break <b>SYMPOSIUM</b> (oral & flash presentations) 3:30 - 5:30 Break <b>WORKSHOPS ISHS BUSINESS MEETINGS</b> 6:00 - 7:30 <b>BAYER PRIVATE COCKTAIL</b> <b>ANGERS GUIDED TOURS</b> 7:30	<b>AGROECOLOGY / 3MHT COMPETITION</b> 8:30 - 10:00 Coffee break <b>SYMPOSIUM</b> (oral presentations) 10:30 - 12:30 Lunch <b>SYMPOSIUM</b> (flash presentations) 2:00 - 3:00 Coffee break <b>SYMPOSIUM</b> (oral & flash presentations) 3:30 - 5:30 Break <b>WORKSHOPS ISHS BUSINESS MEETINGS</b> 6:00 - 7:30 <b>SOCIAL EVENT « After Chenin »</b> <b>ANGERS GUIDED TOURS</b> 7:30	<b>SYMPOSIUM</b> (oral presentations) 8:30 am - 10:00 Coffee break <b>SYMPOSIUM</b> (oral presentations) 10:30 - 12:30 Lunch <b>LOCAL TECHNICAL TOURS</b> <b>SOCIAL EVENT « Terra Botanica »</b>	<b>VALUE CHAINS / 3MHT COMPETITION</b> 8:30 - 10:00 Coffee break <b>SYMPOSIUM</b> (oral presentations) 10:30 - 12:30 Lunch <b>ISHS GENERAL ASSEMBLY</b> 1:00 - 3:00 Coffee break <b>SYMPOSIUM</b> (oral & flash presentations) 3:30 - 5:30 Break <b>WORKSHOPS ISHS BUSINESS MEETINGS</b> 6:00 - 7:30 <b>GALA DINNER</b>	<b>HUMAN HEALTH / 3MHT AWARDS</b> 8:30 - 10:00 Coffee break <b>SYMPOSIUM</b> (oral presentations) 10:30 - 12:30 Lunch <b>SYMPOSIUM</b> (flash presentations) 2:00 - 3:00 Coffee break <b>SYMPOSIUM</b> (oral & flash presentations) 3:30 - 5:30 Break <b>FAREWELL SPEECH</b>	<b>TECHNICAL &amp; TOURISTIC DAYS TOURS</b>
<b>EXHIBITION</b> WELCOME									
 #IHC2022									
									

(二) 2022 第 31 屆國際園藝學年會 25 場研討會主題

    	<b>S01</b>	<b>BREEDING AND EFFECTIVE USE OF BIOTECHNOLOGY AND MOLECULAR TOOLS IN HORTICULTURAL CROPS</b>
   	<b>S02</b>	<b>CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE OF HORTICULTURAL GENETIC RESOURCES</b>
	<b>S03</b>	<b>QUALITY SEEDS AND TRANSPLANTS FOR HORTICULTURAL CROPS AND RESTORATIVE SPECIES</b>
 	<b>S04</b>	<b>IN VITRO TECHNOLOGY AND MICROPROPAGATED PLANTS</b>
  	<b>S05</b>	<b>INNOVATIONS IN ORNAMENTALS: FROM BREEDING TO MARKET</b>
    	<b>S06</b>	<b>INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND PRODUCTION STRATEGIES FOR SUSTAINABLE CONTROLLED ENVIRONMENT HORTICULTURE</b>
  	<b>S07</b>	<b>II INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GREENER CITIES : IMPROVING ECOSYSTEM SERVICES IN A CLIMATE-CHANGING WORLD (GREENCITIES2022)</b>
 	<b>S08</b>	<b>ADVANCES IN VERTICAL FARMING</b>
  	<b>S09</b>	<b>URBAN HORTICULTURE FOR SUSTAINABLE FOOD SECURITY (URBANFOOD2022)</b>
 	<b>S10</b>	<b>VALUE ADDING AND INNOVATION MANAGEMENT IN THE HORTICULTURAL SECTOR</b>
  	<b>S11</b>	<b>ADAPTATION OF HORTICULTURAL PLANTS TO ABIOTIC STRESSES</b>
 	<b>S12</b>	<b>WATER: A WORLDWIDE CHALLENGE FOR HORTICULTURE!</b>
  	<b>S13</b>	<b>PLANT NUTRITION, FERTILIZATION, SOIL MANAGEMENT</b>
   	<b>S14</b>	<b>SUSTAINABLE CONTROL OF PESTS AND DISEASES</b>
 	<b>S15</b>	<b>AGROECOLOGY AND SYSTEM APPROACH FOR SUSTAINABLE AND RESILIENT HORTICULTURAL PRODUCTION</b>

  	<b>S16</b>	<b>INNOVATIVE PERENNIAL CROPS MANAGEMENT</b>
  	<b>S17</b>	<b>INTEGRATIVE APPROACHES TO PRODUCT QUALITY IN FRUITS AND VEGETABLES</b>
  	<b>S18</b>	<b>III INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MECHANIZATION, PRECISION HORTICULTURE, AND ROBOTICS : PRECISION AND DIGITAL HORTICULTURE IN FIELD ENVIRONMENTS</b>
  	<b>S19</b>	<b>ADVANCES IN BERRY CROPS</b>
 	<b>S20</b>	<b>THE VITIVINICULTURAL SECTOR : WHICH TOOLS TO FACE CURRENT CHALLENGES ?</b>
  	<b>S21</b>	<b>XII INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BANANA : CELEBRATING BANANA ORGANIC PRODUCTION</b>
 	<b>S22</b>	<b>NATURAL COLORANTS FROM PLANTS</b>
   	<b>S23</b>	<b>POST-HARVEST TECHNOLOGIES TO REDUCE FOOD LOSSES</b>
 	<b>S24</b>	<b>IX INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON HUMAN HEALTH EFFECTS OF FRUITS AND VEGETABLES - FAVHEALTH2022</b>
  	<b>S25</b>	<b>MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS : DOMESTICATION, BREEDING, CULTIVATION AND NEW PERSPECTIVES</b>