

李柏昱 | 國立成功大學都市計劃學系

想像一下，未來走進家樂福或全聯超市，擺在面前的各種生鮮蔬果，可能不會再是美國的蘋果、澳洲的柳丁，或是日本的水蜜桃，農產品不再大老遠橫越半個地球來到你我的餐桌，而是來自只距離幾個街區遠的「垂直農場」。不論你喜不喜歡，這種情景可能不再遙遠。



未來農產品將不再橫越半個地球來到餐桌，而是來自只距離幾個街區遠的「垂直農場」，圖為其中一種垂直農場的構想圖。(圖片來源：Wikimedia Commons 作者：Cjacobs627)

為何我們需要都市垂直農業？

人類的糧食危機正在面臨各種險峻的情勢：全球人口將在 2050 年高達 90 億人，農耕土地需求會高達一個巴西面積大小的土地（約等於236個台灣），才足以供養未來人口。然而森林和海洋等重要生態系統所承載的糧食需求已經超出負荷，且現代農業大量的灌溉及使用化學肥料，已經使許多地區地力耗竭，甚至汙染地下水，使土壤變成含有劇毒。為了餵飽人類，自然環境受到日益惡化的破壞和衝擊，現代農業的發展也正在遭遇前所未有的困境。

逆境生轉機，以上各種絕望的現況，也造就了垂直農業興起的契機。新加坡已經在 2014 年出現全球第一座商用垂直農場。越來越多的投資者將資金技術投入其中。垂直農場被認為是新時代的農業，並將大幅改寫現今的生產方式，也逐漸從理論想像走向逐步實踐。

垂直農場摩天樓 = 未來農業生產新救星？

垂直農場推動者眼中的各種優點是顯而易見的，包括節省灌溉用水、單位面積產量高、全年皆可種植生產作物、不受災害性天氣影響、掌握食品安全及糧食安全、甚至創造新的就業機會等等。對自然環境而言，也可減緩現代農業對於土地帶來的負擔，紓緩生態系統的本來面貌。此外，由於垂直農場可建造於城市之中，可大幅減少農產品遠距運送的交通成本，也大大減少食物產業帶來的碳足跡。

新加坡是近年來積極推動垂直農場的國家，以確保這個地狹人稠島國的糧食自給率。Sky Greens Farms 是世界上第一座商用的垂直農場，使用一種創新的生產方式，在園區建構 120 座 6 公尺高的「蔬菜塔」，每座塔有 22 到 26 座生產槽，一天整個園區可以生產一公噸的各式蔬菜。

一座垂直農場的開張需要哪些科技牽成？

美國哥倫比亞大學的迪克森·戴波米耶（Dickson Despommier）是垂直農場最主要的推動者。他構想中的垂直農場所需耕種技術，是現今歐美已經相當普遍的水耕（Hydroponics），也就是讓植物生長於含有各種礦物質的營養液中。即便在室內也能種植，兼具高產量與低碳足跡等優勢，與傳統種植與土地的農業相比，更能減少 70% 的灌溉用水量。

水耕栽培的技術依照供液方式的不同，可分為「純水耕」與「噴霧耕」兩大類，期中純水耕又可再依據營養液的深度，細分為湛水耕與淺水耕。但要讓水耕栽培系統成功在垂直農場中應用，除了必須培育蔬菜種苗、調製比例正確的營養液配方，還需要眾多硬體設備的配合—包括確保營養液穩定提供給植株的灌排設施、負責確保植物健康的滅菌系統、控制室內環境的微氣候調控系統等等。而這些系統之間又要如何透過電腦程式整合，讓生產流程能夠自動化，是目前垂直農場推動過程中遭遇的主要難題之一。

垂直農場在現實中落實所遭遇的挑戰？

垂直農場不但仰賴既有農耕技術的應用，但需要大量的科技提供硬體和軟體上的整合，甚至是水利電力等基礎建設的配合，才能造就城市中的一座可供養生命的巨型農產機器人。但是，無論是高昂的建築成本還是電費等營運費用，都是垂直農場想落實於現實之中的挑戰。從工程面來說，室內種植環境需要更嚴格的衛生控管，規格的提升也就意味著工程開銷的增加；而室內環境自動調控系統、以及提供植物光照的LED系統，都會消耗許多電力，光是一張電費帳單就會讓垂直農場的經營所費不貲。

不過這些問題仍然可能獲得改變。例如位於終年陽光普照的新加坡Sky Greens Farms 農場，就不依賴 LED 燈提供植物額外照明，而是設法讓植物能平均接受陽光的照射。這些A字型的蔬菜塔會以每秒一公厘的速率，將生產槽如摩天輪般緩慢運轉，以保證農作物皆能平均接收陽光照射。蔬菜塔只靠一公升的水泵系統驅動，每座每天僅需花費 60 瓦燈泡的用電量。

目前垂直農場生產出的「產品」仍在接受外界檢驗，品質與風味也被質疑不如室外自然環境栽種的成果，顯示利用營養液、水耕技術和 LED 燈光照射培育出來的農作物，仍有許多可優化的技術空間，才能真正成為消費者願意購買和品嚐的食物。除了成本和技術上的瓶頸，受限於有限的種植空間，垂直農場目前仍以蔬菜水果為主要的栽培項目，其他作物諸如水稻、小麥、玉米等，目前仍無法以室內種植的方式耕種。

無論如何，在今日消費者越來越注重食品的安全與品質的情況下，垂直農場各方面技術的進步，必然會為未來的糧食與農業帶來新面貌。垂直農場未來將如何突破不同地域帶來的挑戰，是值得期待和關注的新興領域。（本文由科技部補助「新媒體科普傳播實作計畫－智慧生活與前沿科技科普知識教育推廣」執行團隊撰稿）

責任編輯：鄭國威

審校：陳好寧

日期：2015/8/20

本單元學術名稱：生物醫農 > 農學

標籤：垂直農場、糧食危機

1,360 瀏覽人次

延伸學習：

「垂直農場」面面觀：沒曬過太陽的蔬菜有營養嗎？人工溫室是否更耗能、不環保？
蔬菜無土栽培之現況與前景

Vertical farming: A hot new area for investors

The Singapore Vertical-Farms that herald an Agricultural Revolution



上一則：[3D列印怎麼印...](#)

[返回列表頁](#)

下一則：[組織家庭科學...](#)



科技說

[關於我們](#) [FAQ](#) [隱私權及資訊安全宣告](#) [著作權聲明](#) [服務條款](#)

