

農業試驗所特刊第 216 號

菇類智慧化生產 與農場經營管理 —— 研討會專刊

108年
6月5日
(星期三)

地點：國立嘉義大學

主辦單位：
行政院農業委員會農業試驗所
國立嘉義大學園藝系、嘉義大學農管校友會
臺灣菇類發展協會

編者：呂昀陞、李瑋崧、石信德、陳美杏、黃榮揚、謝廷芳

菇類智慧化生產與農場經營管理研討會專刊

編者：呂昀陞、李瑋崧、石信德、陳美杏、黃榮揚、謝廷芳

主辦單位：行政院農業委員會農業試驗所

國立嘉義大學園藝系

嘉義大學農管校友會

臺灣菇類發展協會

行政院農業委員會農業試驗所編印

中華民國一零八年六月

菇類智慧化生產與農場經營管理研討會

時 間：108 年 6 月 5 日(星期三)

地 點：國立嘉義大學農業國際會議廳

主辦單位：行政院農業委員會農業試驗所、國立嘉義大學園藝系、國立嘉義大學農管校友會、台灣菇類發展協會

主題	時間	議題	主講人	主持人
	08:30~09:00	來賓報到		
	09:00~09:20	開幕式暨貴賓致詞		
	09:20~10:00	台灣菇類發展現況與未來展望	洪進雄 教授	沈榮壽 副院長
菇類 產業 發展 與 智慧 生 產	10:00~10:20	大合照及茶敘		
	10:20~10:50	智慧農業發展現況	楊智凱 組長	謝廷芳 主 任
	10:50~11:20	菇類智慧化生產之現況與展望	石信德 研究員	
	11:20~12:10	菇類智農聯盟與數位服務之發展概念	呂椿棠 副研究員	
	12:10~13:00	午餐		
菇類 設施 栽培 與 自動 化 發 展	13:00~13:30	菇類太空包自動化系統發展現況	周榮源 教授	石信德 研究員
	13:30~14:00	菇類栽植盛盤自動化上下架系統之開發	邱相文 副研究員	
	14:00~14:30	智慧用電監測系統於菇類栽培體系之應用	徐武煥 副研究員	
	14:30~15:00	水簾降溫設備在菇類產業之應用	呂昀陞 助 理 研 究 員	
	15:00~15:20	茶敘		
農場 經營 管 理	15:20~15:40	近年來秀珍菇栽培管理探討	陳榮興 場長	洪進雄 教 授
	15:40~16:00	園藝在醫學與長期照護輔助療癒之運用	林宗毅 副教授	
	16:00~16:20	從蘭花角度去看世界	龔泰文 總幹事	
	16:20~17:00	綜合討論		
	17:00	閉幕式		

序

我國菇類產業發展迄今，產值已逾 130 億元新台幣，占整體蔬菜產值的 18%，為我國蔬菜產業中相當重要的一環。菇類產業由於具有規模化、立體化與可環控等特性，經合理規畫即可符合攻擊型農業之特性，所以過去在政府主導之下，臺灣洋菇產業也曾經站上世界第一外銷大國之地位。近年來，雖然菇類販售多以內銷為主，但隨著農友栽培技術之進步使得產量逐漸增加，也使得國內市場競爭愈烈，為使業者彼此有良好之競合互動，如何拓展國際市場成為我國菇類產業發展之重要課題。

為提升我國菇類產業之國際競爭力與拓展市場，行政院農業委員會於 105 年規畫智慧農業時，即將菇類產業列為重點發展項目之一，冀望透過生產與採收自動化以減少勞動需求、強化智慧化管控生產流程以達到產品品質均一性，並透過軟硬體之整合以達到節能減碳與降低生產成本之目的，最後再透過智農聯盟之組成來整合國內業者形成國家隊，共同合作將國內優質菇類產品行銷全世界。

本次研討會除讓菇類業者瞭解目前菇類產業智慧化發展之情形，更期望能廣納菇類相關從業人員對於菇類產業智慧化之需求。同時邀請農場管理相關學者先進分享不同產業農場經營管理策略之經驗，冀能借鏡至菇類產業應用，使栽培者能體認到經營農場之產、銷、人、發、財等管理構面的重要性。透過經驗分享，結合菇類生產農場之擘劃，讓生產端、消費端的供應與需求面得以互蒙其利，讓智慧化生產與適合的農場經營管理模式開創出藍海策略，實踐產業智慧化經營管理的願景。

行政院農業委員會農業試驗所

所長

林學詩 謹誌

中華民國一百零八年六月五日

「菇類智慧化生產與農場經營管理」研討會專刊

目錄

序

台灣菇類發展現況與未來展望	洪進雄...1
智慧農業發展現況	楊智凱...21
菇類智慧化生產之現況與展望	石信德、呂昀陞、邱相文、周榮源、呂椿棠、徐武煥、陳美杏、李瑋崧、黃榮揚...29
菇類智農聯盟與數位服務之發展概念	呂椿棠、石信德...35
菇類太空包自動化系統發展現況	周榮源...39
菇類栽植盛盤自動化上下架系統之開發	邱相文、石信德、呂昀陞...53
智慧用電監測系統於菇類栽培體系之應用	徐武煥、石信德、周浩源、陳聖文...61
水簾降溫設備在菇類產業之應用	呂昀陞、石信德、陳美杏、李瑋崧、黃榮揚...67
近年來秀珍菇栽培管理探討	陳榮興、李瑋崧...73
園藝在醫學與長期照護輔助療癒之運用	林宗毅...85
從蘭花的角度看世界	龔泰文...81
臺灣農民採用友善環境耕作法的關鍵因素與推廣策略	林俊男...95

台灣菇類產業發展現況及展望

Current development and prospect of mushroom industry in Taiwan

洪進雄 嘉義大學園藝系教授
Chin-Hsiung Hung, Professor, National Chiayi University

國立嘉義大學
電子郵件：chhung@mail.ncyu.edu.tw
傳真 05-2753560

摘 要

本文主要探討台灣主要栽培食用菇類(洋菇、香菇、杏鮑菇、木耳等)及藥用真菌之生產現況、替代介質發展、菇類休閒觀光產業及人才培育、新興菇類發展等，及未來國內菇類產業需要發展之方向。

關鍵詞：菇類產業、替代介質、菇類休閒觀光產業、菇人才培育

緒 言

蕈菌種類被認為歸屬於植物界的真菌門或另為菌物界之真菌。在已知的蕈菌種類中，有約 100 種進行了經濟栽培，約 60 種實行了商業化栽培，有 10 種以上在許多國家進行工廠化規模生產。全球食用蕈菌的年產量已達 2400 萬噸，但三類主要產品（食用蕈菌、蕈菌產品和野生蕈菌）的全球市場總值超過 600 億美元，且生產一直穩步增長中。食藥用蕈菌被認為是高級的食材外，也是含高蛋白質、低脂肪含量、低膽固醇及低熱量的食物。食藥用蕈菌也被認為具有 126 種藥用功能，包括抗腫瘤、調節免疫、抗氧化、清除自由基、保護心血管、抗高膽固醇、抗病毒、抗細菌、抗寄生蟲、抗真菌、清熱解毒、保肝和抗糖尿病等；特別在許多高等擔子菌蕈菌的子實體、菌絲體及培養液中具有機能性功能且有生物活性之多糖體、三帖類及醣化蛋白質等成分，具有營養、保健及防癌抗癌等功能。

農業是 21 世紀的基礎產業，農業產品的生產過程產生了許多廢棄物，可以被回收利用為二級或三級產品的原料，也是未來循環農業的真諦所在。穀物秸稈、咖啡渣、麻廢料等可以被用於種植蕈菌；收穫後之廢棄培養料可作為飼養動

物或蚯蚓的原料；其殘留物可再利用作土壤改良劑或農作物肥料。整個過程沒有產生廢棄物。許多被視為垃圾的產品或廢棄物能轉化為可再利用資源，能創造就業機會，增加財富，減少貧困和降低廢料對環境的污染。蕈菌能降解木質纖維、禾稈類纖維材料，其產品是具有豐富蛋白質的營養食品，或作為保健品或醫藥產品。近年來蕈菌的菌絲體、液體培養液或子實體的製品極具有營養和藥用的價值，可以作為增強人體保健的膳食補充品，預防和治療人類疾病。

目前國內外菇類產業正蓬勃發展，加上養生健康概念之帶動下，新的菇種及技術不斷研發中。唯台灣菇類產業面臨設備老化、人力老化及短缺、菌種老化弱化、太空包製包場的產能不足，且極端氣候對菇蕈類生產影響甚大，加上現有菇場主老化更需培育新的接班人才，並強化其本身之職能能力及經營管理能力，甚至菇場的合法化及設施更新是未來經營者需要面對及解決之問題。菇類液體菌種為是近年來各國菇類產業積極發展之研究項目，日本、韓國與中國大陸已利用菇類發酵槽與接種設備進行研發液態菌種及接種技術，這些國家使用液體菌種大量生產金針菇也獲得相當好之成效，因此期望國內能加速菇類液態菌種在產業之運用。國內近年來在發展養生菇類如靈芝、牛樟芝、木耳、巴西蘑菇等，亦有相當的規模及成績，也希望為能為台灣食藥菇提升產品加值成效。而在未來強調農業 4.0 的發展計畫，配合人工智慧發展智能生產設備及智能生產環境，才能精準發揮菇類無產能及提升產業競爭力。

主要菇類生產現況國內外

(一)世界蕈菌產業的發展(張樹庭等人，2012)

在1993年之前，國際蕈菌組織/產業主要專注於鮮菇、罐頭和野生菇等食品，1991年其總產值是85億美元。而藥用蕈菌(MMs)產品的產值據估計是12億美元，藥用蕈菌及其產品作為補品和膳食補充品/中藥。2006年世界市場的食用蕈菌產值約為360億美元，藥用蕈菌產品價值為160億美元左右。

1981年到1997年，世界蕈菌總產量的年增長率超過12%。雙孢蘑菇的產量比例下降，主要是由於其他食用蕈菌的需求量不斷增大所致，如香菇的產量和總產量百分比從1981年的18萬噸、14.3%提高到1997年的156.44萬噸、25.2%；側耳類蕈菌的總產量從3.5萬噸提高到87.56萬噸，增加了25倍，占總產量百分比從2.8%提高到14.2%；木耳從1981年的1萬噸增長到了1997年的48.56萬噸，增長了48.5倍。總體而言，世界蕈菌生產穩步增長，主要是來自發展中國家的貢獻，包括中國、印度、波蘭和匈牙利。西歐國家、美國和日本的蕈菌產量一直停滯不前甚至下降，中國現已成為全球蕈菌產量的最大貢獻者，占世界總產量的80%以上。

蕈菌栽培是一項勞動力密集的產業，能為婦女和青年創造就業機會、增加收入，特別是發展中國家的農村地區提供就業和增加收入之途徑。目前中國大陸金針菇、蟹味菇和杏鮑菇均採用瓶裝系統生產，現代化菇場每天可以生產5~10噸鮮菇，一些菇場日產鮮菇則超過40噸。雙孢蘑菇是全球化栽

培的品種，英美國和大多數西歐國家絕專注於雙孢蘑菇生產，在東亞國家更歡迎雙孢蘑菇以外的菌類品種，香菇和側耳類菌類已經成為世界上栽培最普遍的兩個菇種。香菇、金針菇、側耳類菌類等也正在進軍西方市場。美國和西班牙雙孢蘑菇產量大，加上香菇和側耳類菌類的產量，幾乎占總產量的100%；這三類菌類在韓國、中國和日本分別僅占總產量的72.7%、58.2%和12.3%。

目前世界上有針對菌類產業有四個大型國際機構組織/會議，如(1)食用菌類的國際蘑菇科學協會 (ISMS)：於1950年在英國成立，ISMS大會每隔3~4年舉行一次。(2)世界菌類生物學與產品協會 (WSMBMP)，於1993年在香港成立。每三年舉辦一次國際會議。(3)世界菌根菌研究會 (IWEMM)：於1999年在瑞典成立，主要涉及野生菌類，每兩年舉行一次大會。(4)國際藥用菌類雜誌 (IJMM)：自1999年推出後，國際藥用菌類大會每隔兩年舉行一次。目前這四大菌類組織是引領及支撐世界菌類產業向前發展的主要力量。

(二) 台灣菇類生產現況

以 2008-2017 年菇類產業結構及產值(資料來源：(1) 行政院農委會農糧署 - 農業情報資源網；(2) 行政院農委會-農業統計資料查訊；(3) 農產品批發市場交易行情站；(4) 農產品市場交易平台)

1. 台灣菇類年產量：2008 年及 2010 年約有 36.4 千公噸及 37.3 千公噸，2012 年及 2013 年約有 42.4 千公噸及 41.7 千公噸，其餘年度約 39-40.0 千公噸。
2. 2008-2017 年菇類進口量及出口量產量：2009 年及 2010 年進口量約有 3.6 千公噸及 3.8 千公噸，其餘年度為 4.2-5.0 千公噸。2009 年及 2010 年出口量約有 3.7 千公噸及 2.9 千公噸，其餘年度為 1.0-2.0 千公噸。
3. 2017 台灣主要生產菇類產量及百分率：金針菇 2.0 萬公噸(佔 52%)、太空包香菇 0.5 萬公噸(佔 13%)、洋菇 0.49 萬公噸(佔 13%)、木耳 0.07 萬公噸(佔 2%)、蠔菇 0.07 萬公噸(佔 2%)、草菇 0.07 萬公噸(佔 2%)、段木香菇 0.02 萬公噸(佔 0%)、白木耳 0.0013 萬公噸(佔 0%)、其他菇類 0.6 萬公噸(佔 16%)。
4. 2017 年洋菇產量：南投縣 1,969 公噸(佔 40%)、台南市 1,598 公噸(佔 32%)、彰化縣 580 公噸(佔 12%)。
5. 2017 年段木香菇產量：新竹縣 126 公噸(佔 58%)、南投縣 36 公噸(佔 16%)、宜蘭縣 28 公噸(佔 13%)、桃園市 15 公噸(佔 7%)、屏東縣 6 公噸(佔 3%)、新北市宜 4 公噸(佔 2%)。
6. 2017 年香菇太空包產量：台中市 2,505 公噸(佔 50%)、南投縣 2,283 公噸(佔 45%)、彰化縣 50 公噸(佔 1%)、雲林縣 52 公噸(佔 1%)。
7. 2017 年金針菇產量：台中市 17,949 公噸(佔 86%)、南投縣 2,400 公噸(佔 11%)、彰化縣 540 公噸(佔 3%)。
8. 2017 年木耳產量：嘉義縣 1,855 公噸(佔 86%)、南投縣 106 公噸(佔 5%)、台中市 77 公噸(佔 4%)、台南市 92 公噸(佔 4%)。
9. 2008-2017 年香洋菇栽培面積：2008 年洋菇栽培面積 333 千平方公尺，2010-2014 年約有 242-298 千平方公尺，2015-2017 年約有 360-373 千平方公尺。

10. 2008-2017 年香菇段木栽培數量與產量：2008 年香菇段木栽培數量 19053 公噸，2014 年約有 6558 公噸，2016-2017 年約有 8569-9100 公噸。2008 年香菇段木產量 346 公噸，2014 年約有 159 公噸，2016-2017 年約有 216-220 公噸。
11. 2008-2017 年木耳太空包栽培數量與產量：2008 年木耳太空包栽培數量 2036 萬包，2013 年約有 3867 萬包，2015 年約有 11422 萬包，2016-2017 年約有 4157 萬包及 4794 萬包。2008 年木耳太空包產量 1245 公噸，2012 年約有 781 公噸，2016-2017 年約有 816 公噸及 795 公噸。
12. 2008-2017 年金針菇栽培數量與產量：2008 年金針菇栽培數量 18568 萬瓶，2013 年約有 22104 萬瓶，2015 年約有 20305 萬瓶，2016-2017 年約有 19955 萬瓶及 20890 萬瓶。2008 年金針菇產量 6832 公噸，2012 年約有 8576 公噸，2016-2017 年約有 7542 公噸及 8013 公噸。
13. 2008-2017 年蠔菇栽培數量與產量：2008-2012 年蠔菇栽培數量 593-733 萬包，2013 年約有 883 萬包，2015 年約有 370 萬包，2015-2017 年約有 370 萬包及 286 萬包。2008 年蠔菇產量 1791 公噸，2012 年約有 1765 公噸，2016 及 2017 年約有 944 公噸及 762 公噸。
14. 2008-2017 年草菇栽培數量與產量：2008-2012 年草菇栽培面積 161 千平方公尺，2013 年約有 121 千平方公尺，2015 年約有 91 千平方公尺，2016-2017 年均有 106 千平方公尺。2008 年草菇產量 1245 公噸，2012 年約有 781 公噸，2016 及 2017 年約有 816 公噸及 795 公噸。
15. 2008-2017 年香菇及洋菇生產年產量變化：2008 年洋菇年產量 3951 公噸，2013-2014 年約有 2921 公噸及 3110 公噸，2013-2014 年約有 4820-4958 公噸。2008 年香菇年產量 3233 公噸，2009-2011 年約有 4012-4716 公噸及 3110 公噸，2012-2017 年約有 5110-5789 公噸。
16. 2009-2018 年菇類進出口金額：2009 年進口約 500 百萬元新台幣，出口約 1000 百萬元新台幣；2014 年進口約 180 百萬元新台幣，出口約 1400 百萬元新台幣；2017 年進口約 400 百萬元新台幣，出口約 300 百萬元新台幣。
17. 2009-2018 洋菇進出口：以 2018 年為例，進口有生鮮冷藏 16 百萬元新台幣，冷凍 19 百萬元新台幣，脫水乾製 50 百萬元新台幣，調製 250 百萬元新台幣。出口有生鮮冷藏 2 百萬元新台幣，脫水乾製 469 百萬元新台幣。洋菇主要進口國家有中國大陸、馬來西亞，主要出口國家有日本。
18. 2009-2018 草菇進出口：以 2009 年出口有 45 百萬元新台幣，2015 年有 3 百萬元新台幣，2018 年有 12 百萬元新台幣。草菇出口類型以脫水乾製為主。草菇主要出口有加拿大、美國及越南。
19. 2009-2018 香菇進出口：2009 年香菇進口約 100 千美元，2014 年有 482 千美元，2018 年有 545 千美元。2009 年香菇出口約 365 千美元，2010-2013 有 1524-1889 千美元，2014 年有 3283 千美元，2017-2018 年有 3104 及 2904 千美元。2018 年香菇進口以脫水乾製為主，約有 2904 千美元，香菇出口以生鮮冷藏約有 159 千美元，脫水乾製約有 386 千美元。
20. 2017-2018 交易量增減變化：交易量增加最多有猴頭菇 148.6%、蠔菇 43.0%、珊瑚菇 37.4%、秀珍菇 17.2%、杏鮑菇 12.56%；交易量減少最多有巴西蘑菇 41.8%、柳松菇 35.9%、草菇 32.3%、金針菇 7.7%。
21. 金針菇市場交易價格：104-107 年年平均交易價格為 83.0-93.4 元/公斤。

- 一般價格以 5-11 月為較高，約 90-100 元。
22. 濕香菇市場交易價格：104-107 年年平均交易價格為 93.5-112.3 元/公斤。一般全年每月價格較穩定，約 90-118 元。
23. 濕木耳市場交易價格：104-107 年年平均交易價格為 53.0-67.4 元/公斤。一般全年每月價格較穩定，約 44-83 元。
24. 草菇市場交易價格：104-107 年年平均交易價格為 81.5-97.2 元/公斤。一般價格以 10 月至翌年 3 月為較高，約 90-110 元；4 月至 9 月為較低，約 63-90 元。
25. 洋菇市場交易價格：104-107 年年平均交易價格為 82.3-99.2 元/公斤。一般價格以 8-11 月為較高，約 80-100 元/公斤。
26. 杏鮑菇市場交易價格：104-107 年年平均交易價格為 52.3-84.5 元/公斤，價格逐年下降。107 一般價格以 4 月至 8 月為較低，約 50-57 元；9 月至翌 2 月為較高，約 63.9-83.6 元。
27. 秀珍菇市場交易價格：107 年每月平均交易價格為 47.8-68.4 元/公斤。
28. 柳松菇市場交易價格：107 年每月平均交易價格為 68.9-116.0 元/公斤。

替代介質在菇類生產的發展

近年來隨著食用菌栽培面積逐漸擴大，食用菌栽培的一些主要栽培材料，如木屑、稻桿、麥桿等價格不斷攀升，致使食用菌的栽培成本不斷增加，加上生態保護、環境保育和植物生產的立場上，需發展出更多來源豐富的食用菌栽培替代介質是未來的重要趨勢，也關係到食用菌生持續發展具有重要的意義。

過去國內有不少研究以不同替代介質(鋪地黍、玉米稈、玉米穗軸、甘蔗渣、廢棄太空包介質、狼尾草、盤固拉草、稻草、稻殼等)對於杏鮑菇或秀珍菇太空包之出菇率、出菇時間、生物學效率等進行探討(梁志欽等人，2011；莊老達，2012；劉俊佑等人，2012；翁筱雅；2016)；期望未來「太空包替代介質」在商業生產上能實際應用。而中國大陸近年來也因木屑之缺乏而利用大量農業廢棄物來栽培菇類，如利用木屑、棉籽殼及樹皮成功栽培出杏鮑菇，目前大陸杏鮑菇栽培技術也發展出成形且一窩蜂生產，木屑短缺無法應付大量菇類的市場需求，而逐漸發展蔗渣、棉籽殼及玉米芯的替代介質，也應用於多種菇類栽培(王德芝及張水成，2007；呂作舟，2006；何培新等，2000；陳士瑜，1991。黃年來，1987 及 1994；黃年來等，2010；童萬亨，2000；張松，1999；陳士瑜，1988；謝寶貴等，1999；羅信昌及陳士瑜，2010；孟昭武等.2003.)。未來國內菇類栽培介質研究宜早日未雨綢繆，希望能朝向開發較多的栽培介質利用方式，以解決國內木屑短缺之問題及農業廢棄物再利用問題，更能提高菇類產值。

而國內以玉米穗軸、蔗渣及木屑組成混合介質對杏鮑菇及美白菇菌絲生長、菇體產量及品質之影響。杏鮑菇總產量以 80%木屑 20%玉米穗軸 20%米糠、60%木屑 40%玉米穗軸 10%米糠或 15%米糠處理為較高，玉米穗軸可以取代 20%-80%木屑，而產量增加 40%-90%，玉米穗軸 40%-60%混合介質可以獲得較高且穩定的產量，蔗渣混合介質以 80%木屑 20%蔗渣 20%米糠處理為較高，蔗渣產量可能減少 30-50%。美白菇總產量以 80%玉米穗軸 20%木屑 10-15%米糠與 60%玉米穗軸 40%木屑 20%米糠處理為較高，玉米穗軸可以取代 40-80%木屑，木屑含量愈高，直徑大於 2 cm 的美白菇子實體朵數愈少，玉米穗軸含量愈高時，直徑小

於 2 cm 的美白菇子實體朵數較多。以 40%蔗渣 60%木屑 15-20%及 20%蔗渣 80%木屑 20%米糠處理之美白菇產量為較高，100%蔗渣為最低，蔗渣可以部分取代木屑 20%-80%成為美白菇栽培介質。(翁筱雅，2016)。由玉米穗軸及木屑組成混合介質對秀珍菇菌絲生長、菇體產量及品質之影響，秀珍菇朵數及產量以 20%-40%玉米穗軸 20%米糠為較高。(劉俊佑等人，2012)。而過去鋪地黍、玉米稈、甘蔗渣、狼尾草等做為栽培秀珍菇、杏鮑菇、木耳有不同的適應性(梁志欽等人，2011)。

近年來中興大學園藝系曾亦進行廢棄廢棄果樹枝條為替代介質之研究，中興大學農藝系、農科院及農試所也使用狼尾草為替代介質來栽培杏鮑菇，其栽培成效甚佳。國內希望能朝向開發較多的栽培介質利用方式，以解決國內木屑短缺之問題及提高菇類產值。

洋菇及香菇產銷面臨的問題

雙孢蘑菇是許多食用蕈菌中唯一全球化栽培的菇類，在英國和其他大多數西歐國家絕大多數專注於雙孢蘑菇。在東亞國家除了雙孢蘑菇以外的蕈菌品種更受歡迎，而香菇和側耳類蕈菌已經成為世界上栽培最普遍的兩個菇種。

(一) 台灣洋菇產業之挑戰

洋菇的人工栽培始於法國，國內自民國 52 年開始推廣，外銷的罐頭量曾居世界之冠，後來因受到工資高漲、生長季節太短等不利的因素影逐漸式微。目前僅剩彰化縣的竹塘地區及台南六甲、柳營地區仍為重要的產地。目前全台灣洋菇栽種方式有傳統菇舍(約有 120 家)與現代化空調環控菇舍(約 70 家)兩大類，環控菇舍全年可生產，而傳統菇舍僅能利用冬季氣候時栽種。全台利用環控菇舍生產規模較大的農場有彰化竹塘興家農場及雲林的金億陽農場。有關洋菇現況說明如下：

1. 菌種：大多來自全信公司及佳禾公司，雖然是有多年經驗之老公司，菌種亦有更新，但由於產業青黃不接，因此菌種品質仍不夠穩定，近年也引進一些國外品系，以為洋菇更新品種，如興家農場之霸王洋菇生產。
2. 栽培菇舍：傳統菇舍之結構、加熱通氣及人±採收不方便，一如 30-50 年前，設備甚為簡陋，工作環境不佳。新現代菇舍擁有(1)可以裝卸之牆板及供栽培床進出之門，因此對後發酵前或後發酵後，進出菇舍也非常方便；即使栽培後清理廢棄堆肥也非常便利。(2)菇床有固定式及移動式的二種，活移動式菇床大都配合機械做移動式的進出，如雲林的金億陽農場，其操作比傳統的菇舍更省時便利，值得參考推薦。。
3. 堆肥製作：(1) 前發酵：(a)傳統菇舍在稻草加上石灰、磷酸鈣在泥土空地上堆積，約翻堆 4-5 次，再進入菇舍行後發酵，溫度 60℃ 2-3 天，再降至 40℃-50℃ 維持 14-15 天，當堆肥內部 25℃ 即可撒播菌種。(b)現代菇舍金億陽農場在稻草吸水加上生石灰軟化後則採在水泥地上堆積做

前發酵，約 20-30 天左右，再送入固定隧道房內，利用自然升溫通氣後
醱酵，後醱酵再放入移動式菇床及進入活動式菇舍進行撒菌種及覆土。

4. 覆土消毒：大都使用田土為覆土材料，混合石灰消毒，並沒有完全採用
蒸氣或化學藥劑消毒，殺菌效果值得堪慮。
5. 堆肥製作大都由農民多年的栽培經驗及參考國外資訊來從事生產，由於
國內從事洋菇研究專業人員相對偏低，生產研究、實際生產及產業輔導
形成嚴重的脫節，國內產量和國外相較之下有偏低現象，因國內市場以
鮮菇為主，其市場需求仍相當穩定。。

(二) 台灣香菇產業之挑戰

1974 年香菇全球總產量為約 143 000 公噸，日本 94.5%，中國 4.2%，
台灣 1.1%，南韓 0.2%；1983 年日本香菇產量占全球香菇總產量的 82%，中
國 9.4%。1987 年，中國的香菇產量第一次超過了日本，其歸因於福建省古
田縣成功利用木屑作為基質栽培香菇。1991 年中國香菇產量占全球總產量的
60.5%，1997 年 85.1%、日本 10.0%。1987-1997 年中國產量增加了 1060%，
日本、韓國和台灣則大幅降低。過去香菇以段木栽培為主，目前香菇以太空
包木屑栽培是中日台的生產香菇的主要方式，而三個國家的栽培模式亦不相
同，各有其優缺點。而有關國內香菇產業面臨的問題有：

- 1.台灣香菇產量名列世界第三，主要是圓錐形太空包栽培，唯能對太空包栽
培之流程管控及出菇生理尚未能完全掌握，生產自動化及智能化設施設
備仍不足，單位面積產值偏低。研究經費短缺，研究機構之有關菇類研
究人員均偏低。
- 2.木屑短缺之問題：過去香菇太空包之木屑主要來源係以相思樹或楓香樹、
油桐樹等樹種，由於目前國內種植用地取得困難、進口木材費用昂貴加
上目前樹木砍伐須依循相關法令規定與程序進行，導致造成木屑來源短
缺，並衍生必須混雜廢棄或劣質木材，使得香菇生產品質、產量均受影
響，生產成本亦隨之攀升。

3.氣候暖化之問題

全球氣候暖化效應，溫度劇烈變化對香菇太空包菌絲生長及出菇造
成影響，夏天炎熱、暖冬或極端寒冷比往昔更加明顯，造成香菇生產季節
短，香菇菌種接種後遭逢低溫或下雨，太空包棉花受潮而導致感染紅色麵
包黴菌猖獗發生，進而影響育成率及造成損失。

4.菌種變異或弱化之問題

(1)台灣香菇菌種主要是來自極少數的菌種商，固態菌種(麥粒菌種)之製
程長、雜菌污染率高，菌種培養空間大且溫控通氣環境不佳加上繼代
次數增加，而造成菌種弱化。

(2)菌種在運送及儲存過程若無冷藏設備，亦會造成菌種活力下降。

- (3)菌種商製作缺乏一套菌種製作之 SOP 與通氣降溫設備，缺乏育種知識或無法獲得優良母種，目前農試所正協助業者建立菌種生產標準流程及各式菌種之復壯技術。

5.農村人口老化與勞動力不足

香菇生產之採收及修剪所費的工時相當多，甚至採收判斷成熟度也需要人工，針對於人工的匱乏問題也需適度地引進外配及外勞，若有香菇修剪的自動化機械，更可以協助省工。

6.國內香菇生產設施之相關問題

- (1)傳統菇舍太低且通風不足，空間悶熱影響香菇產量甚鉅，園藝溫室的水簾降溫設備在菇農使用並不普遍。近年農試所將水簾降溫設備裝設於木耳及香菇菇舍，其散熱效果佳且菇農反應甚佳，唯要全面使用或使用環控栽培設施，其生產成本更高。
- (2)自動化製包機--現在已經有許多菇場引進大陸機械，雖然尚需須克服問題仍然多，目前若能實際應用到產線上，可以解決人力短缺的問題，並擴規模及增加產能。
- (3)香菇栽培設施可能已超過農發條例所認定之菇類栽培設施規定(無固定基礎、無牆面之設定)。申請政府補助之菇舍需有合法認定及容許使用，其適法性對一般菇農甚為困難。乾燥設備及冷藏設備之合法化申請亦非常不容易，菇舍不具合法性，菇農將土地贈與菇二代之繼承問題，有時會被認定其為違建事實轉移。
7. 生產技術不穩定，育成率差及規模化不足影響香菇產量及產值：許多菇農面臨要增加栽培面積或規模，唯有加強耐熱品種引進及研發，增加栽培面積及提升育成率，掌握出菇生理機制，才可能增加產值，
- 8.未來開拓外銷市場，強調產品 Globe.G.A.P，Japan.G.A.P，Asia.G.A.P 等國際認證，未來農民需要政府政策輔導建立認證，以打開外銷市場。近年來越南進口之香菇產品逐年增加且造成衝擊，新社在地香菇銷售整體大約減少約 30%，未來需繆求對策。

9.段木香香菇之問題

- (1)菌種品種弱化，需引進新品種或耐熱品種，以解決菌種弱化及退化導致產量減少之問題。
- (2)木材種類及穩定不足:主要來源為台東原住民造林，青剛櫟和楓樹為主，近年木材供應極不穩定，原料年年漲價，生產成本越來越高，發展平地造林不失為解決原料之方法。
- (3)極端氣候變異下，產量不穩定(減少) 椴木及太空包之生產品種及生產技術亟待克服。
- (4)段木香菇種植極為耗費人力，目前人工嚴重缺乏是一大難題。

新興菇類的發展

- (一)松露(Truffle)是子囊菌門的可食用真菌。屬於松露屬或塊菌屬(*Tuber spp.*)。松露多數在闊葉樹的根部著絲生長，散佈於樹底 120~150 公分，塊狀子實

體生於地下 5~40 公分。松露是菌根真菌，通常在與樹木的根部可找到它。松露孢子擴散是通過吃真菌的動物來完成擴散。松露有一種特殊的香氣；歐洲人將松露與魚子醬、鵝肝並列「世界三大珍饈」，屬於高貴食材之一，特別是法國產的黑松露(*Tuber melanosporum* Vitt.)與義大利產的白松露(*Tuber magnatum* Pico) 評價最高。法國南部有富含石灰岩的土壤和乾熱的氣候，適合松露生長，在 19 世紀末產量達到上百噸。1890 年，松露樹的種植面積達到了 75000 公頃。1900 年松露成為高貴食材，法國出產的松露 80%源於人工種植。英國、美國、西班牙、瑞士、紐西蘭、澳大利亞和智利都有松露種植業。天然松露或人工種植的松露都生長在地下，採集並不容易，傳統上是利用豬或犬的靈敏嗅覺來尋找及挖掘松露。白松露菌(學名:*Tuber magnatum*)，主要產於義大利。由於珍貴且產量少，故有白色鑽石之稱。臺灣中部山區林地和法國曾被發現。(https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%9D%BE%E9%9C%B2)

台灣塊菌發現及人工造林成績

1. 胡弘道教授於 1987-1991 年在台灣東埔發現台灣塊菌 (*Tuber Formosanum*) (與青剛櫟共生)，子囊果外表形與法國黑孢塊菌、中國塊菌與印度塊菌相近。
2. 胡弘道教授於 2007 年發現台灣屑塊菌(*Tuber Furfuraceum*)(與青剛櫟、台灣二葉松、石櫟共生)。
3. 胡弘道教授於 2010 年發表年其植菌成果，於 1989 年以台灣塊菌孢子懸浮液接種於二年生青剛櫟幼苗，至 1996 年成功採集 20 公斤塊菌。傅春旭等人於 104-106 年重新勘查胡弘道五個地點加上塔塔加鞍部、溪頭杉林溪等，發現塊菌亦分佈於青剛櫟、三斗柯、二葉松、台灣雲杉、台灣鐵杉、五葉松、台灣黃杉、油杉等。
4. 2014 年宜蘭大學團隊林建堯等人和縣政府合作在宜蘭四季南山平台建立塊菌生產園區，期望解決高山蔬菜的問題，並為具有效益的松露生產園區建立示範作用。
5. 2016 年黃勁輝等人在八通關古道至郡大林道間之林道發現新種(雲杉塊菌)。(黃勁輝等人,2018)。
6. 2016 年黃勁輝等人在畢祿溪一梨山間之台灣雲杉、華山松及台灣鐵杉發現新種(台灣腔塊菌 *HYdnотrya tulasnei*)。(黃勁輝等人,2018)。2016 年黃勁輝等人在溪頭杉林溪間之台灣鐵杉發現新種(疣此大團子囊菌塊菌 *HYdnотrya tulasnei*)。(黃勁輝等人,2018)。
7. 2017 年李鏗彤等人在溪頭杉林溪發現新種(深脈松露 *Tuber elevatireticulatum* sp. nov)。農委會林試所團隊比對 70 年代發現白松露蹤跡的路線，藉由植被分佈、土壤酸鹼、溫度濕度等資料交叉分析，藉由地圖回溯，終於在 2018 年 3 月，在南投溪頭找到松的「深脈松露」，是白松露的一種，具有直徑大(子實體可達 3 公分)、氣味強烈等特性。林試所在國際期刊正式發表此台灣第一個的白松露，也是世界新種松露，林試所還成功開發培養技術，希望成為未來餐桌上的新鑽石。
8. 林試所傅春旭認為培育本土松露才是提升林下經濟的根本。特別的是松露大多喜歡生長在鹼性土壤，而深脈松露在酸性土壤也能成長。台

灣土質大多是酸性的，因此這次發現深脈松露，代表台灣的松露產業是有發展性的。

(二) 松本茸

日本松本茸(Honshimeji) 又稱為玉茸，是山珍生技公司自日本引進的高級菇類，具有松茸之香氣及鮮美的食味。該公司位於屏東長治鄉，係由高科技的公司轉投資。山珍生技是全球首例與 TAKARA BIO 公司正式授權技術合作的公司，在屏東長治鄉的農科園區內開始量產玉茸。生產上強調主要栽培松樹木屑是來自日本，能生產出外型可愛飽滿、味道鮮甜香脆的松本茸，可能來自品種及栽培環境控制所產生。

山珍公司也生產出美姬菇 Hatakeslimeji(是與松本茸同屬)及山珍黃金蟲草 *Cordyceps militaris*，美姬菇屬富含鳥苷酸和穀胺酸，脆脆的口感。山珍黃金蟲草 *Cordyceps militaris* 含多醣體、碳水化合物、不飽和脂肪酸、豐富的蛋白質及人體必需氨基酸，可以為平日最佳的營養補充劑。

(三) 猴頭菇

猴頭菇 (*Hericium erinaceus*)，是中國四大名菜（猴頭、熊掌、海參、魚翅）之一。菌傘表面長有毛茸狀肉刺，長約 1~3 公分，子實體圓而厚，新鮮時白色，乾燥後由淺黃至淺褐色，直徑 3.5~10 公分，似金絲猴頭，故稱「猴頭菇」，又有「刺蝟菌」之稱。

猴頭菇屬木材腐生菌，分解木材的能力很強，適宜樹種的木屑是最經濟而優良的碳源，甘蔗渣、棉籽殼等也是理想的碳源；麩皮和米糠是良好的氮源，其他可利用的氮源有尿素、蛋白胨、銨鹽、硝酸鹽等。菌絲生長階段的 C/N 比以 25:1 為宜；子實體生育階段以 35-45:1 最適宜。最適溫度為 25℃，低於 6℃ 或高於 30℃ 時菌絲生長緩慢易老化，35℃ 時停止生長。子實體生長的溫度為 12-24℃，以 18-20℃ 最適宜。培養基質的適宜含水量為 60-70%，猴頭菇原基分化數量顯著減少。菌絲培養發育階段以相對濕度 70% 為宜；子實體形成階段則需要達到 85-90%，子實體生長迅速而潔白。猴頭菇屬好氣性菌類，當空氣中 CO₂ 濃度高於 0.1% 時，會刺激菌柄的不斷分枝，形成珊瑚狀的畸形菇，保持新鮮的空氣極重要。原基需要 50lx 的散射光才能刺激分化。光強度在 200-400lx 時，菇體生長充實而潔白，光強高於 1000lx 時，菇體質量差，產量下降。猴頭菇子實體的菌刺生長具有明顯的向地性，不宜過度地改變容器的方向，否則會形成畸形菇。猴頭菇屬喜酸性菌類，菌絲生長階段在 pH2.4-5 的範圍內均可生長，以 pH4 最適宜；子實體生長階段以 pH4-5 最適宜。

猴頭菇是一種高蛋白、低脂肪、富含礦物質和維生素的一種優良食品；能降低血膽固醇和甘油三酯含量，調節血脂，利於血液循環，是心血管患者的理想食品；猴頭菇含有多糖體、多肽類及脂肪物質，能抑制癌細胞，從預防和治療消化道癌症和其他惡性腫瘤；對胃炎、胃癌、食道癌、胃潰瘍、十二指腸潰瘍等消化道疾病也有療效。猴頭菇具有提高肌體免疫力的功能，可延緩衰老。猴頭菇對神經衰弱、失眠有特效。近年日本學者提出，猴頭菇所含

「 β -D-葡聚糖」和神經細胞促生因子(NGF)，可促進腦神經細胞生長和再生，對預防和治療老年痴呆症有良好效果。因此猴頭菇亦是益壽抗衰的新型營養健腦食品。近年來台灣亦有業者從事子實體栽培，而葡萄王台司從猴頭菇菌絲體中培養，並分離出一種成分，証明有降低失智或延遲阿茲海默症的效果，目前正在美日申請專利。

(三)銀耳(白木耳)

銀耳 (*Tremella fuciformis*) 又稱為白木耳，是銀耳科銀耳屬的一種食用真菌。子實體為白色或帶黃色，半透明，呈雞冠狀，有平滑柔軟的膠質皺襞，扁薄捲縮如葉狀的瓣片，寄生於朽腐的樹木上。4-9 月間採收，5-8 月為盛產期。著名的菜肴有銀耳蓮子羹、銀耳南杏雪梨糖水及銀耳煲瘦肉湯等；銀耳亦是冬日「臘八節」「臘八粥」八種食材之一。

過去三十年前台南下營曾以芒果段木栽培白木耳，隨後生產上受到進口白木耳的影響，造成白木耳整體產業幾近消失。國內在近十年內利用國內的白木耳品系(採集自阿里山，具有杏仁味)重新發展此產業，亞洲大學亟力在發展相關的瓶栽生產技術，唯整體產業之市場產銷仍非常有限。

(四)靈芝、冬蟲夏草及北蟲草、牛樟芝

由於生活水準提升，人們對於健康食品的需求日益增加。2018 年有 359 項健康食品取得健字號食品，其中菇類健康食品有 27 項，而有 13 項屬於固態培養。國內主要發展的保健菇類說明如下：

(1) 冬蟲夏草及北蟲草

由於冬蟲夏草的價格節節上升，每公斤達到 65-80 萬新台幣，而帶動北蟲草從野生走到固體培養，中國大陸每年以 20% 的速率在增加，至 2017 年已有 1 萬 9000 噸，除了乾燥產品外，也有其他產品在市場上流通。但大陸相關報導，大陸已成功人工培養出冬蟲夏草。國內在北蟲草生產技術在工研院、大葉大學的研發發展下，甚有成績，唯消費市場仍非常有限。

(2) 靈芝：

在國內的生產主要是私人的生技公司並結合其衛星農場，主要仍然是利用溫控溫室來進行栽培，如雙鶴靈芝、林天財農場、豐年農場、彥廷農場等，其主要產品大都是赤芝、鹿角靈芝為主的健康食品，而國內對靈芝、牛樟芝與人體機能性之研發仍是發展生技產業的最大依賴。靈芝菌絲體培養則集中於生技公司，如葡萄王公司、金穎公司等，其靈芝相關產品亦有不斷有研發。目前菇類亦加入動物飼料(禽畜動物飼料、水產動物飼料等)中，可以減少抗生素之使用，在國內有一些研究及應用。而靈芝在抗腫瘤之研究在國內大學不斷有新發現，仍顯現靈芝有相當的發展潛力。

(3) 蟬花

蟬花、冬蟲夏草、白僵蠶並稱為三大蟲生真菌，均具有保肺、益腎、補精、提升免疫力等效用。蟬花(*Isaria cicadae* Miquel)屬於蟲生真菌。蟬花是一種外形具有蟬的幼蟲體和花，花是從單個或是 2-3 個蟬幼蟲頭部生長出來的，從頂端分枝開花，花粉為乳黃色(蟬花孢子粉)，具有繁殖的功能。蟬

的幼蟲在蟬羽化前被蟲草菌感染、寄生，並吸收蟲體的營養轉化成菌絲體，萬物復甦時節，菌絲體從營養階段逐漸轉化為有性繁殖的蟬花孢子粉，漸從頂端分枝發芽形似花朵，故而稱為蟬花。

蟬花的藥用與食療價值近幾年才受到重視，其實傳統典籍早有記載；國內葡萄王公司已成功培育了蟬花菌絲體。蟬花被證實具保肺、益腎、補精、提升免疫力等多種效用。花蓮發現的罕見小蟬花，未來可以開發成保健食品，其未來發展不可限量！

(4) 桑黃

桑黃(*Phellinus igniarius* (L. ex Fr.) Quel.)，為多孔菌科針層孔菌的子實體，子實體無柄，菌蓋扁半球形或馬蹄形，木質，淺肝褐色至暗灰色或黑色，老時常龜裂，無皮殼，有同心環棱。邊緣鈍，深肉桂色至淺咖啡色，下側無子實層，菌肉深咖啡色，硬，木質。菌管與菌肉近同色，多層，年老的菌管層充滿白色菌絲。管口銹褐色至醬色，圓形，孢子近球形，菌絲不分枝，無橫隔。生於楊、柳、樺、櫟等樹幹上。分布東北、華北、西北及四川、雲南等地。

現代研究證實桑黃能夠提高人體的免疫力，減輕抗癌劑的副作用，輔助腫瘤病人的放療和化療，桑黃對女性月經不調等婦科疾病也有療效。如果用桑黃輔助防癌和抗癌治療，最好在手術之前，就開始服用桑黃湯劑。桑黃是一種附生於在桑樹上的子實體，因呈黃色而得名。桑黃多糖能夠緩解疼痛、食欲不振、體重減輕及疲勞倦怠等癌症特有的症狀，提高生活品質。其作用有抗癌作用、護肝作用、降低和調整血糖濃度、降低血脂、防止心腦血管病的發生、預防和治療類風濕性關節炎、完全抑制尿酸、抗過敏等。目前日韓中台對桑黃有極高的認知及興趣，國內科博館吳聲華博士對桑黃的鑑定是相當投入，亦有許多跨國性研究計畫。

(5) 巴西蘑菇

原產於北美南部和巴西等南美地區。巴西蘑菇屬中溫偏高菌類，首先發現於巴西聖保羅郊外皮耶達提山地。當地居民長期採摘為食，居民健康長壽，平均壽命高達 95 歲，與巴西蘑菇密切相關。巴西蘑菇由菌絲體和子實體兩部分組成。菌絲體是營養器官，菌絲白色，絨毛狀，氣生菌絲旺盛，菌柄。子實體由菌蓋、菌褶和菌環等組成。子實體單生、叢生或群生，傘狀。原基呈乳白色，菌蓋初時為淺褐色，扁半球形，成熟後呈棕褐色。

巴西蘑菇是夏秋發生的草地腐生菌、好氣性真菌。巴西蘑菇是一種腐生菌，具有很強的分解基質能力，其菌絲能降解纖維素、半纖維素等物質。巴西蘑菇菌絲生長不需要光線，子實體形成最好能有散射光的刺激。巴西蘑菇含有β-葡聚糖、幾丁質、雜多醣(果膠質、半纖維素、多醣醛酸)等食物纖維，防止致癌物質被人體吸收並使其迅速排出，具有預防直腸癌、結腸癌的效果。對於固體癌、腹水癌、乙狀結腸癌、卵巢癌、乳癌、肺癌、肝癌等都能展現極高的效果。進行與化學療法及放射線治療的同時，巴西蘑菇所具有的免疫賦活力，能支持化學療法劑使其效果提高。

國外巴西蘑菇主要是以稻草堆肥配合覆土來栽培，在台灣則是以木屑配合覆土栽培，唯產量較堆肥栽培為低。近年來近年來巴西蘑菇普遍存在有之重金屬問題，目前台灣則以生產履歷來掌控巴西蘑菇重金屬問題。由於考量其機能性、醫療成效、產品安全性及市場效益，有些國內生技公司亦發展出使用替代介質(盤固拉草、狼尾草等)來栽培，如香檳茸。

台灣菇類休閒觀光農場經營概況

自 1960 年代末期台灣農業生產開始萎縮，為了改善農業結構，尋求新的農業經營方式，以突破農業發展瓶頸，促進農業轉型，利用農業資源吸引遊客前來遊憩消費，享受田園之樂，並促銷農特產品，農業與觀光結合的構想應運而生。休閒農業係結合生產、生活及生態三生一體的農企業，具有教育、經濟、社會、遊憩、醫療、文化和環保等功能。台灣自 1989 年 4 月在台灣大學舉辦「發展休閒農業研討會」，休閒農業成為農業發展的重要政策之一，政府積極推展此項產業。

1980-2011 年台灣為發展休閒農業，先後規劃成立「休閒農業輔導審查小組」、劃定「休閒農業區」、推動休閒農業旅遊活動、休閒農場申請設置、推動一鄉一休閒農漁園區計畫、組成休閒農場專案輔導小組、立法訂定「休閒農業輔導管理辦法」及各相關法規、加強休閒農業整合行銷等，而近年來休閒農業逐漸轉型為體驗型農場，各種經營型態則包括休閒農場、觀光農場、市民農園、教育農園及娛樂漁業等。而台灣地區菇類休閒農場也大多由生產轉型而來，說明如下。

(一)豐年生態農場農場(生產兼休閒型農場)

豐年農場位於南投縣埔里鎮，農場成立於 1966 年，佔地三公頃，農場本身具有創新研發的熱忱，經常可看見新品種菇類適時推出，以提升農場的競爭優勢及創造利潤。豐年農場之業務有菇菌業之上、中、下游觀光休閒等，上游為菌種開發，中游是生產菌種包提供下游農場及菇農栽培，是學術界研究及學生戶外教學的最佳場所，農場也提供戶外教學解說及體驗，讓民眾認識野生菇類生態以及毒菇辨別之常識。

豐年農場於 2002 年底配合政府推展休閒農業政策，將原有廠房設施及觀光動線加以重新規劃整理，增建遊客服務中心、生態教室、室外生態區及週邊設施。農場擁有各種菌種培養技術、生產技術以及最多菇蕈類的栽培場優勢條件，可以帶給消費者一個豐富、繽紛的菇類之旅。豐年農場過去以菌種包生產為主要項目，為配合休閒觀光而開發多方面業務：(1)提供遊客參觀、採菇，導覽解說，促進產品及增加農場收入。(2)提供品嚐現烤鮮菇及試飲靈芝茸茶。(3)依季節性栽培不同品種的菇類(如鹿角靈芝、猴頭菇、杏鮑菇、補血珍菇等)，並提供參觀民眾及學生教學之活教材。(4)農場生產出多種菇類加工品，供參訪者採購。豐年農場觀光部主要收入是採現場銷售，其次是宅配。

(二)阿亮香菇園(生產兼休閒型農場)

阿亮香菇園位於新社鄉，地區的重要農特產品有菇類、枇杷、葡萄、香藥草等，香藥草發展帶動地區花海、民宿、咖啡等活動，而形成新社新商圈、樂活幸福新市鎮、紫色的故鄉。因鄰近台中縣和平鄉梨山及谷關、石岡鄉、農委會種苗繁殖場等，因此也帶來甚多參觀人潮。地區有香藥草咖啡及民宿約 40 家、菇類產業休閒農場約 12 家、薰衣草森林、新社莊園等。阿亮香菇園為最真實的香菇農園，園區活動有自採香菇、菇類生態解說，以及現炸新鮮香菇品嚐、菇類產品販售等服務，目前也是新社鄉唯一提供可以全年採香菇體驗的農園。阿亮香菇園能提供菇類導覽解說，讓民眾能增長菇類知識及分辨香菇的品質，並行銷有多

種新鮮菇類(如香菇、珊瑚菇、平菇、柳松菇及靈芝等)，乾燥菇類(香菇、白木耳等)、加工菇類等。

(三)草優生物科技農場 (生產兼休閒型農場)

草優生物科技農場為彰化縣 29 個休閒農場之一。農場有較多的認證產品如 HACCP、ISO20002、慈心有機產品等，其經營項目有機菇、專業草種、菇類加工、休閒觀光；包括有(1)蘑菇部落探索：菇草真菌生態教育、菇類 DIY、導覽解說。(2)菇草真菌生態：樹木生態、專業解說人員、烹調方式、體驗農業。(3)生態知性教學：生態池(青蛙、蝴蝶、锹形蟲館)、菇類種類生態多樣性、生態棲地。(4)菇類 DIY 教學：菇類栽培體驗、生態園體驗。(5)神農特產區及產品展售：全國神農獎得主之農特產品、農產品自行研發之新鮮及加工。

草優農場包括有菇草栽培實驗室、食品安全認證、優質菇草料理食譜及加工品、優質通路、24 小時產地直送。菇類加工產品有靈芝加工品、杏鮑菇加工品、養生菇餅等。新鮮菇類有 Doric 杏鮑菇、混合菇類(草優鮮採菇)、粉紅玫瑰菇、杏香菇、黃晶菇(金頂側耳)、黑木耳、鴻禧菇(白精靈、美白菇)、滑菇(珍珠菇)、蠔菇(黑美人菇、姬菇)等。

草優農場是一個年青有高發展潛力的新興農場，其生產型態亦由純粹的行銷逐漸走上休閒觀光化的多元化經營。

(四)欣隆休閒農場(生產兼休閒型農場)

欣隆農場在南投縣草屯鎮，農場為一梯田地形，可眺望九九峰全貌及草屯市區，農園內有玉蘭花樹林，農場是以生產、休閒、自然教育為經營項目，是尊重自然生態保育之休閒農園。欣隆休閒農場採部分人為溫控設施，主要產品有秀珍菇、靈芝、酒杯菇等，可供遊客現場購買、摘採及煮食，玉蘭花及菇類產品可供泡茶及食用，使遊客達到觀光休閒之目的。

欣隆休閒農場有(1)慈心基金會有機認證(2)台灣生態教育農園之農場認證。在 921 大地震以後，由生產型轉型為休閒農場，農場活動有休閒體驗、鄉土教育、採菇體驗、品嚐菇類美食、菇類加工、玉蘭花等。並將霧峰、草屯及埔里連成一條觀光路線上，不定期舉辦鄉土藝術活動文化，增加農場活力。以策略聯盟結合鄰近地區之旅遊活動，尤其和旅行社合作舉辦套餐行程，農場則建構網頁透過網路行銷。

(五)靈芝生產農場(生產兼休閒型農場)

林養菌園室林天財早年因家窮輟學，他憑著旺盛的上進心，36 歲時研究培養出「台灣高溫洋菇」，帶動台灣洋菇產業發展。1973 年開始以太空包成功的培育出高品質的鹿角靈芝，1974 年正式以太空包木屑培育鹿角靈芝，是『台灣靈芝的始祖』。從 1980 年開始，林天財做起了靈芝傳銷生意，是台灣靈芝的傳奇人物；而天才鹿角靈芝膠囊是市場傳誦甚久之熱門商品。

目前天才鹿角靈芝公司是台灣林園國際事業集團之關係企業，專心致力行銷鹿角靈芝、天山雲芝、靈芝茶、靈芝咖啡、冬蟲夏草、猴頭菇、蜂王乳、花粉等健康食品及各種靈芝酵素、皮膚保養品行銷海外市場。從品種選擇、改良、栽培、製造、包裝，一貫作業及嚴格的品質管制，成為全球少數通過國際品質(ISO 9001)及 HALAL 認證的公司，其本人及產品獲得甚多國內外獎項，且行銷國內外。

(六)菇神休閒餐廳(銷售型休閒農場)

菇神休閒餐廳位於新社鄉，由國內外進口各類菇類產品並成立觀光休閒展示場及餐廳，以吸引本地遊客來消費。菇神休閒餐廳展示則有赤靈芝、靈

芝茶、靈芝切片、鹿角靈芝、靈芝燉雞湯及其他產高。

(七) 麗豐微醱館(微生物產業觀光工廠)

位於台南官田工業區且成立於 1999 年，以研發生產原料藥為主體。「降血脂劑中間體 Compactin 生產技術創新計畫」榮獲經濟部科專補助，於 2000 年展開食藥用菇菌醱酵及植物類萃取保健食品之生產。2004 年有 2 套 50 噸的全自動控制醱酵槽、4 座 50 噸萃取槽相關回收純化設備；其公司擁有先進之菌種篩選、醱酵製程、回收及純化是專業核心技術。2010 年 Natto Mena TM 產茄榮獲 SNQ 國家品質認證。主要菇類產品為牛樟及靈芝多醣體。

台灣第一家以「微生物發酵應用」主題的觀光工廠，有五大主題展館：樟芝館、乳酸菌館、微生物應用館、藥用真菌館、食用菇菌館。展示特色有椴木及不同方式培養的樟芝活體、各類微生物食品、醫藥品與美容保養品、菇菌園區及微生物發酵工業重大演進史、牛樟芝生產過程及半成品加工產品。DIY 體驗包括食品製作、菇類培植、精油製作等冰淇淋、冰沙、伴手禮及個人清潔環保保健用品。產品有食品 GMP、HACCP、ISO9001、2008 品質規範、特殊營養食品、健康食品及 HALAL 產品、台灣 MIT 微笑產品等認證及 SNQ 國家品質標章等認證。主打保健食品群、美容保養群及特殊營養食品群等三大品牌產品。

菇類人才培育及產業輔導

(一) 大學院校

過去十年全台灣大學院校如台灣大學、中興大學、大葉大學、亞洲大學、弘光科技大學、嘉義大學、屏東科技大學等均開設菇類栽培課程，由於大部分研究人員因屆齡退休，實際在大學進行菇類教學、研究及推廣之人員已非常有限。國內在真菌相關領域的人才培育，或對真菌領域感到有興趣的學生仍然非常有限。這種菇類人才培育斷層狀況對未來整體產業發展亦值得憂慮。目前尚有開菇類生產課程有中興大學(農試所石信德博士及陳美杏博士授課)、私立弘光科技大學(農試所呂昀陞博士授課)、私立中州大學(農試所呂昀陞博士授課)、私立大葉大學(梁志欽教授上課)、嘉義大學(洪進雄教授授課)；其他課程大多屬於真菌之基本學門課程。

屬於大型菇類研究或推廣領域有中興大學王升陽教授、陳啟宇、毛正倫教授，大學王升陽教授；大葉大學何偉貞教授、徐泰浩教授、弘光科技大學林聖敦教授、中研院朱宇敏教授等葡萄王公司陳勁初副總經理(教授)、科博館吳聲華博士、林務局張東柱博士等，大都集中於真菌基礎研究或生技領域。

(二) 農民學院

1. 每年由農委會農試所舉辦農民學院學員招生，分為初階班及進階班。每年初階班為二週期的訓練，進階班為一週的課程。目前已有 8-9 年歷史。
2. 初階班非常熱烈，學員報名甚多，錄取比例甚低。學員背景甚為複雜，其中不乏菇廠負責人或第二代，表示這個訓練對產業第二代及有興趣的栽培者在產業資訊及知識獲得仍有迫切性。
3. 訓練課程：包括有不同層面的課程，如(1) 基本課程：台灣農業資訊之簡介、認識菇類、菇類營養價值、菇類分類與鑑定、菇類栽培原理、台灣菇類產

業與市場概況、菇類產業入門、農地政策法規與利用等。(2) 實習及參訪課程：有專業木耳栽培場、阿亮香菇園、隆谷養菇場等。(3) 相關經營管理課程：中日韓菇類產業現況、行銷概論、成功農民經驗分享等。(4) 菇類專業生產：溫網室工程概念、菇場建置概論、白精靈菇栽培技術、菇類堆肥發酵技術、簡介環控設施及設備、生產成本分析、栽培技術(巴西蘑菇、柳松菇、香菇、秀珍菇、靈芝、杏鮑菇、洋菇、木耳類等)、菇類安全生產認證、採後保鮮處理技術、菇舍環境衛生管理、採後保鮮處理技術等。(5) 其他：有農場經營計畫書撰寫要點、介紹農業資金融通、訓練評量、綜合座談暨結訓。

4. 所有課程之講師來自農試所專業研究員、大學院校之教授及富有經營經驗之業者。

5. 學員最後經過訓練評量、綜合座談均可獲知訓練成效及學員需求。

(三) 建構新世代農業工作者育成基地

1. 原由：倣效韓國的『農業後繼者培育方案』，以國家的力量全力培育農場繼承者，40年來已補助13萬位農家青年，其中90%以上繼續留農，成效卓著(郭，2014)。將我國農業人才培育主軸分為學校教育及推廣教育暨職業訓練，其中學校農業人力每年約1.05萬人，人數雖多，但真正投入農業的則少之又少，學用落差問題嚴重，無法在產業競爭中生存(周，2014)。

我國農學院校畢業生、農二代或完成農民學院系統訓練者，雖然已具備相當程度的專業訓練及生產經驗，仍欠缺真實的產業環境淬鍊，貿然投入生產的成功率相當低。為培育具國際競爭力之新世代農業菁英，農委會輔導處則研擬『新世代農業工作者培育方案』，擬設立一個獨立的訓練基地(育成基地)，提供一個真實農業生產的環境及實作的理論課程，俾能使新進農民增加進入農業後的成功率。

2. 成立「育成基地」的重要條件為(1) 符合產業標準的設施及設備；(2) 完整的職能基準理論課程與生產實作課程；(3) 具備成熟技術與生產經驗的師資；(4) 健全的訓練制度及檢核機制。而農業試驗所首先選定菇類及設施蔬果養液栽培產業，做為先期培育之目標產業，因為菇類及設施蔬果產業為農試所技術最純熟，授課及田間實作師資最完整，也非常了解產業需求，因此整修現有之部分研究設施、增添設備、設計課程、研擬育成基地營運制度，組建為育成基地之模擬測試場。招募對象為具有經驗的現任農民及擬回鄉投農的大專院校學生。

3. 育成基地訓練制度之試營運與評估

每個訓練梯次結束後，立即進行座談會，收集各學員意見。辦理育成基地試營運成果發表會，召集相關單位之人員檢討育成基地之整體營運制度，並提出改進建議。

4. 課程有(1) 課堂課程：簡介菇類基本特性、菇類栽培原理、菇類培養基概論、菇類菌種概論、菇類菌種製作及操作評核、菌種保存原理、智慧農業4.0、栽培瓶材料準備、栽培瓶製作與接種要領、環控設施及設備介紹、環控菇場建置等25門課程。(2) 實作課程：太空包製作、菌種製作實習、菇類菌種保存製作、自動化裝瓶與栽培瓶製作操作、栽培瓶無菌接種操作、學習成果整理撰寫、實作測驗評量、結訓成果報告及綜合座談等20門課程

5. 輔導層面：由育成基地資源永續經營是推動新農民培育精神及其強化實際經營管理實作訓練，縮短新農民創業摸索期，並隨著產業發展，即時更新為最新之生產模式；建立訓後追蹤輔導機制及微型進駐育成基地創業模式。

結 論

1. 過去菇類農場均以菇類生產為主要經營項目，近年為配合政府政策及地區發展休閒觀光產業而轉型，菇類生產後之行銷消費者面前行銷為通路最短，且獲利最高。結合地區內的不同觀光資源而轉型發展菇類休閒觀光，可為菇類農場創造另一個特色。如何善用現有觀光組織及網路強化運作機制，則是發展地區菇類休閒農業之關鍵。
2. 未來為加強國內菇類農場之競爭力，其發展方向有：(1)生產層面：(a) 研發不同種類菇類及高附加價值鮮食藥用菇類之生產技術，如松露、牛肝菌、猴頭菇、羊肚菌、桑黃等。(b) 創造人工智能的生產機械及環境：人工智能的生產機械可以節省生產過程的製造、運輸及採收之勞力，可降低生產成本，創造更好且精準的生產環境及操作。如太空包一體成型製作機、殺菌機、接種機(固體接種機、液體接種機)、環境控制之菌絲培養室、環境控制之菌出菇室及清理消毒滅菌。(2)加工產品及養生產品的研發，才能創造更高的附加價值，由農產品轉化為健康食品或藥品。
3. 行銷機制需建立菇類的整體整合行銷及物聯網，大供應商比較能控管市場之供需，同時行銷方式亦能強化菇類美食行銷、菇類產品展售會、網路行銷及宅急便的行銷功能。任何菇類產品也需要有機認證及全球化的認證，才有助於國內外行銷。
4. 加強國內菇類的研究機構及大學院校所培育的專業研究人員，對菇類產業而言，目前的研究人員、研究經費編列及人才培育訓練仍無法滿足國內的產業需要，事實上農試所之育成基地仍然有擴充之需要。在產業輔導上，更需要有一個菇類產業輔導團隊。

參 考 文 獻

1. 王升陽.2017.台灣森林紅寶石牛樟芝—從森林、實驗室到医药认证保健食品. 第十三屆海峽兩岸菌物學學術研討.
2. 王伯徹. 2013. 2013. 食用菇生技養生產業 第七屆中國蘑菇會刊 83-89. 中國福建漳州.
3. 石信德. 2016. 我國菇類產業 4.0 之作為與期待. 台灣農業生物經濟產業的永續作為研討會專刊 p.75-83. 中華永續農業會編印.
4. 石信德、呂椿棠、呂昀陞、蔡政諺. 2018. 日本關東及中部地區菇類產業現況(下). 農業世界, 415:49-53.
5. 石信德、呂椿棠、呂昀陞、蔡政諺. 2018. 日本關東及中部地區菇類產業現況(上). 農業世界, 414:31-35.
6. 石信德、謝廷芳. 2015. 菇類新品項、新技術與多元化產品，以及訓練、技轉與輔導成果. 技術服務 26(3):38.

7. 石信德。2010。食藥用菇類液體菌種栽培技術之潛力。農業生技產業季刊: 26-31.
8. 吳寬澤、陳錦桐、呂昀陞、李瑋崧、林炆郁、陳淑佩、簡宣裕、朱戩良、江秀娥、石信德、陳美杏。2013。菇類優質安全生產認證。農業世界 359:36-41.
9. 吳聲華、黃冠中、陳愉萍、周麗偉、戴玉成。2017.桑黃之研究近況. 第十三屆海峽兩岸菌物學學術研討.
10. 吳聲華等人。2011。桑黃真菌分類學研究.海峽二岸第十一屆菌物學術研討會.
11. 邱獻毅、趙苡蓁、張雅涵、洪進雄、陳麗如。2017.植物生長調節劑對液體培養基蠟菇菌絲生長及出菇之影響. 臺灣農業研究 66:1-10.
12. 林文薇.等人。2017. 玉山國家公園松露資源之調查.台灣松露資源研討會論文集.p36-42. 行政院農業委員會. 林業試驗所.
13. 林介龍。2017.台灣地區塊菌初探.台灣松露資源研討會論文集.p9-18. 行政院農業委員會. 林業試驗所.
14. 林建堯等人。2017. 四季南山平台塊菌生產園區之規劃與展望.台灣松露資源研討會論文集.p43-56. 行政院農業委員會. 林業試驗所.
15. 李瑋崧、石信德。2016。菇類栽培設施簡介。豐年 66(03):22-26。
16. 李嶸彤等人。2017. 溪頭松露的發現與介紹.台灣松露資源研討會論文集.p27-35. 行政院農業委員會. 林業試驗所.
17. 洪進雄、林婉如、楊舜安、王佳琳.2011. 六種香菇品系乾燥子實體特性及質量研究. 海峽二岸第十屆菌物學及第三屆食藥用菌學術研討會. 中國大陸武漢華中農業大學業.
18. 洪進雄.2011. 台灣休閒菇類觀光產業. 首屆中國菌文化節食用菌交流及培訓論文集 57-84. 中國承德市平泉.
19. 洪進雄.2013.利用玉米穗軸及甘蔗渣栽培高經濟杏鮑菇栽培模式之研究「菇類環保節能生產體系之研發」-計畫四(期末報告). 農委會農糧署. 洪進雄.2015. 台灣靈芝休閒觀光產業之發展及展望. 第一屆中國靈芝大會論文集 155-168. 中國龍泉.
20. 洪進雄.2015. 靈芝休閒觀光產業之發展及展望. 食藥用菌 5:1-7.
21. 周秀宜、洪進雄.2015. 台灣嘉南地區發光小菇 (*Mycena chlorophos* (Berk. & Curt.) Sacc.)之形態學特性研究. 嘉大農林學報 12:39-48.
22. 洪進雄。2017.台灣菇類休閒觀光產業發展現況及展望. 第一屆古田食用菌發展研討會. 中國大陸福建古田.
23. 洪進雄。2017. 台灣菇類休閒觀光產業發展現況及展望.第十三屆國際蘑菇節研討會. 中國大陸福建漳州。
24. 洪進雄.2018. 中日台韓香菇生長現況及展望.2018台灣食用菌發展現況及發展研討會. 台灣台北台灣大學.
25. 徐瑞霞.2017.蟬花菌絲體以先天糖尿病鼠模式進行調節血糖之功效評估 (Effect of *Cordyceps cicadae* mycelia supplementation on blood glucose in diabetic db/db mice). 第十三屆海峽兩岸菌物學學術研討。
26. 莊老達.2012. 溫度及替代介質對杏鮑菇生長及發育之影響 國立中興大學博博士論文。PP194.
27. 陳美杏、呂昀陞、石信德。2010.新興菇類的栽培與發展。科學發展 446

期：8-15。

28. 陳彥霖 2013. 2013. 菇蕈之營養價值及養生保健功能 第七屆中國蘑菇會刊 90-97. 中國福建漳州.
29. 陳啟楨.2013. 菇類保健養品養生產業. 第七屆中國蘑菇會刊 98-106. 中國福建漳州.
30. 陳勁初.2017.台灣藥用真菌的發展現況. 第十三屆海峽兩岸菌物學學術研討.
31. 陳勁初.2017.樟芝菌絲體抗癌效益評估. 第十三屆海峽兩岸菌物學學術研討.
32. 陳錦桐、鄭吉助、黃健覃、石信德。2016。杏鮑菇液體菌種開發之初步研究。台灣農業研究 65(2)：136-145。
33. 陳姿伶、王俊雄、張采蘋、楊世華、石信德、陳源俊。2012。臺灣菇蕈產業經營者職能建構之研究。農林學報 61(3)：281-296。
34. 蘇慶華.2013. 菇類做為生醫材料之應用-sacchachin. 第七屆中國蘑菇會刊 107-128. 中國福建漳州.
35. 郭坤峯。2014。出席『農業後繼者培育政策』國際研討會出國報告。行政院及所屬機關出國報告書。21pp.
36. 張東柱. 2017.台灣食藥用真菌資源之研究.台灣松露資源研討會論文集.p1-4. 行政院農業委員會. 林業試驗所.
37. 張詠怡.2018. 黑松露與白松露的菌絲培養. 「台灣塊菌」研討會論文集.p51-57. 行政院農業委員會. 林業試驗所.
38. 張樹庭等人.2012 食藥用菌保健金字塔模型對增進人類福祉的作用。食藥用菌 20(4)：189-209.
39. 劉育姍、康瑋帆、呂昀陞、石信德。2016。我國菇類產業現況與技術發展策略分析。農政與農情 285: 64-69.
40. 劉俊佑、劉政鑫、董家齊.2012. 不同比例之玉米穗軸對秀珍菇菌絲生長及產量之影響。國立嘉義大學園藝系園藝實務專題.p39.
41. 梁志欽等人.2011. 菇類栽培替代性資材. 菇類產業發展研討會專刊.P47-58.
42. 彭金騰. 2011. 東亞近年食用菌概況. 菇類產業發展研討會專刊.P9-22.
43. 翁筱雅.2017.利用玉米穗軸、蔗渣為替代介質栽培杏鮑菇及美白菇之研究. 國立嘉義大學園藝系碩士論文.PP.
44. 傅春旭. 2018. 台灣塊菌的發展現況與展望. 「台灣塊菌」研討會論文集.p58-63. 行政院農業委員會. 林業試驗所.
45. 傅春旭、黃勁暉、李澄彤、林介龍、林文薇. 2017.台灣松露資源之研究.台灣松露資源研討會論文集.p5-8. 行政院農業委員會. 林業試驗所.
46. 黃勁暉等人. 2017. 雲杉松露的發現與介紹.台灣松露資源研討會論文集.p19-26. 行政院農業委員會. 林業試驗所.
47. 黃勁暉等人. 2017. 台灣腔塊菌與疣孢大團囊菌之介紹.台灣松露資源研討會論文集.p57-66. 行政院農業委員會. 林業試驗所.
48. Jenny Li 2017 .Safety and functional assessments of *Sparassis crispa*. 第十三屆海峽兩岸菌物學學術研討.

49. Jin-Tong Chen, Wei-Sung Li and Hsin-Der Shih. Practical training for substrate preparation techniques for mushrooms . International Training Course on Edible Mushroom Production for Asian Farmers and Entrepreneurs (ISBN: 9789860255560)。台灣台中。農業試驗所. Nov, 2010: 78-100.

智慧農業發展現況

The development of smart agriculture

楊智凱¹ 研究員兼組長、智慧農業專案推動小組²

Chih-Kai Yang¹, Project Promotion office of Smart Agriculture²

¹行政院農業委員會農業試驗所農業工程組

²行政院農業委員會農業試驗所

電子郵件：ckyang@tari.gov.tw；傳真：04-23330653

摘要

智慧農業已是世界農業的趨勢。臺灣農業在耕地面積狹小的不利條件下，面臨農業人口老化、缺工、全球化競爭與氣候變遷等問題，以小農為主體的臺灣農業目前面臨永續發展的挑戰，推動智慧農業發展已刻不容緩。我國農業生產技術水準以精緻化、多樣化、特色化為主，多數農業經營者皆具有本身獨特的生產技術與優質農產品，國內的資通訊零組件技術純熟且已具有世界級水準，在製造業之應用或外銷國外已有豐碩實績，如何透過跨域整合以推動智慧農業，已成為重要的課題。本文透過國內外智慧農業發展，搭配實際案例，進以探討智慧農業的發展現況。

關鍵詞：智慧農業、數位服務、物聯網、大數據

緒言

全球 2050 年預估有 95~105 億人口，糧食需求將面臨增加 1 倍的壓力，又臺灣以熱量為基礎之糧食自給率 2017 年僅為 32.28%，在氣候變遷導致極端氣候日趨嚴重的困境下，糧食供應短缺與糧價上升恐無可避免。近年來更由於農村人口老化與少子化的影響，從事農業人力大幅短缺，農業生產力受到相當衝擊。

臺灣農業由個別來看乃具相當競爭力，但是若從人力、自然條件、產業等層面來看，便會失去競爭力。以人力來看，未來十年將有近 11 萬名農民因高齡退場，再加上目前年青族群從事農業的比例低且來不及補上，採收季節發生缺工將變成常態。再以天然條件來說，颱風加上極端氣候所帶來的狂風與超大豪雨，導致農民損失慘重，在缺水季也先減少農業供水，使得水資源不足。最後，由產

業來看，臺灣農業以「小農」為主，在耕地有限下如要穩定供貨實在力有未殆。除了上面提到的因素影響到農作物的收成與利潤，近年來消費者對食安的重視，讓以小農為主體的臺灣農業面臨更艱巨的發展挑戰。

過去臺灣經濟發展是以農業支持工業發展，如今工業已經成熟，應反過來助攻農業發展。這個支持即是透過工業資訊技術如雲端科技、大數據分析、物聯網、智能化機械、感測器等智慧科技應用在農業，協助小農能降低因人口老化、勞動力不足、極端氣候對產業帶來的衝擊，進而升級成「新農民」提升整體農業的生產能力與效率。

國外發展現況

一、日本智慧農業的主軸與未來發展情境

日本農業與臺灣一樣，也面臨耕地面積狹小、人口老化等問題，早一步也在發展智慧農業，其農業推動主軸乃以 AI 農業資訊學為核心，監測記錄農事專家 Know-how 資訊，運用資訊科學進行資料探勘(data mining)，將內隱資訊外顯化，以讓農事專家的生產技術（專業知識、經驗法則）可傳授予其他農家（如圖一）。除了運用 AI 農業資訊進行商業模型建構和知識產業化，以降低成本、生產預測準確化、實現穩定出貨、早期培養新加入的農民、提高附加價值之外，亦發展運用資訊、技術等的複合式資材、服務於升級相關產業，並利用資訊流通建構價值鏈強化市場開發與銷售能力。

日本 AI 農業已於香川縣（柑橘類露天栽培）、山梨縣（番茄溫室栽培）、泰國（柑橘類露天栽培）進行實證，以即時教練(Coaching on Demand, CoD)的概念即時提出指導，即針對接受智慧型農業系統指導的農民，系統可自動發現逐漸偏離原定目標的農民，以監控狀況為基礎來演算指導農民的優先順序，對於情況較嚴重者由指導員直接對農民提出建議或指導，情況輕微者則使用 AI 實證系統製作的指導教材進行先期因應。



圖一、日本智慧農業發展模式

日本智慧農業的未來發展情境大略包含五大重點方向：

1. 實現超省力&大規模生產：藉由GPS自動移動系統的導入，打破農耕機械夜間移動及多台農機同時自動於田間作業能力的界限。
2. 在作物產出方面的能力能發揮最大的極限：基於感測(Sensing)技術或是過去的相關資料，來進行非常細緻的栽培（精密農業），可以將農作物的潛質做最大程度利用，可實現多產&高品質的產出。
3. 從很辛勞／危險的作業中得到紓解：農作物的堆放等勞力作業，除可藉由Assist Suit減輕勞力負擔外，亦可經由除草機器人等讓作業變得自動化。
4. 任何人都可以輕鬆實現成為個人農家：經由農業機械的輔助裝置，即使是比較沒有經驗的操作者也可以進行高精度的作業，此外專家系統的建置（Know-how的資料庫化），也使得年輕一輩可以持續從事農業。
5. 提供安心&信賴給消費者&實際需要者：實際需要者（後續加工業者之類的）或消費者，可以直接連結雲端系統，獲得詳細的生產訊息，得到安心&信賴等。

二、推動智慧農業的瓶頸與挑戰

日本在推動智慧農業中遭遇的障礙瓶頸包括成本、維護、推廣、智財、安全、通用等。在成本上，因日本農業整體產業規模小，導入成本難以降低，使得小規模農場難以投資，所以需先進行成本效益評估以作為導入決策，並以標準化、利用現有技術、活用現有零件等方式降低開發成本。在智財上，缺乏農家 Know-how 上傳誘因，以及網路化或雲端化易造成資料外洩疑慮，乃需建立農家 Know-how 智慧財產管理制度，並健全資安措施。在通用性上，因不同系統間資料難以互用，所以需擬訂數據資料標準化協定。

由上述國外推動智慧農業之經驗，在未來推動智慧農業的挑戰與因應為：

1. 導入成本過高，此可透過整合小農、金融政策、或農機共用之方式解決。
2. 數據間缺乏共通性，而需進一步標準化，以利資訊平台相互串連。
3. 資料所有權不明，需儘快釐清、確定各種數據之所有權歸屬，以利農民與技術提供者釐清權利與義務，建立合作、互信、回饋等機制，讓智慧農業可順利共同推展。

國內發展現況

臺灣農業在耕地面積狹小的不利條件下，面臨農業人口老化、缺工、全球化競爭與氣候變遷等問題，以小農為主體的臺灣農業目前面臨永續發展的挑戰。政府部門在此需扮演相當重要的角色，有鑑於此，行政院農業委員會已於 106 年度推動「新農業創新推動方案」，開始執行「智慧農業」計畫，期待政府以火車頭的角色，帶領產業朝智慧科技農業的發展。

一、智慧農業計畫

智慧農業計畫之主軸定位為「智慧生產」與「數位服務」兩面向，期以智慧生產與智慧化管理，突破小農困境，提升農業整體生產效能。計畫推動範疇分為設施利用型、露地栽培型兩大類，包括蘭花、種苗、菇類、稻作、農業設施、外銷主力作物、海洋漁、養殖漁、家禽、生乳產業等 10 項進行智慧農業推動，以智農聯盟推動智慧農業生產關鍵技術開發與應用、建置農業生產力知識與服務支援體系，整合資通訊技術打造多元化數位農業便捷服務與價值鏈整合應用模式、以人性化互動科技開創生產者與消費者溝通新模式，作為 3 大策略進行技術研發，並建置跨產業物聯網共通資訊平臺，作為領航產業資通訊大數據資料存放、解析與應用的大平臺。計畫推動同時也著手培育智慧農業種子師資與專業人才、組成產業技術促進小組(Special Interest Group, SIG)與產業服務團，促成智慧農業關鍵技術自主能力與國產化，催生農事服務新創事業，開拓農業新格局，以臺灣農業本土化特質為基礎，讓臺灣農業朝向智慧化與國際化，達成農業領航產業升級與提升生產力之總體目標。

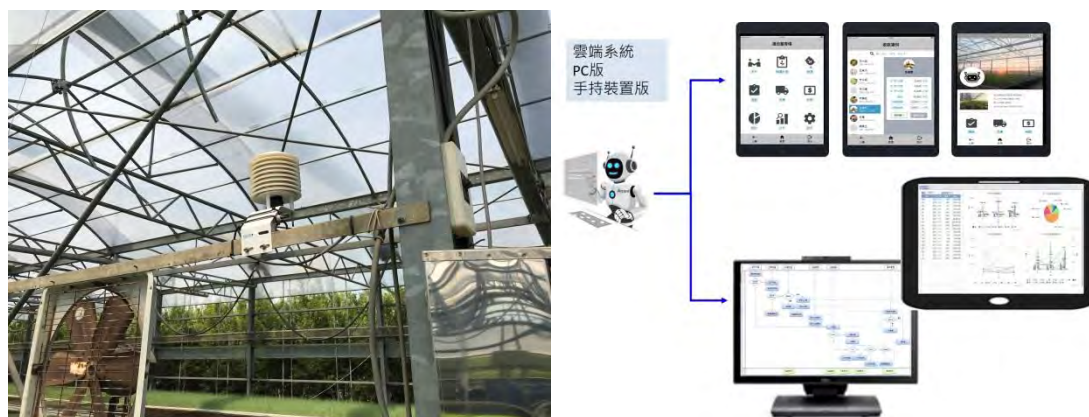
我國農業研發能量充沛且農業科技研究具有國際優異水準，為整合上、中、下游研發體系，逐步落實以研發成果商品化及產業化為前提之科研發展機制，智慧農業計畫中透過「智慧農業創新研發業界科專計畫」提供產業研發補助資金，導入符合產業所需之核心技術與實際需求。另也規劃「智慧農業業界參與計畫」相關制度及配套，推動農企業運用國內外已販售或智慧農業計畫內成立之各產業服務團隊完成開發之智能科技元件或系統，以鏈結產業應用端與技術供應端，將智慧農業相關科技研發成果迅速且有效地擴散於產業應用。

二、智慧農業推動實例

(一)蔬菜育苗智慧化生產模式

蔬菜育苗屬勞力密集的精緻產業，由於蔬菜種苗栽培過程容易缺水、抵抗力弱，需要隨時觀察環境變化，調整對應控制參數，勞力支出非常大，就連年節假日也不得閒，影響育苗業者生活品質，不利產業長遠發展。彰化縣富田育苗場為智慧農業計畫的示範場域，透過導入「遠端程控系統」與「育苗智慧化生產管理系統」，協助育苗場建立智慧化生產模式。

遠端程控系統，利用感測器偵測及自動記錄與種苗生長有關環境因子，並傳輸至雲端伺服器，即便管理者不在現場，也能透過智慧型手機查看設施內外微氣候資訊，控制設施內遮蔭網、循環風扇等設備，營造合宜的育苗環境，並實現智慧化控制及遠端操作，逐漸減少勞力的依賴；育苗智慧化生產管理系統，可取代育苗業者過往以紙本記錄進銷存的方式，該系統依照育苗業者作業需求，制定訂單、排程、生產、場區栽培、銷售、庫存、派車出貨等經營管理項目，各階段皆可系統化管理，也可以針對收支、育苗殘貨率等項目進行統計分析，進一步調整育苗排程，提升生產與經營效率。



圖二、遠端程控系統感測器&蔬菜種苗智慧化生產管理系統運用載體

(二) 提升毛豆產業智慧生產管理

有臺灣綠金稱號的毛豆，107 年外銷產值逾新臺幣 23.1 億元（107 年統計資料），維持產值規模，並連續 11 年蟬連銷冠軍佳績。採收到加工的時間，為影響毛豆品質的重要關鍵。嬌嫩的毛豆通常是在夜間至凌晨時進行機械採收，因為清晨露水重，日曬後，毛豆會開始黃化劣變，甜度將大幅降低，影響口感品質，而日本以保證價格收購，相對的品質也要求較高。透過毛豆採收機 GPS 車載影像監測系統，可詳實紀錄採收時間、移動軌跡等資訊，並透過手機回傳給生產管理者以有效安排採收作業時程，確保毛豆夜間採收品質。目前國外毛豆採收機均尚未安裝相關系統，臺灣毛豆產業因此創舉，將田間採收到工廠加工時程，從過去 7 小時縮短到 4 小時內即可完成，和時間賽跑換來甜美豆莢，更牢牢鎖住毛豆的營養成份。

高雄改良場旗南分場自 106 年起參與推動智慧農業計畫，輔導豆農擴大農場規模，建立智慧型曳引機、多功能田間管理機、毛豆採收機 GPS 車載影像監測系統之田間測試與優化，更導入資通訊技術，邁向科學化管理與企業化經營，大幅降低生產成本，目的是朝科學化管理達到精準耕作，以提升毛豆產業智慧化生產管理之效能，促使臺灣毛豆產業立外銷屢創佳績。



圖三、安裝GPS車載與影像監測系統之毛豆採收機於田間採收情形&透過手機即時接收採收機GPS位置與影像資訊

(三) 數位服務助力傳產營運-元進莊

元進莊企業創立於民國 85 年，為專業製造家禽肉品的冷凍調理食品加工廠。在智慧農業計畫參與下，元進莊建立企業戰情室，將其 ERP 系統、食安追溯系統、SKOV 養殖管理系統等內部資料，以及智慧農業國際商情平臺(整合農業貿易地圖、各類農產 10 大進出口國等市場情報資訊等)進行整合，透過建置資料倉儲與關聯分析維度，運用爬文、探勘及數據分析技術，將資料自動擷取轉入並持續更新後，產生銷售達成率、進貨分析等可視化圖表，即將內部經營重要資訊及外部國內外市場資訊以戰情儀表板概念提供元進莊經理級以上主管，不論人在國內外，皆可透過手機一分鐘內掌握公司營銷、生產、財務及國際市場等全面狀況，把握關鍵時機進行決策！

元進莊以專業加工技術，結合資訊化應用，讓傳統家禽產業不再只是單一化經營。透過企業戰情室的建置，以數據化統計分析，讓公司針對生產、營銷、商情及行情進行預判，成功降低人力及生產成本，後續依擴廠需求，將不同廠房系統資訊介接至企業戰情室中，除了完善內部資訊整合，更精準掌握市場動脈，加速品牌發展。



圖四、元進莊企業戰情室&智能化自動環控禽舍暨監控管理系統

結 語

農委會自 106 年度開始執行智慧農業計畫，期透過臺灣獨步全球之農業技術為基礎，導入物聯網、智能機具、大數據分析和智慧感測系統技術，並於十大領航產業進行整合應用及推動，促成臺灣農業轉型與改變。把人當機器用，將成為過去式，把機器當人用，為現在式，農業與科技的結合，正在發生作用，智慧農業計畫帶來的改變不僅於此，更要扭轉農業經營觀念與模式的變化，小農為主的

臺灣農業，將以團體戰的概念，透過智農聯盟的方式，利用軟硬體進行生產控管、區域性操作，提高整體生產品質，創造更高產值。最終目標為希望未來農業可不必看天吃飯，並創造安全又便利的從農環境，吸引更多年輕人力投入，使臺灣農業邁向「效率」、「安全」、「低風險」的新農業時代。

引用文獻

1. 余祁暉。2017。國際智慧農業發展策略。臺灣經濟研究月刊，40(3)，21-30。
2. 陳駿季、楊智凱。2017。推動智慧農業－翻轉臺灣農業。國土及公共治理季刊，5(4)，104-111。
3. 智慧農業網站。2018。蔬菜育苗 e 指搞定，農委會啟動智慧化生產模式，取自：<http://www.intelligentagri.com.tw/Home/Article/40>。
4. 劉宥杉。2018。走在農業智慧化的路上，美日先進國家之發展構想與期望達到之效益。臺灣經濟研究月刊，41(11)，119-126。

菇類智慧化生產之現況與展望

The current situation and aspect on the mushroom smart production

石信德^{1*}、呂昀陞¹、邱相文²、周榮源⁴、呂椿棠³

徐武煥²、陳美杏¹、李瑋崧¹、黃榮揚¹

Hsin-Der Shih, Yun-Sheng Lu, Hsiang-Wen Chiu, Rong-Yuan Jou,

Chun-Tang Lu, Wu-Huan Hsu, Mei-Hsing Chen,

Wei-Sung Li, Chi-Yang Huang

- 1.行政院農業委員會農業試驗所植物病理組
- 2.行政院農業委員會農業試驗所農業工程組
- 3.行政院農業委員會農業試驗所作物組
- 4.國立虎尾科技大學機械設計工程系

*電子郵件：tedshih@tari.gov.tw；傳真：04-23302308

摘 要

菇類產業過去奠定良好的產業基礎，其整體產值目前已逾 130 億新台幣，為台灣農業相當重要之一環。國內菇類產業市場多屬於內銷，菇類產業常有明顯淡旺季之別，屬於淺碟型市場。近年來由於部分菇類菌種因老化或退化導致活力不足，全球氣候變遷之因素導致產能下降，加上缺乏基層勞力及生產成本高漲，使得產業面臨轉型壓力。菇類的智慧化生產扣合自動化與智能化二大面向，其所涵蓋的關鍵技術包括：生產環境的感測技術、智能機器裝置(IR)、物聯網(IoT)及巨量資料(Big Data)探勘分析等。串接智動化生產設備之智慧化工廠，可實現菇類智慧化生產，以滿足供應鏈與消費端等面向之需求，強化與調整菇類產業結構進而提升菇類整體產業競爭力。

關鍵詞：菇類、智慧化生產、現況、展望

緒 言

菇類營養美味也含有豐富之蛋白質、纖維素及維生素，且具有低脂肪及低卡路里之優點，是國人平日餐桌上少不了的好食材。現今菇類不再是傳統產業，而是具有綠金價值的農業生技產業(陳等, 2010)。我國菇類產業之總體產值目前已逾130億新台幣，為台灣農業相當重要之一環。國內菇類產業市場多屬於內銷，菇類產業常有明顯淡旺季之別，屬於淺碟型市場(呂等, 2016)。近年來由於部分

菇類菌種因老化或退化導致活力不足，全球氣候變遷之因素導致產能下降，加上缺乏基層勞力及生產成本高漲，使得產業面臨轉型壓力。其中科技部分主要呈現之問題可分為三大部分，其一為菌種相關之問題，包括對品種鑑別技術、安定化菌種相關技術之需求；其次為栽培生產相關之技術，包括生產設備研發與汰換、栽培技術開發與引進、菇類栽培節能技術、降低生產成本或提高單位產量之栽培技術、菇類生產管理相關資料庫等；其他則與行銷和應用面相關，包括採收後處理與長途運輸保存技術、加工應用產品/技術開發和電子商務系統建構等(劉等, 2016)。

菇類產業待解決問題

生鮮菇類的生產至運銷分為四個階段，第一個階段是將菇類菌種接種至滅菌過的栽培瓶或太空包進行走菌，第二個階段是將長滿菌絲的栽培瓶或太空包移至環境控制的出菇室進行出菇管理工作，第三個階段是進行菇體(子實體)的採收及包裝，第四個階段則是利用物流方式進行菇類產品的運銷與販售。目前國內菇類業者從栽培瓶或太空包的基質組成、滅菌及植菌之流程、走菌及出菇之環控條件、乃至採收等，是根據自有的經驗去做調整控制，雖然現有機器及設備可以進行相關生產操作，但目前仍欠缺整合或還有缺口，這些問題分析如下：1.生產面仍無法全面自動化，如專業製包場或一貫式環控生產場的太空包製作的流程仍屬半自動化，每條生產線需要 5-6 人方能操作。2.出菇室囿於空間限制，栽培瓶或太空包的上架及下架仍仰賴人員爬上爬下，除需人力搬運外，且有安工的風險。3.雖然部分菇場已開始應用液態菌種，然僅限於栽培瓶方能進行自動接種，大部分菇場仍使用固態菌種。此外，以太空包方式生產場尚無液態菌種的全自動化接菌機械。4.菇類環控操作環境與設備水準雖多已建置，但智慧化程度普遍缺乏仍停留紙筆作業或雖有電腦紀錄數據卻無相關分析以致無法有效運用大數據。5.菇類生產過程中的栽培環境深受外界氣候影響，縱使全環控的栽培室其空氣仍須與外氣進行不同程度的交換，目前多數菇類栽培場的環控設備老舊仍有整合的空間，如引進節能設備如變頻裝置。6.出菇後的菇體(子實體)採收、理貨及分級包裝，耗費大量人力，無法提升工作效率(石等, 2016)。

菇類智慧化生產現況

目前國內菇類產業已經運用機械自動化裝置或作業系統，以提供操作現場省工或提升工作效率，著重於解決缺工問題。雖然環控菇類栽培庫房具備溫度、濕度及二氧化碳之感測元件及記錄功能，但大部分菇場仍仰賴人工進行調整，僅有少數場域開始利用可程式控制器(PLC 系統)進行環境參數的調整。有關產業進行菇類智慧化生產的現況，茲舉數例介紹說明。

一、菇類介質填充自動化作業模組

木腐菌類的菇類主要栽培原料為木屑，其他輔原料包括米糠、粉頭及玉米芯等，菇類介質填充自動化作業模組利用可串接電子式地磅系統精確量秤批次菇類栽培瓶製作所需之木屑，隨後進行基質之木屑主原料與輔料的混拌，利用輸送帶將基質送入自動化裝瓶/包機進行填料與打洞步驟，此階段完成之栽培瓶經自動封蓋機進行栽培瓶蓋自動封蓋作業，利用龍門式推苔系統以推苔機、輸送機及車台定位機構提供栽培瓶或太空包精準輸送及省工作業。

二、液態菌種之應用

相較於固態菌種，液態菌種係指生長在液態培養基中的菌種或菌絲體。液態菌種製作工序簡單，由於減少了培養基的更換和培養環境的改變，所以只要同一種培養基，培養出來的菌種，除當作母種也可當作原種使用。其生產週期也相對較短(石, 2010)。以金針菇為例，培養固態原種或栽培種的時間需 25 至 50 天，而培養一批液態菌種只需 6 至 12 天。整體而言，固態菌種從母種到栽培種的時間需時 100 天，而液態菌種只需 20-42 天，菌種接種後至金針菇子實體(菇體)約 45 天。目前已有業者應用液態菌種技術生產金針菇可達 400 公克/栽培瓶，其產能與日本相當水平，也有業者使用液態菌種植鴻喜菇，年產量約增加 15%。

三、省工自動堆疊輸送機

業者菇場場域導入自動堆疊輸送機，以取代人力搬運菇類栽培瓶，讓機械手臂可進行每一批次堆疊 500 多個栽培瓶之省工搬運作業(總重超過 400 公斤)，節省人力操作 1 小時/批次，除節省勞力及工時外，也助於降低人工搬運風險。

四、菇類栽培庫間自動化搬運系統

農試所已建置庫間自動化場域，主要係利用「立體層架式自動化生物栽培進料與收穫作業系統」專利進行菇類栽培衍生技術之應用，研製開發承載菇類栽培用之太空包或瓶栽之植床承架，設計開發多元化利用的栽培承架方式進行菇類的自動化作業栽培，可節省 90% 的人力操作，作業效能為傳統人力操作的 5 倍，配合全環控設備可於同場域進行養菌及出菇的工作。

五、電能感測系統及節能控制系統

透過農試所研發的電能感測系統，能實際測量各菇類栽培庫所需電力，菇農可以針對用電量較高的栽培室解決問題，如變頻空調比傳統空調可實際節能至少 20%，也發現部分栽培室冷氣洩漏或絕緣性不佳等情況，並針對如跳電等情形提供警示、減少菇農損失。而在業者場域導入智能型節能控制系統後，電費較未導入的前一年節省 80 萬元，相當減少 140 公噸二氧化碳排放量。

六、高效能堆肥優質製造技術生產洋菇

開發多階段均溫製程智慧化軟體系統，對供氣系統、循環系統結合環境感測及監控元件，利用比例微積分(PID)模組技術，進行智慧化精準控制優質洋菇堆肥發酵製程，將所製造的優質堆肥於業者場域進行全年穩定化的洋菇生產。本技術投入前需 20 人次，投入後減少約 70%人力操作，於 80 坪庫房場域比較所生產的洋菇效益，顯示實施前後年平均產能由 5 公噸提高至 15 公噸。

七、智慧化袋栽太空包製包系統

為提升全自動化太空包壓包機功能，目前積極研發介接智慧化套袋翻袋系統、太空包製包即時品質檢測系統、物聯網(含 RFID, QR code 或 Barcode)平台系統之機台及產線模組。太空包製包生產品質檢測工作包含：太空包製包品質檢測、重量/含水率檢測(IR+FTIR)、塞蓋穩定度檢測(緊度、高度、塌孔)、生產履歷紀錄(Barcode/QR code/RFID)。此外，以機械手臂系統與自動化輸送帶等系統進行整合，並經測試自動化生產線系統之實際運作條件，找出系統參數可作為未來設計實際產線時之重要參考依據。

菇類智慧化生產未來展望

菇類產業協作是繼續推動智慧生產的核心，主要的工作是提升各個環節的自動化與智動化，透過生產流程及管理技術各個單元資訊面的蒐集、整合與增值，發展成產業可利用之專家系統或決策支援系統等。溯源管理亦是菇類生產業者所必須強化的工作，未來結合菇類產業上下游端形成智農聯盟，是創造產業面的新利基。以生產面為例，透過虛實整合實整合系統 (Cyber-Physical System, CPS)，串接產線端與消費端。

一、菇類智慧化模式生產

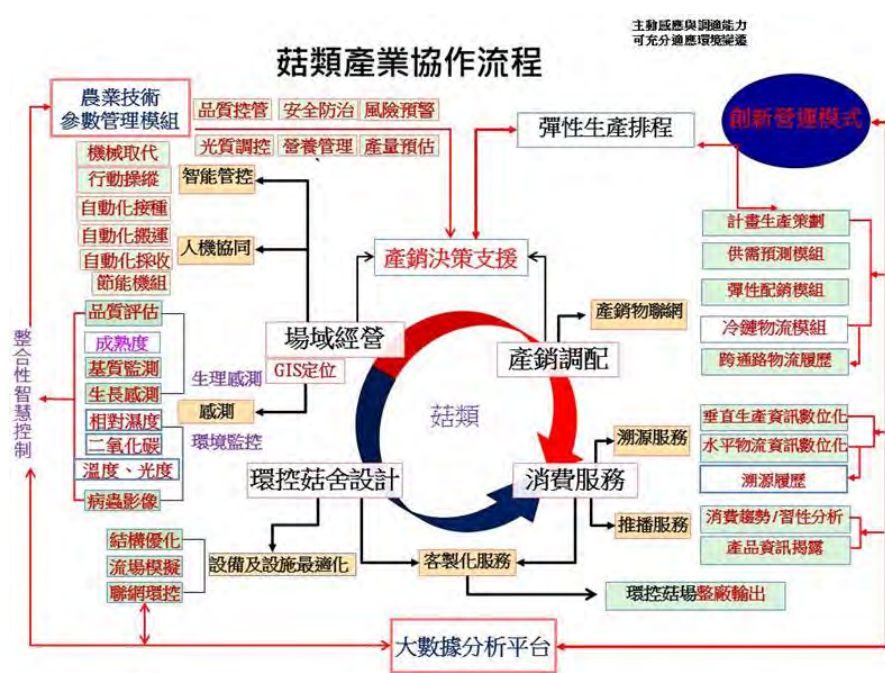
智慧化模式生產作業係以產線概念串接全自動製包(或栽培瓶)作業系統、自動化固態或液態接菌系統、庫間菇類栽培作業應用自動化菇包(栽培瓶)入庫栽培作業系統、多層次立體化生長栽培系統、自動化輸送與檢驗作業系統及菇包(栽培瓶)自動化出庫移出採收作業系統，進行一貫化全自動省工栽培生產作業與產程、產質與產量之即時監控。環控智慧化生產整合系統將栽培庫之環境參數感測數據資料(溫度、濕度、二氧化碳、光線)及電能使用狀況，經由無線網路或光纖通訊，將各個人機系統控制系統介面透過伺服器整合匯入雲端資料智能管理系統及智慧化菇類栽培網共通資訊平台。整體而言，係將菇類自動化栽培生產作業整合各種系統架構，並銜接後端自動化收穫作業系統，並結合物聯網提供產能及品質等資訊進行巨量資料探勘及分析，成功開發菇類栽培專家資料庫，以滿足菇類的智慧化生產(圖一)。

二、菇類即時彈性配銷

利用 IOT 平台以擷取顧客的菇類歷史訂單資料，經彙整以建置分析模組。於中央場域提供給合作平台，將市場即時資訊提供給如農民團體、農企業等聯盟成員，協調菇農協助集運可交貨的品質及數量、讓聯盟可進行計畫性採購，維持菇類產品之安全存量以避免供不應求的狀況發生，解決生產端通路與銷售端的缺口問題。此外，利用企業資源規劃(ERP)系統與 IOT 協作平台，中心廠之資材庫存或集貨場系統之產品庫存不足情況下，能經比對前期進貨品項、數量及等需求資訊後，進行決策通知物流系統進貨或出貨，有效管控各種資源及菇類貨品。

三、菇類智農聯盟

推動菇類智農聯盟的目的是經由智慧化生產管理，突破菇農單打獨鬥之困境，提升產業整體生產效率與量能，並藉由物聯網與大數據分析技術，建構主動式全方位消費與服務平臺，提高消費者對產品安全之信賴感。其進程是催生形成菇類生產專區聯盟、產品小聯盟及產業大聯盟終至實現「擴大市場內需，創造外銷契機」之長遠目標。



圖一、菇類產業協作流程圖

結 語

菇類為我國農業領航產業的重要區塊，近年來透過智慧農業計畫的執行，結合菇類產業所需的產官學研力量，導入智慧化生產與數位服務，以協助菇類生產業者及行銷業者打造智慧供應鏈。期望經由降低菇類生產成本，提高其生產技術及產品的品質以滿足食農二端需求。未來進一步透過「整合分工」、「產權連結」及「品牌建立」提升菇類整體產業競爭力，得以整廠輸出智慧生產技術，拓展全球菇類產業商機。

引用文獻

1. 劉育姍、康瑋帆、呂昀陞、石信德。2016。我國菇類產業現況與技術發展策略分析。農政與農情 285: 64-69。
2. 石信德、呂昀陞、李瑋崧、陳錦桐、陳美杏、吳寬澤。2016。菇類智慧生產4.0。菇類生技產業研討會專刊 35-44。
3. 呂昀陞、石信德、林宗俊、陳宗明。2016。台湾のきのこ産業の歴史と最新動向。2016年度版きのこ年鑑。P.47-56。株式會社特産情報。
4. 石信德。食藥用菇類液體菌種栽培技術之潛力。2010。農業生技產業季刊 23:26-31。
5. 陳美杏、呂昀陞、石信德。2010。新興菇類的栽培與發展。科學發展 446: 8-15。

菇類智農聯盟與數位服務之發展概念

Development Concept of Mushroom Smart Agriculture

Alliance and Digital Service

呂椿棠^{1*}、石信德²

Chun-Tang Lu¹ and Hsin-Der Shih²

¹ 行政院農業委員會農業試驗所作物組副研究員

² 行政院農業委員會農業試驗所植物病理組研究員

*電子郵件：tang@tari.gov.tw；傳真：04-23399544

摘 要

國內在重要菇類產業大都已是環控栽培或是近環控栽培環境，現有生產環境與技術已達到一個瓶頸，產業升級的工作是刻不容緩。將工業製造領域中的新科技元素，如物聯網、資通訊技術、大數據分析、人工智慧等技術，經由適當轉換後導入菇類生產，將是國內菇類產業脫胎換骨的契機。而產業升級必須以團體與整合的方式進行，才能發揮外溢之效應，智農聯盟與數位服務的產生或許是未來菇類產業轉型的另一種創新思維。

關鍵詞：智慧農業、數位服務、智農聯盟、菇類

緒 言

當德國提出第四次工業革命-生產力 4.0，用來提升製造業電腦化、數位化和智慧化。此已非傳統上創新工業技術，而是著重在現有的工業相關技術、銷售與產品體驗整合起來，透過人工智慧技術建立智慧型工廠，使其具備適應性、資源效率和人因工程學的現代化科技廠房，並在商業流程及價值流程中整合客戶及商業夥伴，提供完善的售後服務。行政院於 104 年也啟動工業生產力 4.0 與農業生產力 4.0(智慧農業)方案，進行國內產業升級，目前智慧農業已進入第 3 年的實務發展，部分領航產業已有相當不錯的成果。在智慧化的領頭下資訊化是其中的

核心要件，不管是資源端、生產端、銷售端，唯有利用資訊串連，所有相關數據才得以整合、分析及回饋，衍生智農聯盟與數位服務的創新樣態。

智慧農業共通資訊平台

智慧農業發展 10 個領航產業，而這些產業中會產生一些共通性的資料與資訊處理內容，因此共通資訊平台建置的目的有 3 個，首要為整合資通訊技術，打造多元化數位農業便捷服務；其二為利用大數據分析技術產生專家群決策模型，提供農業生產所需之管理決策建議，建立農業生產價值鏈整合應用模式；最後為透過數位服務系統建立，提供消費者導向生產模式，建構跨通路產銷媒合服務。智慧農業共通資訊平台開放資料以 Open API 服務，以 REST API 的方式，透過 URL 與參數結合，再以 JSON 格式回傳各種專家建議、環境資訊及物聯網資訊等資料，提供農民、農企業、系統開發商等使用者使用，完成智慧農業產銷與數位服務體系之建構(圖 1)。

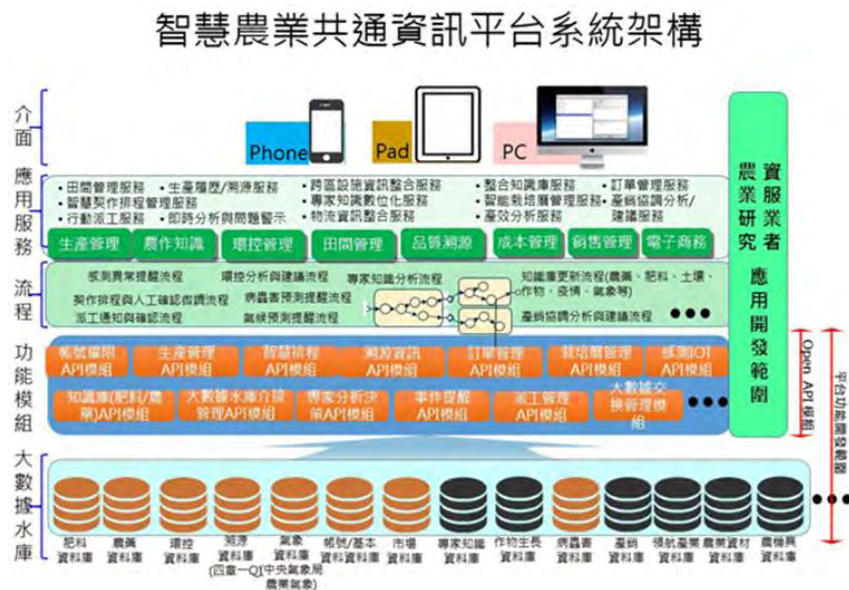


圖 1、智慧農業系統架構

Fig. 1. Smart Agricultural System Architecture.

智慧農業共通資訊平台 (<https://agriinfo.tari.gov.tw/>) 106~107 年度以建立農業生產所需之數據資料彙集(圖 2)，提供農業生產者使用，後續將擴大數位知識服務，提供領航產業專家決策之分析服務，也就是 AaaS (analytics as a Service) 體系，有助於國內之農業轉型。



圖 2、 共通資訊平台網站

Fig. 2. Common Information Platform Website

智農聯盟與數位服務

智慧農業計畫定位為「智慧生產」及「數位服務」，從人、資源及產業三方面進行優化，透過「智農聯盟」推動生產技術的開發與應用，設施物聯網和共通資訊平台來改善生產環境，以及後端銷售數據搜集與模組建立等。簡單來說，利用感測器、智能裝置、物聯網及大數據導入，讓農業產銷模式進行轉型。台灣農地破碎，每位農民有不同栽種管理方式，使得產量與品質不穩定而成為台灣農產出口的致命傷，為此，必須輔導農民組成「智農聯盟」，藉由虛擬整合及有系統性管理方式、統一生產流程，達到品質穩定、提高售價，解決單打獨鬥的問題。以國內綠金作物毛豆而言，整個聯盟成功集結產（加工廠、專業豆農）、官（農糧署）、研（高雄改良場）等毛豆產業鏈上所有參與者，共同訂立契作參考價格、最低外銷報價及交流商情，透過開放式創新的營運模式，從價值創造、價值分配及營運與網絡管理等面向，使得毛豆產業上中下游達成合作共識，避免廠商彼此削價競爭，達到穩定供貨及外銷成長。另外，國內栽培面積最大作物-水稻，其智農聯盟的發展與結構則不相同，稻作智農聯盟在原合作模式，集結加工廠(糧商)、契作農民及研究單位等稻作產業鏈上重要參與者，早期藉由教導正確栽培方法、導入品質分級、高價收購等方式創造稻作產業高品質價值，打破傳統秤重收購，不重視品質之觀念。國內菇類產業生產技術與研發已有一定成果，目前也已規劃智農聯盟的運作雛型(圖 3)，但在行銷規劃與生產規劃這兩個區塊，仍需整合國內生產者的共識共同擘畫未來運作藍圖，才足以打入國際市場並佔有一席之地，並成功進行整廠輸出的目標。目前所面臨一些產業問題，如缺工、自動化與整合、資材與廢棄物處理、電力供應、設施標準化、加工鏈、冷鏈運輸等，如果能仿效蘭花科技園區方式，以產業聚落概念規劃菇類產業園區，共同解決智能化菇類作業機械與人機輔具、物聯網整合系統、大數據分析與數位服務、產銷決

策、溯源管理及冷鏈物流等共通性問題，才能有穩定產量與品質，創造生產利潤與提升國際競爭力。

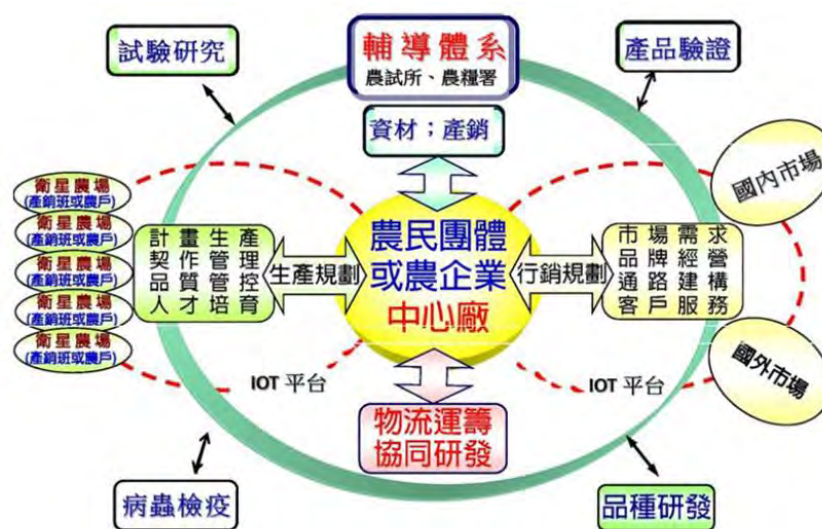


圖 3、菇類智農聯盟

Fig. 3. Mushroom Smart Agriculture Alliance

結 語

產業智慧化已是全球趨勢，國內農業環境更是需要大力推動，藉由產官學研的合作，以科技解決農業既有問題，提升效益，因此找出問題，並且思考解決方法，是最重要的第一步。希望這 4 年的計畫期程後，能讓產業界看到曙光並朝此方面邁進，唯有不斷產業升級才能有競爭力。

引用文獻

1. 張羽萱、劉依蓁、余祁暉、周國隆。2018。毛豆智農聯盟發展模式分析。農業生技產業季刊。55:65-72。
2. 張羽萱、陳楷廷、余祁暉、賴明信。2018。稻作智農聯盟發展模式分析。農業生技產業季刊。55:73-78。
3. 周榮源、石信德。2018。智慧化菇類生產技術之前瞻與未來發展。第27屆近代工程技術討論會總結報告。台北。
4. Mohammed, M F, Azmi, A, Zakaria, Z, Tajuddin, M F N, Isa, Z M and Azmi, S A 2017. IoT based monitoring and environment control system for indoor cultivation of oyster mushroom. Journal of Physics: Conference Series 1-8.

菇類太空包自動化系統發展現況

State-of-the-art of automatic production systems for

PP-bag mushroom cultivations

周榮源 教授

Rong-Yuan Jou, PhD, Professor

國立虎尾科技大學 機械設計工程系

電子郵件：ryjou@nfu.edu.tw；傳真：05-6363010

摘 要

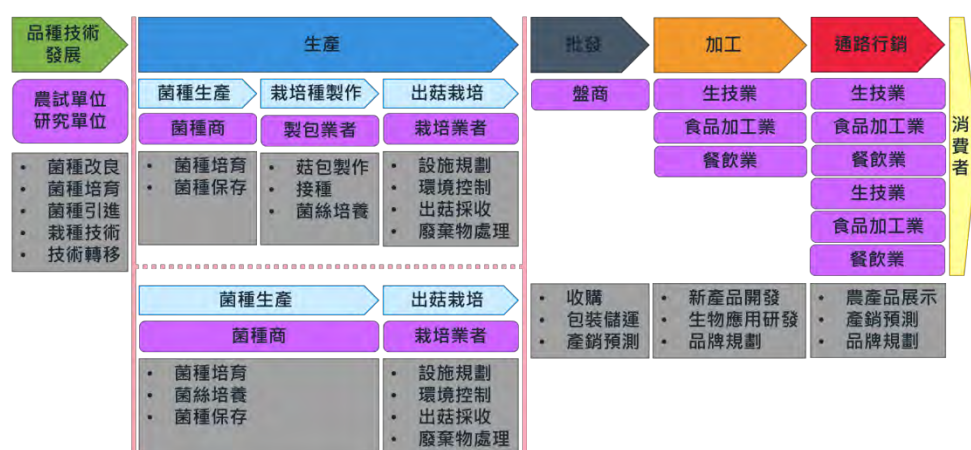
台灣正面對人口老化與天然資源短缺等問題，急需進行菇類太空包製包生產技術之研發與技術創新，以改善人力不足問題，調整產業環境與結構，提升生產效率與品質。本文針對菇類產業特性與其生產技術進行分析以瞭解產業現況與機會，尋求突破困境解決方法。由瓶栽菇類自動化生產工廠之案例可以發現，其生產流程與一般科技產業之生產模式其實是很相近的。因此，針對目前菇類產業現況面臨之生產成本高漲、欠缺自動化與整合升級、非安定化生產，品質規格待提升等種種問題，若能結合工業 4.0 技術將工業領域中的新科技引入菇類生產，可達成運用智慧農業科技之全自動化袋式太空包製包生產之目標。本文所提出之智慧化袋栽太空包製包自動化生產系統是一項具創新性且高度系統整合生產線設計，目前尚未有類似功能之太空包製包生產作業系統，對創新產業發展與培育高階設計人才具有很大助益。利用袋式太空包製包自動化生產與液態接菌等製程技術，可提高菇類製包產量及品質，創造生產利潤與提升國際競爭力。此外，利用智慧農業 4.0 技術達到智慧化、工廠化菇類生產，除了可以創造一種新生活型態或是新產業模式，更可以帶動我國另一波產業發展，邁進低碳、綠能、環保之永續發展方向。

關鍵詞：菇類、太空包、製包、智慧農業、工業 4.0

緒 言

2015 年我國新鮮菇類產量年約 14 萬公噸，產值逾 130 億元，占整體蔬菜總產值 475 億元之 18%，菇類栽培太空包生產約 5 億 4100 萬包。如表一所示為台

灣生產菇類之產值、產量與主要產地。[1-4] 如圖一所示，目前台灣菇蕈產業所包含的業者可區分為：資材業者（例如：介質、肥料等）、設備業者（栽植設施、廢棄物處理設施等）、菌種生產業者、量產生產業者、加工/服務業者（例如：萃取、食物加工等）、運銷/通路業者（例如：冷物鏈、銷售通路等）等區段。近年來中國食用菌總產量增長迅速。根據中國食用菌協會統計資料顯示，2016 年全國食用菌總產量 3,597 萬噸，產值 2,742 億元，比 2015 年的產量 3,476 萬噸增長 3.46%，比 2015 年的產值 2,516 億元增長了 8.96%。[5] 比較中國與台灣之產量與產值大小，產量約為 3476/14.6=238 倍、產值約為 2742/130=21 倍。



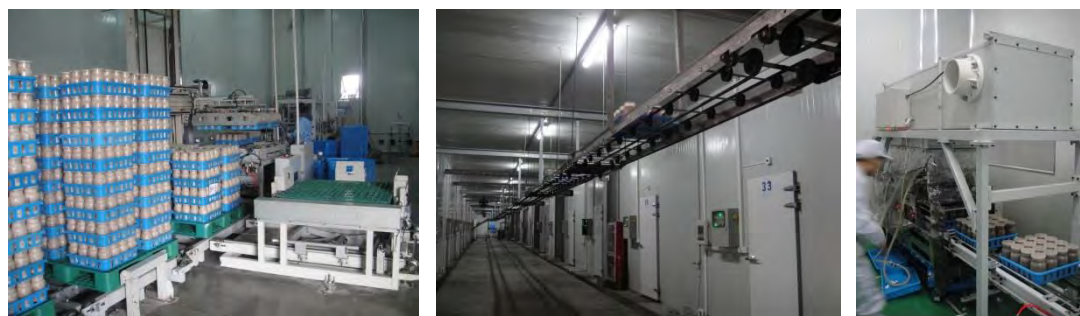
圖一、台灣菇蕈產業鏈示意圖

表一、台灣主要菇類之產值與產量（資料來源：農委會農試所）

項目	栽培量 (萬包)	產量 (公噸/鮮)	產值 (百萬元)	產地
香菇	20,000	51,870	5,970	台中市、南投縣
金針菇	13,000	42,000	1,764	台中市、南投縣、苗栗縣、彰化縣
杏鮑菇	12,000	21,600	1,404	台中市、彰化縣、南投縣
木耳	3,500	12,600	945	彰化縣、南投縣、嘉義縣
秀珍菇	1,600	3,250	260	台中市、彰化縣、南投縣
洋菇	2.42x10 ⁵ m ²	2,921	313	彰化縣、南投縣、台南縣
其他	4,000	12,300	1,600	中部地區、屏東縣
合計	54.1 千萬包 2.42x10 ⁵ m ²	146,541	12,256	(2015)

根據文獻[6]之分析，我國最早自臺灣省農業試驗所於 81 至 84 年度間既已陸續購置瓶栽食用菇類之自動化生產設備及設施，包括材料之電動篩選、儲存、混合、加水設備，栽培基質全自動裝送瓶、裝瓶、壓瓶及封瓶設備，全自動天然氣鍋爐與電腦程式控制殺菌設備，冷卻室及接種室之自動控溫、無塵過濾、除溼、殺菌設備，自動接種機與菌種籃自動輸送系統，菌種培養室自動控溫設備，菌種瓶自動除蓋及電腦程式控制自動輸送供料系統，菌種瓶全自動去皮、加水、封蓋及輸送設備，環控栽培室內裝設自動控溫、自走式通風照明設備及熱交換機與超

音波溼度控制設備，以及二氧化碳與氧氣監視記錄設備。圖二所示為瓶栽菇類自動化生產工廠之案例，可以發現其生產流程與一般科技產業之生產模式其實是很相近的，最主要原因是產瓶為硬質塑膠瓶，容易進行全自動化生產之機台與生產作業設計，自動化程度可以很高。產瓶必須要回收再利用，因此也必須要增加一些為了回收再利用所需要之基質挖除與清洗等額外設備來輔助。



圖二、瓶栽菇類自動化生產工廠：(左)廠區與自動化堆棧區；(中)全自動環控栽培庫房與；(右)無菌室內之全自動液態菌種接菌設備(上海市某金針菇生產工廠)

相較於瓶栽生產模式，利用袋體包裝方式做菇菌栽培之袋栽生產模式受限於栽培塑膠袋為可撓變形之容器，不易設計相關自動化設備及其生產製程，如圖三所示。袋式太空包菇類生產技術整體生產過程可分為：前段-製包、中段-走菌及後段-栽培與採收等階段。以業界最普遍使用之菌種壓包機為例，其自動化功能僅包含攪拌、計量、填料、壓實動作，其他如套袋、套環、裝籃、上架、撕棉、塞口、接菌、運送至採收等生產流程皆由人工方式操作。套袋之人工操作是將一袋體袋口張開，將袋子上套至入料口，並以一夾持裝置將袋體固定於入料口上，再於菌種壓包機上作計量與填料，填完料後以一沖壓裝置將內容物壓實，以自動化機械完成以上動作後，須將料包取下，套入其配置套環，以作套口支撐用，再將袋口向外翻摺，塞入適量棉花，整齊擺放於籃子上，裝滿之籃子先置於架上，以方便移至滅菌室與冷卻室，其冷卻後之太空包需取出棉花，經逐一注射接菌後再將棉花塞於開口處，以完成菇菌栽培之接菌動作。



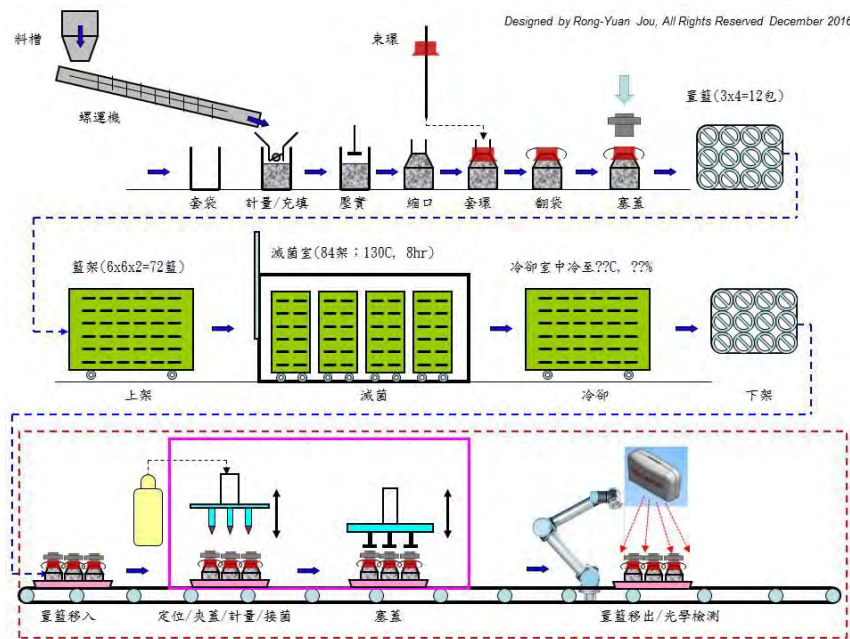


圖三、傳統袋式太空包製包菌種壓包製程[2]；需大量人力之製包與接菌作業

為解決袋栽太空包不易自動化生產之問題，本文作者在先前許多研究[6-17]之後提出一項創新改良袋栽菇類生產中之製包方式與流程，以自動化套袋方式取代人工套袋方式，結合束套(束環+壓蓋)式新式設計(圖四、表三)以取代傳統塞棉花之操作。經由創新設計研究，提出一套自動化機構以實現自動化束口/套環/翻袋口操作，並結合自動化操作功能使整個製包過程得以實現全自動化。圖五所示為創新設計之袋式(太空包)液態接菌製包自動化生產流程，此種製包方式對 pp 材質太空包較易設計自動化機構且成功率高。針對市面上許多不同束環+壓蓋形式(圖六)，再結合本文作者在棉花束套式液態接菌模組之研發經驗，將可設計一套創新束套(束環+壓蓋)自動化液態微生物接菌系統；並加入置藍自動化搬運等功能，達成全自動化操作之目標。



圖四、傳統束環(棉花束套式)太空包及與新式束套(束環+壓蓋)太空包之比較



圖五、創新液態接菌袋式太空包製包自動化生產之流程圖[16-17]



圖六、市面上之各式束環+壓蓋形式

表二、袋式太空包束套設計與操作方法比較

方法	棉花束套式	創新束套(束環+壓蓋)式
優點	(1) 既有生產方法，技術成熟 (2) 棉花成本低 (3) 市場占有率高	(1) 創新設計，結合菌種技術可為台灣創造藍海市場利基 (2) 對 pp 材質太空包較易設計自動化機構 (3) 成功率高、品質優良
缺點	(1) 易因人工操作汙染而失敗 (2) 僅台灣較常用，日本、中	(1) 材料成本高(但以億個分攤平均後，可以大幅降低)

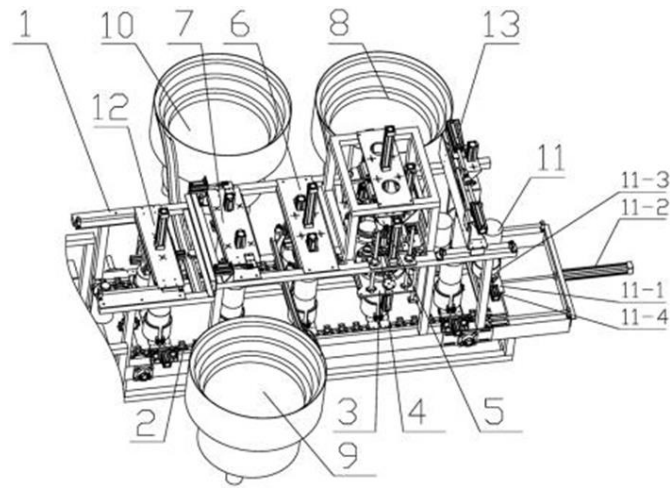
	國等多已改為束套式(束環+壓蓋) (3) 不易自動化生產	(2) 市場規格不一，且尚無自動化生產設備
--	---------------------------------	-----------------------

表三、袋式太空包自動化套袋設計與操作方法比較

方法	堆疊式	捲袋式
優點	(1) 既有生產方法，技術成熟 (2) 市場占有率高	(1) 創新技術，藍海市場 (2) 包裝產業應用上，技術非常成熟 (3) 配合全自動化生產容易，節省人力
缺點	(1) 套袋過程易失敗，造成生產中斷 (2) 堆疊補袋較不方便	(1) 新技術，技術成熟度待驗證 (2) 有袋底封合度是否完整可靠疑慮 (3) 與現有設備無法結合

菇類自動化生產技術之現況

根據文獻[18]之分析，我國最早自臺灣省農業試驗所於 81 至 84 年度間既已陸續購置瓶栽食用菇類之自動化生產設備及設施。此外，本文作者對菇類製程設備也有一系列相關研究[6-17]。中國在袋栽太空包自動化設備之研發最為積極，設備種類也最廣泛多樣。其中又以興寶、連雲港及益利等多家公司為主要供應商。然而，中國的設備在國內採用之比例仍然不高，主要是國內菇類業者仍多半採取觀望態度。但是，中國菇類設備業者憑藉著資金充裕、人才豐沛、市場廣大等優勢，近兩年大舉投入袋栽菇類自動化設備之開發，尤其以今年蘑菇節所展覽之新設備最具突破性，已經有 2 至 3 家廠商展示並提供全功能之製包機械產品，是歷年來最主要之創新產品。如圖七所示為某公司之全功能製包機械專利，該發明涉及一種菌袋自動套套環機，包括機架以及設置於機架上的輸送裝置，機架在沿輸送裝置的輸送方向上依次設置有套套環工位、壓菌棒工位以及壓蓋工位，套套環工位上設有用於對菌袋袋口外側進行縮口的縮口機構、用於向縮口完的袋口外側套入套環的套環夾手機構以及用於在套入套環後將露置於套環上部的袋口撐開並壓向套環外壁的張爪壓袋機構，壓菌棒工位上設有用於向套完套環的菌袋袋口中壓入菌棒的壓菌棒機構，壓蓋工位上設有用於向壓完菌棒的菌袋袋口內壓入蓋子的壓蓋機構。該自動套套環機能實現對菌袋束口、套套環、壓菌棒和壓蓋的自動化生產，不僅保證了食用菌的包裝品質從而提高食用菌的品質和產量，而且大大提高了工作效率，降低人工成本[19]。

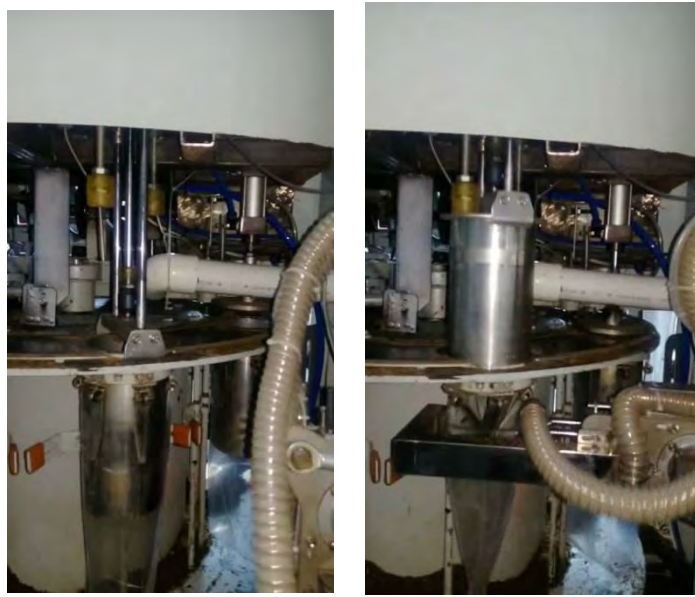


圖七、CN201510337244.3 菌袋自動套套環機[19]

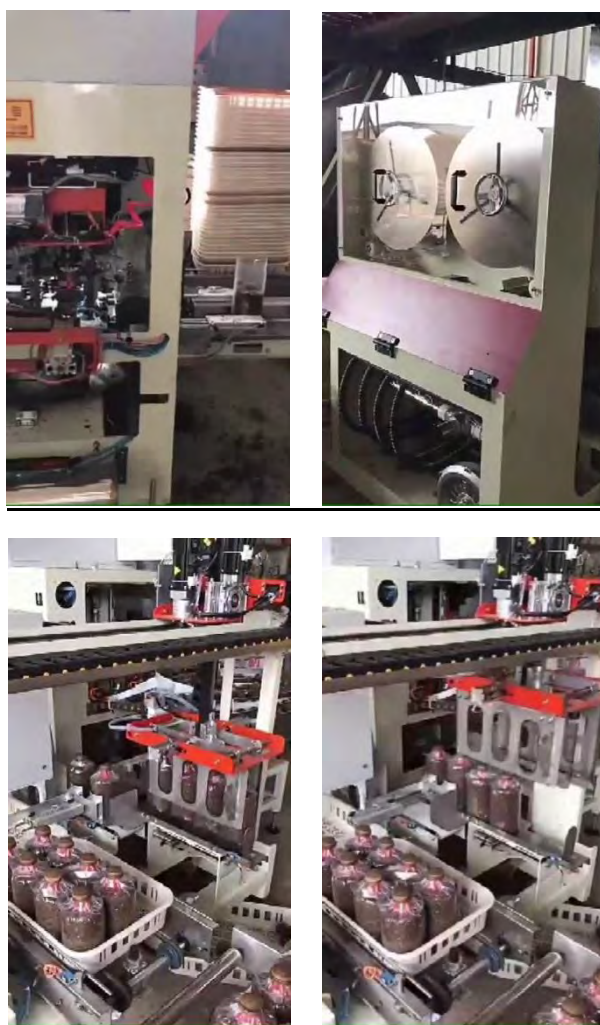
依目前現況而言，中國在袋栽太空包自動化設備技術上有漸漸領先全球之勢，將來台灣可能會完全依賴中國製設備，造成技術斷層與農業安全問題。圖八所示為興寶機械之菌袋自動套套環機；圖九所示為興寶機械之自動套袋模組(2017)。圖十所示為黑寶機械最新型套袋翻袋機設計，該設備據稱生產速度可達25 包/min，是目前所有公司產品中速度最快的機型，但是其套袋機構係採用連續式袋體以加快其生產速度，這點與所有現有設備相比是很大的差異，與產業現有作業模式有很大不同，成效如何仍有待進一步驗證。



圖八、CN201510337244.3 菌袋自動套套環機(興寶機械)



圖九、中國製自動套袋模組(興寶機械，2017)



圖十、中國製自動套袋/翻袋機(黑寶機械，2018)

現有袋栽製包流程為配合自動化生產模式，已由塞棉花之作業方式改為束環+壓蓋之方式。各別菇類栽培廠商為了本身栽培技術之特性，對壓蓋設計有許多不同需求，目前並無統一標準可以依循。對每一種結構都需要客製化其專用的機台形式，這樣對設備自動化上造成很大困擾。如圖六所示，為市面上一些在討論使用之束環+壓蓋形式，可以發現其結構差異很大，造成設備廠商若要開發袋栽自動化系統，沒有一個依循的標準。

翔元自動化機械有限公司是國內自動化設備專業製造商，在光學產業、光電產業、醫療產業及客製化產業中累積有許多優異的實績。圖十一所示為該公司所研製之袋式自動化香菇製包設備。近年來在台灣少數投入袋栽太空包製包設備之廠商中，屬於技術優勢型企業，目前也正與國立虎尾科技大學及農試所共同研發，發展台灣自主之袋栽太空包製包設備產業以服務國內業者。

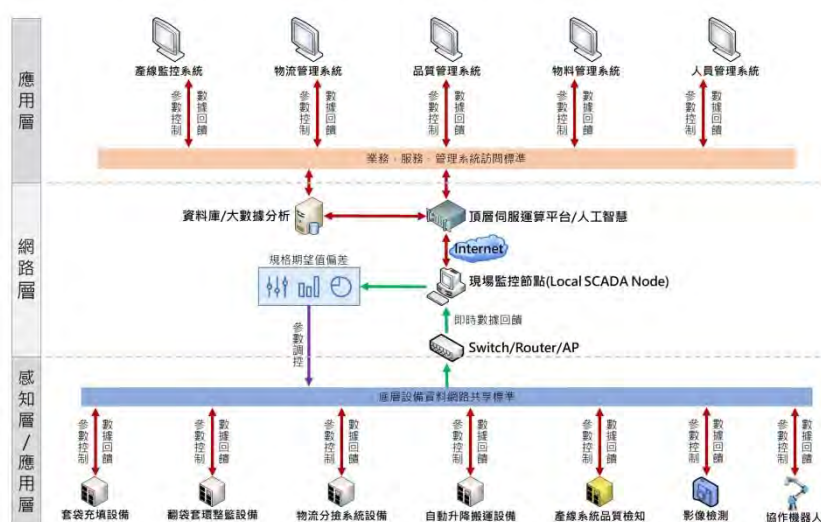


圖十一、國內翔元公司所研發之袋式自動化香菇製包設備

菇類智慧化生產技術之發展趨勢

以人力為主的現有生產模式與勞動力持續減少、人均農業資源匱乏與農業資源利用率低、新農民年輕化與勞動力老齡化是阻礙農業實現現代化的主要困境。依賴智慧裝備實現精準化、自動化和智慧化的農業生產，提高農業生產率、資源利用率和土地產出率，是解決以上困境的重要途徑。美國、法國、德國的人均勞動力所負擔耕地面積分別是中國的 145 倍、55 倍、45 倍。在資源利用率方面，美國、法國、德國主要糧食作物的水分生產效率、廢料利用率、農藥利用率分別為 2 kg/m³、65%、50%~60%，相比之下，中國主要糧食作物的水分生產效率、廢料利用率、農藥利用率分別僅有 1kg/m³、35%、25%。發展高效、精準、環保的現代化農業生產、經營模式是解決當前中國農業諸多難題的主要出路[20]。

現有菇類太空包製包生產多採用手工操作加簡單機械化的生產模式，使得製包生產與接種作業效率低，且難以實現無菌接種，故針對目前已有之機械設備，再充分考慮現有生產條件的前提下，將工業領域中的成熟技術和新科技引入到菇類產業的生產中，進而延伸創新出可自動化生產之機構與生產系統[21]。目前菇類產業現況面臨生產成本高漲、欠缺自動化與整合升級、非安定化生產，品質規格待提升等[22]。菇類生產導入工業 4.0 科技，可發展全環控智慧生產、提供消費者安心的溯源產品、建構智農聯盟，批次接單量產，競逐亞洲市場。為導入智慧農業 4.0 科技，在技術研發面須佈建農用智慧生理感測元件、智能化作業機械與人機輔具、生產場域物聯網整合系統、應用巨資支援產銷決策、溯源管理與推播介面等五大類。且需藉由基礎環境面以及專業應用面的關鍵技術跨域研發與投入，包括物聯網應用開發平台、資安防禦、生物感測元件開發與應用、人機協同自動化智慧採收輔具技術、病蟲害自動化辨識監測、結合場域資訊與務聯網整合系統、雲端產銷決策與風險控管整合平台、溯源安全履歷智動化推播介面等，才能補足升級所需技術缺口。[22]



圖十二、農業物聯網基本架構

農業物聯網是一個複雜的系統，涉及電子、通訊、電腦、農學等學科和領域，其關鍵技術可劃分 4 個層次，即感知層、傳輸層、處理層、應用層。如圖十二所示為農業物聯網基本架構。農業物聯網標準是實現農業物聯網技術應用的關鍵，近年來專門應用於農業物聯網的技術標準體系正在不斷完善。以下就各主要技術做簡單說明：[21]

一、感測器技術

首先，整體物聯網必須透過統一的物件辨識技術，其中最常用的就是 RFID 射頻識別無線通信。RFID 技術具有防水、防磁、耐高溫、讀取距離大、資料加密、存儲資料容量大、資訊更改簡單等特點，還可以實現多個標籤的防衝突操作，

從而可以解決很多傳統識別技術上的缺陷，以上特點使得 RFID 成為實現農業物聯網個體規模化識別的主要技術。但是，若是考量成本問題，在技術應用可行下也可以考慮 QR code, DM code, Barcode 等方法。接著依據所要量測之物理量來選用適當的感測器，農業感測器研究不僅涉及到化學分析、物質表面特性、光譜學、生物學、微電子學、遙測學等多門學科的理論探討及加工方式突破，以追求更高的精度、更長的使用壽命、更低的感測成本。

二、網路通訊技術

與各式感測器、農業機具、物流設備及周邊輔助設備等之聯網必須透過匯流排(Bus)，農業現場匯流排(Field bus)為惡劣工作環境設計，保證了農業機械控制系統的高可靠性和即時性。目前農業現場匯流排技術主要包括控制器局域網匯流排(CAN bus)、RS485 匯流排。CAN 匯流排協定是汽車電腦控制系統、嵌入式工業控制局域網的標準匯流排，可靠性高、錯誤檢測能力強，是農機自動化控制、農業物聯網、精準農業應用最多的匯流排技術，基於 CAN2-0B 協定，國際標準組織制訂了農林業機械專用的串列通信匯流排標準 ISO1 1783 協定，廣泛應用於農機資料獲取傳輸、農機導航控制、分散式溫室控制、農業環境監控、節水灌溉、水產養殖監控系統等領域。農業現場匯流排技術實現了農業控制系統的分散化、網路化、智慧化。同時，由於其強健性、抗干擾能力強，故障率低，是確保農業物聯網關鍵節點資訊傳輸的必備技術。

無線感測器網路(WSN)是由大量具有線上處理能力的微型感測器節點組成的網路。根據通訊距離、覆蓋範圍可以分為無線局域網技術、無線廣域網路技術，在無線廣域網路技術中，低功耗廣域網路(Low Power Wide-Area Network, LPWAN)技術是近年來物聯網研究的熱點方向之一。無線局域網技術主要包括 ZigBee、Wi-Fi、Bluetooth，是主要頻段為 2.4 GHz 的短距離通訊技術。就無線廣域網路而言，以 LoRa、NB-IoT 為代表的 LPWAN 是未來農業感測器網路組網的主要途徑。LoRa 是非授權頻譜 LPWAN 代表，NB-IoT 是授權頻譜 LPWAN 代表。LoRa 營運方式靈活，可以是以營運商主導的大範圍公開網路，也可以是私人部署的專用區域網路。

三、大數據分析

農業大數據技術是多源異構的海量農業資料的抽象數學描述，是挖掘農業生產、加工、銷售、資源環境、過程等全產業鏈價值資訊的有效工具。農業資料體量大、結構複雜、模態多變、即時性強、關聯度高，通過大數據技術從海量農業資料中獲取價值關係，是解決農業變數高維、強耦合問題的主要途徑。舍恩伯格指出，大數據是人類學習新知識、創造新價值的源泉。農業大數據的主要處理技術是 MapReduce 軟體模型與 Hadoop 架構。近 5 年國際範圍農業大數據研究重點在監測預警、農產品管銷、農業大數據平臺、農業生產決策、農業資源分析及

農業大數據應用等方面。文獻[23]詳列出中國農業科學數據共用中心之資源，值得參考。

四、AI 人工智慧技術

在國際上，農業人工智慧技術的研究始於 2000 年，農業發達國家已經出現商業化的耕作、播種、採摘等面向單一農業業務的智慧型機器人，也具備比較完善的智慧土壤探測、病蟲害識別、氣候災害預警的智慧系統，用於畜禽養殖業的畜禽智慧穿戴產品也已實現量產。農業人工智慧的主要研究方向可概括為知識表現、模式識別、智慧規劃、資訊搜索四方面。從文獻[24]資料中可以發現，農業智慧規劃之研究仍屬大宗。但是隨著人工智慧深度學習(Deep Learning)演算法的廣泛應用，未來農業人工智慧在農業生產前、生產過程、生產後及營運管理等方面將會有更大發展與突破。由於農業領域的未知變數多，且變數間相互影響、關係複雜，對某個區域農業領域有效的農業人工智慧技術在另外的區域內不足以代替人類在農業領域上的重要作用。因此，通過全新的機器學習、模式識別技術研究變數間的複雜關係，從根本上提高基於農業人工智慧的複雜系統在不同地區的相容性、準確性，進一步推進農業機器人技術的整合，是農業人工智慧未來發展重點。[24]

結 語

智慧化菇類生產技術係以智慧農業之物聯網、雲端技術、大數據及人工智慧為發展基礎，台灣擁有非常完整之自動化設備與資通訊產業鏈，是落實智慧農業最大的後盾。目前在眾多袋栽菇類生產上大多以人工生產為主或僅止於半自動化階段，尚未有類似金針菇生產技術那樣高度自動化、高效率生產之模式出現。隨著袋栽太空包製包流程在套袋及翻袋自動化等問題上獲得解決，讓袋栽太空包製包自動化生產，甚至到後段滅菌及栽培等階段之全線自動化生產變成可行。再則因少子化浪潮、青年返鄉意願不高，加上環境氣候變遷導致資源匱乏及大量廢棄物無法順利有效再利用等等問題，此刻正是我們該審慎思考如何藉助高科技力量來翻轉產業結構之契機。若能制定袋式太空包作業標準，提升袋栽太空包生產作業中各階段機構動作準確度(99%以上)，確保產線生產效率，使袋栽太空包製包產量可以提高到 25~30 包/min 以上，再加上建立仿工業 4.0 架構之智慧化袋栽太空包生產作業系統與生產流程，將能達成使生產作業由進料、製包、搬運、栽培、採收等流程一貫化生產之目標。

由於農業相關產業包羅萬象，具有結構複雜、模態多變、即時性強、關聯度高且資料量大等特點，在面對新形態之智慧化生產模式時，將無法以傳統之經營技術與策略思維來因應。透過大數據分析及人工智慧技術從海量農業資料中獲取價值關係，是解決農業變數高維、強耦合問題的主要途徑。應用人工智慧解決農

業的複雜系統在不同地區的相容性、準確性問題，並進一步推動農業機器人技術的整合，是農業人工智慧未來發展重點。同時，因各國對農業物聯網的需求日趨強勁，未來在感測器與生產設備國產化、聯網低成本化、大數據資訊處理智慧化和農業物聯網雲平臺建立等技術領域之研發是建構智慧農業產業的必然發展趨勢。過程中與大學、研究單位與產業界之共同合作研發，建立低成本之各種終端農業模組或次系統，同時逐步展開系統化和實用化的生產技術與創新產品之整合，才能在此波全球農業智慧化浪潮中走出台灣的特色，而這是一個長期且艱巨的過程。

引用文獻

1. 「菇類產業發展」研討會專刊，主編：陳錦桐、石信德、陳繹年、安寶貞，行政院農業委員會農業試驗所，中華民國一百年十月。
2. 呂昀陞，台灣菇類產業現況與未來之展望簡報。
3. 陳美杏、呂昀陞、石信德，新興菇類的栽培與發展，科學發展，446:8-15(2010)。
4. 石信德，食藥用菇類液體菌種栽培技術之潛力，農業生技產業季刊，pp.16-21 (2010 NO.23)。
5. 2017 年中国食用菌行业发展规模及未来发展趋势分析 (<http://www.chyxx.com/industry/201801/604713.html>)
6. 黃鈞奕(指導教授：周榮源)，袋栽培養基棉花取放模組之研究，國立虎尾科技大學機械設計工程系碩士班碩士論文，中華民國103年7月。
7. 黃耀聖(指導教授：周榮源)，菇類太空包自動化套袋模組之研究，國立虎尾科技大學機械設計工程系碩士班碩士論文，中華民國103年7月。
8. 陳柏翰(指導教授：周榮源)，液態接種噴嘴系統之研究，國立虎尾科技大學機械設計工程系碩士班碩士論文，中華民國103年7月。
9. 阮忠興(指導教授：周榮源)，創新菇類智慧製造產線之研究，國立虎尾科技大學機械設計工程系碩士班碩士論文，中華民國105年7月。
10. 李志仁(指導教授：周榮源)，創新袋式液態接菌系統之研究，國立虎尾科技大學機械設計工程系碩士班碩士論文，中華民國105年7月。
11. 劉瑋珊(指導教授：周榮源)，太空包束口翻袋機構之創新設計，國立虎尾科技大學機械設計工程系碩士班碩士論文，中華民國105年7月。
12. 周榮源，液態菌之高效能噴注接種裝置，中華民國新型專利(M452179)。
13. 周榮源，袋式培養基及液態菌接種之自動化加工設備，中華民國新型專利(M452178)。
14. 周榮源、李志仁，袋式太空包菇類培養壓包機構，中華民國發明專利(發明第 I583600號)。
15. Rong-Yuan Jou, Chih-Jen Lee, BAG PACKAGING MECHANIS FOR

MUSHROOM CULTIVATION, US Patent/Application Number 14/979,599.(已獲證；領證中)

16. Rong-Yuan Joua and Trung-Hung Nguyen, Design of the Smart Manufacturing Mushroom Cultivation Factory, The 50th CIRP Conference on Manufacturing Systems, May 3rd – 5th, 2017 Taichung City, Taiwan.
17. Rong-Yuan Jou, Chih-Jen Lee and Trung-Hung Nguyen, Innovative Automation System Design for PP-bag Mushroom Cultivations, The 14th International Conference on Automation Technology (Automation 2017), December 8-10, 2017, Kaohsiung, Taiwan.
18. <http://agriauto.bime.ntu.edu.tw/Result/agric12.htm>
19. 塗選來、江傳鑽、郭偉虹、塗宇濱、塗宇龍，菌袋自動套套環機，CN105027967A，2015。
20. 李道亮、杨昊，农业物联网技术研究进展与发展趋势分析，李农业机械学报，第49卷第1期(1-20)，2018年1月。
21. 周榮源，「第27屆近代工程技術討論會」邀請發表演講，主題：『智慧化菇類生產技術之前瞻與未來發展』，中華民國107年10月22～23日。
22. 行政院生產力4.0發展方案(核定本)，中華民國104年9月。
23. RUIZ G and LUNADEI L, The role of RFID in agriculture: applications, limitations and challenges, Comput Electron Agric, 2011, 1(79): 42-50.
24. 李道亮、杨昊，农业物联网技术研究进展与发展趋势分析，李农业机械学报，第49卷第1期(1-20)，2018年1月。

菇類栽植盛盤自動化上下架系統之開發

The development of mushroom planting tray automatic shelving system

邱相文^{1*}、石信德²、呂昀陞³

¹ 行政院農業委員會農業試驗所農業工程組 副研究員

² 行政院農業委員會農業試驗所植物病理組 研究員

³ 行政院農業委員會農業試驗所植物病理組 助理研究員

*電子郵件：Chiusw.gov.tw；傳真：04-23330653

摘 要

傳統菇類太空包栽培從接種、走菌到出菇等整個生產流程通常會利用不同的庫房以不同環境條件進行生長栽培，因此太空包栽植盛盤在各不同庫房之間的輸送搬運，以及在庫間內立體栽培承架之間的太空包栽植盛盤上下架作業便成為太空包菇類栽培最耗費勞力與時間投入的作業生產流程。目前政府正在積極的發展智慧農業，菇類產業已被列為智慧農業領航產業之一，其重要研究發展項目便涵蓋菇類產業生產設備自動化升級與智慧化環控系統的整合。由於我國菇類產業面臨嚴重的勞力不足問題與自動化智慧生產設備的缺乏，產業發展更面臨強大的區域市場競爭壓力，因此為提升產業動能與進行產業再造而導入智慧農業相關技術便成解決上述問題的不二法門。

本研究採用自動化倉儲系統物流出入庫的作用原理進行菇類栽植盛盤自動化出入庫與上下架系統的研製發展，目前已研製完成一套可資利用於菇類栽培庫間內之立體栽培承架間的太空包栽植盛盤的自動化出入庫與上下架無人化作業。本系統可以完全取代人力操作，且作業效能極高，庫間內太空包栽植盛盤位置與數量、環控條件均可透過無線網路進行遠端監控，因此本系統與傳統人力作業方式相比可節省約 90% 的勞力投入，並提升作業效率達傳統作業方式的 5 倍以上。另外，因為本作業系統完全不用利用人力進行搬運或檢驗，因此在太空包的污染問題上可以降到最低。

關鍵詞：菇類、自動化、上下架系統、省工栽培

緒 言

生鮮菇類的生產至運銷分為四個階段，第一個階段是將菇類菌種接種至滅菌過的栽培瓶或太空包進行走菌，第二個階段是將長滿菌絲的栽培瓶或太空包移至環境控制的出菇室進行出菇管理工作，第三個階段是進行菇體(子實體)的採收

及包裝，第四個階段則是利用物流方式進行菇類產品的運銷與販售。目前國內菇類業者從栽培瓶或太空包的基質組成、滅菌及植菌之流程、走菌及出菇之環控條件、乃至採收等，是根據自有的經驗去做調整控制，雖然現有機器及設備可以進行相關生產操作，但目前仍欠缺整合或還有缺口，這些問題分析如下：(1)生產面仍無法全面自動化，如專業製包場或一貫式金針菇或杏鮑菇等環控生產場的太空包製作的流程仍屬半自動化，每條生產線需要 5-6 人方能操作。出菇室囿於空間限制，栽培瓶或太空包的上架及下架仍仰賴人員爬上爬下，除需人力搬運外，且有公安的風險。

整體而言，臺灣菇類產業除需提升各個環節的自動化程度之外，尚有產業上所亟需投入開發的自動化機械技術缺口，盤點相關技術缺口以菇類自動化採收機械系統為目前菇類產業所最需突破之整體自動化系統瓶頸所在。另外，現今產業所應用的機械作業系統仍缺乏智慧化管理技術的導入與通栽培及資訊平臺，將菇類生產所需之系統進行整合並將資訊介接儲存於平臺上，研發菇類智慧化栽培管理決策系統並有效利用，使臺灣菇類產業進一步升級。

萵苣植物工廠自動化作業系統於杏鮑菇栽培的應用

短期葉菜類植物工廠大多採用多層架立體化養液水耕栽培方式進行，在育苗完成後的幼苗需移植到水耕栽培板上，然後再將移植幼苗後的栽培板以人工作業的方式放置到立體化栽培承架的各層養液栽培植床上，完成植株栽培板的定植作業；相反的，採收作業便為定植作業的逆向作業動作。然而，採收作業時因栽培板上的作物已經熟成，植株高度與重量都不小，因此會造成立體化栽培承架上較高或較低層植床上採收作業的困難與危險。

為解決栽培板於高層架水耕栽培植床上定植及採收人工作業上的困難，農試所研發自動化作業系統進行栽植板於立體化多層次栽培系統的上下架作業應用，大幅提高作業效率及減低人力作業的需求。該系統作業方式為將移植幼苗後的栽植盤(栽培板及栽培板承載盤)，利用機械手臂將其自動定位輸送到多層架立體栽培承架各層植床的養液槽上，放入的栽培盤可在植床上由定植端依次順序往收穫端滑動，進行從幼苗定植到成熟採收的人工光源照射栽培。先前定植於養液槽上的栽培盤，可透過下一次的定植入料作業將栽培盤往後推進輸送。各層作業模式依此類推，便可在同一層的養液槽內進行總共 20 盤/每盤 18 株的計畫性生產作業。採收作業系統位於立體栽培床架系統的另一端，當栽培盤上的作物達到採收標準時，便可利用機械手臂將位於養液槽最末端的栽培盤取出，自動輸送至採收平台進行收穫包裝相關作業如圖 1 所示。



圖 1. 立體化多層次栽培作業系統進行萬苳之栽培情形

一、立體化多層次自動化作業系統應用於杏鮑菇之出菇栽培

本技術應用所建置之立體化多層次栽培植床架系統進行杏鮑菇之出菇栽培利用，以太空包菇包栽植盛盤為一個生產單元，每層栽植床滿載時可放置 20 個栽植盛盤，而每個栽植盛盤可放置 20~24 個太空包，6 層栽培床架共 120 個太空包栽植盛盤，出菇栽培太空包數量可達到 2,400 個至 2880 個，在自動化栽培作業系統可進行菇類太空包栽培的精準智慧化監控生產與管控，並與萬苳一起栽培達到菇菜共生的氣體循環利用目的如圖 2 所示。



圖 2. 利用植物工廠立體化自動化作業系統建構「菇菜共生」循環農業新技術

二、立體化多層次自動化栽培系統的太空包栽培自動化上下架作業應用

(1)自動化上架入庫作業：作業方式為將走菌完後的太空包運用輸送帶及機械手臂的夾持輸送，將每批次 20 包(或 24 包)的太空包置放入栽植盛盤(栽植板及栽植板承載盤)如圖 3 所示，然後利用機械手臂將其自動定位入庫輸送到 1~6 層立體栽培承架的各層栽培植床上進行橫向並排輸送，放入的栽培盛盤可在栽培植床上由入庫移入端依次順序往收穫端滑動，進行從幼菇的入庫出菇栽培到成菇的全環控出菇生長栽培。先前入庫於栽培植床架上的栽培盛盤，可透過下一批次的栽植承盤入庫作業將栽植盛盤往後推進輸送。各層作業模式依此類推，便可在同一層的栽培植床架上進行總共 20 盤/每盤 20~24 包太空包的計畫性生產作。

(2)出庫下架收穫作業：太空包下架採收作業系統位於立體栽培床架的另一端，當栽植盛盤上的太空包達到採收標準時，便可利用機械手臂將位於栽培植床架上最末端的栽植盛盤取出，自動輸送至採收平台進行採收包裝等相關作業。由於菇類全環控栽培場為全年無休的量化型生產模式運作，因此規劃設計採收下架與上架出菇栽培作業以互相串連的方式進行，亦即採收下架作業端機械手臂取出一盤待採摘杏鮑菇栽植盛盤後，另一端即可再輸送一盤走菌好的太空包栽植盛盤。以此類推，同一層植床取出多少栽植盛盤，另一端即可再送入多少栽植盛盤。



圖 3. 利用栽植盛盤架構模式進行杏鮑菇的上架作業應用

菇類自動化上下架系統之建置與應用

菇類栽培目前從接種、走菌到出菇等栽培生長過程因為所需的環境參數不同，必須要將數量極大的太空包盛裝植盤在栽培庫房的栽培承架空間中，以人工作業方式進行栽培盛盤的上下架的搬運及栽培庫房之間的轉移輸送，惟本項作業需要大量的勞務投入，並且相當費時費力，亟需利用自動化機械來解決目前菇

類產業所面臨的勞力缺乏困境。

為解決上述菇類產業所面臨的問題，農試所採用自動化倉儲系統物流出入庫的作用原理進行研製發展，已完成一套菇類智慧化自動栽培作業系統之研製，應用於太空包栽植盛盤的上下架作業，其系統架構如圖 4 所示。



圖 4. 菇類智慧化自動栽培作業系統

一、系統出入庫上下架功能特性

本系統係利用自動化倉儲系統物流出入庫的作用原理進行研製發展，太空包栽培盛盤由輸送帶輸送至本系統的庫間入口閘門時，系統感測到有盛盤抵達時，便啟動庫間內之輸送帶，將太空包栽培盛盤入庫輸送至一個盛盤出/入庫轉位定植基座上，等待後續的入庫上架定位栽培生長。太空包栽培盛盤上下架輸送作業主機位於栽培庫房中間位置，其為設置於延著兩座立體化多層次栽培承架縱深方向進行進出移動輸送搬運之作業主機，作業主機上並裝設有一具可進行太空包栽培盛盤搬運擷取並進行高低上下定位輸送的機械手臂伸縮搬運平台如圖 5。入庫上架作業時，機械手臂伸縮平台可將位於盛盤出/入庫轉位定植基座的太空包栽培盛盤進行擷取抬離搬運並平移輸送至作業主機中間位置，然後輸送作業主機可依據智慧化控制系統所偵測到的承架空位或指定位置，於栽培承架行列間進行主機的移動搬運，並於隨機或指定定植位置進行上架作業；相同的，盛盤下架出庫作業亦利用相同的作業主機及作業原理進行，另外並可同時進行出入庫與上下架同時進行的高效能的智慧化作業。



圖 5. 太空包栽培盛盤出/入庫轉位定植基座

二、產業利用效益

本作業系統可進行菇類太空包的定位栽植(走菌或出菇)輸送以及後續栽植盛盤栽培生產期間智慧化環控系統進行整合，可以達到菇類栽培品質即時檢驗與產量之即時回報、監控與預測之效能。由於本系統係利用智慧化控制系統進行作業排程進行自動化作業，因此可以完全不需人力進行上下架的作業，因此與傳統人力作業方式可節省約90%的勞力，並提升作業效率達傳統作業方式的5倍以上。另外，因為本作業系統完全不用利用人力進行搬運或檢驗，因此在太空包的汙染可以降到最低。

結 語

本技術開發應用於植物工廠，然後再利用自動倉儲的運作原理，進行菇類栽培的利用，進行菇類立體智慧化栽培作業系統之整合，將菇類太空包於庫間栽培作業所應用之自動化菇包入庫栽培作業系統、多層次立體化太空包生長栽培自動化輸送與檢驗作業系統及自動化太空包出庫移出採收等作業系統，進行一貫化全自動省工栽培生產作業與產程、產質與產量之即時監控環控參數條件之智慧化生產整合系統之研究開發，本系統之有效利用將可更加提高菇類產業的省工自動化程度，大幅提高產能與節省人工成本及提升我國菇類產業之整體競爭力。

引用文獻

1. 劉育姍、康瑋帆、呂昀陞、石信德。2016。我國菇類產業現況與技術發展策略分析。農政與農情 285: 64-69。
2. 石信德。2016。我國菇類產業4.0之作為與期待。台灣農業生物經濟產業的永

續作為研討會。中華永續農業會編印。

3. 石信德、呂昀陞、李瑋崧、陳錦桐、陳美杏、吳寬澤。2016。菇類智慧生產 4.0。菇類生技產業研討會專刊 p.35-44。
4. 行政院生產力4.0發展方案核定本。2015。行政院科技會報辦公室，188頁。
5. 石信德、謝廷芳。2015。菇類新品項、新技術與多元化產品，以及訓練、技轉與輔導成果。技術服務26(3)：38。
6. 呂昀陞、石信德、林宗俊、陳宗明。2014。台湾のきのこ産業の歴史と最新動向。2014年度版きのこ年鑑。P.32-40。株式會社特産情報。
7. 石信德、呂昀陞、林宗俊。2014。日本九州地區菇類發展現況(上)。農業世界373:81-85。
8. 石信德、呂昀陞、林宗俊。2014。日本九州地區菇類發展現況(下)。農業世界374:85-89。
9. 石信德、陳錦桐、林宗俊。2014。日本北海道地區菇類發展現況(上)。農業世界375:27-32。
10. 石信德、陳錦桐、林宗俊。2014。日本北海道地區菇類發展現況(下)。農業世界376:71-91。
11. 石信德。食藥用菇類液體菌種栽培技術之潛力。2010。農業生技產業季刊23:26-31。
12. 陳美杏、呂昀陞、石信德。2010。新興菇類的栽培與發展。科學發展446:8-15。
13. 劉瑋珊。2016。太空包束口翻袋機構之創新設計。國立虎尾科技大學機械設計工程系碩士班碩士論文。
14. 阮忠興。2016。創新菇類智慧製造產線之研究。國立虎尾科技大學機械設計工程系碩士班碩士論文。
15. 黃耀聖。2014。菇類太空包自動化套袋模組之研究。國立虎尾科技大學機械設計工程系碩士班碩士論文。
16. 周榮源。2014。袋式培養基及液態菌接種之自動化加工設備。中華民國新型專利 (M452178)。
20. 李增偉。2018年7月。菇類太空包製包自動化檢測之研究。國立虎尾科技大學機械工程與設計研究所碩士論文。
17. 周榮源、石信德。2018。智慧化菇類生產技術之前瞻與未來發展。第27屆近代工程技術討論會論文專刊。
18. 周榮源、洪賓志。107年11月30日。菇類太空包溫溼度之無線網路即時檢測菇類太空包溫溼度技術。中國機械工程學會第三十五屆全國學術研討會。國立中正大學。
19. 周榮源、蔡孟佑。107年12月1日。菇類太空包自動化生產線之模擬。中國機械工程學會第三十五屆全國學術研討會。國立中正大學。
20. Cen, J. T., Li, W. S., and Shih, H. D. Practical training for substrate preparation techniques for mushrooms. Pages 78-86in: International Training Course on Edible Mushroom Production for Asian Farmers and Entrepreneurs. M. H. Chen,

T. Y. Ku, and H. D. Shih. ed. 100pp. Special Publication of TARI No. 148.
Taichung, Taiwan.

21. Rong-Yuan Jou, Chih-Jen Lee, BAG PACKAGING MECHANISM FOR
MUSHROOM CULTIVATION, US Patent/Application Number 14/979,599.

智慧用電監測系統於菇類栽培體系之應用

Application of Smart Electric Energy Consumption Monitoring System in Mushroom Cultivation System

¹.徐武煥、².石信德、³.周浩源、⁴.陳聖文

- 1.行政院農業委員會農業試驗所農業工程組副研究員
- 2.行政院農業委員會農業試驗所植物病理組研究員
- 3.行政院農業委員會農業試驗所農業工程組助理研究員
- 4.行政院農業委員會農業試驗所農業工程組研究發展替代役

電子郵件：swhh@tari.gov.tw；傳真：04-23317713

摘 要

本研究使用智慧用電監測系統於菇類場域栽培之用電量測，系統可使用遠端方式進行操作與管理。結果顯示，系統量測之度數與台電帳單顯示之度數誤差最大約在3.3%，未來若產業化應用其誤差可用校正的方式使兩者之數據趨於一致。

由用電結果顯示場域環控參數中以用於溫度調節的能源(電能)消耗最大，並隨著氣溫上升而增加。其監測數值分析結果也顯示，本場域用電量變化與外界溫度變化趨勢一致。未來有機會可根據外界溫度變化提出用電預測或節能之建議。

關鍵詞：金針菇、智慧電表、菇類栽培、節電

緒 言

依據農委會資料，我國 2014 年菇類於批發市場交易總量 8668.3 公噸，其中金針菇 1877.4 公噸、杏鮑菇 1717 公噸、香菇 1175.2 公噸、木耳 992.5 公噸，而台灣菇類生產，以香菇及金針菇栽培量最大，其次為杏鮑菇、秀珍菇、木耳、洋菇和其他菇類合計年產量超過 11 萬公噸(方及蔡、2011)。臺灣菇蕈類的年產值超過百億元，在農業生產上扮演重要的角色。在菇類的栽培上，為求得到栽培菇類較好的產量或品質，需控制適當的環境條件以營造適合菇類生長的環境，其環境的需求上會因菇種而異。故菇類育種目標也是以選拔耐熱品種、減少能源消耗及降低生產成本為主(陳及呂、2011)。許多適合全環控栽培之菇蕈類(例如杏鮑菇、金針菇、鴻喜菇及美白菇等)栽培於菇包(瓶)，需要仰賴環境控制以營造適合菇體成長的環境。當環境控制結合溫度、濕度、光照及二氧化碳等環境參數控制，在使用諸多環境調控裝置的狀況下，耗用電能甚大，菇類生產之用電成本占了生產成本很大的比例，其比例大小會因菇種而異。

養菇業者為求節省電力(生產)成本，常常使用契約用電的方式，想辦法使用較便宜的離峰用電，例如於離峰時間使用冰水主機先製冰，白天在用以輔助降溫；

或是使用熱泵來節電。然而目前養菇業者對於用電的多寡都是由台電用電總度數的帳單來獲得，對於生產場域用電的細部狀況就無法得知，對於消耗電力較大的部分就比較難以用細部改善的方式來進行。本研究使用智慧用電監測系統於實際進行菇類生產之場域，透過試驗之結果及監測菇場用電之狀況，探討於菇類栽培體系之應用。

自 106 年度起包括菇類領航產業開始執行智慧農業計畫，農試所應用物聯網感測等前瞻技術，利用數據驅動(Data-driven)的方式為養菇業者進行用電把關，據以瞭解栽培各階段各菇室(庫間)之用電狀況(圖 3)，評估其節能的策略，提出改善之方法，若有用電異常也可即時警示，降低損失。以物聯網感測系統量測電能，瞭解菇類生產各單元之耗電情形，以各單元之環控狀況及空間等估算理論可能需要之電量後進行分析比較，藉以瞭解能源利用效率是否良好、是否有其洩漏或耗能之情況發生，是否需要改善以達到節能之目的等。

菇類栽培模式

本場域生產之菇類主要以金針菇及銀耳為主。以前者舉例，金針菇場生產週期為 28-30 天，為求可供應市場所需的量及能有效利用設備及人力，場域利用分批進行栽培起動，將每批金針菇控制在不同生長階段，因該場域同一時間有多批不同時間起動的菇室，故其用於溫控之電量於整場會較為平均，較不會因菇類生長週期而波動。本場域生產模式與一般產域類似，每日皆會進行栽培、分級包裝及出貨，為求生產品質均勻度較佳，菇室常見規劃成各單元較小一點的空間

菇類用電能源結構概要

菇類栽培用戶能源使用流向以空調系統主機用電最高約占 50%、附屬設備冰水泵及冷卻水泵約占 30%居次，而冷卻水塔風扇、栽培庫房送風機及照明設備等用電約占 20%(王、2016)。本研究監測溫控之用電量，顯示外界環境影響狀況下，用電量上升比例，可藉此估算並調整金針菇生產成本。本試驗場域亦利用離峰時段電力進行溫度調節，設法降低在尖峰時段使用電力所增加之成本。(平日離峰時間為 22:30 至隔日早晨 7:30，每日計 9 小時)夜晚時段降溫換氣，外界空氣溫度較低，可再減少能源消耗。冰水機的監控數據顯示隨著氣溫上升用電量明顯大幅增加，2 月較 1 月成長約 14%、3 月較 2 月成長約 18.5%、4 月較 3 月成長約 34.1%。

結果與討論

利用「智慧電表」之核心進行電能監測

菇類栽培常需進行環境控制，因此須安裝許多降溫及加濕等設備，以達有利菇類生長的環境，也因如此，用電的成本常占生產成本很大的比例。例如種植金針菇，其電力成本約占生產成本三成左右，而以往需等電費帳單才能得知用電使

用狀況，因而無從節電，本研究利用智慧電能監測系統，針對與菇室相關之幾項用電需求大的設備進行電能監控，進行初步的數據蒐集，並探討電能監控系統之可行性。

目前試驗階段僅將用電監測系統之監測點架設於 220V 與 380V 總電源端、冰水機、熱泵、養菌室以及兩間栽培菇室等。由於金針菇環控栽培屬於全年生產，因此各批菇室中的金針菇皆處於不同栽培的階段，以目前的用電監控設備只安裝於總電源以及常開之設備，無法得知各個栽培階段使用的電力狀態。從台電之帳單之日平均度數與總電源監測系統之數據整理如表一，220V 的總電源監測設備的度數與台電帳單的度數誤差在 2% 以內，而 380V 的誤差則最大到 3.3%。

台灣天氣常處於高溫的條件，對於菇室栽培的環境(有時更需達到 4-6°C)，需有製冷設備，因此本研究針對場域之冰水機(製冷設備)進行電力監控。台灣 1、2 月屬於冬季氣溫較低，而 3、4 月的氣溫逐漸上升，冰水機使用的用電量也隨著氣溫而上升，1 月冰水機平均日用電量為 283.7 度，4 月冰水機平均日用電量為 731.3 度，兩者相差約 2.54 倍，冰水機在 1 月用電量約占總用電之 3.5%，4 月冰水機約占總用電量之 7.8%(圖 1)。

表一、台電收費度數與感測器度數做誤差比較

	220V 日平均度數		誤差	380V 日平均度數		誤差
	台電	感測器		台電	感測器	
一月	4676	4701	0.5%	3385	3280	3.1%
二月	4650	4733	1.8%	3146	3251	3.3%
三月	4900	4952	1.1%	3611	3643	0.9%
四月	5174	5256	1.6%	4044	3926	2.9%

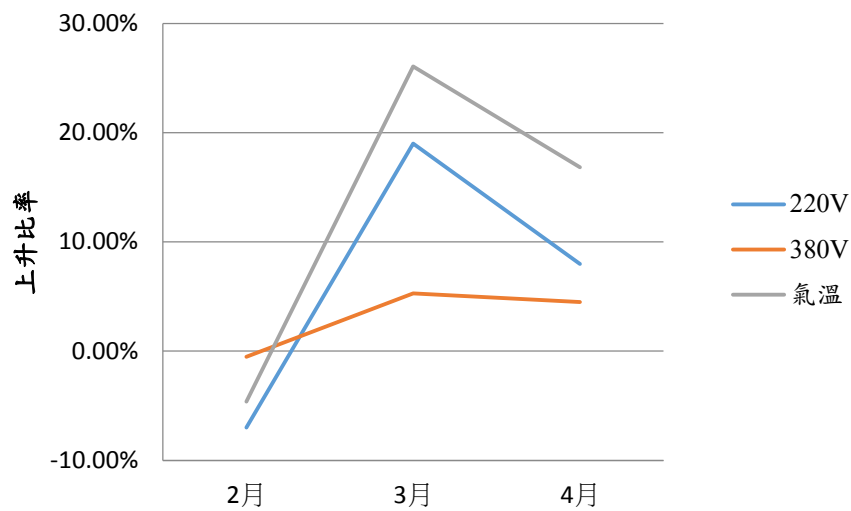


圖 1、菇室用電上升比率

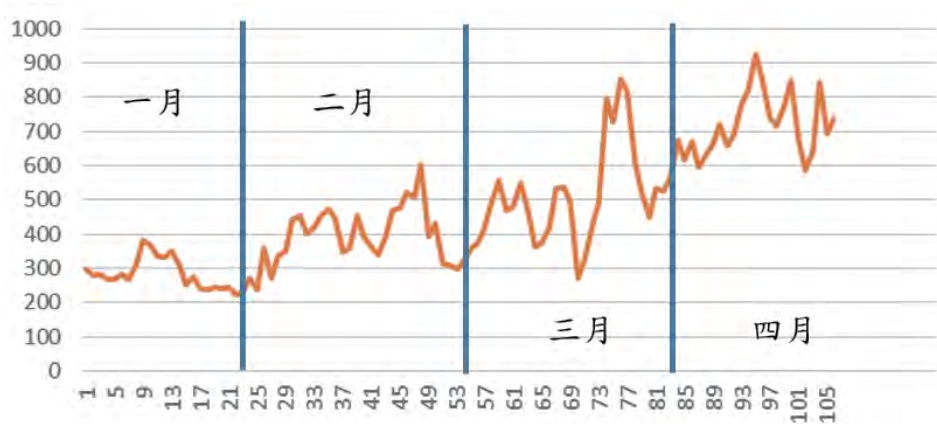


圖 2、冰水機 106 年 1-4 月電力使用(用電)度數

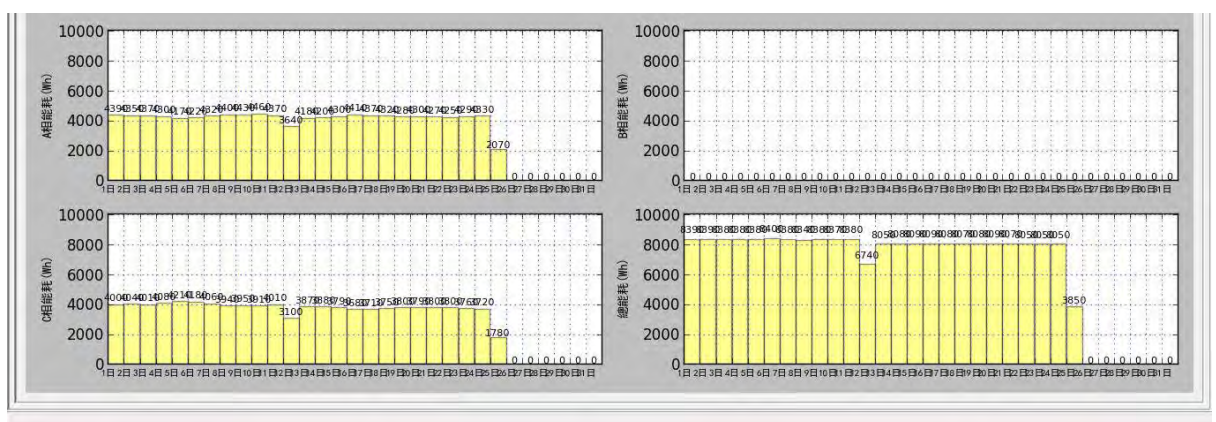


圖 3、利用電能感測系統監測記錄生產場域各庫間使用電能之情況

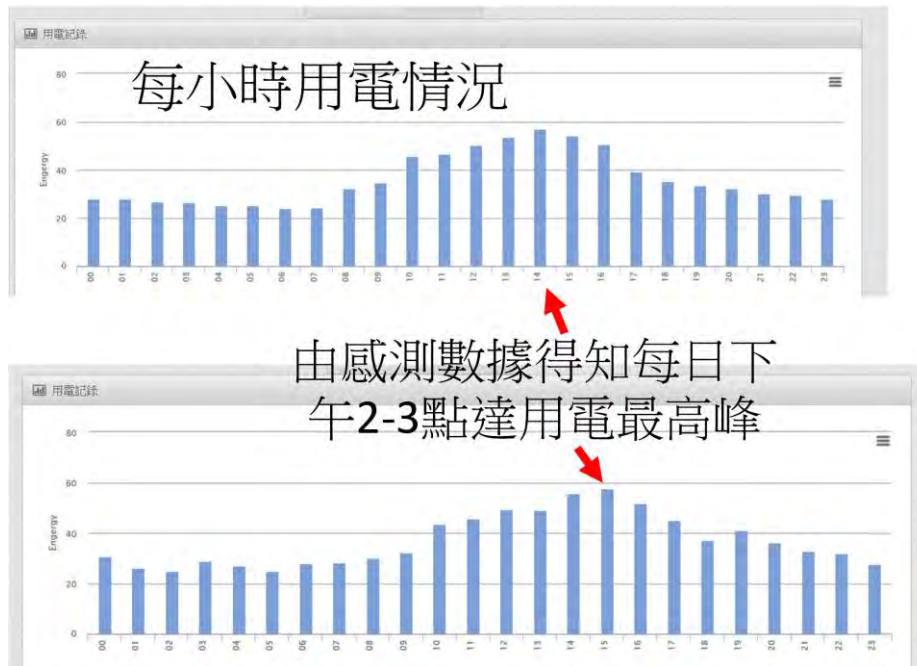


圖 4、環控栽培菇場利用電能感測系統得到每小時使用電能之情況，其用電程度隨外界環境變化而變化，最高峰值落於下午

用電電能監測狀況

本研究監測用電狀況數據與台電公司的用電資料進行比較，220V 總電源於 2 月使用度數較 1 月成長約-7%、3 月較 2 月成長約 19%、4 月較 3 月成長約 8%，中央氣象局監測附近氣溫，2 月較 1 月成長約-4.6%、3 月較 2 月成長約 26%、4 月較 3 月成長約 16.8%，顯示本研究所監測之用電情況與外部氣溫變化趨勢相同。於 380V 總電源使用 2 月較 1 月成長約-0.5%、3 月較 2 月成長約 5.3%、4 月較 3 月成長約 4.5%，與氣溫成長趨勢差異較大，乃因 380V 電源非單使用於溫控調節所導致，該菇場亦包含基質填充等相關機械設備。

以收集各庫間(菇室)之電能量測資料找出節能對策

環控菇室之用電多寡牽涉到經營的成本，往往用電成本占了生產成本很大的比例，約占 25~30%，許多業者為求節省用電成本，通常採取跟台電簽訂電力契約用戶。然而，一般業者僅能看到一段期間內(例如一個月)整體的用電電費及度數，但對於栽培場各庫間的用電狀況無法全面掌握。農試所近年在所內之試驗菇場及中部一處環控栽培菇場，利用電能感測系統實際測量菇類栽培庫所需電能，結果顯示變頻空調比傳統空調可實際節能至少兩成；不僅如此，本系統亦有提供警示功能，農試所之中部示範場近年曾遭逢半夜跳電情形，但藉由此感測系統之智慧提醒，所造成之局部損失比其他菇場還低很多。

若要評估節能方式需要瞭解用電之細節，才能對症下藥提出解決方案。各個栽培庫間用電的狀況若有資料可進行分析，常見環控栽培室有冷氣洩漏或冷熱絕緣性不佳等情況，易造成用電成本增加，這些情形都可藉由數據的掌握與分析來

改善。尤其臺灣許多養菇場的硬體建設並非一次到位，而是於不同時期逐步投資增建，常見有分別使用 220V 或 380V 等之電源，配電也有很多種樣態。為協助提供節能方案，考量菇蕈類產業特性，農試所以物聯網感測系統進行電能量測，瞭解生產場域各庫間之耗電情況，並以各庫間之環控狀況及空間等估算理論可能需要之電能後，再與實際量測數據進行比較分析，藉以瞭解能源利用效率是否良好，是否有其洩漏或耗能之情況發生，可藉由改善各庫間用電達到整體節能之目的，才能有效降低成本。

結 論

1. 本研究架設之智慧用電監測系統，其量測度數與台電帳單顯示度數之最大誤差為 3.3%，其結果可預測當季之用電成本，若進行不同之栽培模式，能從即時智慧電表進行數據探討，進而判別不同栽培模式、產量以及用電量之成本與收益分析。且台電帳單用電度數係整合用電的呈現，無法單獨對應菇室栽培周期而計算用電量，因此要探討各生產週期之用電量，必須另外架設智慧電表以進行監控以及數據蒐集。
2. 智慧用電監測系統監測菇室用電狀況後顯示與外界溫度變化趨勢一致，菇室溫度控制受外界溫度影響甚大(圖 4)，若可加強菇室牆壁之絕熱能力，則應有機會減少用於溫度控制之能源消耗。
3. 瞭解各栽培庫間之耗電情況也可應用於評估改用新穎設備之經濟效益，例如引進變頻空調或是熱泵等設備、如何利用熱泵結合使用較便宜之離峰用電等，藉此降低用電成本，未來智慧化之應用對於菇蕈類產業競爭力之提升將有莫大幫助。

未來工作

智慧用電監測系統使用菇類栽培，能夠使用遠端進行監測其用電量，目前監測設備僅安裝於幾項設備進行用電探討，未來若能擴增至個別菇室之用電監測、冷氣、換氣風扇以及加濕器等設備用電量，將可再探討如何更高效精準地用電及其節電方式。

引用文獻

1. 周文能、張東柱。2005。《野菇圖鑑》台灣館出版社。
2. 方怡丹、蔡清榮。2011。菇類產業政策與輔導措施。菇類產業發展研討會專刊: 1-7。
3. 陳美杏、呂昀陞、李瑋崧、石信德、吳寬澤。2011。台灣菇類育種現況與展望。菇類產業發展研討會專刊: 79-92。
4. 王俊淵。2016。農業動力用電節能推動經驗與展望。30-34。

水簾降溫設備在菇類產業之應用

呂昀陞^{1*}、石信德²、陳美杏³、李瑋崧¹、黃榮揚¹

Yun-Sheng Lu, Hsin-Der Shih, Hsiang-Wen Chiu, Mei-Hsing Chen,
Wei-Sung Li, Chi-Yang Huang

¹ 行政院農業委員會農業試驗所植物病理組 助理研究員

² 行政院農業委員會農業試驗所植物病理組 研究員

³ 行政院農業委員會農業試驗所植物病理組 副研究員

行政院農業委員會農業試驗所植物病理組

*電子郵件：yunsheng@tari.gov.tw；傳真：04-23302308

摘要

近年由於氣候變遷導致以傳統菇舍栽培之菇類產量下跌，進而使得價格高漲，為解決全球暖化導致傳統菇類產業之困境，本所開發應用水簾降溫設施來達到調節環境之功效，試驗之結果顯示應用水簾降溫設備可使供試之香菇品系中有7個菌株可產量超過300 g，而以相同設備栽培木耳與雪耳之最佳產量分別可達 324.5 ± 39.8 g與260.7 g，而栽培猴頭菇之產量可達200 g，此些結果顯示應用水簾降溫設備可有效應用於香菇、木耳、雪耳與猴頭菇之生產，透過水簾降溫設備可協助菇農克服氣候暖化對傳統菇舍菇類之影響。

關鍵詞：氣候變遷、水簾降溫設備、傳統菇舍

前言

台灣新鮮菇類年產量已超過14萬公噸，產值超過137億，佔整體蔬菜產值之16.5%，為國內重要農產業之一（劉等，2016）。菇類相對於在田間栽培的農作物，比較不會受到颱風來襲的影響，主要的原因是在台灣菇類皆是在設施內進行栽培。栽培菇類之設施通稱為菇舍(或菇寮)，若以對菇類栽培環境控制能力之差異主要可將菇舍分為傳統型、簡易環控與全環控等三大類，其中全環控菇舍主要栽培菇類包含金針菇、杏鮑菇、鴻喜菇、美白菇(或白精靈)與洋菇等，此類型之設施由於環控設備齊全，因此可控制不同栽培時期之溫度、濕度、二氧化碳濃度與光照等栽培參數，也因此可不受外界氣候影響進行穩定之周年生產，但由於相關設施與設備的投資額較高，因此目前須具備有相當資本額之栽培業者才有辦

法投入，且出現資本化與集中化之趨勢，以國內金針菇為例，業者須投資上億元以上之經費進行菇舍之建置與自動化生產，國內每年可生產3萬~3萬5千公噸，但由於資本額較大，因此栽培業者大約在20戶左右。對於而一般農戶而言，資本不夠雄厚，因此多半選擇以傳統菇舍進行栽培，而其主要栽培菇種包含香菇、木耳類、草菇或是冬季種植洋菇等，由於其投入之相關設施成本較低，因此栽培戶數較多，整體栽培戶數為我國菇類產業總戶數之68%，佔整體產值之49.28%，接近我國菇類產值之一半(呂等，2016)。然近年來由於受到氣候變遷之影響，使得利用傳統菇舍栽培之菇種在產量與品質皆有明顯下滑，例如香菇因暖冬而使得菌絲生長受阻影響產量，而木耳又因春天強烈寒流來襲使得氣溫與濕度不足造成產量損失，使得這些菇農之生計受到嚴重影響，為避免目前持續發生的極端氣候條件對以傳統菇舍栽培之菇類造成影響，因此本研究室在104年起即開始應用水簾降溫技術改造傳統菇舍並開發相關菇類之栽培技術，本文將介紹此技術之基本原理與相關應用。

水簾降溫技術的原理

水簾降溫技術是一種廣泛應用於禽畜產業與設施溫室之技術，目前國內許多的禽畜產設施與蘭花溫室皆有相關設備在使用，其作用最主要之機制在於透過蒸發冷卻方式來協助設施內部降溫，是具有環保、效果顯著與經濟可靠等優點之方式。蒸發冷卻主要係透過環境中水分蒸發過程中環境需要提供汽化熱，每蒸發1公升的水需要1,878千焦耳，因此當溫室內空氣將此些熱量提供水使之蒸發後，則空氣的溫度即可下降，但被蒸發之水氣若無法被順利排除，則會提升溫室內之相對濕度，當相對溼度達到飽和時，蒸發作用無法進行，則溫度無法順利下降，因此需要透過風機將吸收熱量產生之水氣抽走，藉以維持環境內相對溼度不要達到飽和，如此降溫效果方可提升，同時透過可提升水簾表面積的紙質蜂窩狀結構，讓流水在水簾表面上形成水膜，當此些風機抽風時，外界高溫之空氣經過水簾時，水簾上水膜中的水蒸發至空氣中，即可將空氣中的熱量帶走，而達到降溫之效果，同時，由於水氣在被抽離的過程中會經過設施，因此可保持設施內之水氣，不會使環境相對濕度過低，加上設置成本較低，故此技術相當適合傳統菇舍應用。但在利用此一設施時也有幾個須注意之處，首先此一技術主要係透過水氣蒸發冷卻來達到降溫之效果，因此在夏季乾燥高溫情況下，其冷卻效果最佳，但若在高濕悶熱之情況下，其效力會受到蒸發效力不足之影響，導致溫度下降有限；其二在設置時負壓抽風機之功率不宜過大，否則空氣在經過水簾時尚未有效讓水氣蒸發，則無法讓帶有水氣之低溫空氣進行菇舍，則會形成單純通風降溫之效果，而使得水簾降溫之效果大打折扣；其三為菇舍之氣密性，由於在負壓抽風之情況下，若菇舍之氣密性差，則所抽之空氣無法全是穿過水簾之空氣，因此抽風效果會徒勞無功，且降溫效果也會喪失；最後是菇架放置之方式，一般建議菇架方向要與水簾垂直，亦即要讓抽風之空氣形成風道，不要使菇架與菇包阻礙空氣流通，進而

影響降溫之效果。另外在水簾之保養上也需要注意，雖然目前水簾多使用具有良好吸濕性，同時又可防止於表面形成水珠之材質，且當供水停止時，水簾表面的防護塗層可以快速變乾，藉以這防止微生物及藻類孳生於其表面，但長期使用時仍可在其使用水中添加漂白水，定期除滅水簾上的微生物與藻類殘體，以避免因高濕環境使得水簾孳生生物，使得其使用期限降低。

水簾降溫設備於菇類栽培之優點

投資少、耗能低且效益高

依據謝氏(2016)之研究，一個 1 萬包的香菇菇舍所需之設備成本約需 3 萬元台幣，包含水牆與風扇；而菌絲培養期一個月之花費約僅需 2,000 元台幣，相較於環控設備，依據劉氏等人(2014)之報告顯示，水簾風機降溫設備的一次性投資約為現有環控設備的 1/5，使用之電量等運行費用約僅為空調設備的 1/10。且在夏季高溫(32~42℃)之環境下，啟動水簾降溫設備可在 10~15 分鐘內將菇舍溫度下降為 23~30℃，降溫幅度大且具有風量強，降溫快與氣場分布均勻等特點。

溫濕度適宜

依據謝氏(2016)之研究顯示，應用水簾降溫設備可在菇舍外溫度 26.2~36.8℃之情況下，將菇舍內部溫度控制在 21.6~26.0℃間，且相對溼度控制在 72%以上，空間內之二氧化碳濃度更控制在 1,000 ppm 以下，對於培養香菇菌絲起了良好之功效。

管理簡單

應用水簾降溫設備進行菇舍內部溫度控管，可免除傳統菇舍開窗與關窗等動作，並可結合自動化控制系統對風扇進行控制，減少人力之使用與管理之麻煩。如筆者在農試所設立之水簾降溫設備，在夏天一般控制是以早上 7 點開起至下午 7 點關閉，期間不需利用人工進行開窗與關窗即可控制菇舍內部之溫度。

菇類產業應用實例

目前利用本所建置之水簾菇舍已有許多種菇類栽培成功之紀錄，例如香菇、木耳及猴頭菇等，此些菇類在栽培時由於所需之溫溼度條件不同，因此可分配於同年度不同月份進行栽培，進而可使水簾溫室之使用效率增加。

香菇：香菇過去之栽培主要係利用傳統溫室於冬季之山區進行平面栽培，主要係由於香菇栽培時養菌之溫度不可超過 28℃，出菇時溫度要在 18~20℃間，且相對溼度要控制在 85~90%，然而近年來由於暖冬的影響，使得山區日間常會出現 30℃之高溫，影響菌絲生長之速度，而到出菇時期，又會因寒流使得環境之濕度下降，使得子實體形成受到影響，進而導致產量下降，然本所利用水簾菇

舍進行栽培之試驗紀錄顯示，利用水簾設備在 9 月至 12 月間可讓菇舍溫度控制在 23~28℃之間，因此相當適合香菇菌絲之生長，而在出菇時期(12~3 月)雖會遭遇霸王級寒流讓菇舍溫度下降至 5℃，但菇舍內部相對濕度仍可維持在 80%，因此不會出現乾冷之環境，進而影響香菇之子實體之形成，此外透過此一方式，可將香菇進行立體化栽培，可有效提升香菇單位面積之產量，且在試驗期間測試不同香菇品系之產量之平均產量約為 300~350 g/包，較近年香菇主要產區產量平均值 200 g/包有明顯之提升，顯示利用水簾菇舍可於 10 月至 3 月進行香菇之栽培。

猴頭菇：猴頭菇過去在國內主要於宜蘭地區利用傳統菇舍進行栽培，但近年來常因寒流造成濕度不足與 4 月後氣溫快速提升，使得猴頭菇栽培期明顯縮短，其主要原因在於猴頭菇出菇之適宜溫度在 18~20℃，超過 25℃則不易出菇，且出菇時環境濕度須達到 85%，低濕之環境無法順利出菇，而利用水簾菇舍在 4~6 月間，可創造出 18~24℃之環境，且環境濕度可維持於 80~90%之間，因此可順利讓猴頭菇生長發育，依目前之結果顯示，每包可產生約 200 g 之猴頭菇。

木耳：木耳栽培時之最適溫度在 22~28℃，且環境相對適度要控制於 80~92%，因此在霧峰地區每年皆有於每年 10 月至隔年 4 月，利用傳統菇舍於秋冬進行栽培，但近年也因暖冬氣溫上升與帝王級寒流導致產量與品質有所下滑，本所利用水簾菇舍進行栽培時發現，在每年 6~9 月間利用水簾設備可將溫度控制於 25~28℃，且相對濕度可控制於 85~90%之間，因此可克服高溫不利於木耳生長之因素，在相關試驗之結果顯示，每包之平均產量可達 324.5±39.8 g，此外本所另利用此一設施進行雪耳之栽培，結果亦顯示此一設施可供雪耳生產之用，其平均產量為 260.7 g/包，依目前相關資料顯示，利用水簾設備所創造之環境可於夏季栽培栽培木耳之用。

結語

過去之傳統菇舍主要係考量如何避風躲雨，雖然目前已有部分菇舍安裝自動灑水設備，其主要考量也是在於減少人工灑水之時間與勞力，並未考慮到菇類生長之環境因子，因此只能藉由選擇於山區或是冬季栽培來克服氣溫因子，雖然現今已可利用冷氣設備對溫度進行控制，但受限於設置成本與營運費用過高等因素，因此僅侷限於少數菇種，而本所目前開發之水簾菇舍系統，雖無法完全控制環境溫度，但已可達到適度降低環境溫度之效果，且具有保持菇舍濕度之功效，因此只要選對適當時機栽培合適之菇類，亦可達到提升產量與品質之效果，在面對未來急遽變化的氣候條件，如能透過簡易之設備來達到維持菇舍溫濕度條件之效果，相信是極為重要之課題。

參考文獻

1. 呂昀陞、石信德、林宗俊、陳宗明。2016。台湾のきのこ産業の歴史と最新動向。2016 年度版きのこ年鑑。P.47-56。株式會社特産情報。

2. 劉育姍、康瑋帆、呂昀陞、石信德。2016。我國菇類產業現況與技術發展策略分析。農政與農情 285: 64-69。
3. 劉葉高、蔡紹金、杜軍、楊彬、陳高汕。2014。水簾降溫技術及在香菇工廠化周年栽培上的應用成效。食用菌 2014：11-12。
4. 謝立紅。2016。水簾降溫設施在食用菌大棚中的應用。東南園藝 2016(2):47~49。
5. 楊彬。2015。鋼架水簾設施大棚栽培香菇技術。食用菌 2015：40-41。

近年來秀珍菇栽培管理探討

Discussion of the cultivation management of *Pleurotus sajor-caju* in recent years

陳榮興^{1*}、李瑋崧²

¹ 禾興(環控)菇舍農場。場長。

² 行政院農業委員會農業試驗所植物病理組。助理研究員。

*電子郵件：Max310@ms67.hinet.net

摘 要

秀珍菇富含相當多營養，然而在近二十年來由於病害和人力的問題，退出的栽培者紛紛轉往較省人力的白精靈菇或杏鮑菇，而本場以全環控的方式進行栽培管理，雖然一樣面臨了病害、人力薪資負擔成長的威脅，也遇到了菌種業者供應菌種良莠參差以及氣候變遷劇烈的問題，然而在穩定的養菌空間培養太空包，也在防蟲和可控條件的出菇空間內培育生產秀珍菇，使我們生產相對穩定。但是即使有穩定的品質與產能面對市場崩盤也是很辛苦！即使有加工產品能稍緩市場壓力，沒有通路也是讓壓力延後爆炸而以，希望政府在呼喊產業要升級的同時，也要幫忙介紹通路，否則業者要拿什麼做升級。

關鍵詞：秀珍菇、栽培管理、菌種、氣候變遷

緒 言

秀珍菇是一商品名，學名為 *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer，原稱鳳尾菇(或漏斗狀側耳)，屬印度最普遍的食用菌 (Basak *et al.* 1996)，秀珍菇菇體所含粗蛋白約 21-26%、粗脂肪約 0.25-2%、總碳水化合物約 50-65%、粗纖維約 13-42%、灰分約 3-7% (Maftoun *et al.* 2015)，富含維他命 B1、B2、B3、B6、B9 和多元不飽和脂肪酸亞油酸等有益營養物質 (Mukhopadhyay & Guha, 2015)，以臺灣中部地區為主要產區，以往年產值可達三億以上。

秀珍菇在過往名列臺灣前五大栽培菇種，然而近二十年來多數栽培戶由於木黴菌引起之青包問題而無法採收第二潮菇，產量嚴重受挫，加上人工薪資逐年增加，故而許多秀珍菇栽培戶紛紛棄種秀珍菇，轉而生產僅須一次性採收的白精靈菇或杏鮑菇。而本場設立於南投縣水里鄉玉峰村仁愛路7-13-2號，占地2.5分地，年栽培秀珍菇太空包數量400,000包，以養菌場培育太空包場接種菌種後運來之生包，太空包培養熟成後再將太空包轉入出菇場進行出菇培養，自投入秀珍菇栽培後迄今，一年分四批進太空包培養，全年無休。

栽培管理

秀珍菇身為印度最普遍的食用菌，勢必連窮人也能輕鬆負擔，即栽培容易且高產量才對，那為什麼在臺灣栽培會逐漸減少呢？除了木黴菌感染的青包影響外，印度菇類販售不計較菇形，秀珍菇可待成熟後菇傘上翻才採收，這種狀態的菇叢基部容易和栽培料分離，採收時可輕易將菇整把取下而不殘留，但是臺灣的盤商體系所需求的是菇傘邊緣尚未變薄翹起的未成熟菇體，這種狀態的菇叢基部和栽培料大多還緊密相連，很容易在採收後留下殘體，因此我們在管理上硬是多了道技術門檻，而且稍不注意就會造成必須半夜採菇的窘境！為了提供良好的品質，栽種秀珍菇的朋友生活品質總是會受影響。

近年來氣候變遷加劇，不只是暖化使國內各地的年均溫逐年攀升，極端氣候更是三不五時出現，加上坊間菌種偶而出現不穩定的弱化現象，也讓傳統使用移動式冷氣和沒有專門養菌空間的栽種夥伴們在栽培管理上遇到更大的挑戰。本場則採溫度、濕度和通氣全控制的環境控制方式，將場區分成養菌場和出菇場二部分，從太空包場購買甫接種完畢的秀珍菇生包，放置在養菌場的單一養菌庫內，以固定溫度培養令秀珍菇菌絲體生長，這讓秀珍菇菌絲的消化酶維持在良好的作用溫度分解太空包栽培介質以累積養分，而出菇場除了每間出菇室都是獨立冷氣便於省電操作外，還利用防蟲網在進氣或排風口處阻絕害蟲，如此在栽培期間所受的干擾就更少。

但是即使我們的栽培管理穩定而相對少了一些損害，市場價格波動依然是不留情面的，有時不是單純的供需問題，而是菜價影響菇價，過低的菜價致使菇價也隨之崩盤，整個環控系統的維持和用電需求，讓秀珍菇每公斤的生產成本隨電價與人工薪資上漲而水漲船高，目前每公斤秀珍菇的生產成本將近70元，然而整個盤價近兩年大部分時間卻始終盤旋在接近70元的底線。這是整個業界要升級所要共同面對的破口！政府不能只喊口號，卻對早已投入這個產業的人不聞不問，如何讓我們的成本可以反映在售價上不管換幾個總統、幾個主委都沒有人能做到！至少輔導加工產品製造與出口是可行的吧！秀珍菇餅或秀珍菇泡菜目前都有產銷班在研發自主生產，但是缺乏產品曝光的能見度和通路的介紹，以至於

大家都知道加工可以舒緩市場價低時的壓力和另闢生路，卻人人都害怕加工後沒人來買怎麼辦！

機械設備管理

要談生產智慧化，首要就是環控系統的機械設備建置以及管理，本場目前雖然尚未將溫度、濕度、二氧化碳濃度以及光照感及控制系統串聯，不過各種環境因子的操作設備建置均已完成，要進一步升級成智慧化控制除了將養菌場和出菇場內各空間的系統整併成電腦化外，更高階則是再導入運算統計程式將各個環境因子所記錄的參數與各空間內的栽培歷程和產能串接，讓整個參數與產能之關聯性建立成模組，未來就能讓 A. I. 來幫忙管理，不過目前的「智慧化」端賴我個人的大腦。

現階段要智慧化較為容易的就是養菌場的區塊，這個部分相對單純，菇菌類在菌絲期比較著重的是溫度管理，即使養菌場的二氧化碳濃度有半天都是偏高的也不會那麼容易對菌絲造成危害，因此養菌場內的循環系統和溫度均勻度與穩定度就是我們可以針對的重點，溫度均勻與否和內部循環好壞息息相關，這可以利用內風扇與風管搭配，將底部較冷的空氣往養菌室上方抽送，這個動作也會順勢將沉積底部的二氧化碳擾動和部分往上抽，對於通常會挑高設置的養菌空間來說可以讓內部溫度與氣體都較為均勻，導入外氣時也會較快同溫。而智慧化則僅需在適當的幾個點設置感溫棒和二氧化碳濃度偵測器，連結數據端，做操控設定即可。

秀珍菇出菇場的智慧化生產難度就高很多了，有別於杏鮑菇緩慢的生長速度，秀珍菇成長快速，對於溫度變化比較敏感，之所以常常會抓不準採收時間就是因為時間到了一定要引入外氣來降低空間內二氧化碳濃度，否則二氧化碳濃度過高菇體會畸形成柄粗而葉小的醜樣，當引入的外氣高溫時促進菇體成長速度、低溫時則稍減緩生長速度，往復幾次就會讓人無法拿捏到底哪時可以採菇了！所以在溫度因子的數據收集就要是連續性的，至少是要密集的点式收集數據，而且數據量可能要是杏鮑菇的幾倍，若數據收集時間太分散，應該還是很難掌控秀珍菇的生長速度。濕度的因子則可較穩定掌控，二氧化碳濃度因子的控制則又牽涉到內部送風機制的問題，有風的話要軟風，最好風徑也不要穿越太空包，最好能操控到引入外氣時感覺不到有風動的狀況，才可避免風的干擾(氣流一直通過菇體會促使菇體提早邊緣變薄而翻起)，這部份現在的電腦運算控制風扇轉速和開關應該是小菜一碟。

結 語

試想，一個製包場裡頭設置了幾個固定的儲料槽，要做太空包時只要設定好配方，甚至你只要選擇今天要做哪種太空包，叫到號的儲料槽就自動計量卸料，通過輸送帶直接把原料送入拌料槽，注水達所需含水量材料便由輸送帶送入自動壓包機，太空包自動上蓋後自動排好在籃子內，電動手臂將之送上台車，台車由無人堆高機送入殺菌釜，殺菌釜自動關上並啟動殺菌程序，殺菌後放冷室端殺菌釜的們在洩壓完成後自動打開，由放冷室無人堆高機取出滅菌完成太空包，經放冷完畢由電動手臂夾上輸送帶送往自動接種機，接種後由輸送帶推送出接種室進入養菌室前，自動排放系統將太空包一筐筐排好在層架上，然後無人堆高機就自動把這些層架送至養菌室排好了。到出貨時也是直接叫號，無人堆高機就自動幫你那些太空包排放到貨車上。儼然好像只須要聘幾個處理菌種的技術人員即可。

菇類產業智慧化是未來產業升級勢必要面臨的大關，然而對於秀珍菇產業而言，若是不自行生產太空包而只向太空包場買包進行栽培的栽培者，智慧化在省工的區塊效力不大，畢竟出菇架疊包、採收、剪菇和分級的工作還是秀珍菇產業最需要人力而又無法以機械取代的部分，反而對太空包場來說會更強而有力！然而在我們秀珍菇生產端的管理上若能整合好系統與數據，對栽培者還是會有好處的，假以時日，或許秀珍菇栽培管理的 A. I. 智慧化系統能夠做到除了控管出菇室內的各個環境參數外，同時能監控和推算菇體的適合採收時間，並且在該叫工的時候還能自動幫栽培者發簡訊或打手機給採菇手！這樣子當老闆是不是只剩下數鈔票的功能了呢？不過，若是市場價格無法反映生產者的成本，這一切畢竟只會是夢！

引用文獻

- Basak, M. K., S. Chaanda, S. K. Bhaduri, S. B. Mondal, and R. Nandi. 1996. Recycling of jute waste for edible mushroom production. *Ind. Crop Prod.* 5: 173-176.
- Maftoun, P., H. Johari, M. Soltan, R. Malik, N. Z. Othman, and H. A. El Enshasy. 2015. The edible mushroom *Pleurotus* spp.: I. Biodiversity and nutritional values. *International Journal of Biotechnology for Wellness Industries.* 4(2):67-83.
- Mukhopadhyay, R. and A. K. Guha. 2015. A comprehensive analysis of the nutritional quality of edible mushroom *Pleurotus sajor-caju* grown in deproteinized whey medium. *Lwt-Food Science and Technology.* 61: 339-345.



圖 1. 禾興(環控)菇舍栽培場是農產品生產追溯系統的一員，陳榮興場長堅持無農藥栽培，全環控出菇室營造適合秀珍菇生長且與外界隔離的環境。



圖 2. 秀珍菇太空包生包接種後即載運至養菌場以空調系統控溫養菌。



圖 3. 出菇室內外，單庫獨立空調，出菇室與外界有良好隔離。



圖 4. 秀珍菇生長狀況。



圖 5. 秀珍菇採收情形，右為採收過一輪的太空包。

園藝在醫學與長期照護輔助療癒之運用

林宗毅 副教授

醒吾科技大學流通及行銷管理學系

摘要

對於需要長期照護的病患，身處在單調而令人壓迫的病房中，求生的意志常日趨低落，對自身的病痛也常感灰心而失去生趣；然而從事田園活動，不斷地活絡人類的五感享受，輕微的工作不但加速身體的復原，心靈上也充滿著蓬勃的生機和希望，對於恢復自信心及創造能力更是大有助益；對於四肢需要運動、復健的傷患可以藉著耕作來活動筋骨，加速其復原；如果在自有花園栽種及採摘蔬果食用，並能得到相對的滿足和成就感(康有德，鄭燮，鄭正勇，馬溯軒，許圳塗，1997)。

相關的研究顯示，參與各種園藝活動的行為會直接影響所帶來的各種效果與益處（如改善人處事能力、協調性等），因此高頻率的參與各項園藝活動，參與者均能顯著提升其生理、心理與社交活動的生活品質及健康狀態（Yamane & Adachi, 2008；長谷川，2007；藤田政良及萩原新，2003）。同時人在有植物存在的環境中工作可以得到對身體有幫助的效果和益處，可以讓人達到健康回復、感覺幸福和高品質的快樂生活(Elings & Hassink, 2006)。

Pfeffer (2009) 等人在田納西實施園藝治療計畫中，參與園藝治療病人的類型有失能、障礙、老人、身體殘疾、發展障礙、視力殘疾、情緒或精神疾病、聽力殘疾、在文化上處於不利地位、脊柱損傷、藥物濫用、其他等，有 91% 的受試對象表示園藝治療對於情緒改善、社會互動、減壓、運動技能的發展、靈活性改進、疼痛緩解與其他等，均有其正面顯著的意義。

台中區農業改良場與南投啟智教養院、安養中心等機構進行園藝治療合作計畫，對於老人與身心疾病的患者，園藝治療可達到心理與生理兼顧的治療作用；在栽培植栽的過程中也可使接受治療者，達到身體運動的效果，因為藉著付出勞動，接觸自然環境，可有效提昇身體機能也有紓緩壓力，減少憂鬱症的效果(陳彥睿、陳榮五，2010)。

國外學者針對社區老人和安養機構老人相關的園藝治療活動效益，進行有系統的文獻回顧及前人研究探討，選取 22 篇包含量化與質化的實證研究報告，總結出園藝治療對高齡者具有整體健康、生命品質、體適能、認知能力、社交性等健康促進效益(Wang & MacMillan, 2013)。而 Söderback 等 (2004) 等學者亦對瑞典境內一家保持使用園藝治療幫助慢性疾病患者的復健醫院，整理其研究的文獻回顧，分析出 46 位 18-65 歲的腦傷病人參與團體園藝活動，操作方式有透過「想像自然情境、實際接觸自然情境、參訪醫院療癒花園」等項目，在相關活動後發

現對患者影響最顯著的是藉由真實的進行園藝植物操作，對其情緒調節、認知能力及知覺動作功能等均具有正面改善的良好效果；在「參與社交、自覺健康、幸福感及生活滿意度」等方面也具提升之效果。園藝治療的進行過程，當事人可由園藝植物的栽種與照顧，體驗到生命的成長與改變，連結對應到個人的生命經驗，便容易體會個人「有能」或「有力」的去照顧好植物等(Söderback, Söderström & Schäländer, 2004)。透過參與團體活動，除人際互動與課程學習外，也感受到團員間彼此的幫忙與社會支持。若能藉由持續的活動養成照顧植物的習慣，則能產生改變的「行動意向」。此外，提升高齡者對自身內在心理，及外在環境的自我效能，亦有機會提升其心理適應性(Kidd, 2004; Bossen, 2010)，也有可能同時提升了高齡者們認同於居住環境或促進其心理健康等狀態 (Maples & Abney, 2006)，故投入園藝治療活動能使高齡者提升自我效能，是一項重要的成功老化歷程的推手，不僅有機會提升其個體生活滿意與生命品質，也預期可減輕國家的醫療資源負擔。

從蘭花角度去看世界



龔泰文

學歷：嘉義農事農場管理科畢業
屏東科技大學農園系

經歷：屏東縣蘭藝協會總幹事
屏東縣養蘭學會理事長
屏東社區科技大學研習社指導
老師

屏東科技大學四健會指導員
九如鄉農會四健指導員
屏東縣愛蘭協會理事長
北玄宮台灣蘭花節執行委員會

執行長
蘭蕨步道蘭花培育技術顧問

著作：台灣冠軍銘蘭

龔泰文因其對蘭花的推廣有成，於2000年10月於在九如鄉農會及屏東縣蘭藝協會推薦下，當選第十九屆金龍獎十大傑出農村青年。



四健指導員

89年進入農會，一直擔任四健指導員，在90年開創香草推廣教育中心及蘭花推廣教育中心，讓農村青少年有農習場所並協助九如鄉內5所國中小學全面種蘭花香草，從孩子教育做起，深耕九如鄉20年。



屏東縣社區大學



因緣關係90年屏東縣社區大學邀我去授課蘭花課程，傳授蘭花欣賞與育種，18年來課程延續不斷，學員人數穩定學習，也在100年社區大學邀約開授安全無毒農業班，在地耕耘，深耕地方並創造無數農業奇特產品，例如九如平地愛玉、九如有機檸檬、有機香檬、無毒芭樂、無毒蜜棗、無毒蔬菜、有機香草植物園、有機玫瑰花園（大花農場）、新興果樹栽培，全部以農為本，深耕在地。

政府首推「蘭花」



在豐田社區北玄宮廣場辦理了21屆台灣蘭花節，邀請國內外優秀育種專家參賽，固定每年在北極玄天上帝生日慶生，結合社區文化及農業文化相融。

蘭花產品



香草產品、蘭花產品、玫瑰產品、無毒農產品。例如首創狐狸尾蘭花面膜、狐狸尾蘭精華液、狐狸尾蘭護膚乳液、狐狸尾蘭洗髮精、狐狸尾蘭沐浴乳等這些產品創意來至於2004年第八屆亞太蘭展世界蘭花會議（蘭花界的奧運會）榮獲冠軍，開創產品讓消費者除了欣賞蘭花以外有更多的用途。

蘭花系列商品



蘭萃妍嫩緊實面膜



蘭萃靚白透膚面膜

蘭花系列商品



蘭萃多醣體水光面膜



蘭萃全效精華液

蘭花系列商品



蘭萃滋潤沐浴乳



蘭萃舒緩洗髮精

蘭花系列商品



蘭萃緊緻抗皺霜

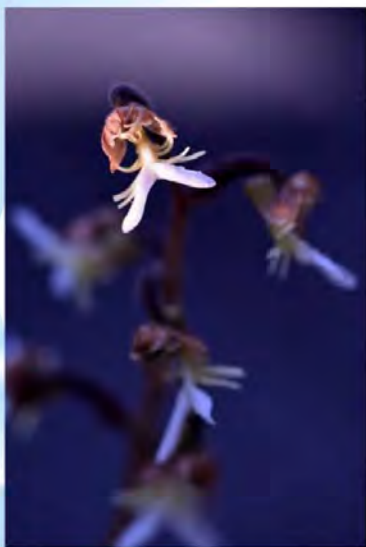


檸檬枇杷膏



屏東縣愛蘭協會理事長龔泰文，指導屏北社大蘭花香草社成員，18年來，帶領300名學員投入無毒栽種狐狸尾蘭花，並成功萃取出具有活化細胞的多醣體成份，製成手工皂、洗髮精、沐浴乳、多醣體水、面膜、精華液等產品，讓蘭花不只可以觀賞，還能有多元用途。

金線蓮



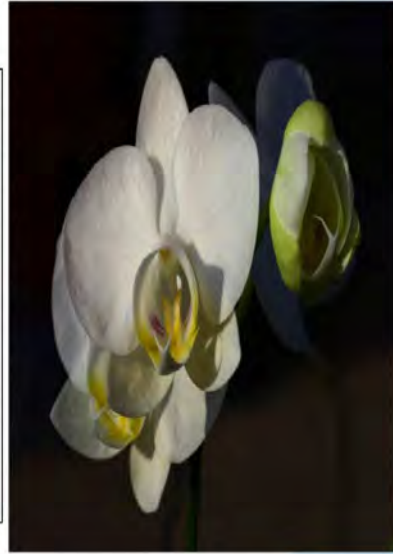
平地台灣金線蓮



蝴蝶蘭



狐狸尾無毒溫室栽培場



台灣原生種白色蝴蝶蘭

象耳蘭



原生蝴蝶蘭象耳蘭



象耳蘭

鶴頂蘭



台灣原生種年鶴頂蘭



萬代蘭交配狐狸尾

仙履蘭



續花性仙履蘭



小青蛙仙履蘭

狐狸尾蘭



豐田社區老樹蘭花美化



將狐狸尾蘭採來製造保養品

九如鄉蘭花節



小學生戶外教學



青農經驗分享

九如鄉蘭花節



農業金庫董事長與總幹事合影



九如鄉蘭花節

立委蘇震清



農訓雜誌專訪



龔泰文總幹事便於每週四晚上，在屏東縣屏北社區大學成立安全無毒農業班，吸引來自九如鄉以外的廣大屏北地區無毒有機農民前來上課，龔泰文以多年來身為台灣冠軍蘭常勝軍的實戰經驗，教學相長傳授最基礎、最好用的農業知識與技術，匯集一群志同道合的夥伴資訊交流、討論各自在農耕實作上的新體會與發展，而九如鄉農會也樹立起一個服務農民平台的重要形象。

以精緻農業蘭花活動 帶動人潮看見九如



2019年龔泰文總幹事率先舉起台灣蘭花冠軍的招牌，以屏東縣九如鄉豐田社區北玄宮每年農曆3月3日「上帝公」生為號召，於4月3～14日在北玄宮前廣場舉辦為期兩週的第21屆台灣蘭花展，邀集國內外蘭花好手，並結合社區、學校與農業各方產業資源，以期透過蘭花的光輝照亮眾家小農，共同為屏東縣九如鄉農會共創無毒有機農業里程碑。



報告人：九如鄉農會總幹事龔泰文

臺灣農民採用友善環境耕作法的關鍵因素與推廣策略

林俊男 助理教授

Chun-Nan Lin, PhD, Assistant Professor

國立屏東科技大學 農企業管理系

電子郵件：eric.wasu@mail.npust.edu.tw

摘要

台灣的農業耕作方式，使用化學藥劑、肥料來實現產量的最大化的可能性，但也對環境及生態造成了不可抹滅的傷害，推廣友善環境耕作的意義在於保育環境生態、提供安全優質食品。本文經過文獻探討分析出採用友善環境耕作法 5 大構面及 24 個子項目，並運用層級分析法排序重要影響因素。結果顯示，生產條件是最重要的影響因素，農民採用認知取向也可分為五種類型；另外，依產品生命週期的概念，友善環境耕作法的推廣可分成四個時期及十個發展策略，未來想要從事友善環境耕作法的農民，可以作為參考方向及重點衡量的指標因素，避免的浪費太多時間及資源；推廣機構亦可參考本文的策略來推廣友善環境耕作法。

關鍵字：友善環境耕作法、層級分析法、產品生命週期、推廣策略

緒論

農業的耕作方式歷經萬年以上的演變，從早期的採集火耕，逐漸進展到機械、集約及高的複種指數；從完全依賴天然資源到可以以環控方式給予完全的生長條件，農業的生產管理技術已進入不同的時代意義。然而以早期追求產量的思考之

下，使用化學藥劑、肥料來實現產量的最大化的可能性，雖然達到大量生產的目的，但也對環境及生態造成了不可抹滅的傷害。

時至今日，由於國民所得提高，對健康的追求及對環境生態的保育意識提高，以健康安全為訴求的有機農產品日益受到重視，農民也開始投入有機農業的生產，然而有機式的生產面積過小，不易與隔離鄰近的汙染，加上成本高且產銷通路不健全；驗證標誌多種且沒有一致性的標準，讓消費者對有機農產品的信賴度普遍不足，相當程度的限制了有機農業的發展前景及擴展速度。

為改善此情況，政府提出友善環境耕作之概念，並將友善環境耕作予以納入輔導範疇，以加速擴大有機與友善環境耕作面積。友善環境耕作的概念與有機農業相似，都是希望透過減少或避免使用人造的化學肥料與農業藥劑，來生產健康無毒的農產品，並且達到保護環境與確保土地永續利用的最終結果，不再糾結於產品產量的最大化，而是追求質與量的均衡的效益最大化；所不同式，前者靠消費者和生產者間的公平互信機制，透過農委會審認的「友善環境耕作推廣團體」稽核管理，後者則是透過第三方驗證機構，給予有機驗證標章。

本文希冀透過分析友善環境耕作法採用的關鍵因素，來了解農民面對此一新的耕種技術的意願、態度與想法，並且提出友善環境耕作法的推廣策略，以供行政單位、機關團體對於協助農民採用此一生產方式的參考。

文獻回顧

(一)友善環境耕作生產方式

台灣於 2017 年 5 月 5 日公告兩條重要的友善環境耕作措施，其目的是為了促進有機農業發展，鼓勵農民朝向永續農業經營方式。一是「友善環境耕作推廣團體審認要點」，二是「有機及友善環境耕作補貼要點」。前要點是審認友善環境耕作推廣團體，並能落實登錄農民之稽核管理。後要點則是推動綠色對地給付，

促進永續農業發展，鼓勵農民朝向友善環境耕作與有機農業的經營方式。

友善環境耕作推廣團體具有推廣友善農法與耕作方式的目的，並對登錄友善農法的農民做稽核管理。截至 2018 年 4 月，友善環境耕作推廣團體數為 27 家，友善耕作面積 1,295 公頃，合作農場達 615 場。其中，以慈心有機農業發展基金會的合作農場(285 場)與友善環境耕作面積(331 公頃)最高，其次為屏東縣春日鄉歸崇社區發展協會分別為 60 場合作農場與友善環境耕作面積 194 公頃。(行政院農業委員會，2018)

友善環境耕作所設定之條件為生產過程需符合環境友善、不使用合成化學物質、基因改造生物及其產品等原則，及維護水土資源、生態環境與生物多樣性，促進農業友善環境與永續利用，並達到生產自然安全農產品。國內施行的友善環境耕作多元，較常見有：(涂育豪，2018)

- 1.KKF 自然農法 (Khao Kwan Foundation, KKF)：強調地區性永續經營的農業型態，注重在地稻米育種，不做堆肥，利用在地的微生物進行分解施作。
- 2.樸門永續農業：強調人與自然間的依存關係。以大自然的運作模式提供人類生活之所需。
- 3.CGNF 自然農業：則以在地土壤為考量點，從培養菌種、營養液的製作來了解作物生命週期循環。
- 4.秀明農法：利用自然生態系循環的原理，以無農藥、無肥料栽培，除自然草葉堆肥外，不添加任何不純淨物質，不用任何化學或有機肥料，更不用任何防治病蟲害資材，純然信任土地與植物的生命力。
- 5.生物動力農法 (Bio-Dynamic Agriculture, BD 農法)：視農場為一個完整的生態系，儘量減少外來物質的投入，強調尊重及善用農場各類生物。

6.綠色保育標章，不施化學合成農藥、化學肥料、除草劑或天然但有害環境、傷害物種的資材並提供生物覓食、棲息的友善環境。

(二)影響農民從事友善環境耕作之影響因素

回顧相關文獻(陳誌銘，2015；行政院農委會，2016；Khaledi et al.，2010；Läpple，2010；Zingg、Mann 與 Ferjani，2011；Finger 與 Lehmann，2012；陳志綸，2007；王明好等，2011；Läpple 與 Kelley，2013；張詠涵，2013 等)，本文歸納出「生產條件」、「政策引導」、「態度與情感」、「經營成本」、「消費者需求」五大影響構面及 25 個子項目，分述如下。

1.生產條件

生產條件係指生產農地所具備之客觀環境條件，其中包括生產區位(指農地所在地區與位置)、地形地勢(指農地之地形或海拔高度)、土地生產力(指農地單位面積的生產量高低)、土地大小(指農地耕作面積的大小)、作物特性(指作物的生長特性或生物特性等)等五項。

2.政策引導

政策引導係指推動友善環境耕作所訂定之法律規範及推廣措施，其中包括稽核團體(指具有推廣友善農法與耕作方式的目的，並對登錄友善農法的農民做稽核管理的機關團體)、行銷推廣活動(例如舉辦友善環境食品展、消費者宣導等等廣宣活動，各種媒體的廣告等等)、直接補貼措施(指政府提供友善農業設施、設備、貸款利息補貼等各項補貼措施)、專業知識及技術輔導(指政府科研機關對從事友善環境耕作農民提供技術支援、產銷輔導等措施)、法規限制因素(如「有機及友善環境耕作補貼要點」規定採密閉型環控設施、補貼期滿或違反農產品生產

及驗證管理法規定等均不予以補貼)等五項。

3.生產者態度

農民對於友善環境耕作方式的認知及接受態度，其中包括技術本位(指農民對於自己的從事農業的專業技術判斷)、自我意識(指農民以自身的意識判斷是否接受友善環境耕作)、從眾效應(指農民受到其他農友的影響而採用新的友善環境耕作法)、土地情感(指農民對環境及土地愛護的程度)、宗教背景(指農民受宗教背景的理念或宣導影響而從事友善環境耕作)、社會關係(係指因社會大眾認可程度而採用友善環境耕作)等六項

4.經營成本

由於耕作方法的不同會影響各項成本的高低，經營成本係指因採行友善環境耕作而產生農場經營上的各項成本項目，其中包括生產成本(指在生產過程中所付出之各項成本)與交易成本(交易過程中所付出的成本)等直接成本；還有沒有直接算入生產裡的環境成本(指解決環境污染和生態破壞所需的費用)與社會成本(指不僅影響其自身，連帶影響他人的成本)等間接成本，共四項。

5.消費者需求

根據馬斯洛的需求層級理論及相關文獻指出，消費者對於友善環境耕作之農產品的需求強弱，對農民採用友善耕作生產方式的影響巨大，其中包括單純只是吃飽的生理需求；是為了身體健康的安全需求；基於與他人建立社交關係或是歸屬感的社交需求；或因採買或食用有善環境耕作之農產品，能凸顯自身社會地位或更受到他人敬重的尊重需求；消費者為了實現個人抱負或理想而支持友善環境耕作農產品所產生的自我實現的需求等五種需求，對於農民是否採行友善環境耕作具有影響的因子。

農民採用友善環境耕作法的關鍵因素分析

本文以層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)進行各層級及構面之間的權重排序，萃取出重要的關鍵性因素；調查對象以專業的農民 25 位進行訪問，並依照修正式德菲法結果，刪除生產者構面的宗教背景的子項，以五大構面及 24 項子項進行分析；再經過一致性指標檢定，通過 C.I. (Consistency Index) C.R. (Consistency Ratio) 的一致性檢驗¹，分析結果如下。

(一)農民採用友善環境耕作法的各構面關鍵因素分析

1.生產條件中的農地所在區位與作物特性選擇

生產條件在整體構面的排序第一，農地所在區位不論在生產條件項目中，還是所有 24 個子項因素中都是排名第一(如表 1)，依據過去推行有機農業的經驗，許多農民嘗試失敗或不願採用有機農業的原因，都是農地所在的區位並不在有機專區，而導致受鄰地慣行農法的化肥及農藥汙染，所以在友善環境的耕種法中，農民對友善環境的認知及看法仍是如此。

作物特性選擇在生產條件中權重排序第二，整體排行第六，顯示農民採用不同的耕作方式都會考量到作物的生長特性或生物特性的重要性，因此，作物特性及生產環境的選擇對於是否採行友善耕作是重要而影響甚大的。

2.生產者態度中的自我意識、技術本位與土地情感

生產者態度在整體構面的排序第二，農民以自身的意識判斷是否接受友善環境耕作在生產者態度名列最重要項目，所有子因素中則是排名第二，顯示生產者對於採行何種耕作方法其實有相當的自我主見及看法；這從技術本位與土地情感在生產者態度中分列第二及第三，整體權重排序則分別排序第八及第九也可以看

¹ C.I. > 0.1 表示前後判斷不一致性，C.I. = 0 表示前後判斷完全一致性，C.I. ≤ 0.1 表示可容許的偏差，C.R. < 0.1 時，表示矩陣達到邏輯一致性

出端倪，農民對新耕作方法的熟悉程度及對土地的情感，是採用新耕作方法的關鍵因素，因此，對於生產者是否採行友善耕作全憑農民一念之間，若能說服其認識並接受友善環境的耕種方法，將是友善環境耕作方法推行的關鍵。

3.經營成本中的環境與社會成本

經營成本在整體構面的排序第三，環境與社會成本在經營成本中的排序分別排序第一及第二，其次才是生產成本，總體子因素則是分別排行第四及第八，顯示農民明白友善環境耕作法是為了減少或降低農業生產對環境的衝擊或傷害，清楚知道環境及社會成本的重要性，其次才是生產成本，顯見農民對友善耕作的理念都已有基本的認識。

4.消費者需求中的自我實現與安全需求

消費者需求在整體構面的排序第四，農民採用友善環境耕作法的最重要誘因之一應是消費者是否支持友善環境耕作農產品，消費者對友善環境耕作的農產品需求係以自我實現為第一需求，在所有的子因素中排名第三，顯示除了農民對友善環境耕作的態度之外，消費者對其產品的態度也是農民採行友善耕作法的關鍵因素。

另外則是安全的需求，在消費者需求的構面中排名第二，所有子因素則排名第五，顯示農民對於友善環境耕作追求不破壞環境及生產安全無虞的農產品給消費者，具有相當的認識，也是從追求產量轉而追求產質的過程。

5.政策引導中的技術輔導與行銷推廣

政策引導在整體構面的排序最後，並不代表政策引導不重要，而是相對而言政府的政策態度並不是農民的首要考量；在此構面中專業知識及技術輔導，是此一構面中農民認為最重要的部分，但整體的子因素的重要性則已排行到第十二位，

其他如此構面排行第二的行銷推廣活動、第三的直接補貼措施，在整體的子因素也分別排在第十四及第十六位上；也就是雖然整體構面重要性是最後一位，但此構面前三名的子因素在整體重要性都相當集中在中位，代表農民雖認為政府的政策不重要，但仍然需要政府在技術上及行銷上給予協助。

(二)農民採用友善環境耕作法的整體關鍵因素分析

根據 1961 年 Daniel & Whitteridge 所提出的研究結果指出，大部分的產業通常都有 3 至 6 個決定成功與否的因素；因此，表 1 中「生產區位」、「自我意識」、「自我實現」、「環境成本」、「安全需求」、「作物特性選擇」等前六位可以說是影響農民是否採用友善環境耕作法的關鍵因素。

友善環境耕作法採用的五大關鍵因素重要性排序分別是「生產條件」、「生產者態度」、「經營成本」、「消費者需求」、「政策引導」(如表 1.)，生產農地所具備之客觀環境條件及生產者態度對於從事友善環境耕作影響甚大，而「政策引導」的重要程度最低，表示目前政府的法律規範及推廣措施仍無法有效地影響農民從事友善環境耕作，政府應有更強力的政策或行政措施，方可讓農民知曉友善耕作真正的意義及目的。

從整體構面及前六子項目的重要性排序可以看出農民對於友善環境耕作法的印象與對有機耕作法的看法是十分類似接近的，但有機農法在實現上，確實有相當多的困難及限制，而友善環境耕作法對於農民而言，是否採用友善環境的耕作方法，是介於純粹有機農法與慣行農法之間的另一種選擇。

表 1.友善環境耕作法採用的關鍵因素表

第一層級	層級 權重	排 序	第二層級	局部 權重	排 序	整體 權重	排 序
生產 條件	0.226	1	農地所在區位	0.333	1	0.075	1
			地形地勢	0.124	5	0.028	19
			土地生產力	0.168	3	0.038	13
			土地大小	0.143	4	0.032	17
			作物特性選擇	0.230	2	0.052	6
政策	0.156	5	稽核審認團體	0.149	4	0.023	22

引導			行銷推廣活動	0.241	2	0.037	14
			直接補貼措施	0.210	3	0.032	16
			知識及技術輔導	0.252	1	0.039	12
			政府的管制措施	0.145	5	0.022	24
生產者 態度	0.222	2	技術本位	0.232	2	0.051	8
			自我意識	0.291	1	0.064	2
			從眾效應	0.133	4	0.029	18
			土地情感	0.227	3	0.050	9
			社會關係	0.115	5	0.025	20
經營 成本	0.199	3	環境成本	0.283	1	0.056	4
			社會成本	0.260	2	0.051	7
			交易成本	0.216	4	0.043	11
			生產成本	0.240	3	0.048	10
消費者 需求	0.195	4	自我實現	0.299	1	0.058	3
			尊重需求	0.124	4	0.024	21
			社交需求	0.116	5	0.022	23
			安全需求	0.267	2	0.052	5
			生理需求	0.191	3	0.037	15

資料來源：本文

(三)採用友善環境耕作法之農民類型分析

從表 2 可知，不同的性別、學歷、年齡權重排序，確實存在著差異，男性農民認為生產條件較為重要，而女性農民則認為生產者態度較為重要。學歷在專科以下的農民認為生產條件最為重要，學歷在大學以上的農民認為生產者態度最為重要。年齡則是在 29 歲以下的農民較重視消費者需求，而對於政策引導較不在乎，年齡在 30 歲以上的青年農民認為生產條件最為重要，消費者需求則最不重要。

表 2.友善環境耕作性別、學歷、年齡權重排序表

構面	男性 權重	排 序	女性 權重	排 序	專科以 下權重	排 序	大學以 上權重	排 序	29 歲以 下權重	排 序	30 歲以 上權重	排 序
生產條件	0.237	1	0.252	2	0.276	1	0.181	4	0.174	4	0.246	1
政策引導	0.191	4	0.091	5	0.202	2	0.118	5	0.080	5	0.212	3
生產者態度	0.211	2	0.258	1	0.198	3	0.238	1	0.201	3	0.224	2
經營成本	0.199	3	0.175	4	0.167	4	0.229	3	0.246	2	0.170	4
消費者需求	0.159	5	0.221	3	0.155	5	0.233	2	0.295	1	0.147	5

資料來源：本文

若依其性別、年齡及學歷對權重看法的差異分析，可以將農民對友善環境耕

作法的認知取向，分為生產環境、生產技術、消費需求、經營成本及政策引導等五種類型，茲將其分述如下：

1.生產環境取向型

生產環境取向類型，主要是以男性、學歷在專科以下、年齡在 30 歲以上者，主要考量的是生產環境是不是適合友善環境耕作法的施作，因此，此類型的農民會以農場環境來決定是否採用友善環境耕作法。

2.生產技術取向型

生產技術取向類型，主要是以女性、學歷在大學以上、年齡在 30 歲以上者，主要考量是對友善環境耕作法的生產技術掌握程度，在沒有切確了解此一方法時，對於友善耕作會採取較為保守的態度。

3.消費需求取向型

消費需求取向類型，主要是以女性、學歷在大學以上、年齡在 29 歲以下者，主要考量的是消費者的需求因素，畢竟更作出來的農產品還是要回歸市場面的需求，因此，此類取向的農民會以消費者的需求為最高原則，以滿足消費者的需求為最終目標。

4.經營成本取向型

經營成本取向類型，主要是以男性、學歷在大學以上、年齡在 29 歲以下者，主要考量的是採用友善環境耕作法後所要付出的經營成本，當然環境及社會成本不會直接反映在農產品的價格上，但此類型的農已經有對環境與社會成本的考量了。

5.政策引導取向型

取向類型，主要是以男性、學歷在專科以下、年齡在 30 歲以上者，主要考量的是政府的政策性支持，尤其是政府是否能提供專業知識及技術輔導，還有是否能協助農民進行農產品的行銷推廣活動等等。

友善環境耕作法的推廣策略分析

農業推廣 (Agricultural Extension) 與一般的工商或非營利組織的推廣 (Promotion) 在意義上是不一樣的，狹義的農業推廣是將農業學術機關、大學、試驗場所研究改良的結果，用適當的方法介紹給農民，使農民獲得此種新知識的技能，並進而採納實行，增加生產和提高品質、改善生活，乃純為改進農事之手段，亦僅為農事生產之指導。

廣義的農業推廣除將農事方面的改良成績傳授給農民外，並且教育農民、組織農民，培養農村幹部，亦即一切與農民生活及農業經營有關的輔導工作。未來之農業推廣工作對象，更是不能僅侷限於農民，而是應更擴大為所有構成農村社會之成員，甚至所有農產品的消費族群。(蔡耀中，2010)

推廣(Promotion)在中文的翻譯中有宣傳、推廣及促銷等意義，若以其目的而言，係希冀透過特定方法對群體或顧客進行有效的溝通，促進目標群體對所傳播的理念、作法或產品予以接受(劉必先，1992)。其任務目的主要有四，分別是告知(Informing)、說服(Persuading)、提醒(Reminding)及試探(Testing)。

推廣策略(Strategies of Promotion)則是達成推廣目的的方法，擬訂推廣策略的考慮因素則包括：產品種類、產品生命週期階段、目標市場特徵、反應層級的階段、購買決策的類型、可運用的資金與推廣工具的成本以及推力與拉力策略。茲就以產品生命週期的概念，來說明友善環境耕作法的推廣策略。

(一)導入期

雖然友善環境耕作已完成立法，但對於農民而言要接受並且採用這樣的耕作制度或方法仍是一知半解，從本文的調查結果顯示，農民對於友善環境耕作的概念仍與有機農業混淆，其推廣策略應著重在示範告知，其推廣策略分述如下：

1. 示範專區策略

針對生產環境取向型的農民，主要考量生產環境的適合度，可以劃定友善環境耕作專區，以專區示範的方式為農民去除採用此法的疑慮，並且能統一資源、強力宣傳，讓農民採用此法。

2. 政策獎勵策略

針對容易受政策影響的政策引導取向型的農民，可以給予生產技術及行銷推廣上的扶持輔導，以起到帶動示範的作用。

3. 需求引導策略

針對消費者進行宣導說明，尤其是友善環境對於生態環境永續，及有效降低環境及社會成本的效果上，讓消費者能夠知曉、接受並採用友善環境耕作的農特產品，對於強調消費需求取向類型的農民而言，消費者的需求是生產者生產產品的最大誘因，因此推升消費者的需求，必能提高農民採用的誘因。

(二) 成長期

在推廣的成長期，制度的建立及修正是重要的過程，說服及試探是重要的手段，尤其是檢驗機制、溯源機制的建立可以讓生產者與消費者之間產生連結及信任關係，其推廣策略分述如下：

1. 技術精進策略

針對友善環境耕作的生產技術持續進行改良，以降低先期接受者的進入的門檻，減少生產技術取向型農民對於此法的抗拒，可以增加更多的農民願意接受此法，進而加入生產行列。

2. 品牌化策略

引導核心農戶將其友善環境耕作農產品建立品牌，並建立溯源機制及友善耕作農特產品的檢驗機制及標準，讓消費者可以減少對此法產品的摸索及接受期，加速此法產品被市場接受的速度。

3. 系統化生產策略

對於此法的耕作流程、資材、採收及加工方式加以規範及標準化，以維持此法生產品質一致性，避免未依規範而影響市場信心等等。

(三) 成熟期

進入推廣成熟期後競爭亦趨激烈，必須以更多元的推廣及操作策略來導引此法生產的推行，以避免因競爭而導致生產者的卻步，降低了生產的意願，導致此法推廣採用的失敗，其策略分述如下：

1. 規模生產策略

進入成熟期要能降低成本第一步必須擴大生產規模，因為具備專業化及經濟規模才能有效降低生產成本及提高收益，規模經濟的大小依不同作物類別而有不同，推廣者應加以注意。

2. 休閒化策略

休閒化可以促使一二三的融合，產生六級產業化的綜效，增加農民經營上的

收益來源；並且休閒化可以透過體驗活動的設計及操作，達到教育消費者及增加品牌忠誠度的機會，真正做到永續經營的目標。

(四)衰退期

進入推廣衰退期時，消費者及生產者都以完全知曉並接受友善環境耕作法及其產品，但由於有其他替代性的耕作法出現或出現友善耕作法無法克服的盲點，而產生推廣上的衰退期，其推廣策略分述如下：

1.多角化產品策略

可推廣友善環境耕作法的多元性新產品，尤其是加工性產品，可以增加消費者消費的多樣性，更可以解決因產品過剩或無法調節產品量時的替代選擇，延長並增加產品的使用時間並增加農民收益。

2.新市場策略

應協助農民或加工者拓展本地市場之外的其他市場，除能滿足其他市場的需求外，也可以降低本地市場的消費壓力，尤其是出口到其他國家，創造更多消費的可行性。

結論與建議

(一)結論

推廣友善環境耕作的意義在於保育環境生態、促進農村發展、提供安全優質食品，本文經過文獻的探討分析出採用友善環境耕作法5大構面及24個子項目，並運用層級分析法排序重要影響因素，獲致結果如下：

1.生產條件是農民採用友善環境耕作法最重要的影響因素

生產條件是農民採用友善環境耕作法最重要的影響因素，其次是生產者態度、經營成本、消費者需求及政策引導；若以子項因素排序，前六項分別是生產區位、自我意識、自我實現、環境成本、安全需求、作物特性選擇，這些是影響農民採用友善環境耕作法生產的重要影響因素。

2. 農民採用友善環境耕作法的認知取向可分為五種類型

依其性別、年齡及學歷對權重看法的差異分析，可以將農民對友善環境耕作法的認知取向，分為生產環境取向型、生產技術取向型、消費需求取向型、經營成本取向型及政策引導取向型等五種類型。

3. 友善環境耕作法的推廣可分為四個時期十個發展策略

依照「產品生命週期」的概念，友善環境耕作法的推廣可分成導入期、成長期、成熟期及衰退期。其導入期的推廣策略示範專區策略、政策獎勵策略及需求引導策略等；成長期的推廣策略有技術精進策略、品牌化策略及系統化生產策略等；成熟期的推廣策略有規模生產策略及休閒化策略等；衰退期的推廣策略有多角化產品策略及新市場策略等。

(二) 建議

根據本文的研究結果提出若干建議如下：

1. 五大構面及 24 項子因素可以做為農民採用友善環境耕作法的參考

未來想要從事友善環境耕作法的農民，可以依照生產條件等重要影響構面及因素，作為參考方向及重點衡量的指標因素，避免的浪費太多時間及資源。

2. 政府及民間推廣機構可參考本文農民的五種採用取向類型、十種策略來推廣友善環境耕作

推廣機構在推廣友善環境耕作法時，應觀察注意農民的取向類型，給予適當的因素，以達到事半功倍的目的；推廣機構更應該注意推廣時的時期以對應該時期的策略，以提高推廣本法的成功率。

參考文獻

- 蔡耀中，2010，農業概論Ⅱ，復文圖書有限公司，台南，pp218。
- 王明好、林玠恒、方治文、涂安蓉、張甄育、林倩如，2011，農民持續採用有機耕種行為意圖之研究：以計畫行為理論為基礎，台灣農學會報，12卷，1期，68-88。
- 涂育豪，2018，臺灣青年農民從事友善環境耕作決策影響因素之研究，碩士論文，國立屏東科技大學農企業管理系。
- 陳志綸，2007，有機農業生產空間形構過程之研究：以花蓮縣富里鄉銀川米為例，碩士論文，國立臺灣大學地理環境資源學研究所。
- 陳誌銘，2015，宜蘭縣有機農業發展之關鍵成功因素探討，碩士論文，國立宜蘭大學生物資源學院在職專班。
- 張詠涵，2013，台南地區農民從事有機農耕之研究，碩士論文，國立成功大學都市計劃學系研究所。
- Daniel, P., & Whitteridge, D. 1961. The representation of the visual field on the cerebral cortex in monkeys. *The Journal of physiology*, 159(2), 203-221.
- Finger, R. and B. Lehmann, 2012. Adoption of Agri-environmental Programmes in Swiss Crop Production, *EuroChoices*. 11 (1) : 28-33.
- Khaledi, M., S. Weseen, E. Sawyer, S. Ferguson, and R. Gray, 2010. Factors Influencing Partial and Complete Adoption of Organic Farming Practices in Saskatchewan, Canada, *Canadian Journal of Agricultural Economics*. 58 (1) : 37-56.
- Läpple, D. and H. Kelley, 2013. Understanding the Uptake of Organic Farming : Accounting for Heterogeneities among Irish Farmers, *Ecological Economics*. 88 (1) : 11-19.
- Läpple, D., 2010. Adoption and Abandonment of Organic Farming : an Empirical

Investigation of the Irish Drystock Sector, Journal of Agricultural Economics. 61 (3): 697-714.

Zingg, E., S. Mann, and A. Ferjani, 2011. How Green Are Communities? Explaining Difference between Swiss Municipalities in Environmental Stewardship on Farmland, Regional Studies. 45 (9): 1245-1251.

行政院農業委員會，2016，推動友善環境農業，2018 年 5 月 2 號，取自 [https :
//www.coa.gov.tw/ws.php?id=2505838](https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=2505838)

行政院農業委員會，2018，農業統計資料查詢，2018 年 5 月 2 號，取自 [http :
//agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx](http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx)

國家圖書館出版品預行編目資料

菇類智慧化生產與農場經營管理研討會專刊/
呂昀陞等編輯. --初版. --臺中市

霧峰區：農業委員會農業試驗所 2019.06 (民 108.06)

面 21x29.7 公分。農業試驗所特刊：第216號

ISBN: 978-986-05-9347-1 (平裝)

1.菇類

2.產業發展

3.農場管理

435.293

108008833

菇類智慧化生產與農場經營管理研討會專刊

編 者：呂昀陞、李瑋崧、石信德、陳美杏、黃榮揚、謝廷芳

出版者：行政院農業委員會農業試驗所

地 址：台中市霧峰區中正路 189 號

印製者：峰林實業有限公司

定 價：平裝 新台幣 500 元

出版日期：中華民國 108 年 06 月

初版展售處：國家書店松江門市

台北市松江路三段 209 號 TEL: 02-25180207

五南文化廣場

台中市中山路 6 號 TEL: 04-22260330

國家網路書店: <http://www.govbooks.com.tw>

ISBN: 978-986-05-9347-1 (平裝)

GPN: 1010800929

-- 版權所有翻印必究 --

行政院農業委員會農業試驗所
Taiwan Agricultural Research Institute

地址：41362台中市霧峰區萬豐里中正路189號
電話：04-23302301 傳真：04-23338162
網址：www.tari.gov.tw

ISBN: 978-986-05-9347-1



GPN: 1010800929