



現代化設施農業： 果菜類水耕養液栽培與 Autopot 因應技術

撰稿自現代化水耕養液栽培權威專家 蔡尚光
星芝國際農業科技 技術執行長

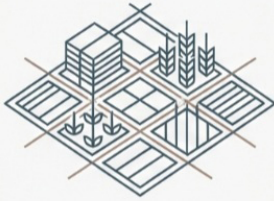
台灣農業的先天限制與環境危機



設施果菜類智慧型農業勢在必行

在有限面積內實現倍數值的生產

1. 土地利用



通過智能溫室與垂直農場技術，最大限度提高土地利用。精確控制光照、溫度和濕度，使在有限空間內實現多層次、全年生產，大幅增加單位面積產量。

2. 環境保護



採用閉環系統與精準灌溉，顯著減少水資源與肥料的浪費。減少對化學農藥的依賴，降低土壤污染與碳排放，實現可持續的農業生態平衡，保護自然環境。

3. 作物質量



利用傳感器和數據分析實時監控作物生長狀況，優化營養配比與生長環境。確保每一顆果實的營養價值、口感與外觀達到最高標準，提供穩定、優質的農產品。

面對龐大的優質蔬果需求，必須利用工業化轉型優勢，以適當的新型農業技術支撐，才能確立農業的未來目標。

跨越門檻：從葉菜類到果菜類的技術鴻溝



葉菜類

栽培單純、容易

必須同時管理「生殖生長」與「營養生長」



果菜類

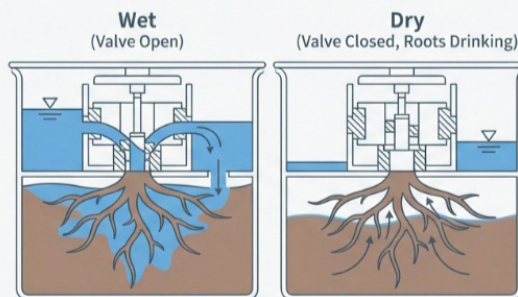
生理機制與成長規律複雜

需要明確的操作流程，涵蓋種源選擇、水質養液管理、環境設備規劃、作型技巧及病蟲害防治。

Plant Driven：讓植物決定何時喝水

自主潮汐式 (Autopot System)

利用植物自身的需水信號，自動控制閥門開關，模擬自然乾濕交替的灌溉方式，無需外部能源。



乾濕循環

vs. 主動控制 (Active Control)

依賴預設時間、流量或外部傳感器，強制性供水，可能導致供需不平衡或資源浪費。

即使安裝高價儀器，人為的主動控制(Active Control)也難以達到植物需求的精準調整。唯有「自體驅動」(Plant Driven)才能落實質與量的生產。

節省能源 不需電力 減少人為失誤

系統對決：為何傳統水耕在台灣面臨瓶頸？

傳統循環式 (NFT/DFT/Drip)



能源耗費



鹽類蓄積



水分分佈不均

產生明顯適應上的缺失

新一代標準 (Autopot)



適合不同作物與氣候



解決連作障害

不論介質/非介質皆可應用

數據會說話：Autopot 對洋香瓜品質的提升

品種 方式	アールスパリス 秋I			アールスセイヌ 夏6		
	果重 g	網紋級	糖度 %	果重 g	網紋級	糖度 %
碳化稻殼	1250	3.5	14.7	1350	3.5	14.8
泥炭土	1272	3.2	12.5	1325	2.8	13.1
薄膜 NFT	1248	3.0	13.5	1315	3.1	13.5
薄膜 NFT	1248	3.0	13.5	1315	3.1	13.5
湛液 DFT	1260	2.8	12.9	1440	2.5	12.2
Autopot	1269	3.8	15.8	1420	3.4	14.5

Autopot 系統在果重、網紋級數與糖度表現上，均優於傳統薄膜(NFT)、湛液(DFT)及泥炭土栽培。

技術關鍵一：種苗來源

好的開始是成功的一半

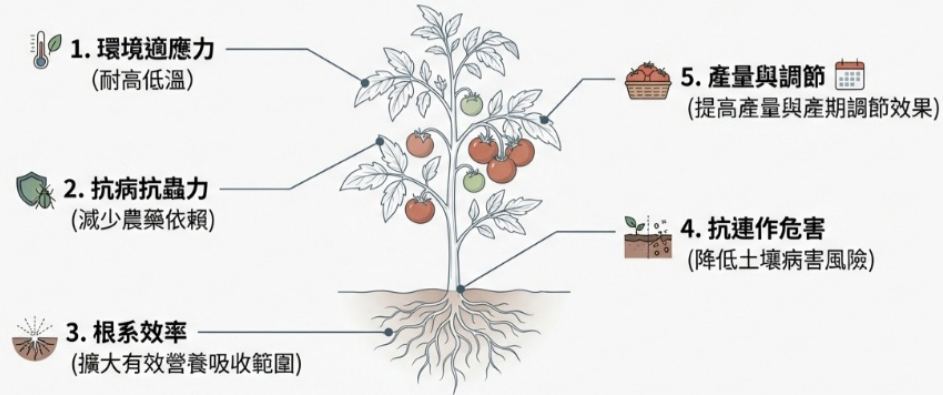


1. 雜交優勢種子 (F1 Hybrid Seeds)
2. 嫁接苗 (Grafted Seedlings)
3. 組織馴化苗 (Tissue Culture Seedlings)



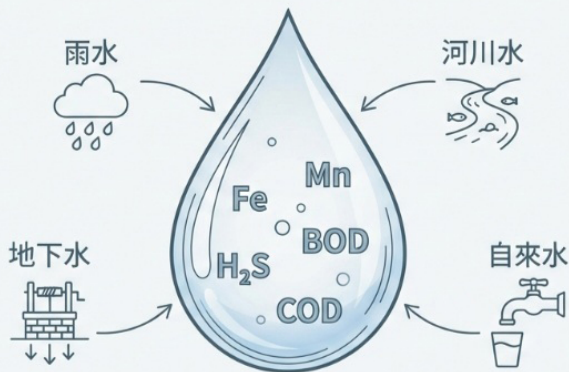
市場亂象：投資生產前，確認信用的種苗來源絕不容忽視。小心膺品混淆。

現代設施栽培品種的五大必備能力



增強免除鹽積障害，降低生產成本。

技術關鍵二：水質管理與隱形威脅



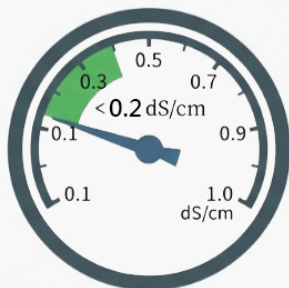
台灣水質問題焦點

- 西部區域長期受工業污染
- 酸雨風險
- 重金屬過高

盡可能以自來水為首選，避免不可預測的污染。

養液調配的黃金標準

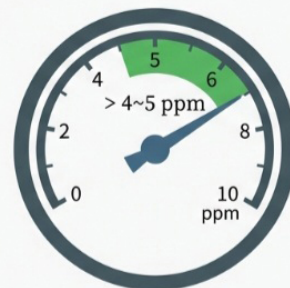
EC (電導度)



pH (酸鹼度)



DO (溶氧度)

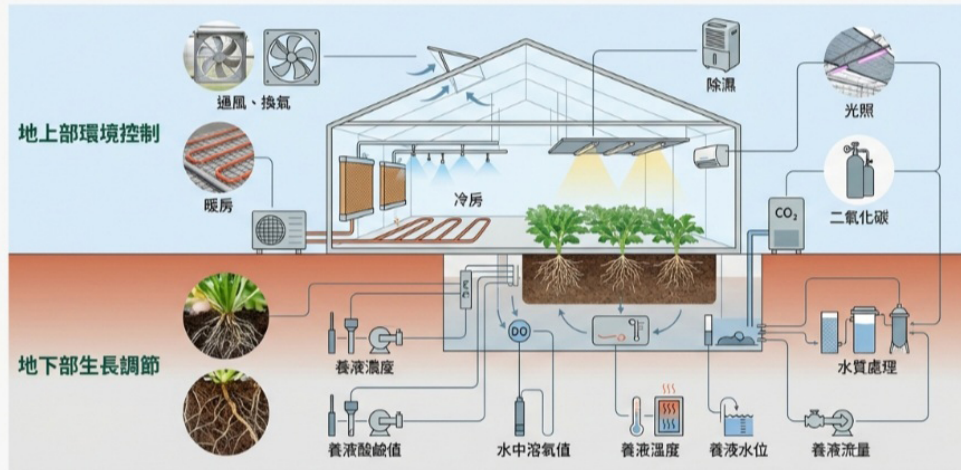


陽離子：NH₄-N，K⁺，Ca²⁺，Fe³⁺，Mn²⁺

陰離子：NO₃-N，PO₄-P

重碳酸鹽含量過高需以酸中和處理。

技術關鍵三：地上與地下的雙重環控



舒緩微氣候條件，提升栽培收穫質量。

重新定義光照：PAR vs. Lux



Lux (勒克司)

人類視覺單位 (不適用於植物)



PAR (光量子)

植物光合作用需求

光量子需求 + LAI (單位葉面積指數)

果菜類立體栽培需 $> 300 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{-s}$

先進灌溉與遮蔭應採用「積射值」($\text{Cal}/\text{cm}^2\text{-min}$)，而非簡易定時器。

技術關鍵四：作型操作與生長韻律

春秋冬大果番茄生長階段比較



任何環境參數或養液配方都必須隨著生長韻律持續變動

技術關鍵五：綜合病蟲害防治 (IPM)

選擇性藥劑
(Selective Pesticides)

根圈衛生
(Root Zone Hygiene)

設施內一旦入侵，蔓延更加迅速。
IPM 是唯一永續解方。



生物防治
(Biological Control / 天敵)



- 減少化學農藥 25~55%
- 降低防治成本 30~46%

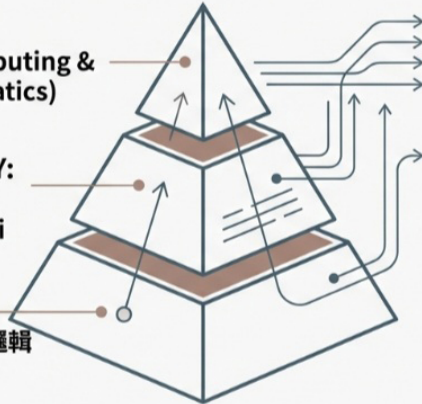
Scientific Editorial

邁向未來：AI 導入與物聯網

AI 雲端運算
(Cloud Computing &
Agri-Informatics)

物聯網與 DIY:
Arduino /
Raspberry Pi

基礎控制:
PLC (可程式邏輯
控制器)



- 狀態變數 (光合成速度)
- 速度變數 (水分吸收效率)

日本 PLANTX Platform
實現 5 倍收量

Scientific Editorial

智慧型農業的五大終極目標



節省勞力



生理極限



作業安全



農村活力



糧食安全

結論：從「對抗自然」轉向「生理驅動」



台灣的氣候挑戰不會消失，但我們的應對技術正在進化。

透過 Autopot 系統與正確的養液管理，我們不再是單純的農夫，而是植物生理的管理者。