

惜物環保，循環農業新經濟

有效加值應用 菇類剩餘資材

1 李裕娟

1 李瑋崧

1 陳美杏

1 張庚鵬



壹、前言

利用循環經濟的概念，導入在農業的活動上而衍生出循環農業的概念，可以讓回收資材進入農業，產生不同的效益，降低部分資源的成本開銷，同時導入可替代的原料，建立降低成本的農業栽培模式，以提高農業上的效益與生產力。臺灣農業每年產出約500萬公噸的農業剩餘資源，其分布與種類隨農、林、漁、畜產業有所不同，對於再利用的策略與方式亦有所差異，其中在農糧部分（產生量約227萬公噸；49.40%），行政院農業委員會（簡稱農委會）會銜行政院環境保護署（簡稱環保署）發布「農業事業廢棄物再利用管理辦法」，訂定農業事業廢棄物再利用管理方式，其涉及農糧產業再利用種類包含菇類培植廢棄包、果菜殘渣、花卉殘株及栽培介質等。根據臺中市政府農業局統計，新社區香菇產業每年約產出近2億個廢棄的香菇太空包，這些香菇太空包在收成3~4次後大多由廢棄菇包



註1：行政院農業委員會農業試驗所。

代處理場回收，香菇廢棄介質含水量極高，平均尚餘約75%含水量，導致去化費時，太空包清運後須於戶外堆置日曬數月始進行脫袋分離PP塑膠袋與內部介質，否則介質與塑膠袋沾黏嚴重難以工作。而堆置處理場將介質分離妥善後，也需要靜置數月待水分散失至低於40%才能進一步使用。

臺灣每年大約使用35萬公噸新伐木屑在菇類種植，菇類是真菌，食用菇和大自然中的真菌一樣能降解纖維素、半纖維素和木質素等植物源資材，菇類栽培能夠降解和分解農業廢棄物成小分子物質，而種植菇類後自菇包或栽培罐內分離出來的廢棄木屑介質大約有30萬公噸，這些物料可為有機質堆肥、栽培介質和燃料。農委會農業試驗所（簡稱農試所）近年開發將種過菇以後的剩餘資材加值應用方式，使其成為取代進口泥炭土的介質，還有在菇類栽培的介質開發應用。

貳、太空包栽培剩餘資材利用

一、洋菇栽培後廢料再生為覆土介質

洋菇栽培一直都是國內循環農業最大宗的產業，因為臺灣的洋菇生產是仰賴稻草為主體所製作的堆肥，洋菇農場需要大量稻草，路過這些農場你一定會看到成堆的稻草，其中還有因擺放稻草捲而成知名景點的金億陽蘑菇農場（圖1）。金億陽蘑菇農場在農試所輔導下不斷改進技術，目前每



圖1. 著名打卡景點「稻草捲心酥」，是108年度產銷履歷達人周昭陽所經營的金億陽蘑菇農場的後院，為放置製作堆肥所需大量稻草無心插柳而成。
圖片提供：周昭陽。



圖2. 金億陽蘑菇農場洋菇生長情形。
圖片提供：周昭陽。

年至少需要2,000公噸稻草和3,000公噸果菜殘渣製作堆肥，並且還發展出不用紅土作洋菇覆土的秘方。

首次製作的堆肥在生長的洋菇採收完畢後，菇床上稻草堆肥及覆土則會加入新的果菜殘渣，和原本即被堆肥化和被洋菇初分解過的稻草稈，經過再次做堆肥處理，成為下一批洋菇表層的覆土。「再生覆土」的體積已減少很多，每次都會在回收菇床源料後再添加新料堆肥化處理，變成下一批覆土，循環使用下，幾乎零廢棄，創造循環經濟典範。而且由於再生覆土除了擁有紅土的保水力外，還有市售泥炭土的透氣性，會讓洋菇（圖2）的成長速度加快，可提早一兩天採收！

二、免堆肥調配介質之洋菇生產技術——場域應用情形

原本洋菇無法擺脫必須製作堆肥才能種植的框架，也限制許多想投入的人。而農試所在研究太空包種植後剩餘資材應用時，利用這類剩餘物為主體開發免除製作堆肥的複雜程序即

可種植洋菇的技術。避免由於堆肥製備時間冗長容易發生之發酵不全、水分不適當、腐熟不足等變數，且因此生產技術無須製作堆肥，備料當日即可調成所需配方投入殺菌，隔日介質冷卻便可進行接種，以此技術可排除菌種製備時機難以和堆肥完成日程搭配之問題。

免堆肥調配介質單包約3公斤介質，單次採收約480公克洋菇，單一潮次即可獲取利潤，規模化生產能因一次性採收而完全無需農藥，且大幅度提高生產庫間周轉率。而且本技術於菌種接種後不必局限於菌絲長滿即必須覆土催菇的傳統窠臼，若遇價格不好或供需失衡可先將走菌完成的介質移入低溫環境冰存，隨時想覆土再上架覆土，不僅不需冗長的堆肥製作，更可讓產期調節變得更容易。目前本技術已以非專屬授權方式技轉給鄭任凱先生(圖3)，其所經營的米大菇食農場位於新北市平溪區，當地幾乎天無三日晴，難以在戶外製作堆肥，而其所承租室內空間也相當局促，若再化分室內堆肥製作區就不剩多少空間能作生產，本項技術剛好能滿足他生產洋菇和空間利用的需求，在鄭任凱先

生的米大菇食農場栽培之洋菇俯視圖，和一般菇床栽培情形幾乎沒有差異(圖4)。本場年利用稻草、咖啡渣各40公噸回收廢棄資材再生產洋菇。

三、菇類培植廢棄包應用於設施栽培介質調配技術——設施場域、大湖草莓、桃園中壢草莓學校、后里蔬果運銷合作社應用情形

臺灣香菇產業每年約產出超過2億個廢棄的香菇太空包(約25萬公噸的回收木屑)，但大部分無法重複使用，用途有限。因此農試所積極開發香菇培植廢棄包循環再利用技術，創造回收廢棄資材多元新用途、增進其價值，以提高去化效率及回收效益。香菇培植廢棄包經脫包、去除雜質之回收介質，經簡易處理後降低含水量，再加入適當比例稻殼調配(稻殼年產出約36萬公噸)，最後經消毒滅菌處理，可替代目前使用的國外進口泥炭土、椰纖等作為栽培介質。農試所「菇類培植廢棄包應用於設施栽培介質調配技術」非專屬技術授權案，已於110年10月26日公告，試驗結果顯示，



圖3。「免堆肥調配介質之洋菇生產技術」目前已技轉鄭任凱先生，此為其經營米大菇食農場內實際栽培情況。圖片提供：鄭任凱。



圖4. 在鄭任凱先生的米大菇食農場栽培之洋菇俯視圖，和一般菇床栽培情形幾乎沒有差異。圖片提供：鄭任凱。



圖5. 本技術配方栽培介質在農試所設施栽培短期葉菜——牛奶白菜生長情形。



圖6. 本技術配方栽培介質種植草莓香水苗株(左圖)和草莓果實(右圖)。



圖7. 進口椰纖與本技術配方栽培介質桃園中壢草莓學校草莓植株生長情形。

本技術配方介質在設施短期葉菜類栽培，生育和生產狀態良好(圖5)，另外在苗栗大湖友善農民之場域，以此介質種植香水品種之草莓苗和產果植株(圖6)，可提升香菇培植廢棄包之回收利用率，降低設施栽培農民生產成本。另一場域桃園中壢草莓學校以調配香菇培植介質種植草莓植株，並以椰纖介質作為對照(圖7)，兩者間無明顯差異。后里區蔬果運銷合作社亦以本技術配方栽培介質種植牛番茄，與對照組泥炭土間生長勢和果實生產(圖8)，兩者間亦無顯著差異。

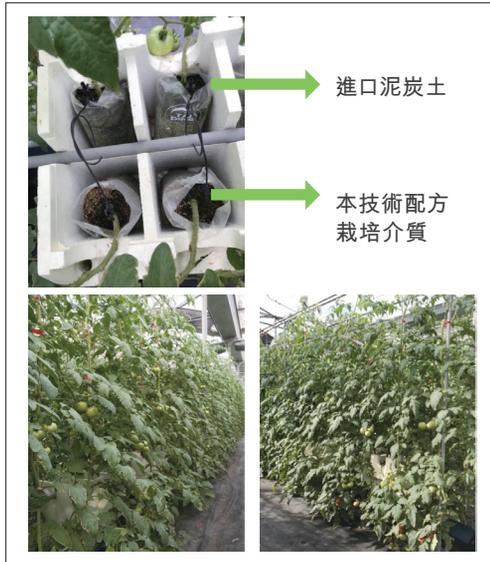


圖8. 進口泥炭土(右下圖)與本技術配方栽培介質(左下圖)后里農場牛番茄植株生長情形。

參、建置資源型和區域型場域，擴大循環資源再利用

為擴大和提升農業生產剩餘資材使用，除開發相關循環再利用技術，亟需建立循環產業場域示範(如行健有機專區、頭城農場)，將有助於農業生產剩餘資材供應鏈體系之發展。以循環利用之產業利用為目標，進行區域性整合推廣；區域內不同農業生產剩餘資材為目標，根據各項剩餘資材之區位分布、季節及產量等等不同產業特性，可整合有機園區、生技園

區和鄰近循環產業，建構可推廣或具商轉模式之區域型規模產業聚落。

肆、結語

為能有效利用農業廢棄物，循環再利用技術應朝向「資源化」，即多元增值全利用、材料資源方向發展，藉由技術研發、技術整合，將農業剩餘資材導入農業及工業經濟循環中，增加農業剩餘資材之利用價值。建構創新農業營運模式，並穩定供應農業循環料源，以逐步達成減廢零廢目標。