

國際農業科技新知 No. 104

Agricultural Science and Technology Newsletter International Quarterly

農業剩餘資源 循環再應用

農業資源物（副產物）作為飼料或飼料添加物之應用

林業剩餘資材的高值化產品研發：從創新到林業循環的實踐

農業剩餘資材應用於可生物降解農用薄膜資材製作



封面圖片提供：123rf.com

編者的話

因應世界永續發展的趨勢，農業剩餘資源循環再利用為近年的重要推行方向，透過事前規劃重新設計、技術開發、循環加值及共生共享等創新模式，讓資源能有效地一再被重複利用。

本期「農業科技視野」單元邀請相關領域專家，針對目前農業剩餘資源在農、林、牧各產業循環利用推動方式進行說明，挖掘可循環利用潛力。國立中興大學動物科學系李滋泰教授，從畜牧產業介紹，運用農業食品加工的蔬果殘渣及農作物廢料，再應用於飼料或飼料添加物中，可提高飼養效率及減少成本，也能減少資源物對環境的影響。

農業部林業試驗所林產利用組何振隆研究員兼組長、徐光平聘用助理研究員及嘉義研究中心簡子超助理研究員，運用多種節能創新技術，研發林業剩餘資材的高值化產品，

以實現林業循環經濟中的應用潛力。屏東科技大學通識教育中心林曉洪教授說明，添加農業剩餘資材製作複合塑膠薄膜，使用環境友善之綠色替代品—可生物降解材料，以提高其附加價值及有利於環境保護。

農業部門積極推動農業剩餘資源全循環零廢棄，透過各項措施及實行，促進農業產值增長，邁向綠色永續發展，以實現 2040 年農業淨零的目標。



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：ag.scitech@gmail.com



目錄

農業科技視野

農業剩餘資源 循環再應用

- 4 農業資源物（副產物）作為飼料或飼料添加物之應用
- 8 林業剩餘資材的高值化產品研發：從創新到林業循環的實踐
- 16 農業剩餘資材應用於可生物降解農用薄膜資材製作

農業科技論壇

- 26 亞太地區生物肥料與生物農藥的科技、運用及政策回顧國際工作坊紀實

農業科技新知

- 32 被星際大戰啟發的技術，能否解決缺水問題
該不該種植覆蓋作物，農夫如何取捨？
- 33 母灰翅夜蛾的費洛蒙也可以變成防治害蟲利器
民間的垂釣愛好者與科學家組成海洋研究團隊

- 34 美國牧場主探索輪流放牧的益處
蕈菇廢料可以作為便宜、健康的雞飼料補充品

農業科技活動

- 36 11月活動預告
- 37 12月活動預告
- 38 1月活動預告

農業科技網站

- 40 聯合國糧食及農業組織
Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)
澳洲農業未來 AgriFutures Australia

國際農業科技新知 季刊 發行月分：1、4、7、10月

網址 | <https://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 | 張維柔

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



農業科技視野

農業剩餘資源 循環再應用



農業資源物（副產物）作為飼料或飼料添加物之應用

作者\李滋泰（國立中興大學動物科學系教授）

農業資源物（副產物）面臨的問題與趨勢

農業仰賴自然資源進行農業生產，利用陽光、空氣、土壤、水分及養分等，生產出的農作物或產品提供給人們使用，無法被使用的剩餘部分過去通常被稱為「農業廢棄物」，但並非如字面上的廢棄，其實應該被稱為「農業資源物（副產物）」，包含農業生產過程中所產生的非主要產品，以下統稱農業資源物。農業資源物之種類廣泛，其中一個在農業經濟上的應用為替代經濟動物之飼料或作為飼料添加物。飼料是動物飼養的重要成本，適當使用這些農業資源物，可達到循環農業及減少碳足跡。由於農業資源物特性及營養組

成差異，使用上可粗分為直接應用以及需加工（如發酵）處理兩類；直接應用作為原料，因營養價值較高或較易為動物消化，可直接混合於飼料作為蛋白質、能量及纖維補充來源，如麩皮、酒糟（Distiller's Dried Grains with Solubles, DDGS）、麥糠或豆科加工後的粕類等；另一類則因含有高量飼糧纖維（Dietary fiber）或抗營養因子（Anti-Nutritional Factor, ANF），如秸稈、蔬果渣或豆殼等，則需經由乾燥或發酵處理後提高保存性並利於動物消化（圖1）。農業資源物經適當處理及加工後，應用於動物飼料，可提高飼養效率及減少成本，也能減少廢棄物對環境的影響。



圖1. 固態發酵 (SSF) 將農業資源物轉化為動物飼料。

(Reference: Marak, T. B., Tiwari, A., & Roy, A. 2024. Conversion of Agricultural Residues into High-Value Animal Feed. In Transforming Agriculture Residues for Sustainable Development: From Waste to Wealth. 2024:205-221.)

農業資源物（副產物）作為飼料或飼料添加物

農業資源物作為飼料或飼料添加物的應用是一個逐漸受到重視的議題，這種作法不僅有助於降低環境影響，還能提供替代傳統飼料成分有助提高經營獲利能力（Valizadeh and Sobhanirad, 2009）。常見應用如稻殼用作反芻動物的飼料，增加纖維素的攝取，改善消化；另外使用富含纖維及部分可消化的營養成分之玉米梗和玉米芯，也可作為飼糧中纖維來源；麩皮富含部分粗蛋白和礦物質，可少部分應用於家禽的能量與部分蛋白質補充；大豆殼富含蛋白質及微量元素可作為家畜禽的飼料原料；蔬果廢料如果皮、莖葉及果汁渣等，富含維生素和纖維素，亦適合用於家畜禽等動物的飼料添加物（Lin and Lee, 2021）。農業資源物再利用可由環保、經濟、應用價值面產生效益，就環保層面，將資源物再利用可減少農業廢料排放，降低環境污染，促進資源循環；於經濟層面，降低飼料成本，提高農場獲利能力。部份農業資源物中富含纖維、蛋白質、維生素及礦物質，有助於改善動物健康和生長效率（Desai *et al.*, 2016）。

雖然農業資源物再利用有諸多益處，但仍有其使用上之限制，因其營養成分差異大且來源不同，需要進行組成分析及計算（飼料配方），以確保飼料的均衡與營養。在部份農業資源物中存在抗營養因子，如植酸鹽、單寧及大豆胰蛋白酶抑制因子，可能影響動物對營養分的消化與吸收（Adeyemo and Onilude, 2013）。此外部分農業資源物較易腐敗（如豆渣），

需進行適當的保存和加工，以增加使用量。因此，雖然農業資源物作為飼料或添加物的應用潛力大，但在實際使用上仍須評估其營養價值、成本效益及加工處理方法，以確保安全性及經濟效益。

目前已知可用於動物飼養之農副產物主要來源有蔬果、糧食農作及生質原料等。蔬果廢料來自於農業食品加工的殘渣，這些農業資源物仍含有相當程度之營養，但因其水分含量高，不易保存，為其主要的缺點，在應用方式上可直接應用的如蘋果的加工後資源物仍含有豐富的纖維與代謝能，可配合於反芻動物飼料使用或製成青貯料之完全混合飼糧（Total mixed ration, TMR），或以較低量替代穀物用於家畜禽（如豬、雞等），建議在果渣中補充多醣類酵素（如果膠酶等），以提高動物利用率（Dhillon and Brar, 2013）。香蕉的果皮、假莖和葉子可青貯後用於餵養反芻動物，替代部分飼料原料使用（Chueh *et al.*, 2019 & 2024）。柑橘類在加工後廢料包含果皮、內部組織及種子，其成分含大量水份及可溶性糖易於消化，也容易腐爛，另外也含高量的纖維，亦適合用於反芻動物的飼養。鳳梨加工後剩餘之鳳梨渣富含纖維、可溶性糖及果膠，不僅可口也易於消化，適合用於飼養動物（Makinde *et al.*, 2011；Wadhwa and Bakshi, 2013）。

除了水果外其他農作物亦有大量資源物產生，如穀物、甘蔗、油籽、豆類及塊根類，這些大多是高纖維且營養價值低，要應用於動物飼養上通常需要再加工以增強其營養價值（Owen and Jayasuriya,

1989)。在生產生物燃料之副產物如生產乙醇的甘蔗和穀物渣(DDGS)，這些副產品目前也已被實際應用於飼養動物上(Galyean *et al.*, 2012)；生產植物油脂的油籽如油菜籽、大豆、棕櫚油及蓖麻樹等，生產過程會產出大量的資源物(Cooper and Weber, 2012；Kalscheur *et al.*, 2012)，亦被應用於反芻動物(Kalscheur *et al.*, 2012)、豬(Shurson *et al.*, 2012)及家禽的飼養上。另外在考量保存性與運輸成本，通常會採乾燥或脫水來延長保存時間並可減少體積，以降低使用成本(Ray, 2022)。乾燥或脫水會降低物質中水分，減緩生物分解，限制異味產生，進而最大限度減少體積，使其更容易被應用在動物飼養原料使用上。

微生物發酵技術之應用

發酵技術是一種有效提高農業資源物價值的方式，不僅能改善副產物的營養價值，亦能提高飼料效率(Chuang *et al.*, 2019；Li *et al.*, 2023)（如圖1）。發酵過程有微生物作用，可分解資源物中所含纖維素、半纖維素和其他難消化的多醣，釋放出更多的可消化營養物質，如短鏈脂肪酸、胺基酸和維生素等更易吸收的營養物質，並同時產生有益的代謝產物(Liu *et al.*, 2021)，而部份副產物中之抗營養因子如植酸鹽、單寧及胰蛋白酶抑制劑，也會經由發酵的過程而減少含量(Liu *et al.*, 1989)。適當發酵後的副產物通常具有更好的適口性和香味，增加動物的食慾(Baumont, 1996)。發酵技術雖然能有

效的提高農業資源物之價值，但其所需的設備和技術投入也是需要考慮的因素，且發酵過程中需要控制適當的溫度、濕度和時間，確保微生物的良好發酵環境，避免有害物質的產生。另外，亦需依據資源物之特性選擇適合之菌種才能有效提升其營養價值。以下簡要說明適當發酵農業資源物可增加的效益：

可提高營養價值

農業資源物之營養成分不完整，缺乏某些必要胺基酸(García *et al.*, 2014)，發酵技術能有效提高農業廢棄物的營養價值，其中亦會含有大量的微生物蛋白質(Dulf *et al.*, 2016)。例如，通過發酵稻草、稻殼或玉米秸稈，可以提升其蛋白質含量和可消化性，成為更適合動物消化吸收的飼料。如稻草透過廢棄之蘑菇太空包發酵後，降解稻草中之木質纖維素，有效提高山羊的採食量及產奶量，並可替代部份餵飼用的盤固拉草(Fan *et al.*, 2022)。

可提高飼料安全性

部份農業資源物中含有影響動物健康之物質，如大豆中所含之大豆過敏性蛋白質、胰蛋白酶抑制因子(Adeyemo and Onilude, 2013)，可透過發酵來降低此類抗營養因子之含量(Samtiya *et al.*, 2020)。此外，農業資源物之存放環境條件通常較不佳，可能導致黴菌素污染的產生(Gutleb *et al.*, 2015)，若未經處理用於飼養動物，可能造成採食量、飼料效率、免疫力降低等負面效果，更甚者造成

體組織受損死亡率提高 (Yu and Pedroso, 2023)，此類毒素亦可透過特定微生物之發酵過程部分降解 (Petchkongkaew *et al.*, 2008; Hassan *et al.*, 2021)。

可增加二次代謝物

利用益生菌發酵過程中，微生物會進行主要代謝活動如產生能量及細胞生長，還會產生具有多樣的生物活性的次級代謝物，如透過微生物產生類胡蘿蔔素可具提升動物抗氧化效果、微生物產生外源酵素幫助降解難以消化之營養素（如纖維素）、有機酸有助調整腸道菌相及提高適口性等 (Pandey *et al.*, 2000; Behera *et al.*, 2016)，以上多種機能性成分兼具免疫調節作用，都能對動物產生正面的生理健康之幫助。實際應用如麥麩、米糠及秸稈等農業資源物可作為蘑菇太空包之材料，子實體為人們所使用，而廢棄的太空包中所含營養份仍含有豐富的菌絲體及大量之菇類多醣體、麥角固醇、酵素及有機酸等次

級代謝物，可提高抗氧化能力，調節免疫等效果 (Teng *et al.*, 2017; Wang *et al.*, 2017; Pan *et al.*, 2018; Chuang *et al.*, 2021)。

結論

農業資源物不僅能做為肥料或燃燒之用途，在飼料之應用具有經濟及改善動物健康效果之價值。經濟動物因密集飼養，對於飼料需求不斷的提高，相應該農業技術也不斷提高大豆及玉米等傳統飼料原料之品質。然而，為了減少對高價值作物之依賴，減少為種植大豆及玉米而產生的林地過度開發，畜牧業也開始尋找其他可做為替代或補充之來源。在農業資源物中具有部分替代高成本飼料原料的方案，只要依農業資源物類型、動物物種及飼養之需求配合不同之處理方式，應用於動物飼料上不只能提高整體農業產業之經濟價值，還能減少廢棄物之增加。

(參考文獻請逕洽作者)



林業剩餘資材的高值化產品研發： 從創新到林業循環的實踐

作者\何振隆（農業部林業試驗所林產利用組研究員兼組長）

徐光平（農業部林業試驗所林產利用組聘用助理研究員）

簡子超（農業部林業試驗所嘉義研究中心助理研究員）

前言

隨著全球資源日益緊張和氣候變遷的問題加劇，資源的永續發展已成為世界各國共同關注的議題。林業作為生產木材和其他植物資源的主要產業之一，是屬於再生資源的一種，但在林木生長撫育過程及後續木材加工製作產品的過程中，仍會產生大量的剩餘資材，如：葉部、枝條、刨花、鋸屑、樹皮及邊皮材等。這些資材若未能得到妥善處理，不僅浪費資源，還可能對環境造成負面影響。因此，如何將這些林業剩餘資材轉化為高附加價值產品，並將其融入林業循環經濟體系中，是當前極需解決的問題。

林業循環是一種以林業資源的循環利用為重點發展模式，遵循「林業剩餘資材可達再利用、再循環、減量化」的原則，以精進林產利用技術通過低消耗、低排放和高效率的運作模式為基礎，實現資源的高效利用，並將對環境的影響降至最低。因此，於臺灣木竹產業生產加工過程中可能產生之剩餘物，年平均推估有 139 萬立方公尺（約為 70 萬公噸），而這些剩餘資材中 95% 以焚燒、廢棄等處理，僅有 5%

左右會再回收利用及其他處理（如堆肥、製成樹脂、蚊香、纖維水泥板、飼料、菇類栽培等）等低價值使用，因此，若能將此等剩餘資材，以省能、省成本及可回收的精進技術，如：化學萃取、纖維生質精煉分離及物理處理等技術，開發纖維素、半纖維素與木質素等主成分及副產物生產製程，以利多元應用於各產業中，除可解決剩餘資材處理問題，亦可大幅提升其經濟價值，增加林業資源有效利用。

因此，本文即為闡述林業試驗所林業循環研究團隊，近幾年來，研發木質剩餘資材於化學、纖維及物理等創新技術方法並開發高值化產品案例，並探討這些產品在實現林業循環經濟中的應用潛力，以期為林業剩餘資材的高效利用提供參考。

林業剩餘資材的特性與利用現狀

林業剩餘資材包括樹葉、枝條、刨花、鋸屑、樹皮及邊皮材等，這些資材是林木撫育過程或木材加工過程中產生的副產品。傳統上，這些資材的利用途徑主要集中在燃料、堆肥或作為低價原料供應給相關行業。然而，這些利用方式往往未能充

分發揮其潛力。其原因包括剩餘資材品質不穩定、缺乏高價值的再利用模式以及再利用成本高昂，這導致了現有再利用途徑的價值低下。因此，本研發團隊秉持節能創新技術與高值化產品研發的精神，進行了一系列研發和推廣，旨在挖掘林業剩餘資材高值化應用的潛力。

節能創新技術與高值化產品研發

木質纖維素材料是由植物細胞壁組成的有機材料，是地球上最豐富的資源之一，其中林業剩餘資材是其主要來源之一。這些材料的主要成分包括纖維素、半纖維素和木質素，這三者共占材料總量的約95%。副成分則包括糖類、澱粉、果膠質、萜類、蛋白質、脂肪酸和樹脂等，約占材料總量的5%。這些主要和副成分可以根據不同木材種類的特性，通過萃取、化學處理、纖維生質精煉及物理處理等技術加以利用，轉化為各類工業原料或產品，從而實現木質纖維素材料的多元化應用。

一、化學處理

根據適木適性原則，對於此等剩餘資材進行化學萃取處理，以獲得精油、純露及其他抽出成分。接著，對這些成分進行相關的成分分析和生物活性測試，以確認這些剩餘資材的應用產品方向。

香杉 (*Cunninghamia lanceolata* var. *konishii*) 為臺灣原生樹種，因其木材性質佳且香氣濃烈，故為屬臺灣國產材其中之一，可製成傢俱及工藝品等產品。因此，我們研發團隊則於撫育及製成傢俱之製程中，收集所產生之葉部、毬果部及邊皮材

部等資材 (圖1)，並萃取精油，進行成分及生物活性分析，以確定其功能並研發高值化產品：

研發團隊首先以所研發之「優化傳統水蒸氣萃取技術」(圖2)，分別進行萃取各部位精油，此技術具有以下優點：



圖1. 香杉經 (a) 撫育及 (b) 製材作業後產生的枝葉材等剩餘資材。



圖2. 研發團隊所研發出「優化傳統水蒸氣萃取技術」套組。

1. 優化冷凝系統

精進冷凝系統，以實現高效率的冷凝效果，並實現冷卻水溫度的自動調節和循環利用，從而減少水資源的浪費。

2. 穩定蒸氣壓力和溫度

此技術設計可保持蒸氣壓力和溫度穩定的系統，無需以人力時時監控機器設備，提高了操作的穩定性和可靠性，並達省工之效。

3. 多種材料可同時萃取

此技術亦引入串聯多個萃取筒概念，使每個進料萃取筒能夠同時處理不同的材料，提高效率和多功能性。

4. 分開自動收集萃出物

可確保精油和純露等產物能夠分開且自動收集，減少人力投入。

5. 提高精油產量和品質

基於上述優化技術，可有更高的精油產量，並確保更高品質的精油。

這些優點將有助於提高水蒸氣萃取精油技術的效率和可持續性，同時減少浪費和人力成本。這種技術的優化不僅有助於精油生產，還有助於保護水資源並減少能源消耗，對環境保護具有積極作用。

再者，將所得各部位精油進行收率及成分分析。於精油收率中，為以葉部位最高，為 1.31 ± 0.06 ml/100g，其次為邊皮材部位 (1.26 ± 0.03 ml/100g)，再其次為毬果部部位 (0.98 ± 0.05 ml/100g)。再者，主成分方面，於葉精油為 ferruginol (10%)、T-cadinol (8.2%) 及 α -cadinol (6.6%) 等化合物；邊皮材精油為 ferruginol (15.1%)、 β -caryophyllene

(11.2%)、 α -cadinol (10.9%) 及 cedrol (10.1%) 等化合物；毬果部精油為 abietadiene (42.5%)、abietatriene (13.1%) 及 α -pinene (9.6%) 等化合物。

於精油抗氧化活性方面，以邊皮材精油為最佳，其次為葉部位。而於抗菌活性方面，三部位精油對於金黃色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*)、表皮葡萄球菌 (*S. epidermidis*)、大腸桿菌 (*Escherichia coli*)、產氣腸桿菌 (*Enterobacter aerogenes*) 及腸炎弧菌 (*Vibrio parahaemolyticus*) 等食物病原細菌菌株及黃麴黴菌 (*Aspergillus flavus*)、黑麴黴 (*A. niger*) 及球毛殼菌 (*Chaetomium globosum*) 等食物病原真菌均具有抑制效果。再者，三部位精油依據 JIS L 1902 之方法，進行抗菌紙之抗菌效果評估，均為通過且效果極佳，因此，於未來可做為抗菌醫療產品之材料。

根據上述試驗分析結果，即開始著手進行香杉各部位多元化精油產品的開發。經由研發團隊的研究和開發，研發出以下產品：

1. 香氛產品

由於香杉三部位精油，其主要成分包括 ferruginol、T-cadinol、 α -cadinol、cedrol、abietadiene 及 abietatriene 等化合物，此等化合物則會產生令人愉悅之木質芳香氣味，故此等精油非常適合用於香水、按摩油及擴香等香氛產品。

2. 抗菌產品

香杉三部位精油抗菌活性佳，因此，具有潛力用於開發抗菌及清潔產品：

- (1) 於抗菌產品方面，為研發出抗菌精油、抗菌複方精油、抗菌噴霧、乾洗手、抗菌紙等一系列抗菌產品。
- (2) 清潔產品方面，為研發出地板抗菌清潔劑和去污劑等清潔用品。

此等產品可提供高效的抗菌保護，可滿足社會大眾對衛生和健康的需求。它們的開發利用了香杉精油的抗菌性質，為市場引入了新的抗菌產品料源並為居家清潔提供了更多的選擇，同時具有衛生和清潔效果。

3. 精油微膠囊產品

本研發團隊研發出精油微膠囊技術，此技術為將精油包覆在微小膠囊中的技術。這些微小膠囊可以控制精油的釋放速率，使其在一段時間內持續釋放，延長精油的作用時間，提高其穩定性和持久性。研發團隊以所研發之精油微膠囊技術應用於香杉三部位精油之多元及跨域產品，如：香氛精油明信片、香氛筆記本（圖3）及香氛滑鼠墊、香氛精油時空膠囊及香氛抗



圖3. 以精油微膠囊技術製成香氛筆記本。

菌紙等。故可應用於文創、保鮮、防蟲及抗菌產品等，為消費者提供更健康、更環保的選擇。

二、纖維生質精煉處理

木質纖維素材料是自然界中非常豐富的可再生碳源。當這些材料成為剩餘資材時，通常會被直接燃燒處理，將碳以二氧化碳的形式釋放到大氣中。然而，若能將這些剩餘資材轉化為化學工業品時，不僅可以延長其生命週期，還能活化其中的碳，進而促進林業循環經濟的發展。由於木質纖維素材料的組成複雜，將其轉化為大宗化學品需要經過多個製程的分離與整合，但此等過程中，仍可能釋放大量二氧化碳，從而降低整體碳效率。因此，開發高效的纖維生質精煉處理技術至關重要。

本研發團隊致力於精進纖維生質精煉處理技術，旨在降低能耗並使纖維素、半纖維素及木質素生成多種高附加價值產品，這些產品在工業和日常生活中具有廣泛的應用潛力。所研發產品介紹如下：

1. 漿料

研發常壓溶解製漿技術，使耗能降至最低，將林業剩餘資材轉化為紙漿，製造各類紙製品，如：工業用紙及包裝紙盒等應用。

2. 生物燃料

纖維素和半纖維素在精煉過程中可以被轉化為糖類，進而發酵生成乙醇等生物燃料。這些燃料可用於替代傳統石化燃料，減少碳排放，並推動交通運輸業的綠色轉型。

3. 生物工業化學品

纖維生質材料可轉化為多種化學品，如乳酸、丙烯酸等，這些化學品可用於製造生物可分解塑膠、塗料和溶劑等產品。與傳統石化產品相比，這些生物工業化學品具有更好的生物降解性和環境友好性。

4. 高性能材料

- (1) 纖維發泡材料（圖 4）：利用纖維發泡製程，使纖維進行發泡，賦予纖維素具有緩衝及環保機能產品，此類材料可取代廣泛使用的塑膠材料，除提高包裝材料的緩衝性能，亦可具有環保清潔性能。
- (2) 奈米纖維素：以化學 TEMPO 氧化法或高壓均質化、精磨、冷凍粉碎和超聲波處理等物理機械法製備奈米纖維素，使纖維素呈現奈米化，且賦予高楊氏係數、高抗拉強度、高聚合度、高結晶度、高親水性、高透明性及超精細結構，應用領域非常廣泛。



圖 4. 利用剩餘資材製成可降解的纖維素衍生產品，木漿纖維發泡材料：纖淨。

5. 纖維素衍生物

纖維素可以經過化學修飾或加工而轉化為纖維素衍生物，如纖維素乙酸酯、纖維素酯和纖維素醚，這些聚合物可應用於製造薄膜、塗層、纖維和藥物緩釋材料等。這類生物基聚合物具有良好的機械性能和生物相容性，為生物醫學和高性能材料領域提供了新的選擇。

6. 木質素及廢液分離純化

- (1) 芳香化合物和化學品：木質素的分解產物可以用來製造芳香化合物，如香草精，此化合物在食品、化妝品和化工行業中具有廣泛的應用。此外，木質素還可以被轉化為其他化學品，如苯酚樹脂、環氧樹脂和聚氨酯等，用於製造黏合劑、塗料和絕緣材料。
- (2) 木質素膠合劑：木質素可用於製造無甲醛膠合劑，這些膠合劑可應用於生產纖維板、膠合板和其他木製品的膠合過程，有助於減少室內空氣污染。
- (3) 生物燃料：木質素可以通過熱解或氣化技術轉化為生物燃料，如合成氣（syngas）。這些生物燃料可以替代傳統化石燃料，用於發電、供熱或交通運輸，從而減少碳排放。
- (4) 廢液處理後的回收化學品：廢液中可能含有殘留的化學試劑和可再利用的副產物，通過膜分離、中和反應等技術，可以回收這些有價值的化學品，用於其他工業生產過程中，從而提高資源利用率並減少廢棄物排放。

三、物理處理

物理處理是處理剩餘資材經過化學和纖維生質精煉處理後所剩下殘渣的重要步驟。這些殘渣通常仍具有潛在的利用價值。本研發團隊已研發出多種加工利用製程，進一步將這些殘渣轉化為多種產品：

1. 生質填充物

經過物理處理的殘渣可以作為生質填充物，用於製造生物複合材料。這些填充物可應用於塑料、橡膠和建材等行業，不僅增強材料的機械性能，還能降低成本並減少對環境的影響。例如，經過膠合和熱壓成型後，殘渣可以製成粒片板，適用於建築和家具製造。經混煉處理和壓製成型後，可製成木塑材，廣泛用於地板、圍欄、花架和家具等用途。此外，殘渣經吸濕處理後，與水泥和其他添加物混合，再經高壓壓製，可製成木屑水泥板，

這種板材具有優良的吸音和隔音效果，並且兼具水泥和木材的特性，極為耐用。

2. 生質燃料 (圖5)

殘渣還可以用於生質燃料的生產，例如生質顆粒燃料或固體燃料磚。這些燃料具有較高的能量密度，可作為替代能源應用於工業鍋爐、發電廠和家庭供暖，減少對化石燃料的依賴。

3. 動物墊料

木質剩餘資材經高壓擠壓及吸臭等處理後，可製成動物墊料，提供舒適的環境並減少異味。

4. 堆肥和土壤改良劑

經過物理處理的殘渣可進一步用於製造有機堆肥或土壤改良劑，這些產品可以改善土壤結構、增加土壤有機質含量，促進農業生產的可持續發展。



圖5. 竹類剩餘資材製作竹質生質燃料。

林業剩餘資材在循環經濟中的推廣應用

隨著循環經濟理念的普及，林業剩餘資材的高值化利用逐漸成為一個重要的研究領域。循環經濟強調資源的循環利用，即最大化資源的使用壽命，並將廢棄物轉化為新的資源，這與林業剩餘資材的高值化利用理念高度契合。為推動這一理念的落實，研發團隊設立了多處林業剩餘資材循環場域。在此，舉兩處循環場域為例。

第一處循環場域位於宜蘭蘇澳工業區的一家木工廠，以下介紹其在林業資材循環再利用及作為觀光工廠示範場域的實踐經驗：在宜蘭蘇澳工業區，木工廠的加工過程中產生了大量的下腳料和木屑等剩餘資材，這些資材長期堆積而未能妥善處理，導致環境和產業經營上的困境。為解決此問題，研發團隊與業者合作，不僅幫助解

決剩餘資材問題，還開發了高附加價值產品，同時協助設置木業觀光工廠，以實現林業循環經濟。示範項目包括：舊料回收、加工處理、產品研發基地的設立，精油文創產品的研發，木工及精油 DIY 活動場域的創建，以及環境教育展示與推廣（圖 6）。

第二處循環場域為漂水剩餘資材活化中心，設置於本所嘉義研究中心漂水工作站。該中心的設立目的是臺灣國產材推廣利用後所產生的剩餘資材，通過化學、纖維生質精煉處理及物理處理等技術，將這些資材轉化為多元高值化產品（圖 7）。

未來展望與結論

未來，隨著技術的不斷進步，林業剩餘資材的利用將進一步朝向精細化和高值化方向發展。新興技術如人工智能和大數據分析可在資材收集、加工和產品設計方面



圖 6. 林業資材循環再利用——精油萃取示範場域一隅。

發揮重要作用。此外，市場對綠色產品需求的增長，也將推動這一領域的創新和發展。

然而，挑戰仍然存在，如資源的可持續性、研發成本以及市場接受度等問題仍需解決。因此，未來應加強跨領域合作，整合資源，促進技術創新與市場需求的深度融合。

總結來說，林業剩餘資材的高值化利用不僅可以提高資源的利用效率，還能促進林業循環經濟的發展，是一個具有廣闊前景的研究領域。通過技術創新和政策支持，這一領域將在未來實現更大的突破，為全球的可永續發展做出重要貢獻。

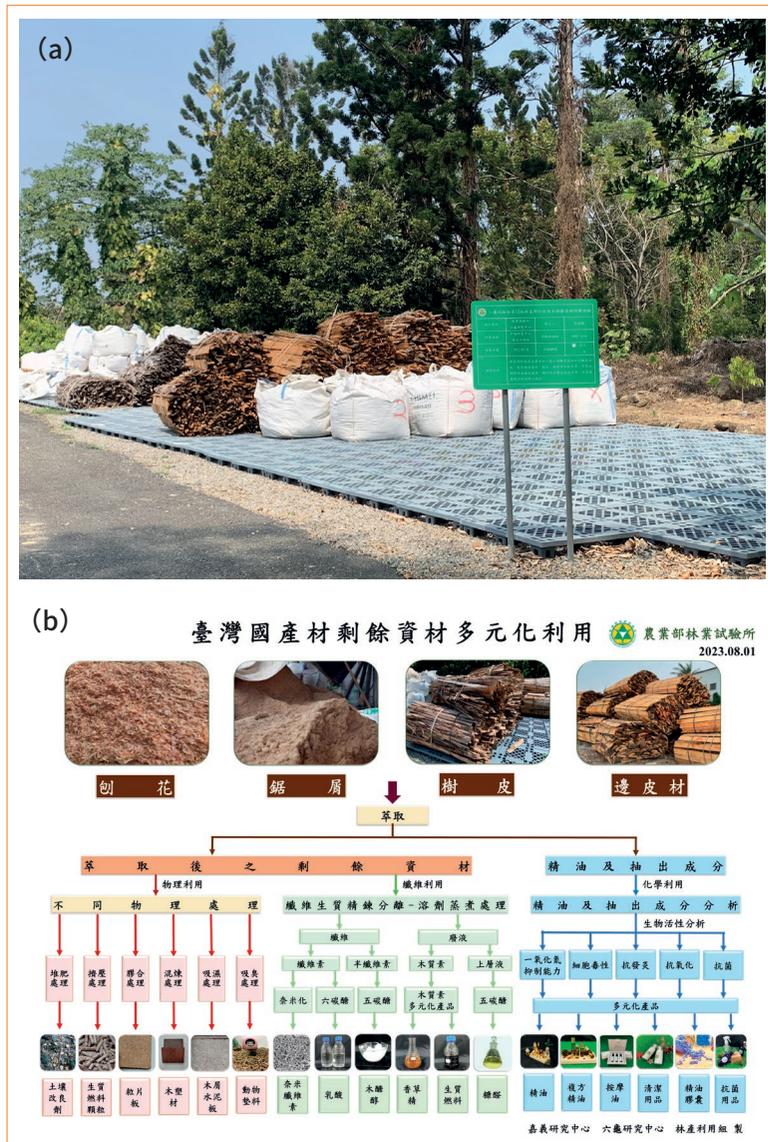


圖7. 漂水剩餘資材活化中心 (a) 及剩餘資材多元化利用流程圖 (b)，將各類剩餘資材通過化學處理、纖維生質精煉處理及物理處理等方法，轉化為多元化的高附加值產品。

農業剩餘資材應用於 可生物降解農用薄膜資材製作

作者\林曉洪（屏東科技大學通識教育中心教授）

前言

近一世紀以來，人類為追求工業發展而大量燃燒化石燃料，排放出大量的溫室氣體（二氧化碳、甲烷、氧化亞氮……），造成氣候變遷之結果，導致地球表面溫度越來越高，全球暖化加速，南極和格陵蘭等大陸冰川融化進而使得海平面上升，造成沿海低窪地區被淹沒，多處地區也因海水溫度升高，蒸發速度加快，因而降雨量更為集中，瞬間出現暴雨，造成嚴重水災，另則因蒸發速度過快，導致乾旱地區缺水更加嚴重，甚至沙漠化。

就臺灣而言，出現較為明顯的跡象者是乾濕季節，因為降雨為影響農業收成最重要之因素，短時發生的強降雨，造成許多作物因無法抵擋強大雨水帶來之衝擊，易使葉片破損、植株傾倒、瓜果腐爛，產生嚴重的經濟損失。例如，2021年初臺灣西部地區的大規模乾旱事件，多處水庫蓄水量低至10%，為自1947年以來最嚴重乾旱，不但影響作物灌溉且導致病蟲害增加，嚴重減少作物收成，極端氣候帶來的影響，使人們不得加以重視。

永續發展（Sustainable development）儼然已成為國際上重視之議題，現今全球

已超過153個國家宣示在2050年要共同達成淨零排放（Net zero emissions）之目標，透過人為移除的方式，抵消人為所造成的溫室氣體排放量，加總後等於零。身為地球村之一分子，我們可以從日常生活做起，改變飲食習慣多吃蔬食、減少耗用木材產品、拒絕使用一次性塑料，而大企業需清楚標示產品的整個生命週期中，直接與間接產生的溫室氣體排放量，讓消費者購買友善環境商品。

臺灣土地面積小屬於單一集約之精緻農耕型態，為使作物收成量增加、賣相佳，種植過程經常噴灑大量農藥。三、四十年來除草劑、農藥、化肥過度使用，每公頃農藥用量達17公斤，用藥量居世界之冠，比全世界平均用量0.5公斤高出許多（環境資訊中心，2017），使用農藥雖可防治病蟲害、抑草、提高作物產量，然而殘留在地質之農藥，使得土壤快速劣化貧瘠，農作物生長養分更加仰賴化肥、農藥，若人類長期食用含有農藥的蔬果則會引發多重疾病，如內分泌系統受化學物質嚴重干擾、神經系統損傷、甚至有致癌風險。且會嚴重影響生態及環境，使得土壤肥力降低、作物減產。土壤中有機質加劇流失。

由於臺灣農業作業生產方式，使得表面土壤變成「碳排」而非「碳固存」耕作。耕地土壤有機碳含量低，有機、友善耕作面積僅約 2%，進而凸顯臺灣耕地農用薄膜（Agricultural mulch film）對土壤覆蓋與有機質碳固存之急迫性。農用薄膜是一種覆蓋農田之薄型塑膠膜，具有保持土壤溫度、濕度、抑制草類生長、防止病蟲害之效果，由於塑料具有輕質、耐用及廉價等優點，故已被全球各國廣泛應用於農業栽培，一般市售農用地膜主要材質為不可降解塑膠，如聚氯乙烯、聚乙烯及乙烯—醋酸乙烯酯共聚物等，不同作物選擇適當的機能性農膜可達到農業所需目標。臺灣每年種植蔬菜、瓜果及花卉都會用到大量的農膜，年用量高達 1.3 萬噸，以精緻農業之草莓栽培，一年估需耗用至少 250 噸農用地膜。

然而採收期過後之廢棄農用地膜為非事業廢棄物，無法回收處理，因此農民經常任意棄置或以焚燒或破碎埋入農地內，多為就地掩埋或焚燒。然而如 PVC 類塑膠廢棄物焚燒時，會產生有毒之氣體如氯化氫及甲醛、多氯聯苯和戴奧辛等；而 PE 及 PS 類塑膠燃燒時會產生黑煙，造成空氣污染。若掩埋於地下，則不僅需廣大的空間，也因塑膠不易腐爛分解之特性（一般塑膠分解約需 200 ~ 400 年），久而久之會造成土壤嚴重污染，破壞土壤結構及使農作物產減等不利因素。

根據歐洲生物塑膠協會及 Nova-Institute 在 2021 年共同發布的調查報告中顯示：在 2020 年，全球塑膠產量已達到 370 萬公噸，其中 40.5% 的塑膠應用在包裝材料

上，是塑膠產業最大的市場。石油基之塑膠製品，如 PE、PP、PET 等雖具有生產成本優勢，但其消耗自然資源與生產時產生大量碳排，使用後在大自然中無法分解，以焚燒方式處理所排出之有毒廢氣造成的環境危害等因素，促使人們思考尋求其他對環境友善之綠色替代品—可生物降解材料乃應運而生。

在此背景下，本文擬彙整國內生物性農業剩餘資材產量，並舉兩種具可生物降解之聚合物「聚丁二酸丁二醇酯（Poly butylene succinate, PBS）及聚對苯二甲酸一己二酸丁二醇酯（Polybutylene adipate terephthalate, PBAT）」分別添加兩種生物性農業廢棄物（稻殼及茶葉渣）製作複合塑膠薄膜，添加生物質之目的乃為降低成本較高之塑膠原料。兩種材料經混練與造粒後以平模成型機製備厚度 0.2 mm 可生物降解之複合薄膜，進行田野試驗以了解其降解性能及證明其降解之效益。期望藉由本研究開啟利用國內每年農業剩餘資材生物資源。經由重新設計產品與製程，運用新科技使資源、原材料與廢棄物回到產業鏈內不斷循環，以減少能資源之消耗和廢棄物產生，並提高農廢棄物（副資材）之附加價值及利於環境保護，創造雙贏策略。

臺灣農業廢棄物之種類及產量

圖 1 為各類生物質廢棄物之來源。而農業生產過程中產生的生物質廢棄物，又稱為農業剩餘資材或農業副資材。表 1 顯示，2019 ~ 2023 年臺灣農業廢棄物之排放量。由表得知，近 5 年臺灣有關生

物性農業廢棄物保守估計平均每年約有5,500,000公噸。農業剩餘資材除為可再生資源外，其多半具有低密度、低耗能、低成本、加工難度低、隔熱及隔音性能佳等卓越性能，被廣泛應用於聚合物與生物

複合材料中 (Ramesh *et al.*, 2017)。在多項研究中都顯示農業剩餘資材在生產功能性複合材料方面具有潛力。因此如未善加利用，除浪費寶貴的天然資源外，任意棄置也會對環境造成污染問題。

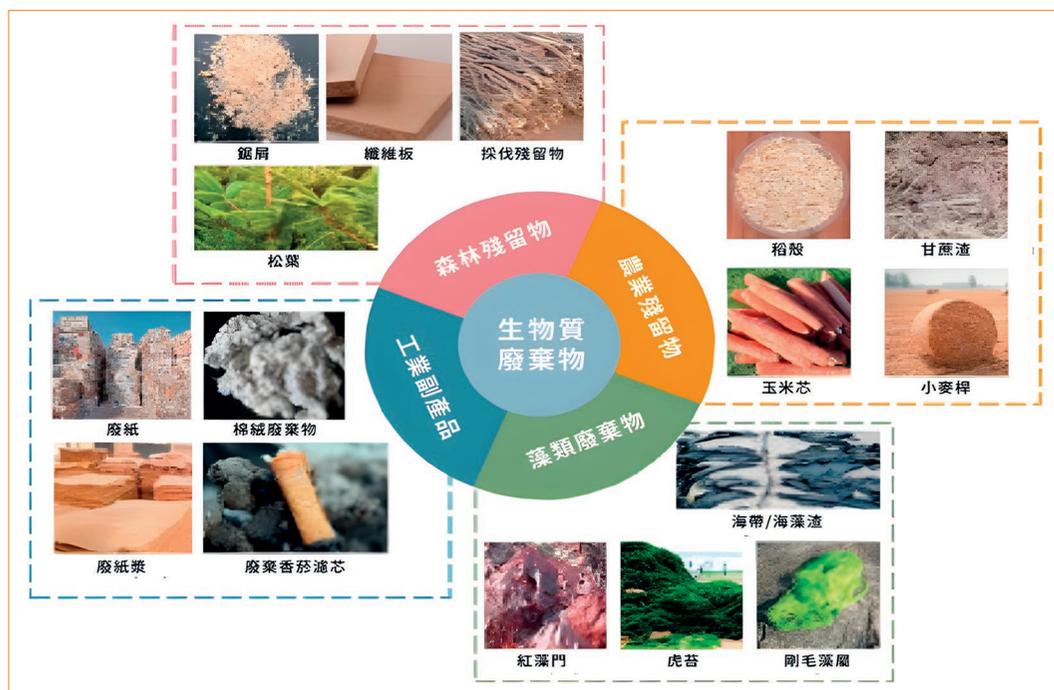


圖1. 各類生物質廢棄物之來源 (Yu *et al.*, 2021)。

表1. 2019~2023年臺灣農業廢棄物(生物性)之排放量統計年表(取自：農業部，2024)。

單位：公噸

年份	2019	2020	2021	2022	2023
總計	4,888,874	5,338,433	5,069,037	5,073,445	4,939,495
農業廢棄物(生物性)	4,786,009	5,233,408	4,967,023	4,973,594	4,839,205
農產廢棄物	2,292,389	2,676,130	2,460,717	2,462,057	2,300,714
稻殼	358,242	350,146	312,174	315,155	292,075
稻蒿	1,791,211	1,750,729	1,560,870	1,575,777	1,460,374
廢棄菇包	142,935	156,487	175,975	153,349	140,437
果樹枝條*(1)	—	247,396	248,282	255,840	245,893
竹筍園剩餘殘*(2)	—	171,372	163,416	161,935	161,935

* (1)、(2) 項目為2019年後新增。

循環經濟 (Circular economy)

自十八世紀工業革命以來，人類社會蓬勃發展、科技進步，生產與製造方式逐漸轉為機械化，機械力逐漸取代人力勞作，技術革新帶動工商業發展，此時之經濟模式為線性經濟，即產品由原料取得開始至成品加工，最後消費者使用後丟棄轉成為廢棄物，為一種由「資源－產品－污染排放」單向流動之經濟模式。而在該生產過程中，資源、能源的消耗及最終廢棄物的處理皆對環境造成巨大負擔。

故於二十世紀起陸續有學者提出「循環經濟」(Pearce & Turner, 1989) 即「搖籃到搖籃」之概念，期能在資源有限、經濟持續發展情況下，同時滿足需求變化及減少資源之浪費，由過去資源單向式的消耗模式邁向創新的循環經濟模式，設計具備可恢復性及再生性的產業系統，經由低消耗、低排放及高效率之利用，使產品生產過程中產生極少的廢棄物、延長生命週期，甚至達成零廢棄的終極目標。

農業剩餘資材作為地球上大量的可再生資源，無疑在近幾十年中受到了極大的關注。然而，目前大部分生物質廢棄物的利用，經過回收處理後，主要侷限於少數低附加價值的產品，如何經由創新和技術發展將其轉變為增值產品成為一個值得思考的議題。

塑膠薄膜 (Plastic film)

指一種薄的連續性高分子聚合材料。厚度較大的塑膠材料通常稱為「片材」。塑膠薄膜廣泛應用於包裝、塑膠袋、標籤、建築、景觀美化、電氣製造、攝影膠片、電影膠片及錄影帶等。

一、薄膜之製作方式

塑膠薄膜生產技術可分為吹膜加工法 (Blown film process) 和平膜押出加工法 (Flat film extrusion process) 又稱流延法 (Casting film process)。

(一) 吹膜加工法：塑料經押出機塑化後，進入模頭，在模頭內先經螺型流道導引成圓形膜管後，經模唇區押出成圓形膜管，再經由膜管內的空氣吹脹、引取滾輪向上引取、外圍冷卻風的冷卻作用，而形成圓管狀的膠膜。或者定義為採用環模法的操作方式，將押出之熔融態塑膠原料經環形模，以空氣吹成管膜，再予冷卻即成膠膜。吹塑加工法與其它工藝方法比較，具有以下之優點：(1) 設備簡單、投資少、收益快、(2) 設備結構緊湊，占地面積小，廠房造價低、(3) 薄膜經拉伸、吹脹，力學強度較高、(4) 產品無邊料、廢料少、成本低、(5) 幅度寬、焊縫少、易於製袋。與其它工藝方法比較，其缺點如下：(1) 薄膜厚度均勻度差、(2) 生產線速度低，產量較低 (與壓延比較)、(3) 厚度一般在 0.01~0.25 mm，折徑 100~5,000 mm。

(二) 平膜押出加工法又稱流延法：即熔膠由 T- 型模頭押出後，以氣刀輔助，與冷卻輥輪充份接觸進行冷卻，並由後續輥輪組捲取。押出生產於材料加熱時進行壓花，從而改變膜材表面賦予其更大的柔韌性、柔軟度和強度。使得薄膜能更加地

黏附到土壤表面，適合應用於高架床生長作物。

二、機能性多層膜製作技術應考慮之因素

（取自：高雄科技大學模具工程系黃俊欽教授技術資料）

（一）結構設計：包含塑料選擇（機能設計）、厚度設計（層數設計）、及押出機設計方面（螺桿設計、動力系統）。

（二）共押模頭：（模頭設計、模頭材質）及製程控制方面（製程條件、線上監控）等。

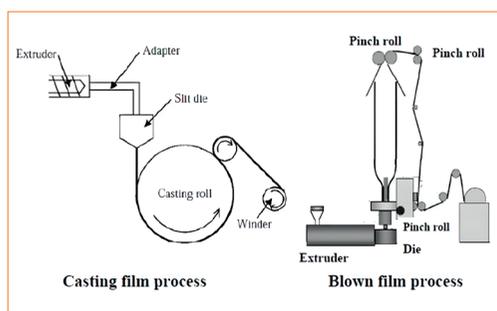


圖2. 薄膜之製作技術（取自：國立高雄科技大學模具工程系）。

覆蓋膜 (Mulching film)

如塑膠薄膜作為農業用途時，則被稱為覆蓋膜或農用地膜。近年來基於全球氣候變遷及缺工等嚴重之問題，使得農用薄膜之開發被賦予農業上重要之用途。將薄膜覆蓋土壤，以防止農作物和土壤受到大氣物質 (Atmospheric agents) 的污染，大氣物質會導致地面乾燥、水果變質、冷卻土壤和取代肥料，因此對於植物生長是必要的且有助於抑制雜草生長。

此外，覆蓋可提高產量並提早收穫等多重功能。根據資料顯示，經由打孔的黑色

或透明農用薄膜上的孔種植或直接播種作物時，薄膜的使用確實有助於多種蔬菜更有效的生長。許多蔬菜可提早收穫、提高產量和獲得較佳之品質。另外，薄膜尚可顯著減少土壤水分的流失。因此，覆蓋後可保持土壤濕潤，從而降低額外澆水的成本。田間試驗也顯示，與未使用農膜比較，蔬菜收穫幾乎增產一倍。

然而農用薄膜如使用傳統塑膠原料所製備者，當作物收成後，薄膜會有回收困難、焚燒產生空氣污染及埋入土中難以分解，久而久之造成對土壤地力損害及產生塑膠微粒等多重問題。針對上述缺點之改善及對地球環境保護之考量，因此，科學家陸續研發可生物降解農用地膜 (Biodegradable mulch film) 產品之應用。

可生物降解塑膠薄膜

生物塑膠 (Bioplastic) 可定義為源於生物基 (Bio-based) 或可生物降解 (Biodegradable) 之聚合物。其中，生物基指物質為部分或全源自生物，如玉米澱粉所製成。可生物降解則意味物質可被土壤、自然水體或廢水處理系統等環境中的微生物所分解，如圖 3 所示，生物塑膠除大眾廣泛認知之以生物材料生產的可生物降解塑膠外，亦包含由石化生產之可生物降解塑膠及源於生物基，但不可被生物降解之塑膠 (Taofeeq et al., 2009)。

一、常用可生物降解塑膠種類

目前已商業化生產之可生物降解材料，主要有聚乙烯醇 (PVA) 及聚乳酸 (PLA) 兩種，另外尚有澱粉基

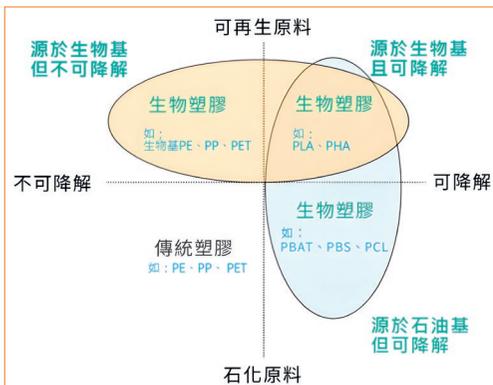


圖3. 生物塑膠之分類 (Taofeeq et al., 2009)，可生物降解農用地膜比聚乙烯薄膜含有更多的紫外線吸收劑。

(Starch Blends)、聚對苯二甲酸丁酯 (PBAT)、聚丁二酸丁二醇酯 (PBS) 及聚羥基脂肪酸酯 (PHAs) 等。

二、可生物降解原理

係在微生物的協助下，可轉化為水、二氧化碳和生物質，此種轉化現象稱為生物降解。國際間對可生物降解塑膠之定義不一，是否可完全降解取決於可降解塑膠中添加劑種類、材料厚度及棄置環境條件等因素有關。

不同顏色之可生物降解農用薄膜扮演之功能

一、黑銀色／黑白色薄膜

三層薄膜正面朝上者為銀色或白，朝下的一面黑。具有反射輻射，可防止幼苗、植物和果實過熱增強光合作用驅除害蟲（如蚜蟲、銀葉粉蝨）；並可防雨水沖刷，確保肥料不易被流失。減少農藥使用量土壤也並可防雨水沖刷，確保肥料不易被流失。減少農藥使用量土壤也保持鬆散，不會因水分

流失而壓實。一般銀黑色薄膜，向下黑色的一面雖可抑制雜草生長，惟溫度會升高，使作物根系發展不健全。而向上一面的銀色可使陽光反射，防止害蟲隱藏在樹葉下面。

二、棕色／黃色薄膜

此種薄膜朝上的面為黃色，朝下的面為棕色。黃色會吸引害蟲（主要是菸草粉蝨），國外研究人員研究顯示，使用此種薄膜可顯著降低菸草蛾將病毒性疾病傳播到多種作物類型的機會。棕色者可減少輻射傳輸和雜草發芽。

三、棕色／銀色薄膜

此三層薄膜正面朝上的者為銀色，朝下的一面為棕色。銀色可反射、輻射，防止幼苗、植物和果實過熱，增強光合作用，驅除害蟲；棕色可減少輻射傳輸和雜草發芽。

四、黑色薄膜

黑色薄膜可吸收及阻擋輻射，抑制雜草發芽。當其吸收輻射時，溫度會變暖並加熱土壤。但於炎熱的季節，過熱可能會導致燃燒，使幼苗崩潰及水果受高溫危害等現象。

五、鋁或棕色薄膜

鋁或棕色薄膜結合了兩種性質：可於近紅外線 (NIR) 範圍內的輻射傳導，有助於土壤加熱以及光合活性「Photosynthetically active radiation (PAR)」範圍內輻射的阻擋，此與不透明薄膜者類似，可減少雜草發芽。此種薄膜特別適合秋季、冬季和早春生長的作物及雜草容易生長之地區。



圖4. 田間使用不同顏色之農用薄膜案例 (取自：西班牙 SOTRAFA 公司資料，2024)。

可生物降解農用薄膜之特性

- 一、可在土壤中生物降解。
- 二、節省時間及廢棄成本：可節省去除和處置傳統塑膠薄膜所需成本。
- 三、在農地上不會有如傳統塑膠之殘留。
- 四、可作為農園藝和環境使用之傳統塑膠薄膜替代品。
- 五、可增加/降低土壤溫度。
- 六、減少雜草生長。
- 七、減少水分蒸發，可節約用水。
- 八、節省農藥施用量。
- 九、防止水果和蔬菜直接接觸土壤，可保持乾淨。
- 十、高反射率：可反射陽光，增加植

物下方的照光量，促進植物光合作用，助於植物生長。

- 十一、高遮蔽率：可遮擋陽光，抑制雜草的生長，降低農藥用量。
- 十二、高阻隔性：調解土壤溫溼度，減少土壤水分蒸發與侵蝕。
- 十三、高物理強度：鋪設於田畦時，具有一定強度不易破損。

本研究室製作可生物降解農用地膜之性質及田野試驗實例

以兩種可生物降塑膠 (PBS+PBAT) 分別添加兩種農業廢棄物 (稻殼及茶葉渣) 之三種重量比 (10 - 20%) 經混練與造粒後製成複合薄膜之基本性質如表 2 所示。

表2. 複合薄膜之基本性質 (何瑀虔，2023；陳欣怡等，2023)。

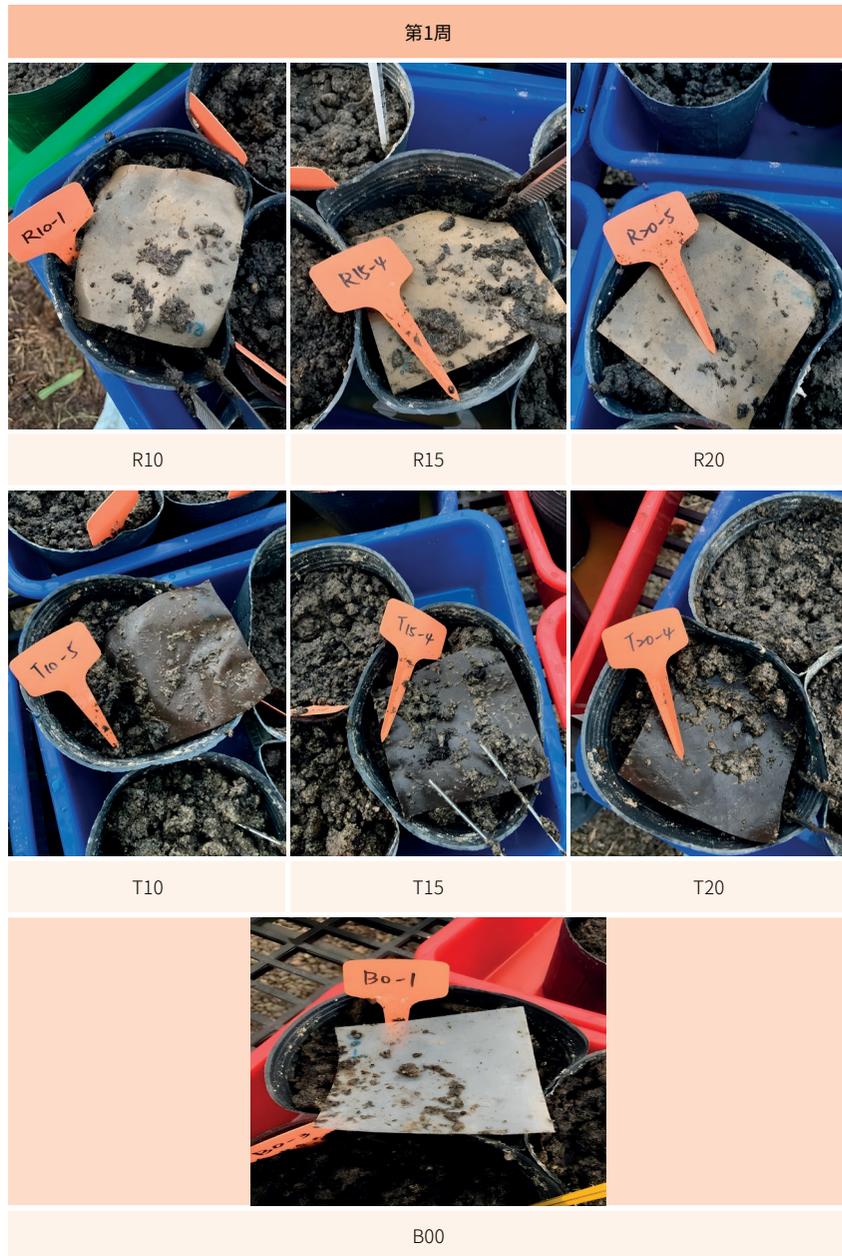
Sample code	Mass (g)	Thickness (mm)	Density (g/m ³)	Moisture content (%)
B00	2.13±0.23	0.20±0.07	1.10±0.21	0.39±0.04
R10	3.19±0.08	0.23±0.01	1.38±0.07	0.95±0.02
R15	3.17±0.16	0.23±0.01	1.38±0.04	1.26±0.07
R20	2.84±0.05	0.21±0.01	1.36±0.01	1.42±0.12
T10	2.86±0.37	0.21±0.02	1.36±0.07	0.83±0.06
T15	3.28±0.03	0.24±0.01	1.40±0.05	1.25±0.02
T20	2.85±0.01	0.22±0.01	1.33±0.03	1.45±0.08

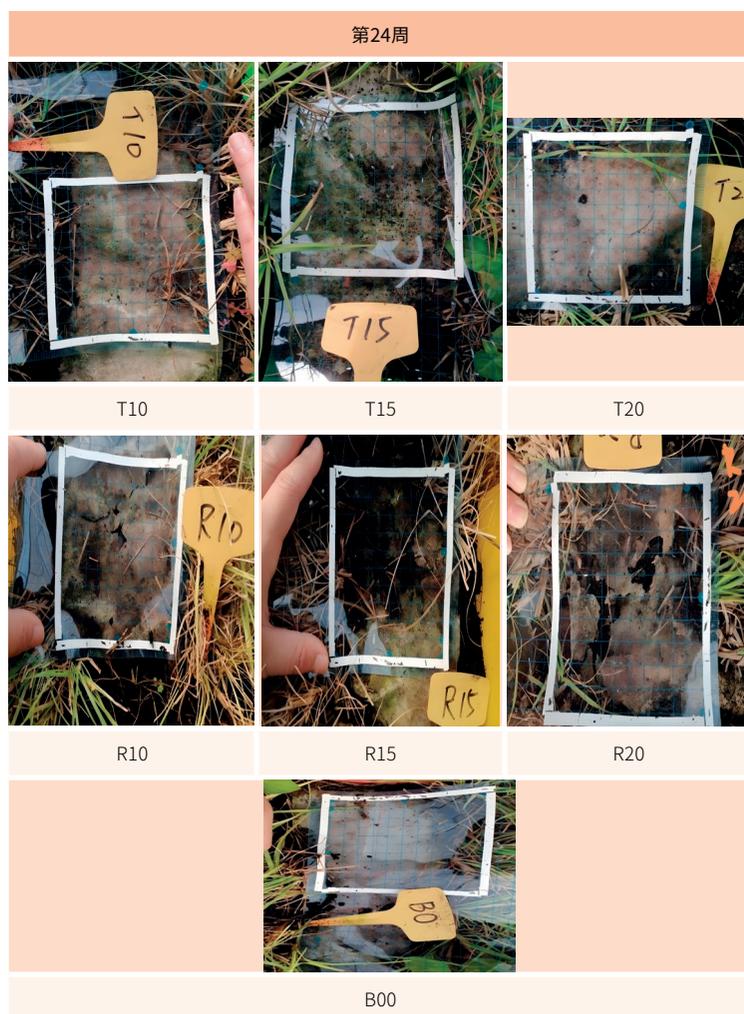
註：B00為對照組 (PBS/PBAT薄膜)；R為稻殼；T為茶葉渣。B00表示薄膜中不含任何生物質材料，R10~R20、T10~T20分別表示薄膜中含有10~20 wt%之生物質材料。

表 3 為各試驗組複合薄膜於第 1 周及第 24 周之降解及抑制雜草試驗之效果。由第 1 周各試體顯示，各試驗組薄膜均完好如初，尚未出現降解情形，惟試驗至 24 周（6 個月）後，發現各試體出現大小不一之降

解現象。尤以添加 20% 生物質材料之複合薄膜降解速度較大，此因生物材料易受微生物危害而降解。故添加較多生物質材料時，則複合薄膜可加速降解速度。

表 3. 各試驗組複合薄膜於第 1 周及第 24 周抑制雜草試驗之效果





B00 對照組 (PBS+PBAT)、R 為稻殼、T 為茶葉渣。

結論

農用薄膜覆蓋土壤可防止農作物和土壤受到大氣物質之污染，大氣物質會導致地面乾燥、水果變質、冷卻土壤和取代肥料，對於植物生長是必要且有助於抑制雜草生長及可提高產量和提早收穫等多重功能。惟傳統塑膠使用後難以回收及無法分解造成對環境污染。

可生物降解塑膠薄膜可被土壤、自然水體或廢水處理系統等環境中的微生物所分

解可轉化為水、二氧化碳和生物質，實驗室實證可生物降解複合薄膜添加部分生物質原料，除可降低成本較高之可生物降解塑膠外，確實具有降解之功效，對環境污染衝擊較小。國內每年平均產出 550 萬公噸生物質農業廢棄物（副資材），可循環再利用，作為再製附加價值高之綠色環保材料，既可節省寶貴的天然資源外，尚有助於節能減碳等雙重效益。

（參考文獻請逕洽作者）

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。

亞太地區生物肥料與生物農藥的科技、運用及政策回顧國際工作坊紀實

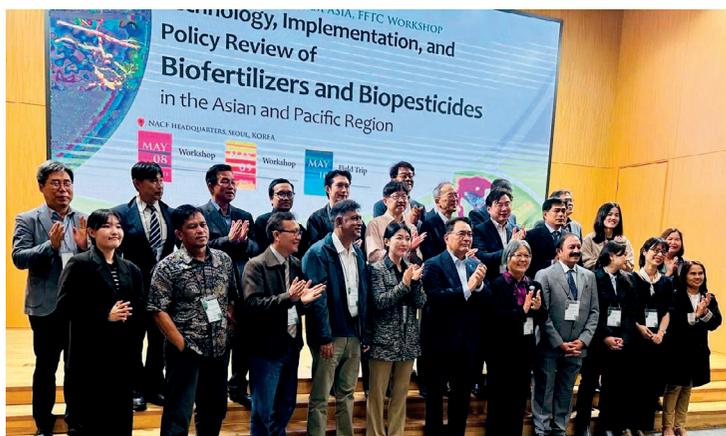
作者\羅佩昕（臺中區農業改良場助理研究員）

慣行的農業生產消耗大量資源並對生態環境造成破壞，為避免此不利趨勢，各國紛紛將發展永續農業作為重要的施政目標，提出相對應提高有機或友善耕作之策略，減少化學農藥使用，並鼓勵非農藥防治及綜合害物管理策略（IPM）的實踐。隨之，各國提高化學農藥登記與使用標準，逐步放寬與簡化生物肥料與生物農藥登記程序，並配合生物肥料與生物農藥導入農民田間管理相關政策的推行，以提供兼具環境友善和成本效益的作物管理模式。

為促進亞太地區各國針對現階段推行生物肥料與生物農藥所面臨的困難進行交流並相互學習，由韓國農協中央會（NACF）、馬來西亞農業發展研究所（MARDI）、國際有機農業聯盟亞洲分會（IFOAM-Asia）及亞洲太平洋地區糧食與肥料技術中心（FTTC）共同舉辦「亞太地區生物肥料與生物農藥的科技、運用及政策回顧」國際工作坊，於113年5月8-10日在韓國首爾展開連續3

天的會議與實地參訪。會議內容聚焦在亞太地區生物肥料與生物農藥的商業化與田間施用經驗分享、所面臨的挑戰及其永續推動策略。

工作坊採實體與線上視訊同步展開，邀請來自11個國家，包含韓國、日本、馬來西亞、印度、孟加拉、菲律賓、越南、美國及臺灣，共29位講者及學術海報發表學者，針對各國生物肥料與生物農藥的發展與現況進行總覽與案例分享，一同討論可促進農民採用生物肥料與生物農藥的永續策略。本文為作者參加本次國際工作坊，與各國學者共同討論亞太地區在生物肥料與生物農藥推行過程所面臨的困難及可行的解決方案探討實錄。



亞太地區各國講者與海報發表學者共襄盛舉。

亞太地區生物肥料發展現況

綜觀目前亞太地區的生物肥料開發項目，生物肥料的種類逐年增加，依生物肥料的功能性可分為多個種類，包含固氮、溶磷（鉀）、植物生長促進根系細菌（PGPR）、有機質分解及生物刺激素等，以達到提供作物養分及提升土壤健康之效能。生物肥料主要是運用生物體的自然轉換與代謝能力，將土壤中的物質轉換，提供作物生長所需養分，例如：溶磷（鉀）菌轉換土壤中原本無法被植物所吸收的磷或鉀型態，成為植物可吸收型態，也是目前大家耳熟能詳的具溶磷（鉀）能力的生物肥料；而生物體透過固定環境中的氮，提供作物生長所需的氮源，進而促進植物生長，則為具固氮效果之生物肥料。

另一種類則為透過生物體所產生的荷爾蒙、嵌鐵物質及各式胞外分解酵素的產生，促進作物生長，並達到保護作物及強化作物抵抗環境逆境之能力之生物肥料。這類可發展為生物肥料之生物體包含：細菌、各種真菌及藻類，皆可透過深入的研究，開發生物的潛能，成為作物生長的助力。

來自亞太各國學者分享目前生物肥料相關開發重要成果，以下為部分國家重要成果摘錄：

一、菲律賓

水稻與玉米是菲律賓的重要作物，生長期間需要大量氮肥，因此栽培期間肥料的成本支出較高。來自菲律賓洛斯巴尼亞奧斯大學（University of Philippines Los Baños）研究學者開發具固氮效果的生物肥料 Bio-N™，

主成分為具固氮能力的固氮螺旋菌 *Azospirillum* sp.，可將空氣中的氮轉化為植物可吸收的型態，改善植物根系的生長及促進植物營養吸收，使用 Bio-N™ 可替代稻米與玉米 30 – 50% 氮的需求量，減少化學氮肥的使用量。

二、馬來西亞

馬來西亞學者自 2015 年起展開研究，經歷商品開發的八個階段，將生物肥料— RealStrong N Booster 成功商品化。主成分為由堆肥所分離的枯



菲律賓 University of Philippines Los Baños 學者所開發固氮效果之生物肥料 Bio-N™。（圖片來源：University of Philippines Los Baños）



馬來西亞開發之生物肥料 RealStrong N Booster。（圖片來源：All Cosmos Bio-Tech）

草桿菌 *Bacillus subtilis*，可提升土壤中的有益微生物含量，且具有固氮、溶磷及溶鉀效果，經試驗證明可提升作物 20 – 160% 的產量，櫛架壽命可達 6 個月以上。主要應用於水稻栽培期間，具提高水稻的分蘗數及根毛數效果。

三、印尼

由於近年來氣候變遷，印尼面臨氣溫上升及海平面逐年上升的問題，較低海拔的水稻田面臨土壤鹽化，進而抑制水稻對營養的吸收，造成耕地面積減少及水稻產量下降的重大改變。為克服氣候變遷所帶來的影響，印尼學者分享運用生物肥料與節水技術結合，改善耕地土壤質地與增加水稻產量，來提升農民獲利。結合生物肥料與節水技術的水稻管理模式稱為 IPATBO (Innovation-Based Controlled Aerobic Rice Intensification Organic)，可減少 25 – 50% 的化肥用量及 30 – 40% 的用水量，並可提升水稻產量 25 – 50%。運用生物肥料來進行養分的管理，主成分含有作為生物肥料的微生物菌群，包含：固氮菌 *Azotobacter* sp.、固氮螺旋菌 *Azospirillum* sp.、假單孢菌 *Pseudomonas* sp.、芽孢桿菌 *Bacillus* sp. 及具分解力的菌群鏈黴菌 *Streptomyces* sp.、木黴菌 *Trichoderma* sp. 等，結合水分管理設備，調控水稻淹水高度，以達到節水及增加產量的目的。

四、臺灣

芽孢桿菌為臺灣許多學研單位積極研究作為生物肥料及生物農藥的菌種，多位學者分享以 *Bacillus subtilis*、*B. amyloliquefaciens* 及 PGPR 等，應用於田間病害防治及促進作物生長之成果，已有多個菌種成功商品化為生物肥料或生物農藥，並導入田間作物管理模式，另亦有開發本土蟲生真菌防治臺灣重要害蟲之成果分享。

亞太地區生物農藥發展現況

亞太地區生物農藥發展現況，目前防治目標以蟲害與病害為主，多以植物萃取物應用於病蟲害防治及芽孢桿菌屬與木黴菌屬應用在植物病害防治，植物萃取液對害蟲具有忌避與殺蟲效果，如苦楝油、辣椒水及蒜頭萃取液等，另也有應用微生物作為生物性殺蟲劑，藉由感染害蟲進而造成害蟲死亡，蘇力菌與蟲生真菌已是全球常見的生物性殺蟲劑。

生物農藥運用在病害防治，目前以芽孢桿菌屬的微生物為熱門開發項目，芽孢桿菌屬的微生物在環境中生長快速，且可產生具抑制病原菌生長的二次代謝產物，另外，芽孢桿菌具有生成內孢子的特性，使其可生存於不良環境中，而此特性是芽孢桿菌在商品化時，具有優異櫛架壽命的一大優勢。常見作為生物農藥的另一個菌種則為木黴菌，木黴菌可於土壤中快速生長的微生物，具有超寄生、產生二次代謝產物及誘導抗病等潛力。

本次工作坊邀請孟加拉學者以當地的生物農藥推展，從政策推展成效與生物農藥

種類作分享。孟加拉自 2009 年向農民提倡使用綜合田間管理策略，並在 2017 年有第一項生物農藥登記，2018 年的農業政策提出以環境友善的生物農藥取代化學農藥，在 2023 年已有 75 項生物農藥在孟加拉取得登記，且有 25 家公司可生產製造生物農藥。在政府政策的推動下，2022 年孟加拉的生物農藥市場相較往年大幅提高，目前已達到約美金 588 萬元的市場規模。孟加拉生物性殺蟲劑種類包含：費洛蒙、阿巴汀、印楝素及蘇力菌等，而在生物性殺菌劑種類包含：木黴菌與植物萃取物等，應用木黴菌防治根瘤線蟲、細菌性萎凋病及苗期白絹病等。

挑戰與對策

本次工作坊提出兩大議題，供來自亞太地區各國學者相互討論及交流因應對策，在生物肥料與生物農藥的推動上，各國所遭遇到的瓶頸及可因應的方法，以下為筆者參與工作坊所統整生物肥料與生物農藥發展之挑戰與對策。

一、面臨挑戰

近幾年在各國政策配合下，生物肥料與生物農藥的開發與應用逐漸提升，並具有逐年成長的潛力，然而，在亞太地區國家生物肥料與生物農藥的產業化，現階段正面臨一些挑戰，涵蓋的面向包含政策端、市場端及消費端。

政策端：目前多國仍缺乏完善的監督和獎勵措施，在監督管理架構不明下，易導致劣質生物製劑產品流入市

場，造成農民對使用生物製劑產品失去信心與購買量降低的惡性循環，且在未能有適當的獎勵措施下，更造成農民對於商品的使用意願降低，阻礙相關措施的推展。

製造端：面臨生產、儲存及銷售相關問題，在未能有穩定的發酵量產技術及可維持良好儲存品質的製程，造成生物肥料與生物農藥商品陷入難以商品化的困境，也導致學研單位與業者再投入大筆資金開發，卻未能順利商品化之窘境。

消費端（農民）：在政策迅速推展下，農民面臨對生物肥料與生物農藥之特性未能完全了解，以致於在與慣行農業所使用的化學農藥成效相比下，產生顯著落差，抑或農民在不了解使用方式的情況下，未能妥善運用生物肥料或生物農藥，使產品無法發揮效力，另一方面，也因近年的極端氣候影響，強降雨、高溫及強日照等因素，導致生物肥料與生物農藥不易呈現效果，使用成效大打折扣讓農民對商品失去信心。

亞太地區各國在推行生物肥料與生物農藥的道路上，除了透過國家政策的逐步調整及制度建立，以提升農民對生物肥料與生物農藥使用意願，達到減少化學肥料與化學農藥用量。然而，在產業應用的推動過程，仍面臨許多的挑戰，例如：生物肥料與生物農藥面臨實驗室效果顯著，但田間實際應用效果不明顯、在田間效果不及化學肥料及化學農藥、生物肥料或生物農

藥的產程不穩定、價格偏高影響農民使用意願及商品櫥架壽命短等問題。

在生物肥料與生物農藥的推行上，政策端、製造端及消費端所面臨困難環環相扣，例如：製造端如何提高生物肥料與生物農藥於田間應用效果，來強化消費端對商品的信心？製造端如何降低商品產製成本，及政策端獎勵制度的相互配合，來提升消費端的使用意願？因此，在推行生物肥料與生物農藥的過程中，所遭遇不同面向的瓶頸，仍有待各國虛心檢討並積極作為，尋找解決之道。

二、因應對策

參與工作坊的各國學者認為，成功推動生物肥料與生物農藥的普遍使用，在政策端、製造端及消費端仍需更加強化與提升。政策端：可透過多方交流研商討論及仿效學習成功國家，來擬定適合當地的政策，並導入完善的監督管理制度，提升生物肥料

與生物農藥品質；製造端：可透過發酵量產技術的建立及優質人才的培育，配合政府經費支持對於相關設備規格的提升，建構完整生物肥料與生物農藥開發體系，並在製造上強化穩定性及商品的儲存性。而在消費端：則需建構農民對生物肥料與生物農藥的認識及提供教育與學習的互動平臺，而為強化田間效果的呈現，則可融合其他田間綜合管理技術，並且讓農民眼見為憑，若可建立良好的售後服務，將可增加農民對產品使用信心。

結語

感謝 FFTC 邀請參加本次工作坊，透過各國學者在生物肥料與生物農藥推動成果的交流，及所面臨的挑戰與對策共同討論，激盪出在生物肥料與生物農藥開發上的新思維。期望各國在本次工作坊的相互交流與討論，有助於各國政府建構完整的體制、政策與經費配合及農民知識提升，促使生物肥料與生物農藥產業蓬勃發展。



工作坊針對生物肥料與生物農藥推動所面臨的挑戰與對策進行交流與討論。

農業科技新知

產業發展動向與環境相關議題探討

編譯／黃仁藝



被星際大戰啟發的技術，能否解決缺水問題

早在 2016 年，印度南部的科澤科德經歷了一場大乾旱。不僅是農業受到衝擊，連一般人都不得不用水緊縮，每人每天只能分到兩桶水。然而科澤科德的氣候十分炎熱潮濕，沒有水令所有居民感到無計可施。當科學家注意到電影星際大戰中的科幻小細節時，他們開始構思起能夠從濕度極高的空氣中汲取水分的裝置。印度科學家成立了新創公司，在實驗室中開發出將空氣轉換為水的水生產系統。它主要構造中所包含的東西，其實就是吸水力強的乾燥劑。利用可再生能源太陽能發電將這種

特殊乾燥劑加熱至攝氏 65 度，它就會開始釋放水分。水分經過降溫凝結之後，即可轉化為可飲用水。整個過程為時 12 個小時，每臺裝置可產生 2,000 公升飲用水。科學家指出這套系統產生水的成本太過高昂，仍須尋找放大規模、壓低成本的方向，否則不足以解決深層的缺水問題。目前這個系統被引入旅館餐飲企業用來保障顧客用水，十分受接待業的歡迎。

資料來源：<https://www.bbc.com/news/articles/cd11nnwp6460>

該不該種植覆蓋作物，農夫如何取捨？

覆蓋作物照理來說能為農地帶來諸多好處：它們減緩土壤侵蝕、增進土壤健康、排擠蔓生雜草、使土壤中的養分與水分更容易吸收等。但據統計伊利諾州僅有 6%～9% 的農夫採用覆蓋作物，大多數人認為種植經濟價值低的覆蓋作物，有可能耗費更多成本，這是為什麼呢？裸麥是先行於黃豆的覆蓋作物，只要在 4 月之前終止裸麥並且提早種植黃豆，可以避免 2 種作物競爭，不影響黃豆的產量。然而農業管理者發現，採用覆蓋作物無法真正提升黃豆產量，因此裸麥帶來的益處在於高效的雜草控制，農夫幾乎免去除草劑的花費。但是如果針對玉米種植覆蓋作物，難度就高

得多。據科學家調查，最好的做法有 3 種：在收成前種植苜蓿、在收成後種植裸麥，或者是種植冬季覆蓋作物。苜蓿生長狀態不佳，須駕駛小飛機播種，成本太高，但是苜蓿能夠截存土壤氮並且產生更多氮。裸麥雖然也能截存土壤氮，卻會與玉米爭奪氮，最終拉高肥料成本。燕麥這類冬季覆蓋作物容易種植，副作用低，但是無法延續到春天，控制雜草與截存氮的功能顯得很弱。如何種植或是否應種植覆蓋作物，是一門值得探究的學問。

資料來源：<https://www.agriculture.com/how-to-minimize-cover-crop-risks-8629649>

母灰翅夜蛾的費洛蒙也可以變成防治害蟲利器

新研究指出，「性社交互動」可以影響動物的生理時鐘；即使是對非洲棉蛾與灰翅夜蛾這類獨居動物而言，基本的社會互動仍至關重要。灰翅夜蛾的幼蟲是農業害蟲，主要啃食玉米和豆類作物。成蟲的壽命只有7~8天，雄性成蟲會於此時致力於交配活動。科學家發現，雄性從很遠的地方就能偵測到雌性費洛蒙，刺激雄蟲配合雌蟲調整生理時鐘。換句話說，當雌性灰翅夜蛾感知到雌蟲的時候，生理時鐘的節奏會刻意與雌蟲同步，增進繁殖成功率。灰翅夜蛾體內的費洛蒙腺體可合成多種化合物，但只有名為「十四碳二烯-1-醇乙酸酯 (Z9E11-14Ac)」的化合物可以吸引雄性。當雄性暴露於此種化合物下時，

就連在白天生理時鐘也會改變，影響力甚至超過光照；這在獨居動物身上幾乎是前所未見的現象。這項發現是對灰翅夜蛾進行生物防治的利器；比方說，科學家可以在兩性的正常化學溝通活動休止的白天時段，刻意對雄蟲釋放費洛蒙，干擾雄蟲當日的生理時鐘，最終使得牠們與雌性的時間徹底不同步，減少彼此的相遇和交配的機會。透過影響生物的生理時鐘，有效地進行農業害蟲的生物防治，是極為有潛力的策略。

資料來源：<https://www.inrae.fr/en/news/surprising-role-female-sex-pheromone-crop-pest-new-biocontrol-possibilities>

民間的垂釣愛好者與科學家組成海洋研究團隊

來自樸茨茅斯大學的科學家與民間的垂釣愛好者組成的研究團隊，旨在洞察索倫特海峽周圍的海洋生態系統，相關釣魚社團、南方沿岸漁業的業者與當地的環境保護局都提供了協助，將英國漁業更加往永續的方向推動，並提升產能。釣客們收穫的魚可以分為五大類：海鱸魚、黑椎鯛、鯔科魚、翅鯊與貂鯊。當每條魚被釣上來時，科學家將蒐集該魚隻的地理定位影像，在特定的魚身上採集樣本，然後以聲納對魚被釣上來的區域進行掃描，並投入使用

新的人工智慧軟體，以更準確地辨認魚的品種。科學家們希望透過這項合作活動獲得資訊，設計出有證據支持的行動計畫，塑造蓬勃發展、環保永續的漁業，為將來的世代留下健康的海洋環境。活動透過民間團體的支持，釣客們也化身為公民科學家，積極地協助並參與生態調查計畫，成為真正的科學家與研究者們共同夥伴。

資料來源：<https://www.bbc.com/news/articles/c988z0eq4040>

美國牧場主探索輪流放牧的益處

多年前，數百萬頭美洲野牛曾經在美國大草原四處遊蕩，牠們緩慢的吃草速度，以及總是保持移動以迴避掠食者的特性，讓草原環境欣欣向榮。今日，某些牧場主利用「輪流放牧」來模仿野牛的習性，提升牧場環境健康，自主地降低碳排放量。實施輪流放牧的牧場主，會先將牧場分割成好幾個圍場。每隔一段時間，他們會把牛群從一個圍場趕向另一個，讓原圍場的土地與牧草有時間從集約牧養中恢復過來。一種常見的做法是，將4個圍場分派給每群牛，每個圍場每月牧養該牛群一周，其他3周則保持淨空狀態。輪流放牧除了減碳以外，最顯而易見的益處是環境承載

力大幅增加；根據濕度、土壤健康與牧草品質而定，原本只能放牧100頭牛的土地，理論上可以養牧將近200百頭牛。將牛限制在較小的範圍內吃草，能迫使牠們吃適口性較低但有營養的植物，並增加運動量。牧場主也發現，在輪流放牧的過程中，牛的糞便直接作為草地的有機肥，不僅提升土壤健康，牧草的生長量、品質與營養價值，也優於傳統的放牧模式。牧場主若想要把傳統放牧改為輪流放牧，方法也相當簡單：只需要安裝一些電子柵欄即可。

資料來源：<https://www.agriculture.com/the-benefits-of-rotational-grazing-8658596>

蕈菇廢料可以作為便宜、健康的雞飼料補充品

賓夕法尼亞州是肉雞與蘑菇的大宗產地，但這兩種農業各自有著既有的問題。飼養肉雞時，飼料會占養雞場全部成本的60~70%成左右，十分昂貴。而雙孢蘑菇在收成時，不能食用的蕈菇樁會占總重量的將近30%，只能當作廢料處置。這促使科學家開始思考一件事：若將蕈菇廢料回收作為雞飼料，是否是個一石二鳥的好方法？為了驗證這點，科學家要確認讓肉雞食用蕈菇樁，是否將影響牠們的生長與健康狀況。本研究計畫首先從市面上購入480隻隨機挑選的肉雞，為牠們秤重，並分成6組，餵食蕈菇樁占比從1%至5%的飼料，以及普通的飼料。科學家仔細監

控每一組雞的生長階段，並觀察牠們消化17種胺基酸的狀況。經歷了21天的實驗過後，食用蕈菇廢料占比達3%飼料的雞，和食用一般飼料的雞生長速度一致。然而，當飼料中的蕈菇廢料占比高達4%或5%時，雞的生長速度會減緩，胺基酸的消化過程也受到擾亂。雞農們將會越來越樂願意追求低成本、非傳統的飼料，若能增加雞的營養攝取則再好不過。雖然蕈菇高纖維，富含抗菌與抗氧化成分，但對雞而言攝取過量卻非好事。

資料來源：<https://www.sciencedaily.com/releases/2024/06/240607121520.htm>

農業科技活動

放眼世界，掌握農業脈動



11/5-6**奧地利** 維也納**第三屆歐洲農電大會**
3rd Annual AgriVoltaics Europe

“AgriVoltaics”（又稱“agrophotovoltaics”或“agrisolar”）指的是在同一土地上進行發電和農業生產，太陽能電池板與農作物的共存共享光源。這種模式重視發電設施與農業生產力及能源生產的平衡。本次會議將重點討論農電作物的挑選、AI技術的調節，以及政府的農電政策等議題。主要議題包括：農業光電的未來趨勢、溫室光電板的配置、以及營農型光電溫室對精緻蔬果的影響。

11/6-7**國際金融公司**（線上會議）**2024國際金融公司農業企業會議**
IFC Agribusiness Conference 2024

本次會議由國際金融公司（International Finance Corporation, IFC）主辦。IFC多年來已舉辦多場農林業相關會議，旨在透過領域內從業人員與技術研究人員的交流與合作，促進科技在永續農業中的應用，以降低全球貧窮率。本次會議的主要目標是提高農民生產力、供應鏈效率和糧食系統的復原力。會議將重點關注第三世界國家的農業企業生產問題，包括種苗貸款、農業生產機具合作社組織，以及肥料進出口關稅的計算。

11/13-14**埃及** 亞歷山卓**國際農業化學與農用化學品會議**
International Conference on Agricultural Chemistry and Agrochemicals

本次國際會議於埃及亞歷山卓召開，主題圍繞農業化學創新技術，介紹當前農業化學品在現代農業實踐中的應用情況。當前農業化學產業的發展趨勢主要集中在兼顧作物生產、生態保育、低碳排放與農產品安全四個方面。活動匯集了農化專家、研究人員和業界代表，展示並交流的議題包括：「生物性農藥與肥料的開發前景與挑戰」、「有機作物生長調節劑的使用規範」以及「纖維素農膜」。

11/15-16**南非** 約翰尼斯堡**農業科學與食品安全國際會議**
International Conference on Agricultural Science and Food Safety

約翰尼斯堡是南非最大的經濟與文化中心，雖以礦業著稱，但農業依然是南非的基礎產業。本次大會的宏觀宗旨在於建立非洲地區的糧食生產與食品安全鏈。主辦方除了召集相關的從業人員和研究者外，也特別歡迎中小型企業家和廠商參加。會議主要討論的議題包括：「穀物品種技術改良」、「智能技術在供應鏈中的應用」、「農業生態肥料」以及「企業與合作社的產銷合作」。

11/18-19**泰國** 曼谷**國際植物病理學會議**
International Conference on Plant Pathology (ICPP)

本次會議聚焦於亞洲地區植物病理學的前沿研究及農業科學發展成果，並探討東南亞與南亞農業實務中面臨的農作物病害挑戰。會議內容包括以下主題：AI技術在早期診斷旱作水稻病變中的應用、微生物檢測植物病害的技術、土壤添加物在植物病害防治中的作用，以及真菌對根莖類雜糧栽種的影響。希望透過專家們的交流與分享，深入了解植物病害的綜合防治策略。

11/23-24**肯亞** 奈洛比**國際農林業與林業管理會議**
International Conference on Agroforestry and Forest Management

平衡經濟利益與環境永續性是開發中國家面臨的核心議題。肯亞奈洛比作為東非重要的農業經濟城市，近年來將咖啡、茶和劍麻的種植從山林區轉移，並且政府加強了對林業經濟的發展。本次會議的宗旨在於探討如何利用生物資訊進行森林動態研究和山坡地集約度的生態評估，希望在結合林業與農業，創造一個既友善又具生產力的土地利用系統。

11/25-26**阿根廷** 布宜諾斯艾利斯**國際農業與生物技術會議**
International Conference on Chemical, Biological, and Environmental Engineering (ICCBEE)

國際農業與生物技術會議旨在為相關領域的學生、研究人員和業界研發人員提供一個溝通與討論的平臺。本次會議涵蓋多個主題，包括農業生物技術、植物與土壤科學以及採後技術，主辦方期以將最新的技術研究轉化為具產能效益的成果。目前徵集的議題包括：前瞻性的細胞培養技術、發酵與酵素轉化工程、生物素的採收與萃取技術，以及智能技術在瓜果採收適期評估中的應用情況。

12/5-7**澳洲** 雪梨**有機農業與永續農業國際會議****International Conference on Organic Agriculture and Sustainable Farming**

有機農業的創新與永續農業實踐相輔相成。澳洲擁有嚴格的有機農業認證標準，主要由澳大利亞有機農業和可持續農業協會以及其他認證機構制定。會議將涵蓋農業實踐、加工和標籤要求，確保有機產品的質量和可追溯性。關於永續農業，會議則重點關注節水和保水技術，如滴灌系統、雨水收集和土壤保濕措施，以促進土壤健康和提高作物的抗旱能力。

12/10-11**美國** 德州**國際觀賞植物病毒學研討會****International Symposium on Virus Diseases of Ornamental Plants**

艾爾帕索是美國德州的一座城市，毗鄰新墨西哥州，擁有副熱帶沙漠氣候，並融合了濃厚的西班牙文化與豐富的觀賞植物，如龍舌蘭、霸王鞭和仙人掌等多肉植物。本次會議將重點研究幾種傳播性強的觀賞植物病毒株，分享相關的研究經驗並進行深入探討。由於觀賞植物一旦感染病毒後難以治癒，最有效的方式是依靠植物病毒學的最新研究來建立有效的防範措施，並在植物出現病斑或葉片卷曲等病徵時及時採取相應的清除措施。

12/13-15**馬來西亞** 吉隆坡**亞太生物多樣性與農業會議****Asia Pacific Conference on Biodiversity and Agriculture**

鑑於人類開發經濟活動導致的環境變遷和生物滅絕問題，各國於1992年在巴西里約召開的地球高峰會上簽署了《生物多樣性公約》，並積極制定保育與永續發展策略，展開國際合作。本次於吉隆坡召開的農業會議聚焦於亞太地區特有的生物多樣性問題，討論內容包括地力平衡、生態保育以及農業區域組織的轉型。同時，會議將利用生物性監測數據回顧生態保育與復育的成果。

12/18-19**法國** 巴黎**先進技術及其在農業運用國際會議****International Conference on Advanced Technologies and their Applications in Agriculture (ICATAA)**

大會邀請了來自各界的院士、先進技術研發人員和系統開發專家學者，共同探討智慧型農業與人工智能技術在各類農業經營中的運用，並進行系統性開發與程式設計。發表者將在會議中分享並討論相關的大數據觀察和工程技術成果。內容涵蓋精準環控技術在溫室中的應用成果、遙控感測器在土壤濕度偵測中的運用，以及現代化製種技術與旱作雜糧作物的研究進展。

12/22-23**俄羅斯** 頓河畔羅斯托夫**世界土壤、水、能源和空氣會議****World Conference on Soil, Water, Energy and Air**

頓河畔羅斯托夫為俄羅斯南部重要的工業都市與交通樞紐，是一座富有歐洲歷史的古老城市。小麥為傳統農產作物，二戰後走向工業化，農業與工業並重是其特色，近年來逐步推動低碳化農工生產的轉型。農業經濟、農業工業化為本次會議的兩大主軸，討論的主題包括：「土壤資源的生物管理方式」、「有機肥與生物能源的開發」、「農業資材與設備」及「淨碳農業無人機的研發」。

12/24-25**荷蘭** 阿姆斯特丹**國際農業旅遊與農業會議****International Conference on Agricultural Tourism and Farming (ICATF)**

農業旅遊是一種低碳生活的休閒旅遊，也是新型態的農業經濟方式，利用農業設備、自然空間及資源，達到農業休閒旅遊的功能。參加者從活動中增加對農業的認識，農民亦能提高經濟收入，讓農業經濟活動更增添人文意義。阿姆斯特丹素來擁有深厚的旅遊資本，本次會議重點即是討論以AR技術導入農產追溯路線，打造更具有吸引力與經濟效益的農業旅遊行程。

12/28-29**日本** 東京**農業能源與永續發展國際會議****International Conference on Agro-Energy and Sustainable Development**

日本是亞洲國家中積極推動永續農業的典範，在農地、山林和漁村引入再生能源發電方面擁有豐富經驗。本次國際會議旨在透過生質能源和建立友善耕作環境，幫助農民與農業企業提高面對氣候變遷的韌性與適應能力。會議的具體議題包括：環境保全型農業創新案例與經驗分享、精準農業在風電調控與光伏發電設備中的應用，以及AI技術在精細化農業管理中的運用。

1/1-2

阿聯酋 杜拜

國際數位農業、最新進展與前景與人工智慧會議**International Conference on Digital Agriculture, Latest Advances, Prospects and Artificial Intelligence (ICDALAPAI)**

在全球數位農業革命的浪潮下，即將於杜拜召開的國際數位農業會議，將重點討論人工智慧與深度學習如何引領當代農業創新。與會者將分享當前智能技術的發展理論與實務經驗，並探討如何在開發中國家推廣數位農業，共享智能信息，以及資訊安全管理等重要議題。目前規劃的焦點議題包括：智能供應鏈管理、5G智能農業的發展，以及數位服務在解決農業勞動力短缺方面的優勢與未來前景。

1/4-5

摩洛哥 馬拉喀什

國際農林會議：農業與林業**International Agroforestry Conference: Forestry and Agriculture (ICAFA)**

本次會議以永續發展的循環經濟為導向，推動農林產業以更精準和策略化的模式經營。混農林業 (Agroforestry) 是此次活動研討的主要議題，這種「有樹木的農業」能在糧食生產與碳排放之間取得平衡，成為一種新型的土地利用方式。另一個會議討論焦點是利用AI技術來優化山林工程，具體案例包括AI影像辨識在實地測量中的應用，以及AI大數據分析與深度學習在林業資源配置中的實務操作。

1/14-15

賽普勒斯 尼科西亞

農業土壤科學與植物營養國際會議**International Conference on Agricultural Soil Science and Plant Nutrition**

本次會議邀請了來自全球對農業土壤科學與植物營養有興趣的專家學者，針對土壤生態管理、植物營養與土壤應用科學等領域，分享與交流最新的研究成果。會議擬定的主題涵蓋：土壤物理學與先進生物物理技術、土壤與植物分析、土壤侵蝕與修復及植物群落與土壤生態等方面。會議方式強調理論與實務經驗相結合，探討農民如何建立土壤生物群與養分循環系統。

1/17-18

希臘 克里特島

國際水產養殖與漁業科技會議**International Conference on Aquaculture and Fisheries Technology (ICAFT)**

希臘克里特島是愛琴海文明的發源地，位於地中海北部是希臘第一大島嶼，自古便以航海貿易、近海漁業聞名歐洲。本次大會邀請歐亞地區的水產養殖專家與漁業科技研發團隊共襄盛舉，與會者在漁業永續發展共識之下，以智慧水產養殖技術 (Digital Aquatech) 打造更合適的水產養殖的系統與環境。相關議題討論包括：科技智慧飼養魚苗、魚塢生物量估算和可追溯性及漁場水質監測。

1/21-22

馬爾地夫

農業與氣候變遷國際會議**International Conference on Agriculture and Climate Change**

氣候變遷與極端氣候是當前農業面臨的最重要課題之一。馬爾地夫位於印度洋，由環礁組成，平均有80%的國土高度不超過海拔1公尺，因此特別受到氣候變遷的影響。近年來，馬爾地夫積極與荷蘭等低地國家合作，透過農業環境工程和生態碳足跡追蹤等方式，應對海平面上升的危機。本次國際會議的主題為氣候監測技術與農業工程，邀請相關領域的專家學者，共同討論和交流，因應溫室效應帶來的農業生態挑戰。

1/22-23

中國 上海

農業生物技術、食品與營養科學國際會議**International Conference on Agricultural Biotechnology, Food and Nutritional Sciences (ICABFNS)**

旨在促進作物生物技術研發商、食品製造商與食品營養專家之間的三方合作。近年來，中國在物流網絡和AI智能技術的發展上取得了顯著成果，本次會議特別重視智能科技與物聯網結合的經驗分享，期望藉此將在地農業連結至全球市場。討論內容包括：AI技術在植物營養含量辨識與食品內部保鮮度的應用、大數據在上下游製作物場的管理、精緻花卉蔬果的保鮮物流，以及優化農產品供應鏈的配銷策略。

1/29-30

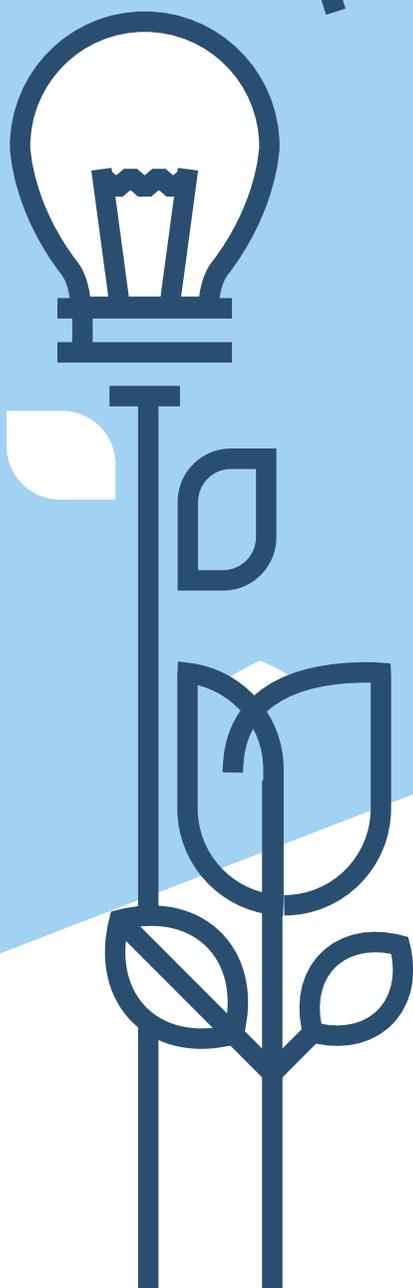
土耳其 安塔利亞

國際農業與生命科學應用統計會議**International Conference on Applied Statistics for Agricultural and Life Sciences (ICASALS)**

會議涵蓋多個農業綜合面向的討論，包括農作物生長、動物科學、環境影響評估和食品科學等領域，並探討生物統計在農作物基因工程與技術中的應用。同時，AI技術的引入也促使農作物朝向高質量選種和智能培育的方向發展。大會旨在促進統計學在農業與生命科學領域的創新應用，並透過跨學科合作解決複雜的農業科學問題，以激發出更多新工具和創新技術。

農業網站導覽

知識經濟時代，一指蒐羅寰宇資訊



聯合國糧食及農業組織

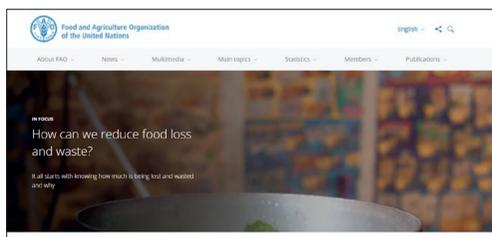
Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

<https://www.fao.org>

FAO是聯合國專門機構之一，目標是實現所有人的糧食安全，確保人們能夠定期獲得充足的優質食物及擁有健康的生活。提供各成員國間討論糧食和農業問題，致力於促進農業發展、改善營養狀況和增進糧食安全來緩解貧困和飢餓，並提供援助。

另，針對世界糧食及農業狀況進行統計、數據收集、分類、分析、發布，及提供政策和規劃諮詢。及揭露國際各項糧食及農業議題的最新動態消息，進行各項交

流。面對各項糧食議題面臨之挑戰，與會員國進行會議探討，共同合作並確保全球農產品的正常運作，提供更好的生活、生產、營養及環境，朝聯合國永續發展目標邁進。



(圖片來源/<https://www.fao.org>)

澳洲農業未來

AgriFutures Australia

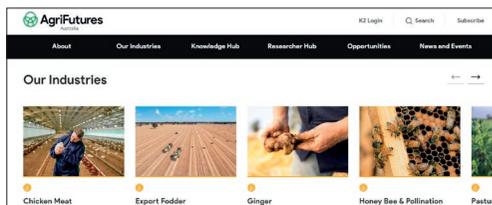
<https://agrifutures.com.au/>

澳洲政府於1990年成立的法定公司，致力於推動澳洲農村工業的研究、開發和推廣需求，為當地蓬勃發展的相關農村產業（如雞肉、大米、蜜蜂和授粉、生薑、茶樹油、牧草種子、出口飼料、純種馬、袋鼠、水牛、鹿、山羊纖維等）提供研究和創新資源及協助。

負責高潛力農業農村產業相關投資研究、開發和推廣、成長和發展，且制定和執行澳洲農業部門工作人員的勞動力和領導力計畫；並因應澳洲農業所面臨的挑戰

與機會，進行未來發展規劃。

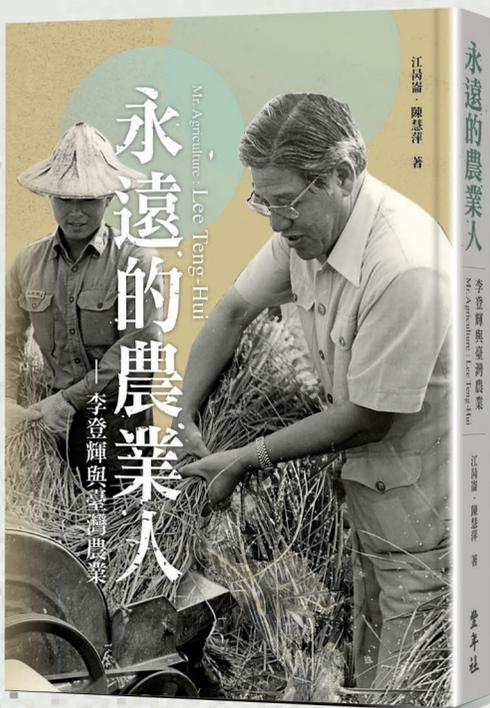
該網站提供各項產業的動態與資訊、相關研究出版品、報告、概況介紹及各項研究資源與成果揭露，使跨產業的人們獲得不同的資訊、議題及趨勢。



(圖片來源/<https://agrifutures.com.au/>)

他就是一部農業史

記錄永遠的農業人



李登輝前總統的一生，
可以說是臺灣近代發展史的縮影。

他是推動臺灣政治轉型的民主先生，
也是一輩子的農業人。

他以「農」為經緯，走遍臺灣每一角落，
將所學貢獻給這塊土地與農民。

這本書將以農業的角度，
帶你看見不一樣的李登輝…

售價：420元

各大書店及網路通路最低**新書優惠79折**，
相關優惠活動，請依各大書店、網路通路公告為主。
如需團購，請洽豐年社02-23628148*205



 豐年社

歷年出版研究報告

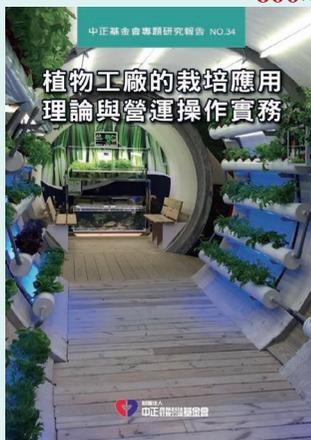
NEW

500元



NO.35 淨零趨勢下台灣農業的預期情境分析研究

600元



NO.34 植物工廠的栽培應用理論與營運操作實務

500元



NO.33 巴西蘑菇功效之科學驗證研究

600元



NO.32 熱帶亞熱帶溫室設計的理論與應用

350元



NO.31 食品安全檢驗中心之規劃設計

600元



NO.30 台灣農產運銷發展史

350元



NO.29 台灣高山有機咖啡產業發展研究

600元



NO.25 台灣農業機械發展史

