

2022 年 7 月出刊

國際農業科技新知 No. 95

Agricultural Science and Technology Newsletter International Quarterly



食農教育中的永續農業實踐

食農教育與淨零排放、永續發展目標的達成

農夫的 5 頂帽子：食農教育與 STEM 教育

聆聽山村的聲音：食農美學教育的陶塑與養成

編者的話

民以食為天，而食以農為本，食農教育意在強調、連接飲食和農業之間的關係，透過與時俱進的教育方法，讓民眾瞭解食農的重要性，進而認同在地農業及農產品，以期促進農漁村、農業及環境的永續發展。

本期「食農教育中的永續農業實踐」專題，特邀相關專家從食農系統轉型、教育方法、美感薰陶等切入點來探討食農教育中的科技與技術（教育方法）議題。國立臺灣大學農藝學系郭華仁名譽教授討論氣候變遷和慣行食農系統的問題，提倡邁向有機農業的農業轉型，其中的關鍵是藉由食農教育讓全體社會展開對話、達成共識；國立臺灣師範大學人類發展與家庭學系林如萍教授介紹 STEM 教育（STEM 即科學、科技、工程和數學之

縮寫），這一教育法注重跨領域、動手做、解決問題、生活應用等層面，林教授並以實際案例說明如何將其結合進食農教育中，以「專題式」的課程設計帶領學生成長、培養農業科技人才；東南科技大學通識教育中心王玫副教授則描述臺灣的實際案例，經由走入深坑，理解當地的農村景觀、製茶工藝、生態保育等面向，引導學生進行美感沉思，王教授亦提供課程架構的規劃思路，可供相關課程規劃之參考。

食農教育讓民眾開始認同在地農業、主動消費在地農產品，也讓孩子們從小理解農業之於生活的重要性，我們更看見產官學研和教育界攜手合作，在社會各個角落播下了食農教育的種子，為農業永續發展盡一份心力。

徵稿簡則

1. 本刊以報導國際間之農業科技新知為宗旨，內容分為農業科技視野、農業科技論壇、農業科技活動、農業科技新知與農業科技網站等。本刊農業科技論壇園地公開，歡迎投稿。
2. 本刊篇幅有限，專題報導以不超過 4,000 字為原則，來稿文件請以 Word 檔案 (*.docx) 儲存，並註明投稿《國際農業科技新知》。如有相關照片請註明其說明文字，譯稿請附原文檔案或影印本，並註明出處。來稿請詳示真實姓名、寄送地址、服務機關、職稱、聯絡電話，以利聯繫。
3. 本刊對來稿有刪改權，如未採用，恕不退還，如需退稿或不願刪改，請於來稿時註明。

來稿請寄：haoren@agriharvest.tw

目錄

農業科技視野

食農教育中的永續農業實踐

- 4 食農教育與淨零排放、永續發展目標的達成
- 11 農夫的5頂帽子：食農教育與STEM教育
- 16 聆聽山村的聲音：食農美學教育的陶塑與養成

農業科技論壇

- 22 農業可以幫助減少商業航空的溫室氣體足跡

農業科技新知

- 26 森林中的巨型園丁：非洲森林象幫助人類應對氣候變遷
水資源稀缺問題將衝擊全球8成農業用地
- 27 歐洲農業用地遭塑膠大舉入侵，罪魁禍首是肥料
關鍵病原體導致英屬哥倫比亞海域鮭魚驟減
- 28 百年前的家牛拯救如今瀕臨滅絕的北美野牛群
是什麼使蜜蜂中的「光棍男」激增

- 29 機器學習可有效打擊養雞場中的超級細菌
未來食品：2050年你的餐桌上會有哪些食品？
- 30 森林恢復計畫最常遭遇的兩難
海草床如何成為小型漁業的命脈
- 31 新研究說明雞與人類何時開始結下不解之緣
利用月球土壤種植作物的首次嘗試
- 32 在鳥類與蜜蜂身上尋得一杯好咖啡的秘密
氣候變遷和集約化農業生產使昆蟲數量驟減
- 33 國產貴重木AI智慧辨識可提高辨識工作效率
- 34 走在時代前沿的畜禽健康防疫物聯網

農業科技活動

- 36 8月活動預告
- 37 9月活動預告
- 38 10月活動預告

農業科技網站

- 40 生物願景資訊網 Infonet-Biovision
農業轉型 Agriculture Transition

國際農業科技新知 季刊 發行月份：1、4、7、10月

網址 | <http://www.ccasf.org.tw>

發行人 | 朱建偉

策劃 | 劉易昇

出版 | 財團法人中正農業科技社會公益基金會
臺北市中正區忠孝東路一段10號
02-2321-8217

總編輯 | 梁鴻彬

主編 | 許昊仁

編輯排版 | 顏伶

編印 | 財團法人豐年社

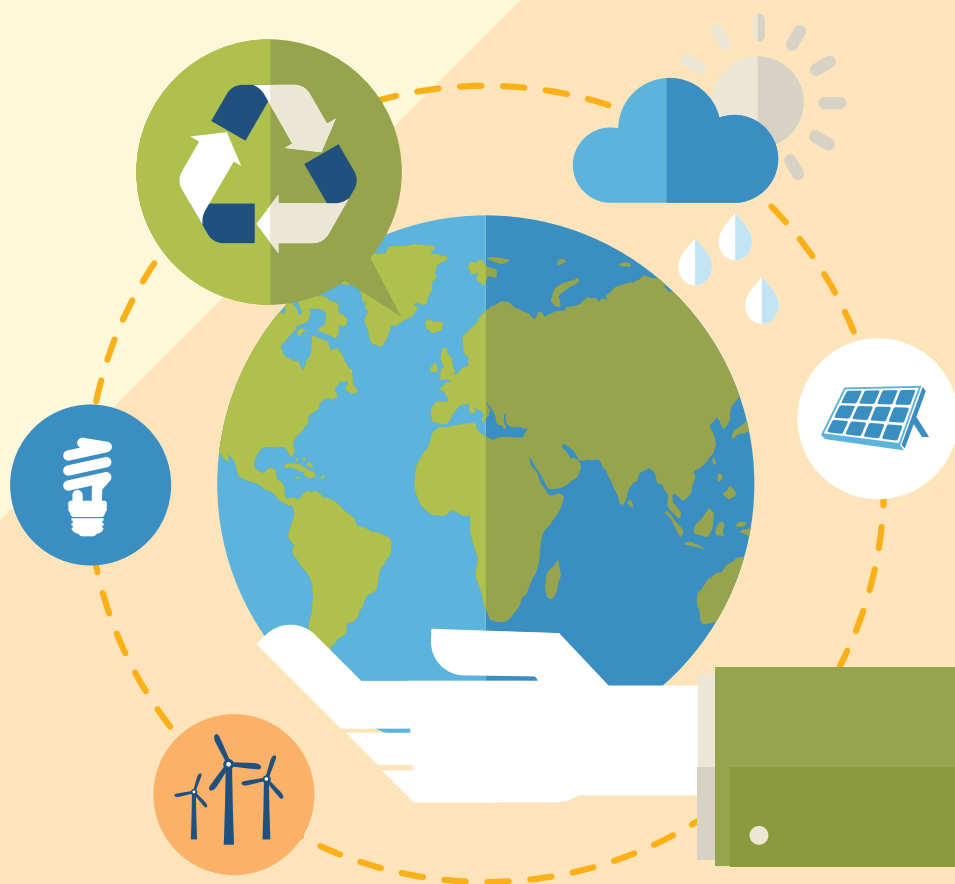
臺北市大安區溫州街14號1樓
02-2362-8148



中華郵政臺北雜字第1459號 執照登記為雜誌交寄

農業科技視野

食農教育中的永續農業實踐



食農教育與淨零排放、永續發展目標的達成

作者\郭華仁（國立臺灣大學農藝學系名譽教授）

前言

食農教育行之已有年，不過日本於 2005 年通過食育基本法之後，國內相關學者才逐漸進行各層面的討論（例如張瑋琦，2013）。民間團體在李丁讚教授領軍下，2014 年成立聯盟推動立法，並透過立法委員提出草案，曾在 2016 年之後由姚文智、陳曼麗與蔡培慧等前立委先後提出。

立法院第 10 屆委員由 2021 年從洪申翰立委開始，朝野黨團、各委員與行政院先後有 18 個提案，展開討論，終於在今年 4 月 19 日三讀通過《食農教育法》，由總統在 5 月 4 日公布施行。¹

《食農教育法》來得正是時候，因為其施行攸關淨零排放、永續發展目標（SDGs）等現今國際倡議。

氣候變遷與農業

百年來人類活動釋放溫室氣體，逐漸導致全球暖化，極端氣候出現的頻度因而增加，我國冬春旱災頻傳，導致農耕不順，只是其中一項。針對農業如何調適氣候變

遷，行政院農業委員會（簡稱農委會）在 2019 年擬定對應行動計畫，其中就有「發展健康永續的有機產業」，這乃是依循 2018 年全國農業會議所達成的共識。

對地球環境與生物，氣候變遷更帶來嚴重的傷害，末日警言紛起，唯一的解方是人類早日達到淨零排放。

蔡英文總統接續其他百多國家，在 2021 年 4 月宣告我國將於 2050 年完成淨零轉型。農委會就在 9 月成立「氣候變遷調適及淨零排放專案辦公室」，以統合各單位的作為。國家發展委員會（簡稱國發會）於 2022 年 3 月 30 日提出「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」，詳述國家相關因應政策，在淨零綠生活的關鍵戰略中，揭露出新的食農系統。²



註1：具體條文參見<https://law.moj.gov.tw/News/NewsDetail.aspx?msgid=169140>

註2：參見https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=FD76ECBAE77D9811

在食方面是：淨零生活的飲食習慣，從源頭減少食物浪費做起，即更謹慎的採買習慣、零浪費的餐飲服務、更高效的產銷配送。優先攝取更低碳的營養來源，包含多蔬果、植物性蛋白質來源，減少肉類的攝取。

在農層面則是：以低碳健康的飲食需求鼓勵更多農民採行再生型的農法（郭華仁，2021），增加土壤微生物和碳含量，進而增進植物健康，營養和產量。

2022 年 3 月 IPCC（2022）出版報告，呼籲決策者推動生態農法，認為生態農法可以對抗乾旱、減少暴風雨造成的水土流失、保護牲畜和作物免於高溫傷害、提高農業對於病蟲害的韌性，因此有利於在氣候變遷下維持健康、高產的食農系統。

聯合國糧農組織（FAO）近年也積極倡議生態農法，認為擴大實施生態農業，有助於達到永續發展目標（SDGs）（圖 1）。

所以，從國內到國際，都呼應聯合國貿易與發展會議在 2013 年所提出的「由目前盛行的工業化農法與全球化糧食運銷模式轉型到生態有機農法、小農、與地產地消的在地食農系統」（UNCTAD, 2013）。

慣行食農系統的缺失及其轉型

一、慣行食農系統的缺失

食農系統的轉型有其必要，因為慣行體系的後遺症早已顯現。化學肥料雖然提高產量，但施用後增加溫室氣體釋放，會改變土壤微生物相、降低土壤有機質、以及破壞土壤結構而傷害土壤健康（Pahalvi *et al.*, 2021），也造成近海優養化導致魚類資源枯竭（Diaz & Rosenberg, 2008）；尿素則會釋放氨氣形成 PM 2.5 傷害人體（Hill *et al.*, 2019）。

農藥除了危害生物，降低生物多樣性外，也傷害土壤有益生物，改變土壤生化活性

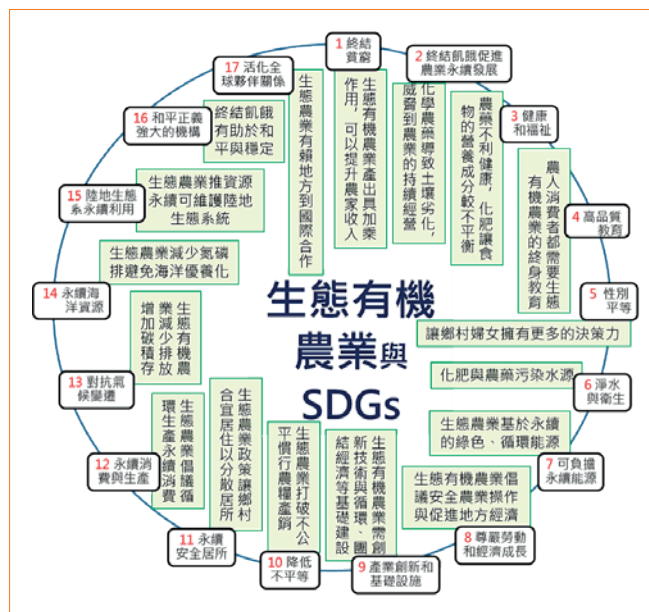


圖 1. 生態有機農業與 17 項永續發展目標。

以及阻礙固氮作用，影響土壤健康（Klein, 2019）。對人類而言，就算有農藥殘留容許值的把關，但仍免不了雞尾酒效應與環境賀爾蒙效應（Seralini & Jungers, 2021），而有引發慢性病的風險。

近代農耕單一化種植高產的品種是在農藥化肥無缺的環境下選育出來的，不但加重仰賴農藥化肥，也會因為根系生長不佳而更容易受到氣候的衝擊。此外，還降低農產品的營養成分，特別是礦物質含量（Marles, 2017）。

而糧食納入國際自由貿易體系，導致小農難以在價格上競爭，農村因而逐漸蕭條。糧食跨國運輸需要燃料，當石油價格高昂帶動國際糧價攀升，糧食進口國常會因買不到或買不起而導致社會動盪。此時這些國家縱然想擴張糧食自產，也會因土壤劣化，化肥農藥價格跟著價高買不起，因而難以有效生產。

二、泛有機新食農系統

反之，以生態、再生、自然等「泛有機農法」生產（郭華仁，2020），配合產地消為主的食農系統，恰好可以解決慣行系統的問題。

泛有機農法的原理是依循生態平衡，仰賴生物多樣性。對農業而言，基因多樣性就是品種多樣性，物種多樣性除了作物種類的多樣性，還包括田間土壤上下其他眾多的動植物與微生物。生態系多樣性指的是農場生產型態的多樣性以及農場環境的多樣性。就人類攝取食物而言，許多營養專家也都推薦食物多樣性。

泛有機農法不用農藥化肥就可以進行生產，其原理正是農場的物種多樣性。透過土壤各類生物的分解生物體殘骸，以及各種可以共生或非共生的固氮微生物、溶磷菌、溶鉀菌作用，幫忙農作物製造養分；菌根菌延伸到根部以外的地方，可幫忙吸收養分（Meena *et al.*, 2017）；菌根菌更可以傳達病蟲害入侵的訊息（Boyno & Demir, 2022），讓農作物提早產生防禦機制，減少損失。

聯合國 FAO 所提的生態農業有十大要素（郭華仁，2018a），首先就提到多樣性，認為高度多樣化的生態農業生產系統，如間作、混作、農林畜漁等的整合多作，對於生產、社會經濟、營養與環境具有諸多好處。

第六要素是韌性，生態農業系統恢復土壤健康，健康的土壤才能長出強壯的農作物，較能抵擋病蟲害，遇到乾旱、淹水、颱風時也較有能力復原。生產者多樣化經



營，萬一某種作物失收，損失可以降低。減少外部投入，可以增加生產的自主性，經濟上的風險較小。

第十要素循環經濟和團結經濟，指的就是地產地消的概念，有助於農村經濟的復甦。

因此泛有機農業以生物多樣性為基礎，可以提高農業生產與農村經濟對氣候變遷的韌性，與 SDGs 相當契合。

此外，泛有機農業可以減排，能夠蓄碳，有助於達到淨零排放的目標。不用農藥化肥不但免除製作、運輸、使用後的溫室氣體釋放，還可增加土壤蓄碳的能力。再生有機農法透過覆蓋作物以及少耕犁，能夠將水分與有機碳保存在土中；配合農林間作、農場棲地生態營造，都有助於碳匯。講求地產地消，可以大幅降低國人飲食的碳足跡。

泛有機食農系統不但提供永續的農業生產、恢復農業區生態，對消費者而言，還提供優質的農產品。

近年來統合分析論文是有 3 篇的結論質疑有機食物是否更安全、更健康，不過持正面看法的有 6 篇，將這 9 篇論文的内容詳細整理，結論很清楚，慣行食物含有較多的壞物質，如農藥、抗抗生素細菌等，而有機農食物含有較多的好物質，如具抗氧化能力的酚類化合物、礦物質、若干維生素等（郭華仁，2018b）。

近年發現，有機蘋果的菌種種類較多，好菌也較多（Wassermann et al., 2019），這意謂有機食物有

助於改善人類腸道菌叢，有如《好農業，是最好的醫生》這本書所敘述的。

轉型的癥結及其解套

一、慣行系統的癥結

雖然食農系統的轉型相當重要，然而泛有機農業推展四、五十年來，不論國際平均或我國，有機驗證面積都還不到 2%，這樣的轉型速度實在太慢，難以在 2050 年之前來得及貢獻於淨零排放，甚至於能否持續耕作都成問題。

其癥結在於目前食農系統的盤根錯節（圖 2），牽一髮而動全身，讓大家只能率由舊章，就算有所革新，也只像在如來佛的掌心翻滾，無法作全盤的「典範轉移」（IPES-Food, 2016）。

首先是長年來切割式、化約式的思考模式。近代農法從科技著手，在屏除眾多變因的設定條件下進行探討，比較容易發現科學的理論，傳統農業就逐漸蛻變成科學農業，產量也提高不少。

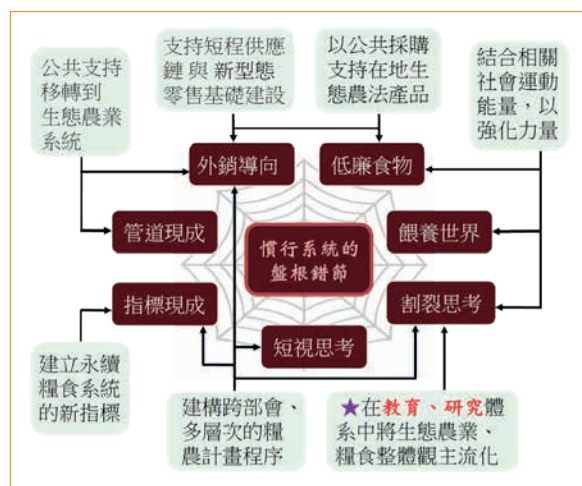


圖 2. 慣行食農系統的癥結與對應。
圖片重製自：IPES-Food (2016, 圖 14)。

化約式的科學探討雖然犀利，但總是在特定的環境下做出來，在該環境內應用科學發現，是沒問題，若放到真實的環境，就可能出錯，因為真實環境變因太多，單純的科學定律可能無法照顧全局。

慣行農法的特點就是用農藥化肥來掩蓋環境的諸多變因，從此農民不再以長年累積的地方知識來務農，反正農藥可在短時間內降低病蟲害，化肥會讓作物迅速得到養分，而且操作起來還比較輕鬆。這會讓農人逐漸仰賴農業專家的教導，疏於專注田間現象變化，難以持續累積傳統在地知識。

可是當化學肥料價格過高、有害生物產生抗藥性，或者環境變得農藥化肥難以處理時，前述科技農耕方式就顯得捉襟見肘，窮於應付。

農業經貿也是一樣，近代農業產銷以新自由主義為宗旨，切割農業的多元價值，只用市場價格來衡量能否生產，導致農村蕭條，而累積鄉村社區的財富、提供周邊產業眾多的就業機會、吸納過度擁擠的城市人口、創造優質的鄉村景觀、維持豐富的農地生物多樣性、涵養寶貴的水分與國土等農業的多元價值就逐漸淪喪。

再者近代農業產銷以「降低生產成本」為重要方向，包括單一化生產、大型物流供應鏈等，都在迎合消費者低廉食品的訴求，讓會提升價格的轉型難以進行。

政府制定農業政策所採用的指標，也都為圍繞在農產品的價格上，重視較具有競爭力的品項，而未將農業多功能性納入指

標，許多農產業無法獲得支持，因競爭力不足而告消失。

民主社會在短期選舉制下，政府必然重視現有系統的經營者，怯於提出長期利益所需的必要改革，因而農業的投資、補貼、研究、大型產銷與便宜能源等都繼續支持工業化慣行食農系統，農家的轉型意願當然不高。

跨國食農大公司是慣行食農系統最大的受益者，透過他們在媒體傳播、政府遊說上的力道，推展慣行系統才能「餵養世界」的錯誤論述，³讓主流的想法更難以撼動。

二、癥結的解套

瞭解癥結之所在，就可以找出破解之方法。食農系統的轉型需要政府與民間合作克服難關，首先政府需要建立新的農業政策指標，納入永續糧食系統各方面的元素，透過新政策把預算轉移到生態再生有機農業。然後將生態農業、糧食整體觀主流化，在研究、教育體系中取代現行化約式的農業與飲食觀點，提供農家生態、再生有機農耕技術，也讓民間瞭解轉變的重要性，進而支持、督促政府轉型到新食農系統。

為了增加銷售管道，提升農家轉型的意願，政策上除了擴大支持公共採購，如學校、部隊、醫院、公家機構的餐飲外，也要致力於短程供應鏈與新型態零售的基礎建設，來促進生產端與消費地，包括家庭、企業團膳等的聯繫。

註3：參見<https://www.facebook.com/warren.kuo.5/posts/10157937809331008>

最大的瓶頸在相對於慣行產品，泛有機農產品售價偏高。然而慣行食品所以較便宜，是因為沒有把社會成本計算在內，這包括恢復環境所需要的預算、化肥農藥對人體健康威脅所花費的醫療費用，以及更多的溫室氣體釋放導致氣候變遷，轉而對人類威脅的代價等。

「真實成本會計」將農產品外部成本內部化，把隱藏性成本納入食物的價格，就可以縮短價差，讓消費者更有意願採購泛有機食物。例如生產 1 公斤的牛肉，所釋放的碳排放量遠比生產 1 公斤的乾豆高出近 20 倍，所需要的水分更高達 45 倍。根據估算，若採用碳稅，牛肉的售價會高出 40 倍，所造成的消費會減量達 13 倍（郭華仁，2019）；影響很小的乾豆類就可部分取代肉類。這是真實成本會計的牛刀小試，可能的效果很明顯。

歐盟即將實施碳邊境調整機制，勢必提高化學肥料的售價；丹麥、瑞典、法國、義大利等國提高農藥的課稅，⁴ 也會讓農民減少使用，這都屬於真實成本會計的實踐。

政府納入真實成本會計來提高慣行產品的售價，而減少補貼慣行產品的社會成本的預算支出，就可以讓納稅人有更多的口袋錢購買泛有機產品。

結語：《食農教育法》的終極任務

前述的破解方法談起來簡單，作起來一定困難重重。觀念、習慣的轉變本來就不容易，更何況既得利益者可能的阻擾，若

非有堅強的全民共識，包括本國的與國際的（Vos *et al.*, 2022），否則無以為功，難以短時間內進行食農系統的轉型。

要達到共識，需要全體社會展開對話，逐漸縮短各層面的差距。新出爐的食農相關法律剛好提供全民對話的機會。

《食農教育法》的對象是全民，目標之一在於農業及環境之永續發展，推動方針為：一、支持認同在地農業；二、培養均衡飲食觀念；三、珍惜食物減少浪費；四、傳承與創新飲食文化；五、深化飲食連結農業，以及六、地產地消永續農業。

這 6 大方針與國發會淨零綠生活所提的：一、更謹慎的採買習慣；二、零浪費低碳飲食；三、更高效的產銷配送；四、再生型的農法等，可說是若合符節。本法的施行，雖然要國民認識各類食農系統，但重點在於認識之後，食農系統要怎樣轉型。

盼望主事者擬定本法實施細則時，能將淨零排放、SDGs 等國家政策放在前頭，生物多樣性當作食農系統的基礎，秉承國發會新食農系統所揭櫫的淨零綠生活，設計出恰當的教材、培養恰當的教師，提供恰當的管道，來作為全民學習、對話的依據。

生活的轉型除了綠生活，還包括綠建築與低碳運輸，不論在食、衣、住、行上，減碳的道理都是相通的，透過《食農教育法》的施行，相信國發會所提的各項生活轉型都可望順利進行，淨零排放、永續發展目標也才有可能達成（圖 3）。

註 4：參見<https://www.pan-europe.info/issues/pesticide-taxation>

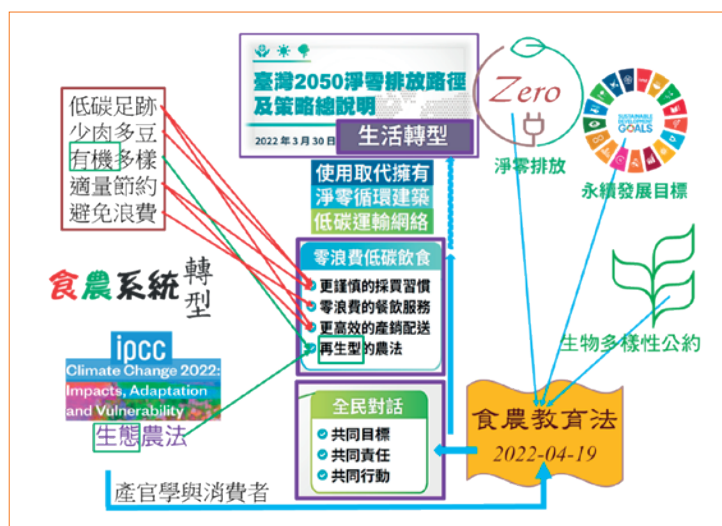


圖3. 透過《食農教育法》貢獻於淨零排放、永續發展目標。

參考文獻

- 郭華仁。(2021)。「有機農業、生態農業、再生農業」三者的異同。觀點種子網。<http://seed.agron.ntu.edu.tw/publication/article20210301.html>
- 郭華仁。(2020)。有機與自然之辯。觀點種子網。<http://seed.agron.ntu.edu.tw/publication/article20201018.html>
- 郭華仁。(2019)。有機農產品比慣行的貴，怎麼辦？（談真實成本會計）。觀點種子網。<http://seed.agron.ntu.edu.tw/publication/article20191111.html>
- 郭華仁。(2018a)。生態農業的十大要素。觀點種子網。<http://seed.agron.ntu.edu.tw/publication/article20180611.html>
- 郭華仁。(2018b)。有機農業與雋永的健康生活。食品資訊，288：26-30。<http://seed.agron.ntu.edu.tw/publication/article20181219.html>
- 張瑋琦。(2013)。我們需要怎樣的食育法？上下游。<https://www.newsmarket.com.tw/blog/34008/>
- Boyno & Demir. (2022). Plant-mycorrhiza communication and mycorrhizae in inter-plant communication. *Symbiosis* 86:1-14. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13199-022-00837-0>
- Diaz & Rosenberg. (2008). Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. *Science* 321:926-929. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1156401>
- Hill et al. (2019). Air-quality-related health damages of maize. *Nature Sustainability* 2:397-403. <https://www.nature.com/articles/s41893-019-0261-y>
- IPCC. (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. IPCC Sixth Assessment Report. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>
- IPES-Food. (2016). From uniformity to diversity-A paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems. *IPES-Food*. https://www.ipes-food.org/_img/upload/files/UniformityToDiversity_FULL.pdf
- Klein. (2019). Pesticides and Soil Health. *Friends of the Earth, USA*. https://1bps6437gg8c169i0y1drtg-zwpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2019/08/PesticidesSoilHealth_Final-1.pdf
- Marles. (2017). Mineral nutrient composition of vegetables, fruits and grains: The context of reports of apparent historical declines. *Journal of Food Composition and Analysis* 56: 93-103. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.11.012>
- Meena et al. (2017). Plant beneficial rhizospheric microorganism (PBRM) strategies to improve nutrients use efficiency: a review. *Ecological Engineering* 107:8-32. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.06.058>
- Pahalvi et al. (2021). Chemical fertilizers and their impact on soil health. *Microbiota and Biofertilizers* 2:1-20. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-61010-4_1
- Seralini & Jungers. (2021). Endocrine disruptors also function as nervous disruptors and can be renamed endocrine and nervous disruptors (ENDs). *Toxicology Reports* 8:1538-1557. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2021.07.014>
- UNCTAD. (2013). Wake up before it is too late: Make agriculture truly sustainable now for food security in a changing climate. *Trade and Environment Report* 2013. UNCTAD/DITC/TED/2012/3. https://unctad.org/system/files/official-document/ditcted2012d3_en.pdf
- Vos et al. (2022). Repurposing agricultural support: Creating food systems incentives to address climate change. In 2022 *Global Food Policy Report: Climate Change and Food Systems*, Chapter 2, pp. 16-27. Washington, DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI). <https://ebrary.ifpri.org/utils/getfile/collection/p15738coll2/id/135888/filename/136108.pdf>
- Wassermann et al. (2019). An apple a day: which bacteria do we eat with organic and conventional apples? *Frontiers in Microbiology* 10:1629. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01629>

農夫的5頂帽子： 食農教育與STEM教育

作者／林如萍（國立臺灣師範大學人類發展與家庭學系教授暨家庭研究與發展中心主任）

前言

2022年5月4日《食農教育法》公布施行，明定「支持認同在地農業、培養均衡飲食觀念、珍惜食物減少浪費、傳承與創新飲食文化、深化飲食連結農業、地產地消永續農業」6大方針，並且，食農教育法推動的對象涵蓋家庭、學校、政府部門、農民團體、食品業者、社區、民間團體等，幾乎全民都包括在內，臺灣食農教育（Food and Agricultural Education）的推展正式邁向「全民食農教育」的嶄新里程。

跨領域整合的食農教育

常有人問「飲食教育」、「營養教育」或「環境教育」與食農教育的概念相同嗎？關係為何？過去，我們常說「你吃什麼，就會（長成）像什麼」（you are what you eat），但越來越多時候，你我不清楚自己吃進去的是什麼？食安的議題引發了大眾的關注。2015年聯合國「世界衛生日」（World Health Day）提出了“From Farm to Plate, Make Food Safe”，主張從「產地」到「餐桌」，食品安全是一個跨領域的問題和共同責任，同時建議：應透過衛生、農業、貿易和商業、環境等部

門及組織共同參與，確保人人都能獲得充足、安全和營養豐富的食物以及相關教育。

就臺灣食農教育的推動來看，由民間團體對於食安議題及氣候變遷因應的倡議，逐步發展至農業發展、在地文化與環境永續的全面關懷。食農教育攸關每個人的生活、健康福祉，並與農業發展和環境永續具有關聯性，範疇廣泛且具有跨領域整合的屬性。

「食農教育」的概念與內涵，包括了：「農業生產與環境」、「飲食健康與消費」及「飲食生活與文化」3個面向及6個主題：農業生產與安全、農業與環境、飲食與健康、飲食消費與生活型態、飲食習慣、飲食文化（林如萍，2017）。推展食農教育的目標則是培養「食農素養」（agricultural literacy），透過瞭解食物的來源、食物與在地環境的關係，能依據個人需求做出適切及安心的選擇，並且，透過體驗瞭解各種農業活動、關懷自然與環境，進而覺察農業的多功能性與價值，並支持在地農業與永續發展。





「食農教育ABC模式」：食農教育內涵之三面六向。
資料來源：林如萍(2017)。

以STEM教育發展食農教育

《食農教育法》的重點之一是規定：應協助各級學校及幼兒園透過課程、學校午餐供應等，進行食農教育的學習及實作、體驗活動，從小培養對於飲食及農業的理解。就學校推展食農教育來說，以STEM教育融入的策略則可說是重要的國際趨勢。

有鑑於科技發展快速，美國意識到科技

教育的不足會造成人才的短缺，為了讓教育跟上時代變化，1986年美國國家科學委員會（National Science Board, NSB）提出了STEM教育。STEM是Science（科學）、Technology（科技）、Engineering（工程）、Mathematics（數學）的簡稱，意指：科學、科技、工程、數學的科際整合課程。2008年美國學者 John Maeda 提出加入



Ag Today學習補充資料：STEM與農業素養。

資料來源：National Center for Agricultural Literacy at Utah State University。

「藝術」(Art)成為 STEAM 教育，以期激發學生想像力、創造力。STEM 教育由美國開始倡議，其後，歐盟國家、亞洲國家亦逐漸將 STEM 或 STEAM 教育列為國家教育政策之一，同時 STEM 也被視為是 21 世紀教育的重要核心概念。STEM 強調打破學科的壁壘，以學生為主體，發展科際整合的專題式學習活動，在動手做、解決問題的過程中，增進學生統整知識與技能，將學習和生活連結，學到能應用於真實生活的知識。Becker 與 Park (2011) 綜整相關研究指出：比起單科教學（例如數學），科際整合的 STEM 教育能提升學生的學習表現，並且 STEM 教育對小學生的正向影響大於大學階段的學生。據此觀之，由小學階段便開始進行 STEM 教育是重要的教學策略。STEM 教育的科際整合課程設計十分多元，因此，許多研究者投入相關的課程研究，以期發展教學模式提供教師之教學參考（例如：Lyn, 2016; Honey, Pearson, & Schweingruber, 2014）。

食農教育與 STEM 教育有相當高的關聯性，以美國為例，1981 年美國農業部

(USDA) 以「瞭解農業資源、價值，以及對於生活品質的影響性」為學習目標，提出「農業素養」。「農業素養」教育，旨在：透過瞭解飲食和農業系統，確保飲食安全性以保障生活。1982 年美國農業部頒布「National Agriculture in the Classroom (AITC)」，其後依據 K-12（幼兒園到高中）教育階段，整合多種學科內容，建置農業素養課程地圖（National Agricultural Literacy Curriculum Matrix, NALCM），連結科學、社會和健康相關教學資源發展教材，以作為各州 K-12 教師進行農業素養課程的教學參考。此外，美國農業部提出「從農場到學校」（Farm to School）計畫，連結學校、州政府機構以及在地農民團體，鼓勵藉由 STEM 教育取向來發展課程及體驗活動。

有鑑於美國的學校食農養課程仍然側重於作物栽種或食物、營養，致使學生對於農業系統與社會之關聯及重要性的理解，廣度和深度皆仍有不足（American Farm Bureau Federation, 2017），以 STEM 教育融入農業素養教學的研發成為重要議題

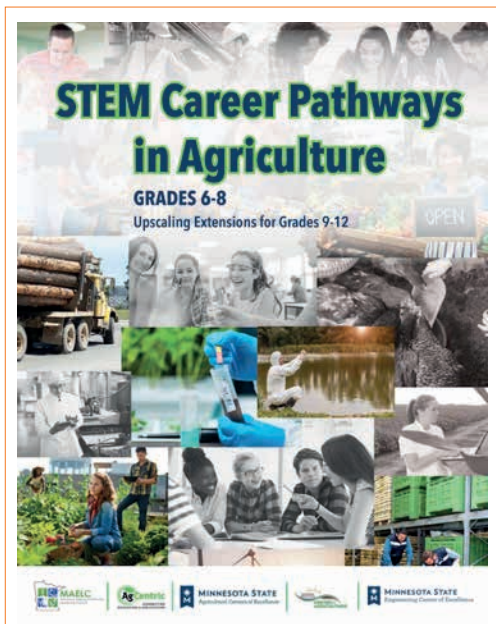
(Powell, Agnew, & Trexler, 2008)。以 Vallera 與 Bodzin (2018) 的研究為例，他們針對美國東北部一個大型城市的四年級學生設計了以 STEM 教育整合的農業素養課程，由「專題式學習」(project-based learning, PBL) 的建構取向出發，提出「你將如何幫助農民凱西準備在農民市場銷售的產品？」由此一問題連結真實的生活情境，引導出一系列包括 8 個任務的學習活動。課程中學生透過影片及參訪，瞭解農民的耕作與銷售情況。同時，學生收到了以農民可能遇到的問題和真實情境所設計的任務表和書面說明，每項任務的學習活動中學生都需整合運用 STEM 相關知能。課堂中學生著手為農民凱西規劃要在市場上販售的水果或蔬菜，以此展開一連串的探究學習活動。例如：以科學調查方式來研究種植不同作物所需的土壤類型和特性，使用數學技能分析土壤滲透性，並瞭解保護土壤和水等自然資源的重要性。課程中也以「做中學」(learning by doing) 的精神，透過製作披薩及乳酪來體驗「廚房中的科學實驗」。學生使用 ArcGIS、Google Earth 在虛擬環境中設計農園，考量農民在不同季節輪作等問題來規劃栽種的作物。進一步，利用網站蒐集當地農產品市場的資訊，運用數學知能由圖表分析出價格趨勢，並討論他們希望在農民市場出售之農產品的當前市場價格，訂定有競爭力的銷售價格以確保收入。最終，學生設計並製作他們在農民市場的販售攤位模型及銷售產品的宣傳單，並向在地農民展示他們的生產及銷售計畫。

此一課程設計充分展現 STEM 教育的概

念，包含跨領域、動手做、解決問題、生活應用。同時，不僅學生使用 iPad 進行學習活動，也以 iBook 閱讀與農業主題相關的背景內容及觀看嵌入式影片，並進行形成性評量。課程中也將 ArcGIS、Google Earth 等地理資訊系統、軟體，整合在教學與學習活動中，整體課程也展現出「資通訊科技」(information and communication technology, ICT) 融入教學的策略。運用創新的 ICT 技術可以在課堂中提供真實的情境與例子，例如：以 Web GIS 探究農業隨時間的變化，有助說明復雜、抽象的概念，增加學習者的理解。此一課程研究透過前後測分析，證實了 STEM 教育整合的農業素養課程，確實能提升學生的學習動機並有助思考和學習表現。

農夫的5頂帽子：以食農教育奠基未來科技農業願景

美國農業基金會 (The American Farm Bureau Foundation) 於 2012 年提出「農業素養的架構」(Pillars of Agricultural Literacy)，並透過經費贊助發展教學方案及教材，以及表彰優秀教師等策略，致力於推展學校食農素養教學。「農夫的 5 頂帽子」(5 Different Hats Farmers Wear) 便是其中一個教學方案，以「土壤科學家」(soil scientist)、「氣象學家」(meteorologist)、「農機專家」(mechanic)、「獸醫」(veterinarian) 及「商人」(businessman) 來描述農場經營的各種工作角色，運用 STEM 教育的策略，並鏈結農業科學及農場經營相關專業資源，鼓勵學生進行農業相關之職涯試探。



農業相關的 STEM 職涯發展：教師教學手冊。

資料來源：Minnesota State Centers of Excellence。

第 6 次全國農業會議以「整合跨域新能量，創造可預測性之安全生產體系；發展前瞻新科技，邁向具包容性之韌性永續農業」為整體發展願景，以期能透過我國基礎深厚之農業科技軟硬實力，打造「技術創新、生態永續、價值共享」科技新農業（行政院農業委員會，2018），而此一農業發展願景之根基實為人才培育。108 年 8 月正式上路的「十二年國教課綱」中的「核心素養」，強調人們在適應現在生活及面對未來挑戰，所應具備的知識、能力和態度，並且「核心素養」強調學習不宜以學科知識及技能為限，而應關注學習與生活的結合，透過實踐力行而彰顯學習者的全人發展。此一理念與 STEM 教育所倡導的精神相符，再者，素養導向教學的原則「整合知識、能力與態度」、「重視情境與脈絡的學習」、「重視學習的歷程、

方法及策略」、「強調實踐力行的表現」也與 STEM 教育的「跨學科統整」、「問題導向學習」、「在真實情境中應用」、「實踐取向的學習過程」等特色相呼應，因此，STEM 教育為實踐十二年課綱的可行教學策略。臺灣在食農教育法通過後，農業與教育部門應進一步合作，於各級學校結合 STEM 教育推展食農教育，並鼓勵學校導入農業單位的研發成果，不僅能使 STEM 課程更具多元性，進一步亦具有培養農業科技人才的前瞻意涵。

參考文獻

1. 行政院農業委員會。（2018）。新農業科技策略規劃報告書。取自：https://www.tres.gov.tw/theme_data.php?theme=news&sub_theme=hot&id=3572
2. 林如萍。（2017）。食農教育之推展策略（一）：國民小學階段之實施。臺北市：國立臺灣師範大學。
3. 教育部。（2014）。十二年國民基本教育課程綱要總綱。取自：<https://12basic.edu.tw/12about-3-1.php>
4. American Farm Bureau Federation. (2017). Addressing misconceptions about agriculture. Retrieved from: <http://www.agfoundation.org/resources/addressing-misconceptions>
5. Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM education* v12, n5/6, pp. 23-37.
6. Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, A. (2014). *STEM integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research*. Washington: National Academies Press.
7. Lyn, D. E. (2016) STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education* v3, 3, pp. 1-8.
8. Powell, D., Agnew, D., & Trexler, C. (2008). Agricultural literacy: Clarifying a vision for practical application. *Journal of Agricultural Education* 49(1), pp. 85-98.
9. USDA. (2010). Know your farmer, know your food. Retrieved from: <https://www.usda.gov/sites/default/files/documents/KYFCompass.pdf>
10. Vallera, L. F., & Bodzin, M. A. (2020). Integrating STEM with AgLIT (Agricultural Literacy Through Innovative Technology): The efficacy of a project-based curriculum for upper-primary students. *International Journal of Science and Mathematics Education* 18, pp. 419-439.

聆聽山村的聲音： 食農美學教育的陶塑與養成

作者\王玫（東南科技大學通識教育中心副教授）

前言

隨著全球暖化、氣候變遷，環境相關議題漸成顯學。而結合農事、飲食以及環境議題的食農教育受到各界重視。諸多食農教育的計畫方案多半以從產地到餐桌的體驗為方法，著重親自栽種、採收到製作的經驗歷程，從中感知與感恩。筆者長期深耕深坑社區，已透過諸多食農方案建立學童身土不二的概念。當越探究在地環境，越感發地方人文與自然環境的質樸與純淨，這一方淨土正是培養食農教育的沃土，從農村景觀、土地美學、製茶工藝、文化保存到生態保育，細數不完的題材將有待持續開發。而筆者用美感眼光的教育哲學帶領學生進入這片沃土，以沉靜式凝思去感知社區，引發環境意識，冀望這片淨土永續留存。

深坑質地如甘泉潔淨而清甜

深坑舊稱簪纓，因地形狹長，形似簪纓，其為古時達官貴人的冠飾，比喻高官顯宦，曾經擁有一個這麼貴氣的名字，而清末日治時期番亂頻仍，其四面環山形似坑底，地形易守難攻，因而改名「深坑」。清朝時期安溪人來此拓墾，深坑、石碇、平溪、坪林等地的農產品，甚至遠從宜蘭來的商

旅貨物，都由山上挑擔送達深坑與石碇交界處楓子林渡口，再送往外地販售，成了染料、茶葉、樟腦的集散地，深坑當時因而成為大文山區的政治中心。

彼時深坑茶葉透過水路景美溪與茶路外銷至大稻埕，碼頭與茶業經營關係帶動深坑發展，在產茶全盛時期，曾經有過一段榮景。而今隨著產業沒落，留存下來的除了老街建築外，亦有曾經繁盛的黃姓家族院落群，而真正值得玩味的其實是炮子崙茶山古道上安靜純樸的小農人家。

因緣際會，常常透過通識「食農美學」課程，移地教學，來此山村與個性如溪泉般甘醇質淨的農友們，學習與自然為伍的生活之道，不僅向農友學習，亦向大自然學習。

大手攜小手的食農美學課程設計

深坑精華之所在即位於炮子崙茶山古道上的小山村。其遺世而居的山中歲月彷彿世外桃源。與山下遊客如織、絡繹不絕卻已過度商業化的老街有著天差地別的景緻。筆者結合大學與小學進行攜手共學的食農小尖兵培育計畫，即以深坑茶山古道裡的小山村為背景，針對同一批小朋友，由不同大學相關課程以準備、服務、反思



小朋友開心赤腳踩在泥土上。



大學生與小學生一起造窯烤蕃薯。

到慶賀的服務學習歷程，攜手參與這個食農計畫，目的即在於以體驗出發，從中感知食農教育之精隨要義，亦即農事教育、飲食教育以及環境教育，進而引發自然與人為環境之關懷意識。以下為課程實施方案說明（表 1）：

- 一、方案一「攜手食農小尖兵培育課程：大手牽小手向天湖健行控窯趣」：透過深坑向天湖生態健行與控窯趣服務學習活動，讓大小朋友從野趣中體認生活美感與深坑之美，體驗鄉村風貌並增加環境關懷與文化認同。
- 二、方案二「攜手食農小尖兵培育課程：認識深坑食農文化」：於深坑炮子崙土塢厝前進行服務共學，透

過深坑食農文化的教學、觀察農家生活的樣態，讓大小朋友學習者認識深坑在地產業與歷史文化的傳統價值。亦透過深坑地圖繪製對社區產生關懷與認同之情。

- 三、方案三「攜手食農小尖兵培育課程：認識深坑古建築文化」：參訪三級古蹟永安居，讓大學生與小學生透過屋主導覽，認識深坑茶業發展史與古蹟的關係，引發珍惜文物資產，感受建築之美與古人建築工法的智慧。繪製古建築海報，上傳 Facebook 課程社團，藉以宣揚古建物資產的傳統價值。

表 1. 大手攜小手食農小尖兵培育課程之表列說明

階段	目標	地點	活動	評量工具	成效
第一階段 向天湖健行控窯趣	感受農村鄉野趣味	向天湖高家三合院古厝	取用地食材生火控窯（地瓜、玉米、雞蛋）	學習單、問卷以及反思心得	感受到文化多樣與村野樂趣
第二階段 認識深坑食農文化	觀察農村文化生活	炮子崙蔡家土塢厝	大學生設計教案教導小學生深坑文化歷史、認識製茶發展史並體驗製茶工序	學習單、問卷、教案製作（大學生）、地圖繪製（小學生）	引發文化認同與社區關懷、促進空間文化化
第三階段 宣揚深坑古建築文化	覺察與聯想農村智慧傳承	深坑三級古蹟永安居	參訪深坑古蹟聆聽屋主導覽，瞭解因茶葉致富闢建閩式院落的故事	學習單、問卷、反思心得、古建築海報設計	活化社區與古蹟，引發人為環境保存意識

執行過程與成效

人類學家賈克馬奎 (Jacques Maquet, 1988, 2003) 說：「『意識』 (consciousness) 是某段時間內我所自覺的全部心智過程」，而「世界是我身體 (body) 以外的所有事物：自然和人造的環境、其他有知覺的生物、特別是其他的人類」，「我是一種不斷地與世界交流的意識」。我們每天的經驗都與3種基本方法有關，感覺 (feeling)、知道 (knowing) 和行動 (action)。感覺是意識的「情感模式」 (affective mode)，主體的心智 (mind) 是由情緒主導，通常伴隨而來的是愉快或不愉快的情緒；知道 (knowing) 是意識的「認知模式」 (cognitive)，在這種狀態下，想要瞭解對象運作的方式；當我們想要改造環境、說服、施壓或交換，是藉由事先規劃的一連串行動以製造某些結果以改變世界時，我們是處於意識的「主動模式」 (active mode)。而行動與認知一直是和世界打交道的最有效模式。

而美感眼光則不屬於意識模式中的任何一種。它們並不主動 (active)，因



一起分工共享農園野趣。



小朋友體驗田園樂。

為它們不想改變世界，它們也並非認知 (cognitive)，因為它們的特質是不分心、不待言說、而且講求整體；它們亦不涉及情感 (affective)，因為它們將私心排除在外，而且它們是沉思的。我們常常會隨身邊景物進入美感沉浸 (an aesthetic repose)。在觀看美好事物的短暫交流中，「沉思模式」 (contemplative mode) 主宰了我們的意識。簡言之，美感眼光是一種觀看可感知客體的審美方法。美感眼光是在「沉思模式」下理解對象，而這種理解是主體與世界產生關連的主要方法之一 (Maquet, 1988, 2003)。

依據馬奎對人類意識模式的說法套入課程實踐，可以依稀看出筆者擘畫課程藍圖背後的理念架構。

一、第一階段「向天湖高家古厝控窯趣」：活動設計希望透過親近自然，於田野間奔跑，徜徉在農村野趣的曠野中，從造窯、燒窯、燜燒農家自產玉米、地瓜到破土取食，讓孩子們體會田園生活的樂趣。這個階段是主體融入客體產生愉悅、和諧狀態，其進入意識的「情感模式」。



大學生準備教案教導小朋友。

二、第二階段「認識深坑食農文化」：

地點選在深坑炮子崙山村上的蔡家土塙厝，這裡位處景美溪上源細流，涓涓流水被農家取用灌溉作為生活日常之用。土塙厝下層為農家運用在地砂岩切割砌造，上層則以土塙磚堆砌，冬暖夏涼。此外內部建置一間製茶室，為先輩於層疊山間種植青心烏龍茶種，自產自銷包種茶的過往。這個階段透過教案設計分組教學，讓大小朋友浸淫在山村農家文化的尋常模式中，透過資料蒐集、訪談、討論中產生意識的「認知模式」，藉此提升關懷意識與關懷動力。

三、第三階段「宣揚深坑古建築文化」：

參訪地點位於深坑三級古蹟永安居，其為過去黃姓大戶因賣茶致富，族繁增建之閩式院落，從唐山請工匠來臺建造。尋地、闢建到修整耗時10年完工，留下雕梁畫

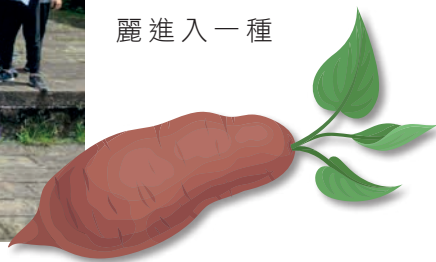
棟之傳統大家族繁文縟節下的精美綴飾與雕工。屋主從小穿梭於此門廊堂室之間，導覽細說家族生活的文化位階與傳習，頗耐人尋味。這個階段除了從意識的「認知模式」中觀察與理解外，學生必須完成古建築海報設計，上傳Facebook課程社團網址，藉社群媒體推廣文物資產保存概念。其處在意識的「主動模式」，透過行動試圖改造、說服、理念交換等方式和世界打交道，推廣文化認同、古蹟保存及人為環境關懷之理念。

不論以上那個階段，均透過宜地教學的目的，讓學習者以審美眼光滲透情境，從向天湖的土窯曠野、炮子崙的土塙屋宇再到精雕細致的華麗院落，情隨意轉進入審美氛圍，啟動「沉思模式」，使主體與審美客體霎那合一，從農事、環境與生活等主題中，以美感眼光投向客體產生靜默、凝思，使人與感知客體合一、界限消

融，產生不分析的、視覺的、接收的、感知的、非口語（nonverbal）的和諧狀態（Maquet, 1988, 2003），此物我合一的情境，即為審美情境。藉由小山村的清新秀麗進入一種



大手牽小手永安居導覽共學。



美感沉浸，從活動中學生與農友對談、發問，瞭解小山村里人與人、人與社會，以及人與自然的態度與價值。從而在文化認同中，知曉人與世界的互動，進而發現問題、理解情境、提出觀點，接著學生以反思心得紀錄活動歷程，作為回應對食農、土地、正義、環境保育的實際行動，亦即期望學生能以「主動模式」對環境盡一份心力，藉此行動讓主體感知自然與人為環境保育的重要性。

結語

廣義的食農教育涵蓋的範圍包含農事、飲食、環境、生態、文化等層面。筆者持之以恆以深坑這片淨土為示範教學的範型，期望以在地景觀、建物、生活、產業、技藝為題材，讓大學生與小學生踩踏在農學之路的行進間，體會、觀察、理解、想像、感知、連結到行動與實踐。這條農學之路是一條漫漫長路，得要經過情感、認知與行動，最後才能從沉靜反思中學習感知與感恩。美感的沉思或許只是短暫的霎那，卻在幾分幾秒的瞬間，產生內在珍愛的力量。筆者設計的課程即是讓這股美感沉思不斷穿梭、穿透於主客體之間，產生情感共鳴，在師、生與環境間移情流轉，能以美感眼光看待周遭人、事、時、地、物，最終以「主動模式」實踐食農美學所陶養的行動力。

參考文獻

1. Maquet, J. (2003). 美感經驗：一位人類學者眼中的視覺藝術（武姍姍譯，袁如儀校譯）。臺北市：雄師美術。（原著出版於1988年）
2. Maquet, J. (1988). *The Aesthetic Experience: An Anthropological Looks at the Visual Arts*. USA: Yale University Press.
3. Smith, R.-A. (2005). 藝術感覺與美育（滕守堯譯）。成都市：四川人民。（原著出版於1998年）
4. Meller, H. (1990). *Patrick Geddes: Social Evolutionist and The City Planner*. London: Routledge.
5. Mercer, C. (1991). What is cultural planning. In H. Matarasso (Ed.), *The Community Arts Network National Conference* (pp. 11-16). Australian: Sydney.
6. Osborne, H. (1970). *The Art of Appreciation*. Oxford, UK: Oxford University Press.



土塢厝屋主講解農事生活。



炮子崙土塢厝前服務共學。

農業科技論壇

匯聚產官學研意見，激發新思維



本單元歡迎投稿。本刊僅針對投稿文章進行格式審查，獲刊登文章內容不代表本刊立場。

農業可以幫助減少 商業航空的溫室氣體足跡

編譯\亞洲太平洋地區糧食與肥料技術中心農業政策資訊平臺¹

全球搭乘商務航空旅行的人數在過去 10 幾年內呈現爆炸式的增長，從 1960 年的約 1 億人，增加到至 2017 年的 40 多億人。根據環境與能源研究所（Environmental and Energy Study Institute, EESI）2019 年發表的一篇報告指出，近幾十年來，由於引擎設計技術的進步、空中交通運營的改善、更密集的座位配置和更高的乘客載運量，民營飛機的能源效率也有了顯著的提升。在 1970～2016 年的這段期間，美國航空旅行的能源強度，若以每位乘客每英里的 BTU（British thermal unit）單位表示，下降了 75%。



根據估計，商業航空，包括客運和貨運，占 2018 年二氧化碳總排放量的 2.4%，若再加上飛機在飛行過程中所排放的水蒸氣和其他溫室氣體造成的暖化現象，則占所有人類暖化活動的 8%。

根據統計在全球新冠肺炎疫情開始流行後，2020 年利用國際航空的旅客人數下降了 7 成，然而航空貨運的下降幅度卻反而要小得多，僅下滑約 9%，主要是因為許多航空公司選擇將客機改裝為貨機，透過創造收入來取代下降的客運量能。

2021 年的航空貨運運輸量實際上已超越 2019 年的表現，因為供應商持續在尋找日益昂貴海運的替代方案。在 2020 年期間，美國的航空公司還從聯邦政府獲得了 400 億美元的財政援助，以幫助他們在面臨新冠肺炎疫情造成交通和收入下降的情況下，仍能維持員工的工資發放。

註1：亞洲太平洋地區糧食與肥料技術中心農業政策資訊平臺
提供亞太地區各國農業政策文章與相關資訊，歡迎造訪
<https://ap.fttc.org.tw/>取得更多亞太地區農業政策文章。

儘管在新冠肺炎疫情期間對航空旅行的需求減少，然而一旦疫情得到基本控制後，航空業將預計恢復強勁的增長表現。空中巴士（Airbus）是全球大型長途民營飛機的兩大製造商之一，它預測在未來 20 年裡，來自旅行乘客的收入，將以每年 4.4% 的速度持續增長。

雖然民營航空部門沒有被納入 2014 年達成的《巴黎氣候協議》內容之中，但聯合國國際民用航空組織（International Civil Aviation Organization, ICAO）已同意一項以全球市場為基礎的方案措施，以減少國際航空帶來二氧化碳排放量的增長，這個計畫就是國際航空碳抵消和減排計畫（Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation, CORSIA）。

根據該計畫內容，2020 年後的航空業碳排放增長必須被抵消，使淨碳排放量不再增長，且必須透過具備更高能源效率的飛機和／或使用永續替代性燃料

（sustainable alternative fuels, SAF）來減少碳排放量。CORSIA 在 2021 年開始作為一個自願性的試驗計畫，並預計在 2027 年進一步成為所有 ICAO 成員國的強制性計畫，即便仍舊有一些例外。

與地面交通運輸不同的地方在於，至少在目前社會大眾已習慣的飛行距離和速度方面而言，目前尚未出現可讓飛機僅靠電池動力完成飛行的技術。目前可用的電池技術還不能提供使飛機離開地面的足夠動力能量，包含載運大量的乘客和／或貨物。目前開發中的電動飛機續航能力還不足 500 英里，到目前為止只能載運少量的乘客，長途飛行在未來一段時間內仍需要繼續使用以液體燃料為主的飛機。

在這段期間，航空公司正在研究從穀物、油料作物或農業廢棄物中開發再生燃料，目標是生產足夠數量的所謂「滴入式」燃料，可以輕易地與現階段使用的航空燃料混合，維持商業飛機航的運作飛行，並達到上述國際民航組織協定的溫室氣體目



標。目標希望至少能部分取代目前使用的石油燃料，及減少產業的溫室氣體足跡。

目前正在研究可淬鍊出「滴入式燃料」的幾種不同原料，據悉至少從 2008 年開始，這種燃料已經開始被用作為飛機的部分燃料來源，美國大陸航空（2010 年已被併入美國聯合航空）和紐西蘭航空都進行了這種試驗。

使用藻類、麻瘋樹、薺菜、芥菜籽（這幾種都是次要的非糧食油料作物）、玉米、動物脂肪、甘蔗和都市廚餘所重製成的再生燃料，都在各生質燃料公司及其商業航空合作夥伴的考慮之中，這不只局限於客運航空公司，還包括聯邦快遞和 UPS 等主要貨運公司。

儘管最初的燃料混合物中僅含有 20% 的再生能源，自 2016 年開始，美國聯合航空已開始在洛杉磯和舊金山之間的定期通勤航班，使用含有 30% 生質燃料的飛機燃料，捷藍航空也在從紐約出發的航班上使用生質燃料。聯合航空也計畫在 2021 年後針對一個從芝加哥到華盛頓特區的航班，嘗試使用 100% 的再生性燃料。

美國總統喬·拜登在 2021 年 9 月簽署了一項行政命令，推動美國農業部、美國國家太空總署、美國交通部、美國能源部和美國國家環境保護署等各機構，每年共同合作生產 30 億加侖的再生性航空燃料，目標是使航空部門在 2050 年前達到淨零碳排的目的。根據美國能源部目前的估計，美國每年只能生產 450 萬加侖的永續替代性燃料。

這項聯邦倡議包括為研究提供額外的資金，以及提議設立一個永續航空燃料稅收抵免，根據使用的原料，每加侖可抵免 1.25 ~ 1.75 美元。此願景已被納入在 2021 年 11 月 19 日眾議院通過的「重建美好法案」（Build Back Better Act）之中，並等待美國參議院的後續行動。

參考文獻

1. Agriculture Can Help Reduce the GHG Footprints of Commercial Aviation. (November 22, 2021). AgWeb—Farm Journal. Retrieved from: <https://www.agweb.com/opinion/agriculture-can-help-reduce-ghg-footprint-commercial-aviation>
2. Jeff Overton. (2019). The Growth in Greenhouse Gas Emissions from, Commercial Aviation (2019)—Part 1 of a Series on Airlines and Climate Change. Environmental and Energy Study Institute (EESI).



農業科技新知

產業發展動向與環境相關議題探討



森林中的巨型園丁： 非洲森林象幫助人類應對氣候變遷

編譯／黃仁藝

森林象群在西非和中非的茂密雨林中跋涉，啃食或踩踏小樹，創造了一條又一條的綠色走廊，猶如迷宮般交錯縱橫。牠們體型巨大，身高3公尺，主要棲息在世界第2大雨林——剛果盆地。與草原大象不同，非洲森林象剝下樹苗的樹皮，把樹根從土壤中挖出來，咀嚼樹葉和漿果。看似破壞森林，實則有助於森林在其樹木中儲存更多的碳，並保護地球上最重要的生態系統。當世界各地的企業和政府競相削減碳排放，開發新的碳捕捉技術，非洲森林象在沒有任何技術介入的情況下，發揮非常高效儲存碳能力。根據2019年的研究

顯示，每頭森林象可使雨林每平方公里增加9,500公噸二氧化碳的碳捕獲量，相當於駕駛2,047輛汽油車1年的排放量。研究人員認為，非洲森林象如同護林員，是維持其棲息地的生物多樣性的關鍵物種。但偷獵和砍伐森林讓牠們的數量迅速減少，從20世紀70年代的120萬頭，如今僅剩下10萬頭，有極高的滅絕風險。保護非洲森林象，恢復退化的生態系統，以自然為基礎的解決方案是今日應對氣候變化和減少大氣碳排放的關鍵。

資料來源：<https://www.bbc.com/future/article/20220414-how-africas-forest-elephants-help-fight-climate-change>

水資源稀缺問題將衝擊全球8成農業用地

編譯／黃仁藝

科學家發展出新的索引機制以檢視未來全球農業的水資源需求量，以及在氣候變遷的背景下，水源是否充足。百年來人類對農業水資源的需求增加2倍，科學家預計到2050年，將會有高達8成的糧食作物用地面臨缺水。接受調查的水資源中，來自降雨的土壤水被稱為綠水；而來自河流、湖泊等地面水體的灌溉水，則被稱為藍水。綠水可以直接被植物的根所利用，卻因為它暗藏在土壤中，往往不計入水資源統計。在農業上有效的綠水是降雨量與面積的總和，扣除蒸發與逕流，並且會受土壤類型、地勢坡度及氣候變遷衝擊的影響。科學家認為有利於農業的綠水分布若

受到改變，會強迫農民進行適應。將綠水與藍水的數據進行綜合分析，科學家結論在不遠的未來，84%的現存農地可用水將減少，而60%的農地將因此面臨減產問題。當中國東北部與非洲薩赫勒降雨變多，北美洲與印度糧倉地區的綠水卻將減少；面對這種情況，全球的農業布局與水資源管理顯得格外重要。學界應積極預測並規劃農作物分布、重視山坡地耕地水土保持，以及根據氣溫與降雨變化的模型，為未來的農業發展，適度調整播種與耕作的時機。

資料來源：<https://www.sciencedaily.com/releases/2022/05/220505143802.htm>

歐洲農業用地遭塑膠大舉入侵， 罪魁禍首是肥料

編譯／黃仁藝

歐洲的農地可能累積了全球最多的塑膠微粒，因為歐洲的農業肥料是汙水渠淤泥的衍生產品。依照現況看來，每年有高達 3 萬 1 千～4 萬 2 千公噸的塑膠微粒直接施加在歐洲土壤中。英國是排名第一的重災區，每平方公尺的土地含 500～1,000 顆微粒，其次是西班牙、葡萄牙與德國。如今汙水渠淤泥常見於歐洲製造的肥料中，家庭垃圾與汙水被轉化為農業用或者能源相關製品，而非直接排除或埋入掩埋場，歐盟視之為是環保與永續的作法。然而這種作法使得塑膠又進入水資源中，造成汙染並危害生態。科學家前往英國南威爾斯，

對能夠處置 30 萬居民家庭汙水的廢水處理場進行採樣，結果發現 1 公克的廢水含有多達 24 顆的塑膠微粒，占廢水總體重量的 1%。一般處理場有能力徹底清除 1～5 公釐大小的塑膠顆粒，而廢水若不經處理，將導致塑膠滲入任何地方。然而本研究的採樣方法無法統計與評估小於 1 公釐的微粒，科學家只能猜測實情會比調查結果更嚴重。雖然採用汙水渠淤泥衍生產品作為肥料的立意良善，但若肥料的製作方式未受到適當監督，恐怕結果會適得其反。

資料來源：<https://www.sciencedaily.com/releases/2022/05/220506113315.htm>

關鍵病原體導致英屬哥倫比亞海域鮭魚驟減

編譯／黃仁藝

根據統計，近 30 年來居住在英屬哥倫比亞海域的鮭魚數量正在驟減。為了更有效保護鮭魚，以及找出牠們為何如此快速減少的原因，主導鮭魚健康倡議計畫的科學家們耗時 10 多年，在英屬哥倫比亞海岸邊捕捉了數千隻帝王鮭（Chinook salmon）與銀鮭（coho salmon），從牠們身上蒐集健康數據，並從中記錄了數十種病原體。科學家首次辨識出以下 2 種病原體與太平洋鮭魚的存活率最直接相關：其一是爛鰓菌（*Tenacibaculum maritimum*）；這種細菌不只侵襲鮭魚，也在世界上其他地方廣泛地危害海水養殖漁業的許多魚類；其二是呼腸孤病毒

（PRV），這種病原體是太平洋與大西洋區域鮭魚的大敵，然而呼腸孤病毒對英屬哥倫比亞海岸鮭魚族群的危害嚴重程度如何，以及是否為牠們數量驟減的元兇之一，以往並無定論。這次的新研究找到了確切的證據，這 2 種病原體不僅在英屬哥倫比亞海岸地區的養殖鮭魚之間傳染，也將疾病傳染給野生鮭魚。近年來不少研究認為海洋氣溫升高衝擊鮭魚的生存，但本研究指出關鍵病原體可能扮演更重要且直接的角色，若要快速拯救鮭魚，則不可忽視這些病原體的影響。

資料來源：<https://www.sciencedaily.com/releases/2022/05/220519204540.htm>

百年前的家牛拯救如今瀕臨滅絕的北美野牛群

編譯／黃仁藝

科學家重新檢視一份 20 年前的研究，該文章表示僅有少數的野牛族群身上沒有任何家牛基因，但最新基因科技揭露了即使是該文章記載的野牛群，也沒有完全免於與家牛雜交。當美國野牛協會試圖動員舉國之力建立保護區並恢復野牛族群數量時，他們向擁有僅存野牛的牧場求助，透過電腦計算與分子工具研究野牛基因組定序，幫助科學家瞭解家牛在野牛群中的基因分布。經過比對 1,842 種馴養的牛，與歷史上重要的野牛譜系的基因組定序，會發現所有接受調查的野牛基因組都有基因移入 (introgression) 的痕跡，這也包括來自黃石國家公園與麋鹿島國家公園、被

視為「最天然」的野牛。實際上這使得野牛保育工作更容易了，因為野牛群不再有必要和家畜們隔離。19 世紀的歷史紀錄說明，北美野牛群曾遭遇嚴重的數量衰退，致使當時的牧場主決定干預，然而，牧場主的真實目的是讓野牛與家牛雜交，尋求育種出能夠生產更多肉品的家牛。最終，牧場主沒有實現育種出多肉家牛的願望，但這項舉措卻有了好結果。這段來自過去的雜交已經過 200 年，留下了複雜的基因遺產，幫助我們評估現今野牛保育的實際措施。

資料來源：<https://www.sciencedaily.com/releases/2022/05/220510163401.htm>

是什麼使蜜蜂中的「光棍男」激增

編譯／黃仁藝

蜜蜂是世界上最重要的授粉者，然而牠們的數量卻在銳減。近期的研究指出，造成蜜蜂數量降低，罪魁禍首恐怕就是農業用藥，然而，這些藥物帶來的最大麻煩，不見得是因為它們對蜜蜂致命。雄蜂是從未受精的卵中誕生的，雌蜂則是透過雌雄蜜蜂交配而產生，而農藥會影響蜜蜂的繁殖過程。科學家為了研究蜜蜂繁殖過程的初期階段，讓歐洲果園蜂 (*Osmia cornuta*) 暴露在低毒性、非致命濃度的殺真菌劑中——這是一種常見的農作物保護用藥，打擊致病的真菌與其孢子的傳播。當選擇交配伴侶的雌性果園蜂評估雄蜂的

品質信號時，牠們重視雄蜂的氣味與胸節震動。但曾暴露在殺真菌劑中的雄性蜜蜂品質信號大受影響，往往被雌性拒絕。與普通雄蜂相比，牠們的胸節肌肉震動無力，身上的氣味組成也不大一樣。科學家表示，在未來的實驗中，將對更多物種的野生蜜蜂嘗試暴露於不同類型的殺蟲劑，以研究藥劑對蜜蜂交配決策的影響程度。但現階段，學界應積極統計哪些環境已遭受化學藥劑暴露，以及這些生態區域中蜜蜂們的生殖結果。

資料來源：<https://www.sciencedaily.com/releases/2022/04/220425104913.htm>

機器學習可有效打擊養雞場中的超級細菌

編譯／黃仁藝

集約畜牧業農場是典型的「人為環境」（anthropogenic environments），這些地方是抗微生物藥物耐藥性細菌大量繁殖的場所。它們能感染人類，甚至對人類的藥物產生抵抗力。科學家開發出最新電腦軟體，結合了 DNA 定序與機器學習，找出抗生素抗藥性細菌於哪些地區的人類、動物與當地環境間流竄，以及傳染的嚴重性如何。中國有全球最大的集約畜牧農業規模，而養雞業是該國第 2 重要的肉類來源，但中國養雞場卻是全球用掉最多抗生素的食品生產者。科學家團隊前往中國的商業養雞場，從活雞、雞屍、農場員工和他們的家庭與活動環境中採集 154 個

樣本，並分離出大腸桿菌。其後利用計算機、機器學習、全基因組定序、基因分享網路與可動遺傳因子（MGE），分析在養雞場中找到的病原體類型，結果發現在致病與非致病的大腸桿菌身上，都存在著微生物藥物耐藥性基因。此技術可分析出整個與耐藥性有關的基因網絡，展示其傳播橫跨了動物與動物間，以及農場員工與周遭環境之間。藉此技術，不僅發現能導致抗生素抗藥性的基因，還發現了以往未知的與抗藥性相關聯的基因，幫助應對威脅養雞場的嚴重問題。

資料來源：<https://www.sciencedaily.com/releases/2022/04/220421094046.htm>

未來食品：2050 年你的餐桌上會有哪些食品？

編譯／黃仁藝

因氣候變化嚴重與區域戰爭，造成「糧食衝擊」的風險，加上莊稼歉收，世界各地主要食品價格正迅速上漲。食物多樣化是緩解饑餓、保護生物多樣化消失以及適應氣候變化的解決方案之一，位於倫敦邱園的英國皇家植物園專家們正在尋找能夠確保未來需求的食材；全球有超過 7 千多種可食用的植物，但只有 417 種得到廣泛種植和用作食品。研究指出，幾種可作為未來食品的植物，包括林投樹（*Pandanus tectorius*），這是一種可以忍受乾旱、強風以及鹽霧的小型樹種，它的營養豐富且應用廣泛，從太平洋群島到菲律賓都有

生長，東南亞地區的人習慣用它的葉子當作甜食以及鹹味菜餚的調味劑，菠蘿狀的果實則可以生吃或煮熟吃；豆類和豆科植物便宜、富含蛋白質和維生素 B，並且適應從海岸到山坡的多樣的氣候環境，像是莫拉馬豆（morama bean），人們把這種豆子和玉米一起煮熟，或做成粥與類似可可糊的飲料；野生穀物如非洲穀物福尼奧米（Fonio）耐乾旱，用來製作古斯米（couscous）、粥和飲料。這些都能為未來新食物提供許多潛在選擇。

資料來源：<https://www.bbc.com/news/science-environment-61505548>

森林恢復計畫最常遭遇的兩難

編譯／黃仁藝

現存的森林恢復計畫，預設人工造林的環境好處與恢復天然林是相等的。但科學家團隊調查了來自 53 個國家、2 萬 6 千筆紀錄的 264 項過往的研究，發現實情並非如此。進行以生態環境為第一優先目的的森林恢復計畫時，應當復原當地天然林，以達到最佳的氣候與環境保護成果，但這麼做可能使木材產量較難受益。人工造林通常採用生長很快、能長得又高又直的樹種，像是松樹、杉樹與桉樹；人為管理的造林地甚至還會施加肥料與除雜草劑，避免其他植物競爭營養與光照。相反地，原

始森林被放任自由發展，它們除了樹木，還包含灌木叢與草本植物物種，是其他動物可靠的棲息地與食物來源。多元化的天然林與人工造林地相比，擁有更多地面碳貯存量，為鄰近溪流提供更多水源，能支撐更多元化的物種，然而，它們卻不能為林業提供更多木材。這表示，當森林恢復計畫的其中一個目的是林業的產量增長，科學家必須理解有哪些潛在的環保成果被犧牲了，以及環保與產業之間該如何取捨。

資料來源：<https://www.sciencedaily.com/releases/2022/03/220317143715.htm>

海草床如何成為小型漁業的命脈

編譯／黃仁藝

海草漁業能為貧窮國家提供穩定的食物來源，漁民憑經驗知道哪些棲息地以長時間來看能提供更多漁獲，連位於珊瑚礁的小規模漁業都無法與之比擬。透過一系列訪談調查，研究者找出漁民習慣前往的魚類棲息地，並發現印度太平洋海域海草床是常見的漁場，它們為數百萬家庭提供魚類飲食、牲畜飼料與經濟利益。受訪的個體戶漁民有半數會選擇海草床，多於選擇珊瑚礁、紅樹林、遠洋帶、泥灘地與岩岸等地區，這調查結果與以往認為珊瑚礁是最受歡迎的小型漁業漁場大相逕庭。在談及原因時，漁民表示海草床提供「穩定感」，因為人們總是能在那裡找到許多魚

與無脊椎動物。調查還顯示印度太平洋區域 147 個漁村中，平均每 20 位漁民中，有 3 人只選擇在海草床捕魚。對海草床的偏好強度也會與家庭收入有關，無法負擔得起汽艇的漁民會傾向選擇海草床，因為它們離岸近，即使船上沒有馬達也抵達得了。海草床在生態中扮演極重要的角色，它們是魚類育幼、成長與躲藏的地點，許多魚類的大半生都是在此度過。如果要適當地保護海草床生態，就必須評估小型漁業的實際數據，使漁村經濟與環境保護之間達到和諧狀態。

資料來源：<https://www.eurekalert.org/news-releases/955964>

新研究說明雞與人類何時開始結下不解之緣

編譯／黃仁藝

食用雞肉是如此司空見慣的事，人們應該很難想像雞在人類文明中一開始並不是食物。過去學界曾認為，雞的馴養在 1 萬年前的中國與東南亞開始，而 7,000 多年前在歐陸出現。然而馴養雞真正的起點與推動力量，是亞洲農民開始在野生紅原雞的棲息地種植旱稻；停留在樹上的紅原雞被旱稻田吸引至地面，與農民發展出緊密的關係。這段歷史發生在西元前 1500 年的東南亞，接著透過早期希臘、伊特拉斯坎與腓尼基海上商人的活動路線進入地中海地區。鐵器時代的歐陸居民普遍尊重雞，早期雞甚至與主人一同被埋葬。羅馬帝國的興起使食用雞與雞蛋變得流行，不列顛

的居民直到西元 3 世紀都不曾食用雞，但是被宰殺並食用的雞的殘骸，就經常在羅馬人登上不列顛群島後的都市與軍事中心被發現。科學家重新評估在 89 個國家、600 個考古地點發現的雞殘骸，研究其骨骼、埋葬地點與相關歷史記載，解析雞骨骼背後反映的人類社會與文化。透過放射性碳定年法，科學家也發現有 23 個來自歐亞大陸西部與非洲西北部、被認為是最古老的雞的骨骼，年代實際上比學界以往認定的近許多，因此雞在西元前 800 年之前還沒有抵達歐洲。

資料來源：<https://www.sciencedaily.com/releases/2022/06/220606181159.htm>

利用月球土壤種植作物的首次嘗試

編譯／黃仁藝

最新的實驗發現，以月球的土壤種植，植物也能順利發芽，此實驗也深入調查地球植物的生理現象如何對月球土壤作出反應。太空任務帶回的土壤又稱月球表岩屑，與地球土壤的差異極大。科學家確認了月球土壤不具有病原體或者其他已知會傷害地球生物的成分，但美國太空總署持有的月球土壤（來自阿波羅 11、12 與 17 號任務）不僅稀少，而且具有重大歷史意義，只能少量釋出給科學研究，因此科學家必須以最高效率的方式使用這些土壤。作為細菌培養皿的塑膠容器中，每個格子只有頂針大小，但每一格都是一個放置了 1 公克月球土壤、營養液與阿拉伯芥種子的花

盆。阿拉伯芥是一種基因圖譜已經被徹底解開的常見實驗用植物，允許科學家以細緻的基因表達層面，瞭解植物體與月球土的互動。至於對照組的阿拉伯芥則被種植在名為 JSC-1A 的模擬月球土壤、模擬火星土壤與其他來自地球上極端環境的土壤中。儘管植物成長的方式、植株大小很不規律，所有月球土壤中的植物都發芽了，表示土壤成分不會干擾與種子發芽相關的荷爾蒙訊號。植物基因將如何發揮潛能，努力適應截然不同的土壤，還有待更深入的研究。

資料來源：<https://www.sciencedaily.com/releases/2022/05/220512121840.htm>

在鳥類與蜜蜂身上尋得一杯好咖啡的秘密

編譯／黃仁藝

實驗顯示，如果鳥類與蜜蜂組成合作無間的團隊，咖啡農場就能產生數量更多、更大顆的咖啡豆；相反地，喪失了鳥類與蜜蜂協助的咖啡農場，會遭遇高達 25% 的減產。科學家控制拉丁美洲與美國地區共 30 座咖啡農場的環境，裝置阻擋鳥類的大網子，與套住植物、防止蜜蜂接近的紗網袋，測試了 4 項關鍵情境：只有鳥的活動控制蟲害、只有蜜蜂的活動進行授粉、沒有鳥與蜜蜂進行任何活動，以及不受任何干預的情境，蜜蜂照常授粉，鳥類正常捕食咖啡害蟲——咖啡果小蠹。測量 4 項情境成果的方式是咖啡市場 2 種重要的估價標準：咖啡果的重量與果粒整齊度（fruit

uniformity）。結果，沒有鳥與蜜蜂活動的農場，每公畝會蒙受相當於 1,066 美金的損失。而且，無論是蜜蜂擔任授粉者，還是鳥類擔任蟲害控制者，牠們協力的益處比單一物種獨力的貢獻相加起來更大。以往學界將大自然為農業帶來的好處分門別類、分項計算，再加總起來，但大自然是充滿互動過程的系統，處處可見合併效果（synergies）與權衡代價。科學家希望將物種多樣性的影響力帶入傳統的農業評估方法中，不將經濟作物的繁榮視為理所當然，從而忽略了環保因素。

資料來源：<https://www.sciencedaily.com/releases/2022/04/220404152702.htm>

氣候變遷和集約化農業生產使昆蟲數量驟減

編譯／黃仁藝

全球暖化和集約化農業正大幅減少全球的昆蟲數量。來自倫敦大學的科學家表示，昆蟲種群的減少，特別是傳粉媒介的減少，不僅對自然環境有害，也危及人類健康和糧食安全。根據研究，農業集約化程度高，且氣候大幅變暖的地區，昆蟲數量下降了 49%，各物種的數量則下降了 27%。研究人員表示，留出自然保護的土地可以為昆蟲創造一個避難所，因為牠們需要陰涼環境才能在炎熱的天氣中生存。管理農業區域精細化，應有助於讓昆蟲在人類農業發展的過程中，維持數量、茁壯成長。其他可能挽救昆蟲的方案包括：避免農業過度

集約生產、種植多樣化作物、保護農田附近的自然棲息地，像是樹籬和小片林地。目前，昆蟲是地球上最重要的物種之一，已被正式紀錄的昆蟲種類數量，約占自然界中生物種類的一半以上。昆蟲多樣性與人類生活與環境密切相關，而且昆蟲傳粉是農業生產中不可忽視的一環，確保人們的糧食產量——大約有 84% 供人類食用的農作物都依賴蜜蜂之類的傳粉昆蟲才得以生產。保護生物多樣性，最終實際上也是保護人類自己。

資料來源：<https://www.bbc.com/news/science-environment-61165279>

國產貴重木AI智慧辨識可提高辨識工作效率

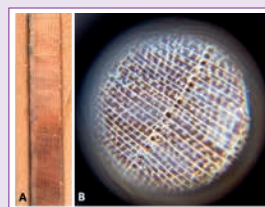
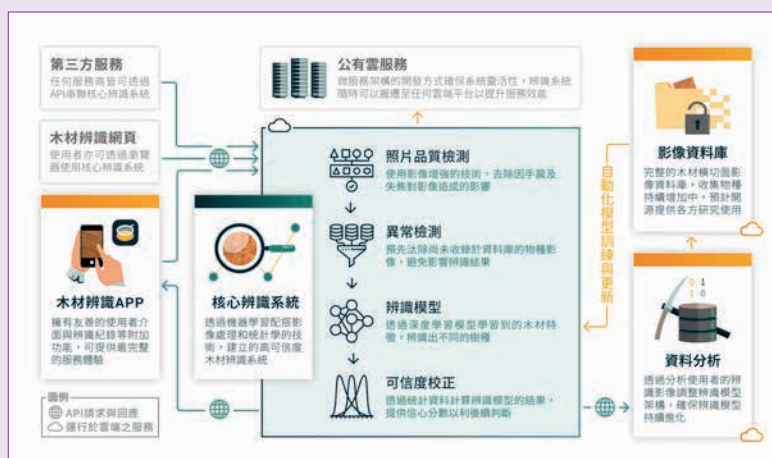
資料來源／行政院農業委員會林業試驗所

行政院農業委員會（簡稱農委會）林業試驗所為縮短汛期來臨時貴重漂流木註記時程，加速漂流木清運，減少人民損失，近年與國立臺灣大學生物機電工程學系進行臺灣貴重木材 AI 智慧辨識研究，經訓練及研究辨識模式準確率可達 95% 以上。

農委會林業試驗所（簡稱林試所）森林利用組林振榮組長表示，國人對於國產木材的喜愛勝於所知的資訊，購買木材時易被欺瞞而不知，近年來，農委會林務局為健全國產木材市場，使國內林產品溯源及生產履歷等資料詳實登載，希望藉由公開不可竄改之特性，確保林產品消費安全，提升林產品附加價值，增加臺灣林產品之競爭力；公開且不可竄改之特性在銷售國產木材時為極重要之一環，可取得消費者之信任，同時可控管國內盜伐木材之銷贓，故木材標售時，其木材名稱之正確性顯得極為重要，現行木材名稱之確認係由現場有經驗之人員依經驗進行辨識，因是依其過往經驗進行辨識，缺乏形態特徵之科學

依據而偶有誤判，誤判木材名稱，致使標售時名稱錯誤，讓木材和標售價值不對等，引發爭議後恐更無法保障林產品消費之安全，林試所依木材形態特徵研究木材影像辨識，希望能提供現場人員客觀進行木材辨識，未來可減少木材誤判之錯誤及爭議，增進林產品消費安全。

林試所李金梅助理研究員表示林務現場工作繁雜且重，對於貴重木材之鑑定一直是仰賴經驗充足之人員進行，林務人員常憑藉過往經驗判斷，最常以氣味或直覺等主觀意識來辨識木材種類，林試所之研究成果，在未來可作為木材辨識鑑定人力及訓練不足時之輔助工具。李金梅更進一步說明木材 AI 智慧辨識研究是依專業之形態特徵進行機器學習之訓練，目前完成牛樟、臺灣檫及臺灣檫樹 3 種貴重木與易與前述木材混淆之 15 種木材之機器學習辨識模式訓練，未來希望可以藉此成果協助辛苦的林務現場人員。



科學辨識之木材橫切面形態特徵，A為肉眼所見之木材橫切面，B為20倍放大鏡下之木材橫切面。

木材辨識構思圖。

走在時代前沿的畜禽健康防疫物聯網

資料來源／行政院農業委員會

行政院農業委員會（簡稱農委會）110年起推動之「農業物聯網發展計畫」，係以智慧農業成果為基礎，並與民間技術服務業者合作，將生物安全警示監測、影像辨識等系統加以整合應用於農、畜、林業場域，提升農業產銷管理及監管效率。其中，新型態畜禽健康防疫物聯網，以串聯畜禽生產管理、動物疾病診斷及屠宰作業環節等，強化產業價值鏈資訊即時性及串聯速度，促使畜牧場從飼養管理至屠宰端，全程現代化更上一層樓。

農委會說明，家禽飼養管理方面，本計畫研發雞冠顏色辨識技術，辨識率已達85%，可作為健康度之輔助參考資訊，並進一步將高解析度影像、禽舍虛擬實境監測等技術，整合於智慧農業已開發之禽舍環境感測系統。至於家畜飼養，豬農則可藉由RFID耳標進行個體識別，並於動物管理平臺登錄豬隻個別資訊，以掌握如母豬



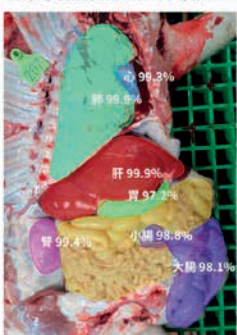
建立肉雞物聯網感測系統架構。

生產效率或豬隻動態等，目前家禽與家畜正持續發展至透過如微型氣象站及環境監測系統，並配合物聯技術將資訊於雲端進行即時分析，預期將能有效減少農民於禽畜場巡視次數，減輕禽舍管理人員工作量。

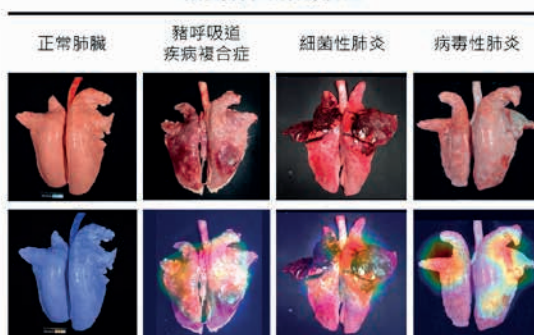
農委會進一步指出，透過農業物聯網技術運用，協助豬隻疾病診斷方面，發展出豬隻臟器與肺炎之AI影像辨識技術，準確率達90%以上，後續可作為畜牧場即時診斷之輔助工具，快速掌握豬隻疾病初步

診斷資訊，即時提供養畜業者改善飼養方式。此外，運用物聯網串聯屠宰場高畫質影像設備，作為遠端專家診斷、即時疫病防控及新興動物疾病監測等之參據，減少農民損失。

豬隻解剖臟器辨識模型



豬隻肺炎辨識模型



豬隻臟器與肺炎影像AI辨識示意圖。

農業科技活動

放眼世界，掌握農業脈動



因應新冠肺炎疫情，近期活動排程可能有所變動，請以主辦單位提供的最新資訊為準。

8/1-2**美國** 阿拉巴馬**糧食與農業工程國際研討會****International Conference on Food and Agricultural Engineering (ICFAE)**

為回應當前世界對糧食問題的需求，本場研討會透過與現今農業工程的技術發展互相對話，廣邀全世界大學研究人員、科學家、工程師與業界相關行業人士，提供農業實務經驗與工程實驗結果的交流。農業工程與糧食生產的議題廣泛，包括：糧食生產效益評估裝置的設立、農田水利與農業機械在極端氣候下對耕種條件的影響，以及水利系統及耕地技術的開發，期能提供糧食生產創新農業的穩定性與安全性。

8/6-7**俄羅斯** 葉卡捷琳堡**土壤、植物與水科學國際研討會****International Conference on Soil, Plant and Water Science (ICSPWS)**

本研討會旨在探討植物育種、土壤性質和水循環系統，用以擴大保護環境生態的系統性。會議邀請植物學、土壤分析與水科學等領域專家，進行土質分析、土壤水分、水生生態學等跨域的整合討論，並鼓勵將會議成果應用於作物品種改良、土質酸鹼度測試、農藝需求與產品開發、微生物製劑開發等領域，密接多領域協作，打下綠色農業的基礎。

8/8-9**線上會議****農業科技應用國際研討會****International Conference on Agrotechnological Applications (ICAA)**

電腦資訊數據應用已成為當前農業發展不可或缺的領域，ICAA本屆大會著眼於學術、產業、商業多方合作與交流，並為相關領域研究人員、工程師及業者搭建適合農產業與學術相互整合的平臺網絡。相關的農林業議題包括：將移動資訊數據投入於果農社區生產線、打造城市花園以優化園藝產業鏈，其他議題則有：智慧城市中的溫室農業、垂直農場低成本監測技術、以智慧技術進行環境探測與研究等等。

8/12**印度** 印多爾**環境、農業與生物技術國際研討會****International Conference on Environment, Agriculture and Biotechnology (ICEABT)**

ICEABT年會重視農業實務、環境科學、技術應用等3個領域的對話和交流，從全球各地邀請農業與生物科學領域專家進行分享，並協助研究人員的技術成果發表於學術期刊。本次會議聚焦於生物基因工程如何協助農業產業的成長，包括：透過生物基因科學提高作物對蟲害抗性、抗旱作物大規模耕種與氣候適應、生物技術在農作中的環境多樣性角色等議題。

8/16-17**線上會議****水產養殖技術國際研討會****International Conference on Advances Aquaculture Technology (ICSAI)**

大會宗旨在於分享與交流各國水產養殖新技術的開發情況，會議主題與相關子題有：水產養殖疾病和健康管理、水產養殖模組的實驗與對照、智慧技術對水產養殖應用端的改良、水產養殖與友善環境等等，目的在於透過養殖技術的提升，增加水產養殖質量與利潤，同時也試圖從技術端解決當前養殖環境中的疾病、苗種、餌料等問題。

8/26-27**日本** 福岡**化學、農業、生物、環境與生命科學國際研討會****International Conference on Chemical, Agricultural, Biological, Environment and Life Science (ICCABEL)**

本研討會議程涵蓋廣泛，從學理基礎研究、學術前沿研究成果到投入市場的應用開發皆有，以農業為討論中樞，透過「土壤與環境科學」、「微生物與生物技術」、「植物生理與化學」和「生物資源利用」等4大主題環環相扣，用跨領域思維面對全球化環境安全的問題與挑戰，深入探討相關議題，以期開創農業發展的新視界。

8/30-31**俄羅斯** 莫斯科**農業、生物燃料與糧食安全國際研討會****International Conference on Agriculture, Biofuels and Food Security (ICABF)**

生物燃料乙醇的使用與糧食供應之間的緊張關係，是近年來國際農業與糧食安全關注的議題。本屆大會議程兼具科學性與社會性，關注集約農業如何兼顧生物燃料與糧食生產，避免耕地搶糧現象出現；分享新一代生物燃料開發情況，並針對各國土地特殊性，分析中小企業農業和產業的可能配置；探討生物燃料的多樣性開發，例如利用黑炭等農業廢棄物，從而不對糧食造成影響。

9/2-3

法國 波爾多

第7屆農業創新國際研討會**7th International Agriculture Innovation Conference (IAIC)**

IAIC大會結合最新科研成果和市場訴求，體現現代農業4大核心價值：創新、永續、技術、投資，匯聚各領域的研究人員和農企業家，在生態、社會和經濟完整性的基礎上，提出技術可行的解決農業方案。議程包括氣候變化對農業契作的影響、國際農業組織在發展中國家的作用、農業科技知識產權產出與轉移、發酵科學與未來食品技術發展趨勢、人工智慧在農業中的應用等等。

9/3-4

丹麥 奧胡斯

化學、生物與環境工程國際研討會**International Conference on Chemical, Biological and Environmental Engineering (ICCBEE)**

本次會議的主軸為生物與環境的化學變化對環境管理的具體影響，聚集化學、生物學、生態學與環境系統性工程領域的專家學者研究，提供跨域交流的平臺。議程主題內容包括：環境生物科技領域的新突破、環境物理化學領域的前瞻研究、環境永續管理人才的培育、生態學與環境微生物科學，希望結合高等教育與民間企業之力，達到產學合作的效果。

9/9-10

俄羅斯 聖彼得堡

自然科學與環境國際研討會**International Conference on Natural Science and Environment (ICNSE)**

大會由國際工程師與研究人員協會（IISE）贊助，旨在展示自然科學和環境領域新發現與研究進展，冀期促進泛科學領域工作的研究人員和從業人員之間的交流。會中主題包括：生物材料開發、儲存與監測碳排放、臭氧層探測研究、大數據下的綜合生態管理，兼具探索與研究面向，結合物理學、生物學和地理學等自然科學基礎研究，解決當前的環境問題。

9/13

印度 浦那

森林食品與永續農業國際研討會**International Conference on Forestry Food and Sustainable Agriculture**

森林食品是指以森林生態環境下生長的植物、微生物及動物為原料生產加工各類食品，本次會議強調食品安全與維護自然資源永續農業的核心價值。會議焦點有三：在森林永續經營原則下，森林食品如何以符合原生態、無污染的標準進行生產；如何輔導農業企業建立森林食品認證溯源體系；森林農業改良場開辦農糧類加工技術及食品安全的衛生教育訓練。

9/15-16

義大利 羅馬

有機農業科學、技術和應用國際研討會**International Conference on Organic Agriculture Sciences, Technologies and Applications**

有機農業科學、技術和應用國際研討會關注並回應城市有機農業、農業區發展後可能遇到的挑戰，例如收穫後處理與冷鏈物流技術的整合與平臺建構、產銷資訊的收集技術與農業區塊鏈的實際應用，子議題討論則包括有機農業的育種策略、低溫室氣體對城市有機農業的成本與收益、根莖作物在有機農業中的收穫周期、有機農業對生物多樣性的系統影響與經營效益評估等等。

9/22-23

英國 倫敦

農業無人機國際研討會**International Conference on Agricultural Drones**

無人機於農業的應用為當前各國現代化農業的重點項目。本次大會旨在透過農戶、農企業、農業自動化機具生產等產業鏈人員的交流，提高農場與農業綜合企業的效率。討論主題包括無人機的機型製造開發與數據分享、無人機於農田噴灑液態農藥的數據監控情況、無人機於精準農業系統中的開發成本、無人機在資源節約型生產中可能的發展趨勢等等。

9/27-28

美國 舊金山

有機農業山地生態系統國際研討會**International Conference on Organic Agriculture in Mountain Ecosystems**

會議匯集研究人員、農業從業者與山林保育員，就山地生態系統有機農業分享他們的經驗和研究成果，以展示和討論山地有機農業領域的最新創新與趨勢。討論的主題集中在如何平衡有機農業與山林水土保育，具體議題包括：有機農業原理運用於環境防汙與水土資源保育系統規劃設計、參與式生態經濟的教育訓練與考量、山林生態天然集水系統、植樹造林永續環境等等。

10/1-2

俄羅斯 新西伯利亞

世界土壤、水、能源與空氣會議**World Conference on Soil, Water, Energy and Air (WCSWEA)**

本次會議邀請土壤科學家、水循環工程師、能源與空汙研究人員進行跨領域資訊交流，討論主題除了水化學、土壤修復、微生物與水資源管理、再生能源與空氣汙染監測指標等理論類別，亦有解決農業耕種困境的論文發表，例如水土保持對減少土壤侵蝕的具體影響、退化農業土地上能源作物的種植經驗評估、田間殘留物產生的沼氣對土壤、水、氣候和生態足跡的影響等等。

10/5

南韓 首爾

食品微生物學與食品安全國際研討會**International Conference on Food Microbiology and Food Safety (ICFMFS)**

食品微生物學和食品安全國際研討會旨在介紹相關領域當下的研究，並為與會者提供面對面交流、建立業務或研究伙伴關係的機會。大會將邀請知名演講者進行座談，討論主題包括食源性疾病致病菌、食品微生物學運用於食安檢測的面向評估、生物性病原研究與食品運送的物流管理、微生物含量檢測食品安全的標準化等等。

10/13-14

阿拉伯聯合大公國 杜拜

生物技術和植物轉化國際研討會**International Conference on Biotechnology and Plant Transformation**

本次會議聚焦於如何透過植物生物技術轉基因品種作更有效的農業推廣，討論議題兼具實務經驗與大數據智慧技術開發，主題包括：植物基因組測序和功能基因組學、植物抗旱澇基因序定位、使用電腦視覺檢測溫室中的番茄花、環境臭氧對沙烏地阿拉伯蠶豆和豌豆生長和生產力的有害影響等等，希望以植物的轉化與再生技術接軌智慧農業。

10/21-22

德國 紐倫堡

細胞科學與分子生物學國際大會**International Congress on Cell Science and Molecular Biology (IC-CSMB)**

本會議為細胞研究者、分子生物學家、生物科技企業提供三方互動論壇，擴大當前細胞科學和分子生物學技術的開發和應用成果，亦涉及農業及植物的相關議題。會議廣邀從學術界、工業部門到政府組織的相關專家，一同討論細胞培養的當前關注點和新興趨勢、細胞基質相互作用、細胞信號技術、植物幹細胞特徵等等。

10/22-23

阿根廷 布宜諾斯艾利斯

運動營養與補給品國際研討會**International Conference on Sports Nutrition and Supplements (ICSNS)**

因應疫情常態化與運動營養品的風潮，以及大眾健康意識逐漸提升，大會著重於運動營養與補給品的成分組成研究與產品市場的推廣。邀請食品開發商、運動營養學學者、糧食轉作研究者等對此新興領域有興趣的專家同行參與，主題包括特定成分於營養品中的添加比例、水動能電解液食品的開發、食品補充劑的行銷與替代品、乳清蛋白之應用等等。

10/26

希臘 克里特島

環境、農業與生物技術研討國際研討會**International Conference on Environment, Agriculture and Biotechnology**

本場會議旨在展示環境、農業與生物技術三方領域中的新穎概念和基礎研究進展，建立動態且系統性的學術交流場域。會中主題包括：農作物種對極端氣候的適應性、農作物環境工程、生物分子標記技術、農業生物技術對轉基因作物在生長速度、抗病蟲害、定期效益上的具體影響；此外，亦著重於大數據與智慧技術的開發，提供全球化與區域性產能分配的新視野。

10/27-28

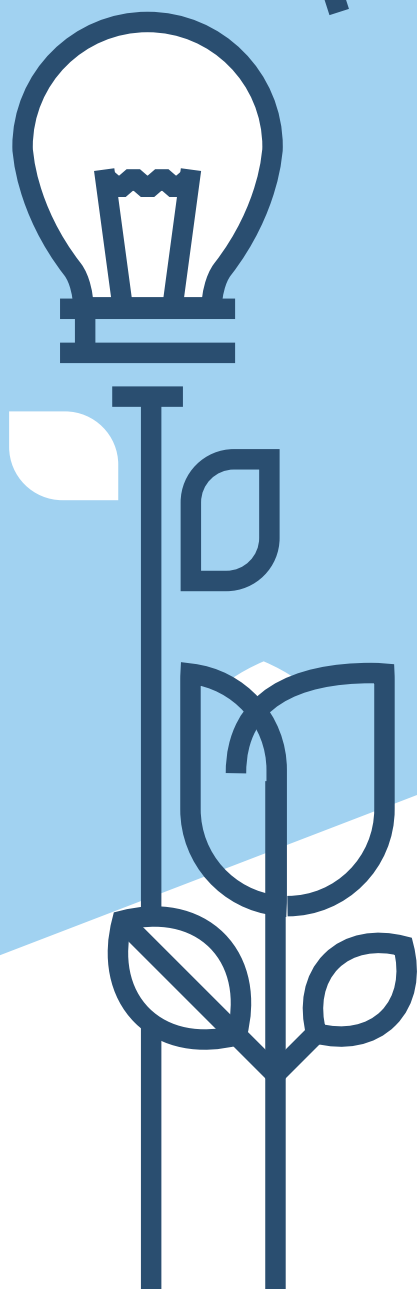
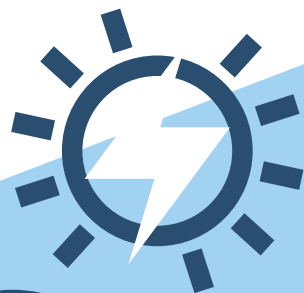
葡萄牙 里斯本

海洋保育科學國際研討會**International Conference on Marine Conservation Science (ICMCS)**

海洋保育是維護地球生態多樣性的重要挑戰，本會議宗旨在於透過海洋科學研究，提供海洋保育的工程技術與倫理原則，從而走向永續的藍色經濟。會議主題包括：遙感與沿海海洋學、海洋生物的生存力評估、海岸工程對海洋生態的影響、海洋微生物排放物對全球氣候之影響、非結構性數據監測海龜迴流生態現象、海洋公民概念的推行與實踐等等。

農業網站導覽

知識經濟時代，一指蒐羅寰宇資訊



生物願景資訊網

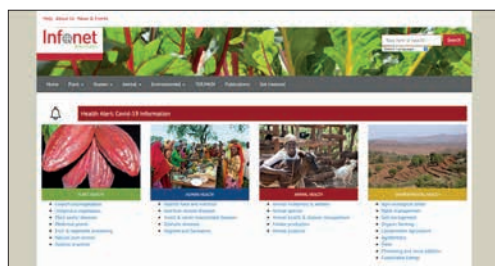
Infonet-Biovision

<https://infonet-biovision.org>

Infonet-Biovision是一個由瑞士Biovision基金會於發起的資訊平臺和資料庫，旨在向東非用戶提供可持續性農業技術的研究成果和資訊，提供有關作物、人類、動物和環境健康的科學和實用資料，並將科學研究和一般人難以理解的資訊翻譯成本地化的文章，傳遞適合當地的方法以增加人類和動物的福利與健康、改善區域的糧食安全，同時保護環境和生物多樣性，從而為減貧和環境保育做出貢獻。

Infonet-Biovision包含一系列精心挑選的有助於農業永續發展的主題，包括農業

技術、動物福利以及環境安全指引。相關的課題仍在不斷擴展當中，希望通過整體性的方法，在改善農村人口生活和創造收入的同時，也在最大程度上維護環境以及自然資源。



(圖片來源/ <https://infonet-biovision.org>)

農業轉型

Agriculture Transition

<https://ag-transition.org>

農業轉型由許多組織共同創建，並由挪威發展合作署提供財務支持，意在展示可持續性農業在各方面的實踐，讓大眾知道其實農民、小規模糧食生產者和供應商除了能養活不斷增長的人口，也能保護環境並為阻止氣候變化做出重大貢獻。同時，農業轉型也希望參與未來與糧食相關的政策和行動，民眾可參考網站上的政策報告列表和其他網站的連結，為農業的永續發展盡一份心力。

民眾也可向農業轉型主動提交可持續性農業的個案資訊，以擴充網站資料庫，惠

及其他想要瞭解相關資訊的農民、業者和研究者。農業轉型相信，可持續性農業是農業發展的首要目標，期望集結產官學界的力量，帶領農業永續前行。



(圖片來源/ <https://ag-transition.org>)



認明有機標章 有機蔬果安心吃



行政院農業委員會農糧署

廣告

許你一生健康幸福
讓我用有機



行政院農業委員會農糧署

廣告

ISSN 2521-490-X

