

出國報告（出國類別：會議）

參加2015 International Conference on
Applied System Innovation (ICASI 2015)

研討會出國報告

May 22-26, 2015, Osaka, Japan

服務機關：國立虎尾科技大學

姓名職稱：周榮源

派赴國家：日本

出國期間：104年5月21日至104年05月24日

報告日期：104年07月24日

摘要

本論文目的在探討微生物固態發酵與乾燥連續過程中微生物生長時之熱質傳現象，利用木黴菌為主要研究菌種，使用恆溫恆濕設備模擬發酵與乾燥過程中的空氣溫濕度條件，並且加入基質厚度與翻攪動作等實驗參數，以觀察在發酵與乾燥連續過程中發酵狀態、生物量、基質水份，乾燥效率等變化。發酵環境條件由恆溫恆濕設備控制在溫度28°C、相對濕度98%；乾燥環境條件則在40°C、相對濕度20%，基質厚度的試驗條件分別設定為20mm、40mm與60mm，並且使用兩台新舊架構的恆溫恆濕機器來比較之間的差異性。

微生物固態發酵自動化生產製程主要可分為三大部分：1.前段製程(冷卻、裝填及接菌) 2.中段製程(發酵)3.後段製程(乾燥)等，其中發酵與乾燥兩階段雖然都只需控制發酵槽的溫濕度以及適當的翻攪頻率，但是兩製程的環境參數與翻攪條件大不相同，所以通常需要兩套系統設備來運作。希望可以透過實驗補足前人對於發酵基質乾燥資料的不足，利用恆溫恆濕機嘗試模擬發酵與乾燥連續製程環境，以觀察發酵與乾燥各階段基質水份的變化，以及木黴菌孢子數量是否會有損耗等數據，並創新設計同時具有固態發酵與乾燥處理功能的生產系統設備。

目次

摘要2

本文

目的4

過程6

心得及建議11

附錄

本文

目的：

一般發酵工程上，依據培養基的物理特性不同，可以區分為兩大類：固態發酵(Solid State Fermentation, SSF)與液態發酵(Liquid State Fermentation, SLF)兩種類型。固態發酵係指接種微生物於沒有自由水的固態培養基，在生物反應器裡進行微生物的增殖或代謝，最後經過乾燥處理就可以直接使用，而不必使用繁複分離手續。

近幾年，固態發酵(Solid-State Fermentation ,SSF)越來越受到研究者的關注。固態發酵有許多的優點，其中最大的優點是材料成本低廉、利用率高，而固態發酵的基質，也就是材料多是農業產品加工中所剩的大量殘渣，其碳水化合物等營養素豐富，非常適合絲狀類的真菌生長，所以固態發酵是農業加工固態廢料的良好利用途徑，因此對環境污染相對的小。然而，相對於在液態基質內生長的液態發酵，由於固態發酵過程中基質的成分不均、缺乏自由水以及固體顆粒之間傳導性較差等缺點，對發酵過程中的生物量、含水量、溫度和濕度等培養參數的控制難度較大，相對的微生物生長動力學及熱質量傳遞數學模型研究較少，阻礙了固態發酵生物反應器的可控操作性與固態發酵反應器的應用和放大。

固態發酵係指以固體為主要的培養基質，或是固體本身作為一種支撐微生物培養的支撐物，讓微生物可以附著於其表面或被吸收於其中，所進行微生物增殖與代謝產生所需求物質或型態的過程。固態發酵基質通常含有適當的水分，一般而言，其範圍在發酵基質重量的30%~75%之間，如果水分過高，整個發酵系統就呈現泥漿狀，將導致微生物生長時的阻礙，過低則可能令微生物無法得到足夠的生長條件而停止增殖或代謝。表1-1為固體培養與液體培養在效益與功能上的不同。

木黴菌不但用途廣泛，對農業生物科技發展更有重大影響。因此，木黴菌的量產具有其重要性。目前國內外固體發酵技術，由於菌種的不同而難以有統一之技術，尤其真菌的培養技術仍然是以人工太空包的培養製程為主要生產方法，然而此法不但耗費人力，生產量也受到一定限制。目前，現有木黴菌微生物物料乾燥製程技術上尚有下列問題點待克服：

1. 乾燥法方法係採用乾燥室靜態乾燥，並輔以人工間歇式翻動，對現今人力短缺、人口老化之產業環境下，人工翻動耗人力之問題必須獲得妥善解決。同時，進一步將整套固態發酵的研究成果應用在能源與資源環境領域中，將有助於在生物燃料、生物農藥、生物轉化、生物解毒及生物修復等方面的應用產業發展上有所助益。目前，現有木黴菌微生物物料乾燥製程技術上尚有下列問題點待克服：
2. 乾燥室之環境控制方法係採用冷氣控溫與除濕(40%, 28°C環境)，乾燥週期長(達到12%水分含量規格需時2~3天)，乾燥品質不均勻。
3. 現有熱敏感性微生物物料乾燥製程設備皆是國外進口產品，價格昂貴。

過程：

會議執行經過，包括出國期間行程、參訪單位及訪問過程

1. 05/21 去程(桃園機場至日本京都)
台灣直飛抵達關西國際機場，並至大會舉辦場地完成報到手續。
2. 05/22-23 2015 International Conference on Applied System Innovation (ICASI 2015) May 22-26, 2015, Osaka, Japan

一、時間：2015年05月22日至23日（週五至週六）

二、地點：Minami Awaji Royal Hotel Osaka

三、主題：2015 International Conference on Applied System Innovation (ICASI 2015)

四、主辦承辦：

主辦：Taiwanese Institute of Knowledge Innovation (TIKI)；

承辦：Fuzhou University, P.R. China

National Formosa University, Taiwan

National Taichung University of Science and Technology, Taiwan

Chia Nan University of Pharmacy & Science, Taiwan

Kun Shan University, Taiwan

Southern Taiwan University of Science and Technology, Taiwan

St. John's University, Taiwan

Osaka Institute of Technology, Japan

Kongju National University, Korea

Hannam University, Korea

會議議程

Regular Sessions

(A) Material Science & Engineering

(B) Communication Science & Engineering

(C) Computer Science & Information Technology

(D) Computational Science & Engineering

(E) Electrical & Electronic Engineering

(F) Mechanical & Automation Engineering,

(G) Green Technology & Architecture Engineering

(H) Innovation Design & Creative Design

(I) Industrial Design & Design Theory

(J) Cultural & Creative Research

(K) Applied Mathematics

(L) Management Science

(M) Others

Invited Sessions

(IV1) Modeling and Simulation of Mechanical System

(IV2) Automation and Intelligent Systems

(IV3) Communication Network & Information Technology

(IV4) Special Session on Intelligent Applications in Industrial and Computation

(IV5) Intelligent Communication Networks and Applied Systems

(IV6) Green and High Performance System Technology

(IV7) Special topic on Advanced Dynamics and Vibration technology for Engineering application

(IV8) Soft Computing and its Applications

(IV9) Novel Materials and Mechanics Application

(IV10) Intelligent algorithms, systems and applications

(IV11) Intelligent Control and Implementation

(IV13) Service Design Essentials and Practices



3. 05/24 會議後搭機回程(日本京都至桃園機場)

由關西國際機場搭機直飛桃園機場。

心得及建議：

與出國主題相關之具體建議事項，建議參採或借鏡處

在描述最大化全球農業生產力、面對氣候變遷而增加農業系統回復力及緩解來自農業的溫室氣體(GHG)排放下，氣候智慧農業發展(Climate smart agricultural development)的術語首先於2009年被使用。一年後在海牙的第一屆全球農業、糧食安全與氣候變遷會議上，氣候智慧農業(Climate-Smart Agriculture, CSA)被定義成”永續增加生產力(糧食安全 Food security)、強化回復力(調適Adaptation)、降低/除去溫室氣體排放(緩解Mitigation)，並且提升國家糧食安全與發展目標成就”的農業。其強調農業三贏(Triple win)，即供給世界的食物、調適氣候變遷的農耕系統及緩解的氣候變遷。

國內溫室能源投入分析向來極為欠缺且甚少投入研究，然而溫室生產(最密集植物生產系統)迄今仍是最消耗農業能源中的一項，生產者面臨牽涉溫室生產過程(環境控制、施肥、灌溉等)中的高成本操作，因此定義所有能源投入，並找出讓生產更具能源效益的最佳組合變得非常重要。加拿大生態經濟學家William Rees 指出從原始(基於資源)或第二(製造)經濟移動至以知識為基礎或服務導向的經濟，將減低此經濟與來自環境的耦合是誤解，高檔服務經濟實際上增加全球能量與材料的產用量。Herring (2006)挑戰“第四因子革命(Factor Four Revolution)”觀點，不認同其因提升能源使用效率將導致國家能源消耗減少，並且因此是降低國家CO₂ 排放的有效政策。為限制能源消耗，最終需要的是能量自足(energy sufficiency)(或節省conservation)而不是能量效率，其強調降低消耗並提倡“倚少而生活良好”的自足概念。能量效率的目的不應該是降低能源消耗，而是製造較高的生活品質，並且讓我們能資助為朝綠色和永續未來的轉變。[1]

[1] 蔡致榮，未來可能的氣候智慧型溫室農耕技術，農業生技產業季刊，2014 NO.37, 26-41.

[植物工場的生產菇類模式](#)

「植物工場」，其概念是將植物像是工業產品一樣，可以大量生產製造，將植物生長的農場變成了工廠，但是產品卻是活生生的「植物」，種植生產的基地由戶外移到室內，從平面生產變成使用層架式的立體化栽培，收穫由靠天吃飯的不確定性變成穩定生產，這麼多的好處當然投資的金額高，動輒要上千萬，因此要能住在工廠裡的植物必須符合單價高、生產期短、體積小等特點，才能符合投資效益。然而就實際生產面而言，在植物工場裡生產的蔬菜比傳統種在露天土裡的蔬菜成本高出很多，因此售價自然多出很多倍，一般消費大眾恐怕還是吃不起，在目前市場不大的狀況下，投入植物工廠的業者多無法擴大規模生產，獲利其實也有限，這也是為什麼國內植物工廠尚無法普及的主要原因。植物工場講求的是潔淨衛生，確保農產品的安全，不受化學肥料和藥劑的汙染，而菇類以植物工場的方式生產，可以真正做到無農藥栽培，目前有許多業者均已申請有機認證或是產銷履歷，透過產品認證以及追溯系統，讓消費者吃的安心又健康。菇類不僅是工廠化栽培之先趨，更是目前工廠化栽培最成功之案例，因此如能以菇類產業為基礎，進一步結合其他具高經濟價值或出口潛力之作物，使台灣有限土地能發展出無限之可能，相信也可減少對台灣這片土地之破壞，使台灣這片土地能更永續發展。由於菇類可以立體化栽培，所以使用的土地面積不大。由於只要生產過程和環境控制得宜，生產周期便可掌握，因此可以計劃生產，但是如同工廠般，許多業者獲利後就紛紛擴廠或有新的投資者不斷加入，然而菇類是新鮮農產品，放久了容易腐敗變質，不像工業產品可以擺放數個月再慢慢消化庫存，所以在日本和中國大陸大量以工廠化形式生產金針菇、杏鮑菇及鴻喜、美白菇，在夏季菇類需求較少時常出現崩盤的狀況，最後只能將菇類以低於生產成本的價格賣出。另外，菇類是屬於活的生物，生產過程中只要一個環節不注意，例如殺菌不完全或是栽培過程突然跳電，都會影響整批生產的狀況，有時甚至品質不良的比例高至70-80%。綜合而言

，菇類生技產業具有以下三項非常重要之特性：

一、高產值

1. 2010年我國新鮮菇類產量年約14萬公噸，產值約88億元，占整體蔬菜總產值475億元之18%；

2. 中國2010年食用菌總產量2,200萬噸，生產量僅次於食糧，蔬菜，水果及油脂類，是中國第五大農作物。

二、高經濟價值

1. 除低熱量外，也含有豐富蛋白質及維生素；

2. 也被開發成為保健產品。

三、資本與技術密集

1. 投入生產之門檻較高；

2. 培養無須耗費大量水資源；

3. 在節能減碳上有很大的幫助。

另外，農業(植物工廠)是生產力4.0中一項重要之應用案例[21]。台灣擁有先進的智慧自動化與精緻農業兩大技術優勢，藉由大數據分析與物聯網技術的導入，將植物工廠智慧化、高值化。垂直農場提高容積率，產能增加27倍以上(國內最高)。佈建植物狀態物聯網，提升農作物年收成次數4倍以上。目前，已有萬生生物、艾立生物等6家植物工廠公司，生產冬蟲夏草、牛樟芝等高經濟價值作物，年產值5億元，毛利率近100%。創新自動化液態微生物接菌系統及其製程應用有很高之創新性，值得積極投入研發並及早進行專利佈局。藉由創新自動化液態微生物接菌系統之研發來提高杏鮑菇袋式栽培技術，同時具有可施行自動化生產及未來發展成生產4.0模式等功能性與應用，對降低杏鮑菇袋式栽培製造成本有很大貢獻，亦可提升國內農業生技與相關設備產業技術水

準，達到完全自行設計與製造之低價具競爭力之目標。倘若能再進一步運用工業4.0技術，發展智慧自動化農業，將可帶動我國另一波產業之新興發展，朝向低碳、綠能、環保之永續發展方向邁進。

附錄

1. 發表論文

Measurements for tray fermented biological agents of fungus in temperature-humidity controlled ambient

Rong-Yuan Jou & Jing-Jhong Cao

Department of Mechanical Design Engineering, National Formosa University, 632 Yunlin/Huwei Taiwan

ABSTRACT: Microorganisms cultivation through solid-state fermentation (SSF) is a process for solid substrates in the absence or near absence of free water in the medium. Quantitative description of the influence of temperature and moisture on microbial growth and drying operations are essential for modeling and optimization of solid-state fermentation. Furthermore, drying of biological materials is subjected to characteristics of low drying temperature and long drying time. This study aims to measure the growth and drying conditions of biological agents of *Trichoderma* fungus inside a temperature-humidity precisely controlled chamber. Moisture variations after fermentation and after drying in different substrate layers by MHE-800 and by MHK-120 thermohygrostat apparatus, respectively, are measured. And variation history of moisture ratio during different thicknesses substrate drying by MHE-800 and by MHK-120 apparatus, respectively, is investigated. For the fermentation experiments, the ambient conditions are at 28 °C and 98 RH% under 144 hours continuously fermentation with no mixing operations. For drying experiments, processing conditions at ambient temperature 40 °C and relative humidity 20RH% are conducted, and mixing operations are done for every hour until substrate's moisture content reached the set point of 10% level. Experimental results by MHE-800 and MHK-120 systems are compared to explore the influences of designed system performances upon processing results.

1 GENERAL INSTRUCTIONS

Solid-state fermentation (SSF) is the process of cultivating microorganisms on solid substrates in the absence or near absence of free water. This process involves complex physical and chemical reactions. Fermentation and drying are the two of the most important processes of the solid-state fermentation of microorganisms. After microbial fermentation and growth, the substrate is dried in order to facilitate its packing, preservation, and application. During this process, reactor conditions (and those of the substrate), such as temperature, humidity, and wind velocity, are usually controlled. Jou and Lo [1] developed a method to measure the heat and mass transfer during SSF in order to increase the number of *Trichoderma* colonies cultivated.

Drying is the application of heat to a wet material to get rid of volatile moisture (usually water), resulting in a solid substance with a fixed moisture content. Two sequential processes occur during drying. First, energy (mostly heat) from the surrounding environment is transmitted to the surface of the material, causing the surface moisture to evaporate. This is the constant drying process whose rate is controlled by external conditions, including temperature, air temperature, humidity, wind velocity, exposed surface area, and pressure. Next, internal

moisture is transmitted to the surface for evaporation, which is the deceleration drying process [2]. Moisture migration is a function of internal conditions, including the properties, temperature, and moisture content of the material. A mathematical model and experiment of moisture transfer have been reported in literature [3]. Khanahmadi et al. [4] studied methods to measure the substrate thermal conductivity. Rahman and Kumar [5] conducted experiments to explore the impact of air temperature, drying time, and substrate reduction on convection heat transfer coefficient.

Common drying methods either make use of pressure or rely on heat transfer [2,6,7]. The first category includes atmospheric, vacuum, and pressurized drying. This study focuses on the thermohygrostat drying method to dry the fermented bio-substrate. Experiments were conducted to measure the variations of moisture content and moisture ratio during bio-substrate fermentation and drying processes. Changes in moisture content under various operating conditions were measured and compared to the drying kinetic models.

2. 最佳論文獎獎狀

