

財團
法人 食品工業發展研究所

第 97 期

生物資源保存及研究簡訊

第27卷第1期

中華民國 103 年 3 月發行

補助單位：經濟部技術處 / 執行單位：財團法人食品工業發展研究所

本期內容

中心新聞 1

- ◎ 食品所 103 年度「研發成果績效展示及產研合作計畫說明會」圓滿落幕

研發成果 2

- ◎ 新資源
102 年度新資源之收集簡介
- ◎ BCRC 參考物質之生產及應用簡介
- ◎ *Tenacibaculum* 屬海洋細菌的應用開發
- ◎ 以黑酵母 *Aureobasidium pullulans* 生產水溶性 β- 葡聚糖

科技新知 6

- ◎ 蟬花 - 長在蟬上的蟲草
- ◎ 產油酵母菌之應用 -- 生質柴油

食品所 103 年度「研發成果績效展示及產研合作計畫說明會」圓滿落幕

表 1、生資中心 102-103 年度新增技術清單

技術編號	技術名稱
102 年度可移轉技術項目	
AT10203	以酵母菌生產超氧化歧化酵素技術
AT10204	利用微生物轉化技術開發農產保健素材
BT10201	台灣本土植物內生性真菌與多孔菌發酵庫
BT10202	降血糖新化合物 monascuspurpurones 及其生產菌株
BT10203	建立白藜蘆醇產品開發技術
BT10204	風味性成分之包埋技術
IT10201	硫酸軟骨素之生產菌株
IT10202	微生物纖維素功能性敷料之製備技術
IT10203	具雌激素活性之菇菌類代謝物之生產技術
IT10204	雌性荷爾蒙受體 (ER) 亞型調節功效篩選系統
ST10201	降尿酸產品開發
103 年度先期參與技術項目	
B10301	台灣本土植物內生放線菌與層孔菌發酵庫
B10302	生產植酸酶乳酸菌之分離與篩選技術
B10303	本土蟲草機能性成分之開發
B10304	建立具控制釋放之多重乳化技術
O10301	食藥用菇菌交配育種技術

102 年度財團法人食品工業發展研究所執行經濟部及農委會計畫，共獲得 31 項可移轉技術，成果斐然。為落實研發成果的商品化，食品所在 103 年 3 月 20 日及 3 月 25 日，分別於新竹及嘉義舉行兩場「研發成果績效展示及產研合作計畫說明會」，來推動技術媒合工作，會中由食品所產製中心朱燕華主任、嘉創中心楊炳輝主任及生資中心袁國芳主任，分別介紹「保健食品及農產加工」、「保健機能飲品價值提升之快速試製服務平台」、「生物資源加值利用」等相關技術開發現況。本次說明會共吸引包括味全、統一、光泉、生達、信東、金穎、台灣利得等數十廠家、超過一百位國內食品、生技專業人士的參與，並期待能藉由專利授權、技術移轉及合作研發等模式，廣泛與產業界合作，提升食品、生技產業之產值。

多年來食品所生資中心一直致力於本土微生物的收集、保存、鑑定及開發，是國內食品、生技、製藥產業界從事微生物研發之最佳合作夥伴。生資中心近年來為了充分發揮本土微生物資源之應用價值，運用「以多元化活性篩選平台，發掘微生物應用價值」的策略，開發多項微生物菌株及代謝物產品，並於本次說明會中，展出含機能性菌株、活性評估技術、本土微生物發酵庫及新穎化合物、製程技術等類別在內之 16 項技術 (如表 1)。重要的成果包括：

(1) 加值傳統發酵食品微生物

發酵食品微生物除了提供食物保存及特殊風味等外，亦具有轉化農產素材為保健原料的效果，生資中心以發酵食品用微生物為材料，運用生物轉化技術，開發「超氧化歧化酵素」、「生產植酸酶乳酸菌」、「白藜蘆醇產品」、「硫酸軟骨素產品」、「降尿酸產品」及「農產保健素材」等保健食品及原料，以期能提升傳統發酵食品微生物的價值。

(2) 提升食藥用菇菌之價值

生資中心開發「食藥用菇菌交配育種技術」，提供優良菇菌生產菌株，解決菇菌產業所面臨之菌株老化的問題。同時並以食藥用菇菌為材料，開發「具雌激素活性之菇菌類代謝物」、「本土蟲草機能性成分」等新穎菇草保健產品。

(3) 加速本土微生物開發

生資中心為了加速本土微生物資材的開發與利用，解決微生物培養耗時費工之問題，建置

「台灣本土植物內生性真菌與多孔菌發酵庫」、「台灣本土植物內生放線菌與層孔菌發酵庫」，直接提供業界多樣化之微生物發酵代謝物，以減少生技產業界取得生物材料所需之時間及人力。此外亦針對影響國人健康甚劇之重要代謝疾病 - 糖尿病，由本土微生物開發「降血糖新化合物 *monascuspurpurones*」，研發成果可以供生技製藥業者開發為先導性藥物，或結合食品加工技術開

發為保健產品。

(4) 全方位滿足產業界需求

為生資中心開發「雌性荷爾蒙受體 (ER) 亞型調節功效篩選系統」、「微生物纖維素功能性敷料」、「具控制釋放之多重乳化技術」、「風味性成分之包埋技術」等技術，協助業界開發更符合消費者需求的產品。

(文：生資中心陳彥霖研究員)

新資源

102 年度新資源之收集簡介

生資中心 / 研究員

古家榮 / 劉桂郁 / 謝松源

本中心為活絡生物資源之應用開發，已建立完善的多樣化生物資源之保存與提供服務體系，達到優質化生物資源銀行品質管理。在去年度 (102 年) 新收可公開的細菌資源共 191 株 (22 菌屬，127 菌種)。比較特別的分離源由多到少分別為海水 27 株、土壤 15 株、湧泉 10 株、動物類糞便 9 株、泥火山泥 6 株、油污土壤分離 3 株，其餘來源大致為植物、淡水、發酵食品、水果、堆肥，少部份為人體。紅假單胞菌屬 (*Rhodopseudomonas*) 和小紅卵菌屬 (*Rhodovulum*) 的光合細菌 21 株。中興大學楊秋忠教授寄存 32 株。高雄海洋科技大學陳文明教授寄存 8 株。由中國雲南微生物研究所及雲南大學

寄存 11 株，其餘大部份為其他菌種中心 (DSM, LMG, KCTC, CCUG, JCM, NCIMB) 收集而得。新收可公開的絲狀真菌包括炭角菌科 (*Xylariaceae*)、海洋真菌以及生物防治真菌等，以台灣本土分離株、模式菌株與產學研需求之菌種為主。新收農試所安寶貞博士寄存重要植物疾病菌屬 5 種 50 株。新收食藥用及其他菇菌菌種資源共 107 株，包括牛樟芝及其他薄孔菌屬共 6 種 7 株及金蟬花蟲草 *Cordyceps cicadae* 一株。

相關新收菌株資訊可參考生資中心網頁新資源 (http://www.bcrc.firdi.org.tw/g_newthing_main.do) 或生物資源線上目錄 (http://catalog.bcrc.firdi.org.tw/BSAS_cart)。

BCRC 參考物質之生產及應用簡介展

生資中心 / 研究員
古家榮

全球的生物資源中心 (Biological Resource Centers, BRCs) 為各國生命科學和生技產業發展的立基點，近年來面對環境快速變遷及日新月異的服務要求，很多 BRCs 也不得不思轉型。為了追求更好的產品品質及愈來愈龐大的資訊，不同類型的管理系統也被套用到不同的 BRCs 中。一般最基本的系統是以 ISO 9001 的標準來建立品質管理系統，但生物資源保存及研究中心 (Bioresource Collection and Research Center; 生資中心以下簡稱 BCRC) 除了使用 ISO 9001 外，還導入 ISO 17025 及 ISO Guide 34 系統。後者為全國第二家 (第一家為工業技術研究院)，也是全球第二家 BRCs 繼 ATCC 後，獲得 RMP 認證可提供生物性參考物質生產之機構 (圖 1)，自我

提昇試驗品質以建立國內檢測追溯標準的企圖心自是不言可論。

BCRC 於 2008 年籌備 RMP 認證事宜，於 2011 年 TAF (Taiwan Accreditation Foundation; 全國認證基金會) 開放此項目後，於次年 2012 年 4 月獲得認證。RMP 的要求需完全落實 ISO Guide 34 條文內涵，其架構主要分成兩大區塊，組織管理及技術生產。前者已於 BCRC 簡訊 91 期加以詳述 (為 1 ~ 4 章)。在此對後者進行一些心得分享 (ISO Guide 34 第 5 章)。技術要求與 ISO 17025 架構類似，但多了生產層面要求，這是最大的差異。ISO Guide 34 第 5 章，共分成 18 節 (5.1 ~ 5.18)，其中某些要求必需同時符合 ISO Guide 31 及 35 的條文才完整。於生產面與 ISO 17025 相異處有 13 節，分別為 5.3 分包

機構、5.4 生產規劃、5.5 生產管制、5.9 量測方法、5.11 數據評估、5.12 計量追溯性、5.13 均勻性評估、5.14 穩定性評估、5.15 特性描述、5.16 特性值及不確定度的指定、5.17 給使用者的證書或文件、5.17 RMP 報告簽署人能力及認證標誌之要求、5.18 分發服務。以上是一個機構除了架構在 ISO 17025 基礎上還需滿足上述 13 節之要求後，才有能力成為生產參考物質之機構。這 13 節中，最主要的步驟為 5.4 及 5.5 兩節；必需先完成生產規劃裏的分析評估及計劃書後，才可進行生產步驟。在生產環節中每個步驟必需受到管控，管控的目的不外乎都是要完成 5.9 ~ 5.18 的一切要求。ISO Guide 34 5.3 節對於分包也提出規範；明定除了生產規劃、分包機構選擇、物性值的決定、證書及資訊相關文件的發佈不能分包外，其餘皆可。也就是 RMP 可以沒有自己的實驗室或儀器設備去生產參考物質，但必需確認分包對象實驗室要符合 ISO 17025 在量測、校正和測試的要

表 1、生資中心可對外提供之生物性參考物質

參考物質編號	其他菌種中心對應編號	生物材料名稱 / 用途	品質測試指標
細菌			
RM10447	ATCC 6633, DSM 347 JCM 2499, NBRC 3134 NCTC 10400, NRRL B-765	<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>spizizenii</i> / 藥典之培養基效能試驗 指定細菌	菌數與純度 形態 生長測試 生化測試 DNA 序列分析
RM11633	ATCC 9027, CIP 82.118 DSM 1128, NBRC 13275	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> / 藥典之培養基效能試驗 指定細菌	菌數與純度 形態 生長測試 生化測試 DNA 序列分析
RM10451	ATCC 6538P, DSM 346 NBRC 12732, NCTC 7447	<i>Staphylococcus aureus</i> subsp. <i>aureus</i> / 藥典之培養基效能試驗 指定細菌	菌數與純度 形態 生長測試 生化測試 DNA 序列分析
真菌			
RM 30506	ATCC 16404, CBS 733.88, DSM 1988, IMI 14900, NBRC 9455	<i>Aspergillus brasiliensis</i> / 藥典之培養基效能試驗 指定黴菌	菌數與純度 形態 生長測試 DNA 序列分析
細胞株			
RM60091	Derived from ATCC; ATCC number: CCL-1	NCTC clone 929/ 細胞毒性試驗標準方法 之指定細胞	細胞數與存活率 生長測試 黴菌污染檢測 細菌真菌污染檢測 短相連重複序列 - 聚合 酵素連鎖反應分析



圖 1、BCRC 獲得 RMP 認證證書

求，對於其使用的方法和結果要進行評估(例如分析和統計)。依照如此嚴謹的要求取得 RMP 的能力後，BCRC 以此系統為基石，朝逐年逐步將美國藥典 (USP) 或中華藥典裏常用之微生物菌株轉化成更高品質參考物質 (reference materials; RM) 的目標邁進，以提供業界更好的標準。目前已完成的菌株如表 1 所示，細菌 3 株、

真菌 1 株、細胞株 1 株。2014 年預計會再新增加一株酵母菌及一株細胞株。上述菌株、細胞株產品已可對外販售。

BCRC 除了具有生產參考物質的能力外，也提供客製化「RM 菌株訂作服務」，接受各界委託製作高品質且具追溯性之微生物材料，以確保菌種之安全及穩定性。意者可來電詢問 BCRC 窗口人員。

T. aiptasiae, *T. amylolyticum*, *T. crassostreae*, *T. dicentrarchi*, *T. discolor*, *T. gallaicum*, *T. geojense*, *T. jejuense*, *T. litopenaei*, *T. litoreum*, *T. lutimaris*, *T. maritimum*, *T. mesophilum*, *T. ovolyticum*, *T. skagerrakense*, *T. soleae* 等 20 個菌種，屬於革蘭氏陰性桿菌、不會產生內孢子、具觸酶和氧化酶、不具鞭毛，運動型態藉由滑動 (gliding)、亟需氧氣的異養型微生物 (heterotroph)。主要的呼吸醌 (respiratory quinone) 成分為 MK-6。產生的黃色色素主要為玉米黃素 (zeaxanthin)，不具 Flexirubin-type 的色素。DNA G+C 含量介於 31-33 mol%。主要存在海洋環境，在含有海水的培養基中生長最佳，也可以在含 1-7% NaCl (w/v) 的培養基中生長。曾有文顯指出 *Tenacibaculum* 屬的微生物可以誘導染病刺參體內產生大量凝聚素。

尿酸氧化酶是生物體內嘌呤降解代謝途徑的一種酶，可以將尿酸轉變為水溶性較高的尿囊素 (allantoin)，在臨床上，尿酸氧化酶可用於檢測血液尿酸濃度、治療血液高尿酸和痛風等疾病。目前尿酸氧化酶主要利用 *Aspergillus* 或 *Bacillus* 菌屬的微生物進行生產，而應用 *Tenacibaculum* 屬之海洋細菌生產尿酸氧化酶的研究則未見報導，再加上生資中心採取特殊的發酵培養手段，使 *Tenacibaculum* 屬菌株在發酵生產尿酸氧化酶時，可以縮短發酵培養時間、降低受雜菌污染的機會，因此本所分離與保存的 *Tenacibaculum* 屬之海洋細菌具有開發為生產尿酸氧化酶菌株之潛力，該成果目前已提出專利申請。

Tenacibaculum 屬海洋細菌的應用開發

生資中心 / 副研究員
陳美惠

海洋微生物的代謝物，具有豐富且多樣的生物活性，包括抗菌、抗腫瘤、抗病毒、抗發炎、酶及酶的抑制劑、維生素和毒素等，極具開發價值。過去，海洋微生物由於種類繁多、採樣困難與鑑定不易等因素，故研究進展緩慢。近幾年，由於生物技術的發展迅速，使得微生物的分離、鑑定與保存更加簡易與方便，加上天然物分離與結構鑑定技術的提升，讓一些存在於海洋微生物中的微量化合物能被快速分離與鑑定，另外新的海洋生物技術與發酵工程、細胞工程等知識的快速累積，使大量培養海洋微生物不再困難，因此海洋微生物已成為新藥的重要來源之一，並逐漸成為各國重視的生物資源。現今，已有許多國家積極投入海洋微生物的研發，作為尋找下一代新藥物的後盾。

近年來生資中心由全省 9 個縣市採集海草、海豚、珊瑚、附著生物 (甲殼類)、海葵、海藻、軟體動物呼吸管、魚、棒狀海棉、草狀海棉、螃蟹、螺及藻類等樣

品並分離保存約 900 餘株本土海洋細菌，其中 110 株海洋細菌經初步歸群可分為 *Alcaligenes*, *Arcobacter*, *Bowmanella*, *Celeribacter*, *Citricella*, *Erythrobacter*, *Flavobacterium*, *Lactobacillus*, *Lutibac*, *arinobacter*, *Marinobacterium*, *Nitratireductor*, *Oceanicola*, *Oceanimonas*, *Photobacterium*, *Pseudoalteromonas*, *Ruegeria*, *Shewanella*, *Tenacibaculum*, *Vibrio* 等屬。生資中心運用 [多樣、特殊且高效率] 的策略，建構多樣化海洋微生物的發酵庫，並進一步利用所建置的 (1) 酵素及抑制劑、(2) 抑制細菌、酵母菌、絲狀真菌及癌細胞株增生物質、(3) 調節免疫活性、(4) 抗氧化、(5) 性荷爾蒙調節及 (6) 代謝荷爾蒙調節等多元生理活性篩選平台，成功篩選出數株具有生成尿酸氧化酶 (Uricase) 之能力的潛力菌株 *Tenacibaculum* sp.。

Tenacibaculum 屬為黃桿菌科 (*Flavobacteriaceae*)，主要有 *T. adriaticum*, *T. aestuarii*,

以黑酵母 *Aureobasidium pullulans* 生產水溶性 β -葡聚糖

生資中心 / 副研究員 / 研究員 / 資深研究員
吳政達 / 劉柱郁 / 賴進此

Aureobasidium pullulans (de Bary) G. Arnaud 是一種常見的腐生真菌，生長溫度介於 2 至 35°C 之間，在自然環境中廣泛分布於植物之葉、莖、花及果實表面、潮溼的物質、木材、土壤、海水、岩石、羽毛等，此外於鹽田、油漆、皮革、塑膠、棉花、光學鏡片、冷凍蛋糕等特殊環境也曾被分離過，為世界性廣泛分布。菌體於 malt extract agar, 25°C 培養，由於細胞主要以出芽的方式增殖，菌落很快變成黏滑的外觀，隨著培養時間增長，部份菌絲及細胞外壁呈現褐色，因此菌落常會由乳白色轉變為褐色或黑褐色，故俗稱黑酵母。

約 30 年前，日本門田元一先生進行一系列實驗時發現黑酵母 *Aureobasidium pullulans*，並將後續試驗成果應用於畜產動物的飼養。起初將黑酵母添加並混合於牛、豬或養殖魚的飼料中，觀察結果發現，家畜變得有活力且很健康，尤其令人驚奇的是疾病的發生率銳減，養殖魚水槽內的透明度變高、水質變好，收成也有顯著改善。除了進行多次的動物實驗外，黑酵母發酵液也有 20 年以上的飲用經驗，其安全性已無顧慮。

值得一提的是，日本從蔗糖原糖中分離黑酵母菌株

(*Aureobasidium pullulans* FERM P4257)，其發酵液中含有價廉且高品質之 β -葡聚糖，其含量為「巴西洋菇」的 10 倍以上，而且價格僅為其 80 分之 1 以下，可作為提供 β -葡聚糖的最佳來源。除上述 β -葡聚糖外，科學家也發現培養酵母菌所得發酵液中，具有健康及美容上不可欠缺的各種糖複合物的營養物質及含有平衡均一的生理活性物質，包括含有豐富的異元多醣體 (hetero-polysaccharide) 及富含果寡糖、維他命、胺基酸、有機礦物質，其有效性、機能、作用機制也有更深入了解，可應用於長期健康照護、醫療、美容及食糧等領域。

除了水溶性 β -葡聚糖，*Aureobasidium pullulans* 生產之普路蘭 (pullulan) 為應用廣泛的多糖，fructosyl transferase 可

用於果寡糖生產，aureobasidins 為抗真菌劑；另外菌體可吸附重金屬，對於含有 phenol、methanol 及 formaldehyde 之廢棄物及塑膠具有分解的能力。因此應用範疇涵蓋胞外多糖、酵素、生物活性物質的生產以及環保、生物防治等領域。目前 *A. pullulans* 生產之 pullulan 與 β -glucan 經衛生福利部食品藥物管理署核准為可供食品使用原料；因此，生長快速的 *A. pullulans* 更能彰顯出其產業開發的價值。

本所生物資源保存與研究中心多年來持續收存累計 300 多株 *Aureobasidium pullulans* 相關菌株建構專案保存菌種庫 (special collection)，同時為提升菌種價值及協助產業創新，積極開發相關篩選平台，於本土黑酵母菌群中篩選出水溶性 β -葡聚糖之高產菌株，並建立 β -葡聚糖的製程條件，包括發酵生產及回收製程。鑑於黑酵母之應用潛力，更於 102 年度引進國立新竹教育大學李清福教授收集之本土 *A. pullulans* 相關菌種共計 170 株，擴增菌種庫之遺傳多樣性，期能以具有差異化的優質菌株做為研發的後盾，提高產業之競爭力。

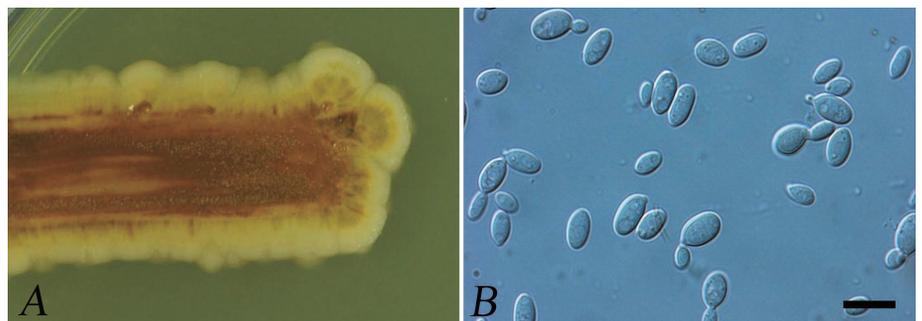


圖 1、黑酵母形態特徵。

A: 於 malt extract agar 25°C 培養 7 天之菌落形態；
B: 出芽的分生孢子 (Bar= 10 μ m)。

蟬花 - 長在蟬上的蟲草

生資中心 / 研究員
謝松源

蟬花 (the cicadae flower, Chanhua、Sandwhe) 是麥角菌科 (Clavicipitaceae) 蟲草屬 (*Cordyceps* genera) 真菌寄生於蟬科 (Cicadidae) 昆蟲之若蟲上，由蟲體長出單一或多分支的子座，狀似開花，故稱蟬花。蟬花包含蟲草屬真菌的子座與寄主若蟲蟲體兩部分，蟲體部分通常維持若蟲形態，保留相當完整，蟲體內充滿真菌菌絲，而子座之上半部形成產孢構造，視真菌種類不同，子座形態亦有很大差異，包括單一或分岔棍棒狀、叢生棒狀、或多分枝成花蕊狀等形態相當多樣。

在蟬的生活史中絕大部分時間是以若蟲的形態生活於地表下，有時可長達五至十數年，之後爬出地面於樹幹上完成最後一次脫殼成為成蟲，雄蟲於交配後不久便死去，雌蟲於產卵後很快也會死亡。蟬卵孵化後若蟲進入地表下，生活於地底下的漫長時間中，很有機會接觸到蟲草屬真菌而被感染，當真菌菌絲侵入蟲體，便以蟲體為營養來源供其菌絲生長直至充滿整個蟲體。通常在夏季，這些埋於地表下數公分處被蟲草屬真菌寄生的蟬之若蟲蟲體會由頭部（有時由腹部）開始長出子實體，直至上半部露出地面約一至數公分，並發育成產孢構造，產生有性或無性的孢子。子實體形態與蟲草屬的種類有關，不過同一種蟲草的子實體形態亦有相當變化。

全世界已知蟬的種類有兩千多種，到底有多少種會被真菌感染而形成蟬花尚不清楚。但中國對於金蟬花 *Isaria cicadae* 的調查中發現 *I. cicadae* 可在竹蟬 (*Platylomia pileri*)、山蟬 (*Cicada flammata*)、蟪蛄 (*Platyleura kaempferi*)、雲南黑蟬 (*Cicadatra shaluensis*)、草蟬 (*Mogannia conica*)、小鳴蟬 (*Oncotympana ella*) 和透翅蟬 (*Hyalessa ronsnana*) 等七種蟬上發現。另外，可被稱為蟬花的真菌種類可能不少，目前蟲草屬真菌中已被記錄可寄生於蟬科若蟲身上的至少有十幾個種。除了中國常見的 *I. cicadae* 外，日本學者 Kobayashi 及 Shimizu 於 1963 年列出另外十六種可以寄生於蟬上的蟲草真菌，蟬花可說是這些寄生於蟬的蟲草之總稱。其中分布較廣，最常被記錄的蟬花種類是 *Cordyceps sobolifera*，又被稱為小蟬花、土蟬花。最早的紀錄是由 W. Watson 於 1763 年在西印度群島的 Dominica 及 Martinique 發現。分布相當廣泛，包括於非洲馬達加斯加島、中國的廣東、福建、日本、我國台灣本島等皆有被採集到的紀錄。其地理分布多屬於溫暖地帶，在台灣採集到的 *C. sobolifera* 子實體大都發生於春末至夏中，無性世代目前被紀錄為 *Beauveria sobolifera*，不過可能還需要進一步確認。

在中國大陸較常見及研究較

多的蟬花種類是 *I. cicadae* 稱為蟬棒束孢霉，俗稱金蟬花、竹蟬花菌等，多以無性世代存在，有性世代被認為是 *Cordyceps cicadae* 被稱為大蟬草，則較不常見。分布範圍廣泛，包括安徽、四川、雲南、江蘇、浙江、福建、廣東等中國南方氣候較溫暖潮濕的省份，故有「南方蟲草」之稱，於平地至海拔 500 公尺以下地區較常見。子實體長出的季節多在夏季 6、7 月份左右。另外巴西及澳洲東部亦有記載，我國在新北市亦有分離到的紀錄。在韓國及日本，研究較多的蟬花種類是稱為 *Isaria sinclairii* 辛克萊棒束孢霉。有性世代為 *Cordyceps sinclairii* (Berk.) Petch，分布於韓國、日本、紐西蘭等。有文獻認為 *I. sinclairii* 辛克萊棒束孢霉是蟬棒束孢霉 (*I. cicadae*) 的同物異名，則尚待進一步確認。

蟬花亦如冬蟲夏草般，也被記載為一種中藥材。最早記載出現於 1500 年前南北朝時期雷斅的《雷公炮炙論》，比冬蟲夏草早近八百年。另外北宋中葉蘇頌的《圖經本草》及明代李時珍的《本草綱目》亦有蟬花的記載。本草綱目中記載蟬花主治小兒天吊、驚癇、心悸、夜啼，是治療小兒用的藥物。其他記載中還包含如明目、散風熱、鎮驚等功能。中國醫書上所指的蟬花被認為指的是金蟬花 *I. cicadae* (蟬棒束孢霉)。但亦提到另有一種小蟬花，又名土蟬花，主產廣東、福建，同作蟬花入藥，指的應是 *C. sobolifera*。現代藥理學實驗指出，蟬花及其人工培養物具有明顯的鎮痛、解熱、調節免疫、改善腎功能和抗腫瘤等功效。尤其在免疫調節作用和改善腎功能方面，有學者認為蟬花的效果與冬

蟲夏草相當或更好。另外亦有文獻報導蟬花還有其他包括明目、抗疲勞、抗衰老、促進造血功能、殺蟲及抑菌、降血脂、降血糖、降血壓、抗輻射、調節神經系統、調節脂類代謝等多種功能。日本學者 Fujita 由 *I. sinclairii* 辛克萊棒束孢霉中開發一種免疫抑制劑多球殼菌素 myriocin (ISP-1)，可用於器官移植如抑制腎臟移植後的排斥及治療自體免疫症如紅斑性狼瘡。日本吉福製藥公司利用 myriocin 進行一系列化學結構修飾而合成的一種新型免疫抑制劑 Fingolimod (芬戈默德) 可治療多發性硬化症的口服新藥，已由諾藥廠 (Novartis AG) 完成臨床試驗，在美、加、歐盟申請製造、上市，「芬戈默德」並被發現對位於治療心臟衰竭和心律失常具有潛力。

在眾多蟲草種類中，蟬花與冬蟲夏草、蛹蟲草等相較，顯得較為陌生，不為人所熟知，但其開發潛力值得深入探究。眾所周知，冬蟲夏草具有調節免疫功能、保肺、益腎、抗衰老、增強肌耐力等多種活性，但因名氣大，產區侷限於青康藏高原，尼泊爾等高原區，近年因過度挖採，產量大幅減少，再加上人為炒作，目前價比黃金，高品質者每公克達 1000 人民幣 (每公斤約高達 400-500 萬台幣)，並非一般人所能夠作為保健品消費食用。此外，冬蟲夏草菌株生長相當慢，以發酵手段進行生產，亦有相當瓶頸。由於冬蟲夏草的傳奇珍貴及蛹蟲草的人工繁殖成功的鼓舞，對於其他蟲草的開發逐漸受到重視，包括尋求冬蟲夏草的其他替代產品，或企圖開發新穎蟲草之功能，蟬花應受到特別重視，除了古籍中已提到可作為藥用蟲草外，近

代的研究也顯示其具有多種藥理功效，其中有許多功能與冬蟲夏草近似，皆顯示蟬花蟲草具有相當高的研究開發潛力及產業價值。

Reference :

陳勁初。2012。南方蟲草之后。元氣齋。台灣台北市。

Kobayasi Y and Shimizu D. 1963. Monographic studies of *Cordyceps* 2. Group parasitic on Cicadae. Bull. Nat. Sci. Mus. Vol. 6. (3) : 286-314.

Liu ZY, Liang ZQ, Whalley AJS, Liu AY and Yao YJ. 2001. A new species of *Beauveria*, the anamorph of *Cordyceps sobolifera*. Fungal Diversity 7 : 61-70.

Sung GH, Hywel-Jones NL, Sung JM, Luangsa-ard JJ, Shrestha B and Spatafora JW. 2007. Phylogenetic classification of *Cordyceps* and the clavicipitaceous fungi. Studies in Mycology 57: 5-59.



圖 1、採集於台灣新北市的蟬花 *Isaria cicadae*



圖 2、採集於台灣花蓮的蟬花 *Cordyceps sobolifera*



圖 3、英國 Kew 植物園標本館的蟬花標本，標示為 *Cordyceps sinclairii*

產油酵母菌之應用 -- 生質柴油

生資中心 / 技師
陳漢根

石油價格高漲，替代能源興起，全球需要新的能源，生質柴油 (Biodiesel) 因此應運而生。生質柴油可使用植物油脂、動物油脂、廢棄油脂、微生物油脂 (Microbial lipid) 之脂肪酸作為原料，進行油脂轉酯化反應 (Transesterification) 以生合成脂肪酸酯 (如圖一所示)，即生質柴油。生質柴油主要的成分為脂肪酸甲酯或脂肪酸乙酯，由於脂肪酸酯之物理及化學性質與柴油 (Diesel) 相近 (賈等，2014；陳，2008；Meng *et al.*，2009)，具備經濟及戰略上之價值，故已成為全球科學家及各國重點研究之發

展項目，亦是重要的研究議題及投資標的。

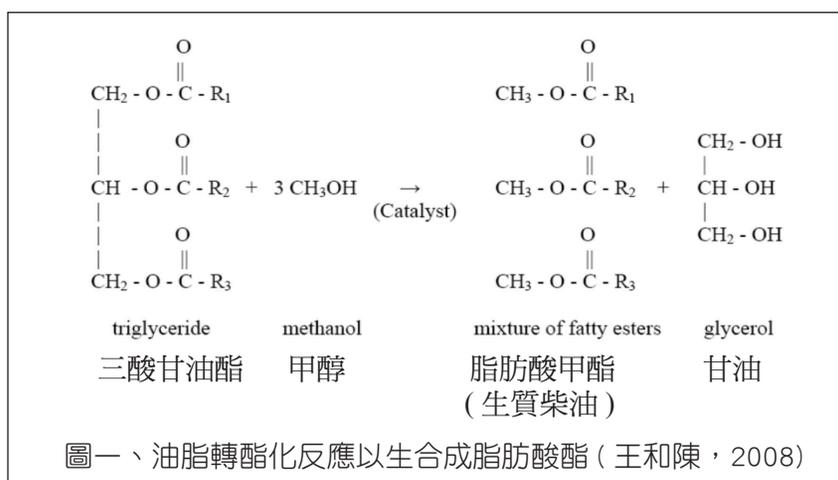
一、新興的油脂原料 -- 微生物油脂

微生物油脂又稱單細胞油脂 (Single cell oils)，包括酵母菌 (Yeast)、真菌類 (Fungi) 油脂 (含量約 50%~70%)、微藻類 (Microalgae) 油脂 (含量約 30%~60%)、細菌類 (Bacterium) 油脂 (含量約 20%~40%) (賈等，2014；Meng *et al.*，2009)，而不同微生物之油脂含量如表一所示，而油脂脂肪酸組成及含量如表二所示 (Meng *et al.*，2009)。

二、產油酵母菌

產油酵母菌 (Oleaginous yeast) 之定義為乾重菌體之油脂含量超過 20%(w/w) 以上之酵母菌，而常見代表性之產油酵母菌種包括 *Candida curvata*、*Candida tropicalis*、*Cryptococcus curvatus*、*Lipomyces starkeyi*、*Rhodotorula glutinis*、*Rhodospiridium toruloides*、*Yarrowia lipolytica* (*Candida lipolytica*)、*Trichosporon fermentans* 等 (Ami *et al.*，2014；Leiva-Candia *et al.*，2014；Tanimura *et al.*，2014)。而不同產油酵母菌以不同培養基培養之脂肪酸組成及含量如表三所示，其脂肪酸組成依含量排序主要為 C18:1、C16:0、C18:2、C18:0 (Leiva-Candia *et al.*，2014)。

2014 年日本研究團隊一日本京都大學 (Kyoto University)、



表一、微生物之油脂含量 (Meng *et al.*，2009)

Oil content of some microorganisms

Microorganisms	Oil content (% dry wt)	Microorganisms	Oil content (% dry wt)
Microalgae		Yeast	
<i>Botryococcus braunii</i>	25-75	<i>Candida curvata</i>	58
<i>Cylindrotheca</i> sp.	16-37	<i>Cryptococcus albidus</i>	65
<i>Nitzschia</i> sp.	45-47	<i>Lipomyces starkeyi</i>	64
<i>Schizochytrium</i> sp.	50-77	<i>Rhodotorula glutinis</i>	72
Bacterium		Fungi	
<i>Arthrobacter</i> sp.	>40	<i>Aspergillus oryzae</i>	57
<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	27-38	<i>Mortierella isabellina</i>	86
<i>Rhodococcus opacus</i>	24-25	<i>Humicola lanuginosa</i>	75
<i>Bacillus alcalophilus</i>	18-24	<i>Mortierella vinacea</i>	66

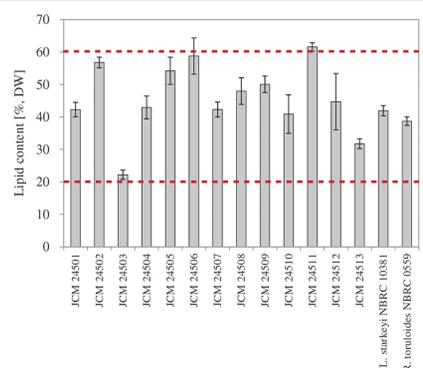
表二、微生物之油脂脂肪酸組成及含量 (Meng *et al.*，2009)

Lipid composition of some microorganisms

Microorganisms	Lipid composition (w/total lipid)					
	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3
Microalga	12-21	55-57	1-2	58-60	4-20	14-30
Yeast	11-37	1-6	1-10	28-66	3-24	1-3
Fungi	7-23	1-6	2-6	19-81	8-40	4-42
Bacterium	8-10	10-11	11-12	25-28	14-17	-

表三、不同產油酵母菌以不同培養基培養之脂肪酸組成及含量 (Leiva-Candia *et al.*, 2014)

Strains	Substrate	Fatty acids composition (% wt/wt)						
		C16:0	C18:0	C16:1	C18:1	C18:2	C18:3	Others
<i>Candida boidinii</i> ATCC 32195	Raw glycerol	17.9	12.0	6.8	47.7	15.6	-	-
<i>Candida curvata</i> NRRL-Y 151	Raw glycerol	28.0	12.5	-	47.6	12.0	-	-
<i>Candida lipolytica</i>	Molasses	21.6	27.1	5.2	19.0	12.0	-	15.1
<i>Candida oleophila</i> ATCC 20177	Raw glycerol	12.9	6.6	2.5	65.6	11.0	-	1.4
<i>Candida pulcherrima</i> LFM 1	Raw glycerol	24.0	4.7	4.6	48.0	15.3	-	3.4
<i>Candida tropicalis</i>	Molasses	29.7	56.2	5.0	2.9	-	-	5.3
<i>Cryptococcus albidus</i> ATCC 10672	Volatile fatty acids	16.1	5.14	-	17.7	61.1	-	-
<i>Cryptococcus curvatus</i> ATCC 20509	Crude glycerol from yellow grease	23	16.7	0.9	39.6	15.2	15.2	0.66
<i>Cryptococcus curvatus</i> ATCC 20509	Hydrogen production effluent + acetic acids	22.4	17.7	0.3	44.9	10.8	1.1	0.8
<i>Cryptococcus curvatus</i> MUCL 29819	Acetic acid	24	6	-	36	15	13	-
<i>Cryptococcus curvatus</i> TYC-19	Beet molasses	3.5	<0.1	<0.1	41.2	48.1	7.2	-
<i>Cryptococcus curvatus</i> TYC-19	Cheese whey	3.4	0.4	0.7	43.2	46.4	5.9	-
<i>Lipomyces starkeyi</i>	Olive oil mill wastewaters	19.1	8.5	0.5	49.1	18.8	3.5	<1.3
<i>Lipomyces starkeyi</i> AS 2.1560	Cellobiose	38.3	5.4	2.9	51.2	-	-	1.7
<i>Lipomyces starkeyi</i> AS 2.1560	Cellobiose/glucose/xyllose	38.0	4.2	3.7	51.7	-	-	1.3
<i>Lipomyces starkeyi</i> DSM 70295	Sewage sludge	55.93	13.8	1.85	25.89	0.1	0.12	2.41
<i>Yarrowia lipolytica</i>	Glycerol + Volatile fatty acids mixture of acetic, propionic and butyric acid.	14.9	28.1	5.2	25.1	17.6	-	9.1
<i>Yarrowia lipolytica</i>	Glucose + Volatile fatty acids mixture of acetic, propionic and butyric acid.	22.6	39.0	4.4	23.1	10.9	-	-
<i>Zygosaccharomyces rouxii</i> LFM 3	Raw glycerol	12.6	4.7	11.5	53.4	15.4	-	2.4
<i>Rhodotorula</i> sp. LFM 22	Raw glycerol	21.7	7.4	1.1	55.9	12.4	-	1.5
<i>Rhodotorula</i> sp. LFM 6	Raw glycerol	20.4	6.7	1.12	50.6	16.0	-	5.18
<i>Yarrowia lipolytica</i> LFM 19	Raw glycerol	21.2	11.2	10.3	31.7	25.6	-	-
<i>Pichia membranifaciens</i> LFM 8	Raw glycerol	12.6	4.1	1.2	68.2	13.9	-	-
<i>Yarrowia lipolytica</i>	Chicken products fat	23.40	5.83	-	45.31	22.91	-	2.55
<i>Yarrowia lipolytica</i>	Waste oil from frying fish	22.87	5.15	-	35.46	18.90	-	17.62
<i>Yarrowia lipolytica</i>	Meat Products fat	14.82	3.89	-	36.72	15.76	-	28.81
<i>Yarrowia lipolytica</i>	Waste oil from frying vegetables	19.87	5.52	-	50.48	16.63	-	7.5
<i>Rhodotorula glutinis</i> TISTR 5159	Palm oil mill effluent	20.37	10.33	0.83	47.88	7.31	0.85	12.43
<i>Rhodotorula glutinis</i> TISTR 5159	Crude glycerol	16.80	3.68	0.81	45.75	17.92	4.33	10.71
<i>Rhodotorula glutinis</i>	Corn stover hydrolysate	20.51	7.16	-	42.12	17.15	2.89	10.17
<i>Yarrowia lipolytica</i> ACA-YC 5033	Crude glycerol	9.9	7.3	10.7	61.1	11.0	-	-
<i>Yarrowia lipolytica</i> LFM 19	Crude glycerol	17.8	8.9	8.3	35.7	29.3	-	-
<i>Yarrowia lipolytica</i> LFM 20	Crude glycerol	16.4	9.0	10.6	47.0	17.0	-	-
<i>Rhodotorula mucilaginosa</i> T1Y15a	Hydrolysate of cassava starch	22.3	5.2	1.8	63.5	5.7	-	1.5
<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	Molasses	26.2	37.3	-	22.3	6.5	-	2.8
<i>Rhodospiridium toruloides</i> AS2.1389	Crude glycerol from alkaline-catalysed biodiesel production process	29.1	17.8	1.0	38.1	9.7	2.6	1.6
<i>Rhodospiridium toruloides</i> AS2.1389	Crude glycerol from enzyme-catalysed biodiesel production process	29.2	13.9	1.0	41.4	10.4	2.9	1.3



Lipid productivity (lipid concentration per day) and biomass concentration of 12 selected oleaginous yeast strains and 2 control strains after a 4-day culture. Data are mean ± standard deviation of three assays.

Strain	Lipid productivity (g/L/day)	Biomass concentration (g/L)
JCM 24502	0.35 ± 0.05	2.44 ± 0.36
JCM 24503	0.14 ± 0.02	2.46 ± 0.05
JCM 24504	0.21 ± 0.03	1.98 ± 0.54
JCM 24505	0.30 ± 0.11	2.18 ± 0.64
JCM 24506	0.29 ± 0.07	2.00 ± 0.43
JCM 24507	0.26 ± 0.04	2.43 ± 0.20
JCM 24508	0.31 ± 0.08	2.52 ± 0.39
JCM 24509	0.30 ± 0.02	2.16 ± 0.12
JCM 24510	0.16 ± 0.05	1.59 ± 0.15
JCM 24511	0.34 ± 0.04	2.23 ± 0.29
JCM 24512	0.37 ± 0.15	3.27 ± 0.35
JCM 24513	0.22 ± 0.03	2.76 ± 0.48
<i>L. starkeyi</i> NBRC 10381	0.14 ± 0.02	1.39 ± 0.25
<i>R. toruloides</i> NBRC 0559	0.12 ± 0.01	1.25 ± 0.06

圖二、產油酵母菌分離株之油脂含量及產率 (Tanimura *et al.*, 2014)

表四、產油酵母菌分離株及其脂肪酸成分與含量 (Tanimura *et al.*, 2014)

Fatty acid composition of 12 selected oleaginous yeast strains and 2 control strains after a 4-day culture. Data are mean ± standard deviation of three assays.

	C12:0 lauric	C14:0 myristic	C16:0 palmitic	C16:1 palmitoleic	C18:0 stearic	C18:1 oleic	C18:2 linoleic	C18:3 linolenic	C22:0 behenic	C24:0 lignoceric
JCM 24502	0.01 ± 0.01	0.38 ± 0.03	3.00 ± 0.13	0.13 ± 0.02	19.18 ± 0.43	69.02 ± 0.28	4.28 ± 0.23	0.45 ± 0.03	1.95 ± 0.01	1.61 ± 0.14
JCM 24503	0.11 ± 0.01	1.02 ± 0.10	2.92 ± 0.15	0.67 ± 0.06	9.74 ± 0.91	55.43 ± 1.80	27.44 ± 2.28	0.70 ± 0.11	0.46 ± 0.02	1.53 ± 0.06
JCM 24504	ND	0.37 ± 0.03	2.64 ± 0.06	0.14 ± 0.04	14.07 ± 1.48	72.95 ± 1.25	5.38 ± 0.31	0.82 ± 0.04	2.00 ± 0.13	1.71 ± 0.23
JCM 24505	ND	0.26 ± 0.02	2.39 ± 0.23	0.09 ± 0.02	16.52 ± 1.41	71.68 ± 1.42	4.06 ± 0.15	0.57 ± 0.01	1.84 ± 0.14	2.58 ± 0.31
JCM 24506	ND	0.40 ± 0.01	2.86 ± 0.04	0.09 ± 0.01	22.34 ± 1.06	66.29 ± 1.06	3.43 ± 0.30	0.38 ± 0.04	2.35 ± 0.08	1.86 ± 0.04
JCM 24507	ND	0.39 ± 0.02	2.99 ± 0.08	0.11 ± 0.01	21.48 ± 0.54	65.98 ± 0.57	5.29 ± 0.14	0.40 ± 0.01	2.09 ± 0.04	1.27 ± 0.08
JCM 24508	ND	0.36 ± 0.02	2.87 ± 0.06	0.14 ± 0.01	14.53 ± 0.17	70.48 ± 1.34	7.44 ± 0.98	0.74 ± 0.12	2.16 ± 0.14	1.58 ± 0.18
JCM 24509	ND	0.29 ± 0.02	2.63 ± 0.22	0.11 ± 0.08	25.50 ± 1.21	62.57 ± 0.60	4.24 ± 0.69	0.44 ± 0.09	2.04 ± 0.08	2.25 ± 0.38
JCM 24510	ND	0.15 ± 0.02	1.64 ± 0.13	0.05 ± 0.04	23.70 ± 0.43	62.84 ± 1.17	3.92 ± 0.40	0.67 ± 0.05	3.13 ± 0.16	3.94 ± 0.60
JCM 24511	ND	0.33 ± 0.03	2.75 ± 0.06	0.09 ± 0.01	21.21 ± 0.90	67.37 ± 1.25	3.91 ± 0.39	0.41 ± 0.05	2.13 ± 0.07	1.99 ± 0.09
JCM 24512	0.06 ± 0.01	0.82 ± 0.13	2.95 ± 0.05	0.22 ± 0.02	20.03 ± 0.99	63.09 ± 0.43	9.98 ± 1.41	0.31 ± 0.03	0.95 ± 0.07	1.71 ± 0.28
JCM 24513	0.03 ± 0.02	0.95 ± 0.10	3.51 ± 0.14	0.57 ± 0.07	6.11 ± 0.28	68.95 ± 0.35	18.56 ± 0.15	0.05 ± 0.04	0.24 ± 0.02	1.21 ± 0.09
<i>L. starkeyi</i> NBRC 10381	ND	0.61 ± 0.01	4.34 ± 0.14	4.70 ± 0.17	6.03 ± 0.43	74.08 ± 0.29	6.75 ± 0.60	0.71 ± 0.07	0.51 ± 0.05	2.27 ± 0.04
<i>R. toruloides</i> NBRC 0559	ND	1.31 ± 0.07	1.86 ± 0.10	0.43 ± 0.06	17.60 ± 0.53	64.21 ± 0.54	9.11 ± 1.24	1.64 ± 0.11	1.11 ± 0.02	2.74 ± 0.12

ND: not detected.

日本理化研究所生物資源中心 (RIKEN Bioresource Center)、日本明治藥科大學 (Meiji Pharmaceutical University) 共同發表篩選出產油酵母菌潛力菌株，並應用作為生質柴油的新

原料。而篩選出之產油酵母菌潛力菌株主要為隱球酵母菌屬 (*Cryptococcus* sp.) 之菌株，其油脂含量及產率如圖二所示，菌體脂肪酸組成及含量如表四所示 (Tanimura *et al.*, 2014)，脂肪酸

主要成分為 C18:1 oleic acid (油酸)、C18:2 linoleic acid (亞麻油酸)、C18:0 stearic acid (硬脂酸)，整體評估油脂含量及產率，以下列 3 株產油酵母菌分離株較佳：

- (1) *Cryptococcus* sp. JCM 24502: 油脂含量 56.77±2.80% (w/w)，油脂產率 0.35±0.05 g/L/day。
- (2) *Cryptococcus* sp. JCM 24511: 油脂含量 61.53±2.25% (w/w)，油脂產率 0.34±0.04 g/L/day。
- (3) *Cryptococcus musci* JCM 24512: 油脂含量 44.7±15.04% (w/w)，油脂產率 0.37±0.15 g/L/day。

三、生質柴油特性比較

酵母菌油脂生質柴油、植物油脂生質柴油、美國生質柴油標準 (US biodiesel standard ASTM D6751) 及歐洲生質柴油標準 (EU biodiesel standard EN 14214) 之比較，如表五所示 (Tanimura *et al.*, 2014)，包括黏度、比重、雲點、十六烷值、碘值、高熱值等 (Leiva-Candia *et al.*, 2014; Tanimura *et al.*, 2014)，指標項目說明如下：

(一) 黏度 (Viscosity)：

1. 不同產油酵母菌油脂生質柴油之黏度值介於 4.53~4.75 間 (參見表五)。
2. 植物油脂生質柴油
 - (1) 油菜籽油 (Rapeseed oil) 生質柴油：黏度值 4.40。
 - (2) 麻瘋樹油 (*Jatropha* oil) 生質柴油：黏度值 4.48。
3. 國際規範生質柴油標準
 - (1) 美國生質柴油標準 (US biodiesel standard ASTM D6751)：黏度標準值為 1.9~6.0。
 - (2) 歐洲生質柴油標準 (EU biodiesel standard EN 14214)：

表五、酵母菌油脂生質柴油 / 植物油脂生質柴油之特性比較 (Tanimura *et al.*, 2014)

Comparisons of biodiesel properties from oleaginous yeasts with rapeseed oil and jatropha oil and the US biodiesel and EU biodiesel standards.

	Viscosity (mm/s ²)	Specific gravity	Cloud point (°C)	Cetane number	Iodine number	HHV (MJ/kg)
JCM 24502	4.71	0.8769	9.43	57.60	71.51	39.93
JCM 24503	4.49	0.8788	4.89	55.34	96.81	40.52
JCM 24504	4.66	0.8773	8.47	57.12	76.90	40.05
JCM 24505	4.69	0.8771	9.10	57.43	73.40	39.97
JCM 24506	4.74	0.8767	10.06	57.92	68.03	39.84
JCM 24507	4.71	0.8769	9.59	57.68	70.62	39.90
JCM 24508	4.65	0.8774	8.28	57.03	77.95	40.08
JCM 24509	4.75	0.8766	10.31	58.04	66.62	39.81
JCM 24510	4.75	0.8766	10.28	58.03	66.81	39.81
JCM 24511	4.72	0.8768	9.78	57.77	69.61	39.88
JCM 24512	4.67	0.8772	8.75	57.26	75.33	40.02
JCM 24513	4.53	0.8785	5.73	55.75	92.13	40.41
<i>L. starkeyi</i> NBRC 10381	4.61	0.8778	7.38	56.58	82.93	40.20
<i>R. toruloides</i> NBRC 0559	4.65	0.8774	8.27	57.02	77.99	40.08
Rapeseed oil	4.40	0.8796	2.93	54.35	107.76	40.78
	(4.50)	(0.879)	(-3)	(53.7)	(116.1)	(41.1)
Jatropha oil	4.48	0.8789	4.67	55.23	98.02	40.55
	(4.75)	(0.876)	(5)	(55.7)	(109.5)	(40.7)
US biodiesel standard ASTM D6751	1.9-6.0	-	-	47 min	-	-
EU biodiesel standard EN 14214	3.5-5.0	0.86-0.9	-	51 min	120 max	-

備註：

- (1) Viscosity (mm/s²): 黏度，美規生質柴油標準值為 1.9 ~ 6.0；歐規生質柴油標準值為 3.5 ~ 5.0。
- (2) Specific gravity: 比重，美規生質柴油標準值為 0.84 ~ 0.90 (Huang, 2010)；歐規生質柴油標準值為 0.86 ~ 0.90。
- (3) Cloud point (°C): 雲點 (霧點)。油脂冷卻時，開始變為朦朧霧狀的溫度。
- (4) Cetane number: 十六烷值，美規生質柴油十六烷值須 >47；歐規生質柴油十六烷值須 >51。
- (5) Iodine number: 碘值，100g 油脂所吸收碘的質量 (g)。歐規生質柴油標準值須 <120。
碘值越大，油脂的不飽和程度越大；碘值越小，油脂的不飽和程度越小。
- (6) HHV (higher heating value): 高熱值。

黏度標準值為 3.5~5.0。

因此，酵母菌油脂生質柴油之黏度符合美規及歐規生質柴油標準。

(二) 比重 (Specific gravity): 相對密度

1. 不同產油酵母菌油脂生質柴油之比重值介於 0.8766~0.8788 間 (表五)。

2. 植物油脂生質柴油

(1) 油菜籽油 (Rapeseed oil) 生質柴油: 比重值 0.8796。

(2) 麻瘋樹油 (Jatropha oil) 生質柴油: 比重值 0.8789。

3. 美規生質柴油比重標準值為 0.84~0.90 (Huang, 2010)；歐規生質柴油比重標準值為 0.86~0.90。

因此，酵母菌油脂生質柴油之比重符合美規及歐規生質柴油標準。

(三) 雲點 (Cloud point): 油脂

冷卻時，開始變為朦朧霧狀的溫度。

1. 不同產油酵母菌油脂生質柴油之雲點溫度介於 4.89%~10.31% 間 (表五)。

2. 植物油脂生質柴油

(1) 油菜籽油 (Rapeseed oil) 生質柴油: 雲點溫度為 2.93°C。

(2) 麻瘋樹油 (Jatropha oil) 生質柴油: 雲點溫度為 4.67°C。

因此，酵母菌油脂生質柴油之雲點溫度較植物油脂生質柴油之雲點溫度略高一些，主要原因是部分酵母菌之飽和脂肪酸含量較多，故雲點溫度較高。

不同 B100 生質柴油之雲點、流動點 (Pour Point)、冷濾點 (Cold filter plugging point, CFPP) 之溫度值比較，如表六所示，而表六中生質柴油之原料油包括黃豆油 (Soy oil)、芥花油 (Canola oil)、豬油 (Lard oil)、食用牛油 (Edible

tallow oil)、非食用牛油 (Inedible tallow oil) 及黃油 (Yellow grease oil) 等。一般而言，標示 B2 乃指傳統柴油中添加 2% 生質柴油，B20 乃指傳統柴油中添加 20% 生質柴油，而 B100 是指含量 100% 之生質柴油。

由表六中之數據得知，植物油脂生質柴油之雲點、流動點、冷濾點的溫度值均較動物性油脂生質柴油低，這個特性與原料油脂中之不飽和脂肪酸及飽和脂肪酸含量有絕對的關係，亦關係著該生質柴油是否適合於低溫環境下使用。原料油中不飽和脂肪酸含量高，所生合成的生質柴油之雲點、流動點、冷濾點的溫度值較低，於氣溫較低溫之環境下生質柴油仍維持液體狀，且保有流動性；但若原料油中飽和脂肪酸含量較高，則生合成的生質柴油之雲點、流動點、冷濾點的溫度

表六、不同 B100 生質柴油之雲點、流動點、冷濾點比較

Cold Flow Data for Various B100 Fuels						
Test Method	Cloud Point ASTM D2500		Pour Point ASTM D97		Cold Filter Plug Point ASTM D4539	
	°F	°C	°F	°C	°F	°C
B100 Fuel						
Soy Methyl Ester	36	2	30	-1	28	-2
Canola Methyl Ester	27	-3	25	-4	25	-4
Lard Methyl Ester	57	14	52	11	52	11
Edible Tallow Methyl Ester	68	20	55	13	57	14
Inedible Tallow Methyl Ester	73	23	46	8	50	10
Yellow Grease 1 Methyl Ester	108	42	54	12	52	11
Yellow Grease 2 Methyl Ester	46	8	46	8	34	1

資料來源：U.S. Department of Energy.

<http://www.eere.energy.gov/biomass/pdfs/36182.pdf>

備註：

(1) Cloud point：雲點（霧點），為油脂冷卻時，開始變為朦朧霧狀的溫度。

(2) Pour Point：流動點，當油料冷卻至某溫度後，將失去其流動性，此溫度稱之為流動點。

(3) Cold filter plugging point (CFPP)：冷濾點，柴油通過柴油發動機供油系統時能造成濾網堵塞的最高溫度。

值較高，故當天候氣溫較低時，生質柴油會開始呈現霧化、渾濁、失去流動性，甚至凝固堵塞而造成油管油路不順。故原料油脂之不飽和程度 (Unsaturation degree) 實關係著生質柴油的雲點、流動點、冷濾點的溫度值，是 B100 生質柴油非常重要且關鍵性的特性指標 (Leiva-Candia *et al.*, 2014)。

(四) 十六烷值 (Cetane number)：

十六烷值為評定燃油自燃性的指標。規定著火性能極好的正十六烷 (Hexadecane 或稱 Cetane, $C_{16}H_{34}$) 的十六烷值為 100，規定著火性能極差的 α - 甲基萘 (1-Methylnaphthalene, $C_{10}H_7CH_3$) 的十六烷值為 0，將正十六烷和 α - 甲基萘按不同比例配成混合物作為標準燃料。當被測試燃料與某一配比的標準燃料的著火性能相當，而這種標準燃料中十六烷所占容積百分數為 $x\%$ 時， x 即為被試燃料的十六烷值 (維基百科, <http://zh.wikipedia.org>；

十六烷值, <http://www.dictall.com/indu49/20/4920214CC56.htm>)。而一般柴油機燃油的十六烷值在 40 ~ 60 範圍之內。

1. 不同產油酵母菌油脂生質柴油之十六烷值介於 55.34~58.04 間 (參見表五)。

2. 植物油脂生質柴油

(1) 油菜籽油 (Rapeseed oil) 生質柴油之十六烷值為 54.35。

(2) 麻瘋樹油 (Jatropha oil) 生質柴油之十六烷值為 55.23。

3. 美規生質柴油十六烷值須 >47；歐規生質柴油十六烷值須 >51。

因此，酵母菌油脂生質柴油之十六烷值符合美規及歐規生質柴油標準。

(五) 碘值 (Iodine number)：又稱碘價，即 100g 油脂所吸收碘的質量 (g)。碘值越大，油脂的不飽和程度越大；碘值越小，油脂的不飽和程度越小。

1. 不同產油酵母菌油脂生質柴油

之碘值介於 66.62~96.81 間 (表五)。

2. 植物油脂生質柴油

(1) 油菜籽油 (Rapeseed oil) 生質柴油之碘值為 107.76。

(2) 麻瘋樹油 (Jatropha oil) 生質柴油之碘值為 98.02。

3. 美規生質柴油標準無規範碘值；歐規生質柴油標準碘值須 <120。

因此，酵母菌油脂生質柴油之碘值雖符合歐規生質柴油標準，但其碘值明顯比植物油脂 (油菜籽油及麻瘋樹油) 生質柴油之碘值數值低很多，表示油菜籽油 (Rapeseed oil) 及麻瘋樹油 (Jatropha oil) 油脂的不飽和程度較高；而酵母菌油脂的不飽和程度較低，當然植物油脂生質柴油的雲點的溫度值會較低；而酵母菌油脂生質柴油的雲點的溫度值較高，故原料油脂之不飽和程度關係著生質柴油的雲點的溫度值 (Leiva-Candia *et al.*, 2014)。

(六) HHV (higher heating value)：高熱值。

燃燒所產生的水份似液態的形式存於產物中，此時所獲得之熱值稱為高熱值或高位發熱量；而燃燒所產生的水份以蒸氣的形式存於產物中，稱為低熱值或低位發熱量 (lower heating value, LHV)。

1. 不同產油酵母菌油脂生質柴油之高熱值介於 39.81~40.08 間 (表五)。

2. 植物油脂生質柴油

(1) 油菜籽油 (Rapeseed oil) 生質柴油之高熱值為 40.78。

(2) 麻瘋樹油 (Jatropha oil) 生質柴油之高熱值為 40.55。

3. 美規及歐規生質柴油標準皆無高熱值規範。

因此，酵母菌油脂生質柴油

之高熱值與植物油脂生質柴油之高熱值差異不大。

四、結語

1. 產油酵母菌之脂肪酸可作為生產生質柴油之原料，唯酵母菌菌株於篩選上應挑選油脂含量高及產率較高，且不飽和脂肪酸成分含量較高之酵母菌為佳。
2. 酵母菌之脂肪酸組成主要為 C18:1、C16:0、C18:2、C18:0，而微藻類之脂肪酸組成主要為 C18:1、C16:1、C18:3、C16:0、C18:2。
3. 2014 年日本研究團隊發表之產油酵母菌潛力菌株主要為隱球酵母菌屬 (*Cryptococcus sp.*) 菌株，其主要脂肪酸成分為 C18:1 oleic acid、C18:2 linoleic acid、C18:0 stearic acid，可應用作為生質柴油的原料。
4. 酵母菌為異營性微生物，營養需求較自營性微生物微藻類高。為降低酵母菌油脂生質柴油的生產成本，建議以農業或工業廢棄的碳源及氮源作為原料培養酵母菌，即以廢棄資源再利用以生產微生物酵母菌油脂，一則減少廢棄物排放污染環境，二則以作為生產生質柴油的原料。

五、參考文獻

1. Ayumi Tanimura, Masako Takashima, Takashi Sugita, Rikiya Endoh, Minako Kikukawa, Shino Yamaguchi, Eiji Sakuradani, Jun Ogawa, Jun Shima. 2014. Selection of oleaginous yeasts with high lipid productivity for practical biodiesel production. *Bioresource Technology*. 153:230-235.
2. D.E. Leiva-Candia, S. Pinzi, M.D. Redel-Macias, Apostolis Koutinas, Colin Webb, M.P. Dorado. 2014. The potential for agro-industrial waste utilization using oleaginous yeast for the production of biodiesel. *Fuel* 123:33-42.
3. Diletta Ami, Riccardo Posterl, Paolo Mereghetti, Danilo Porro, Silvia Maria Doglia and Paola Branduardi. 2014. Fourier transform infrared spectroscopy as a method to study lipid accumulation in oleaginous yeasts. *Biotechnology for Biofuels*. 7:12-25.
4. GuanHua Huang, Feng Chen, Dong Wei, XueWu Zhang, Gu Chen. 2010. Biodiesel production by microalgal biotechnology. *Applied Energy*. 87:38-46.
5. U.S. Department of Energy. 2004. Biodiesel handling and use guidelines. <http://www1.eere.energy.gov/bioenergy/pdfs/36182.pdf>
6. Xin Meng, Jianming Yang, Xin Xu, Lei Zhang, Qingjuan Nie, Mo Xian. 2009. Biodiesel production from oleaginous microorganisms. *Renewable Energy* 34:1-5.
7. 十六烷值。 <http://www.dictall.com/indu49/20/4920214CC56.htm>。
8. 王曉霞、陳政男。2008。多段式酯轉化反應生產生質柴油之研究。朝陽科技大學應用化學系碩士論文。
9. 陳奕宏。2008。生質柴油原理與特性。國立台北科技大學化學工程與生物科技系教材。 <http://www.cc.ntut.edu.tw/~yhchen1/biodiesel-2.pdf>。
10. 賈彬、王亞南、何蔚紅、劉德海、謝復紅、王繼雯、馮菲、黃瑛。2014。生物柴油新原料——微生物油脂。 *生物技術通報* 第 1 期:19-26。
11. 維基百科。十六烷值 (Cetane number)。 <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%8D%81%E5%85%AD%E7%83%B7%E5%80%BC>

生物資源保存及研究簡訊 第97期

發行者：財團法人 食品工業發展研究所
發行人：陳樹功所長
主編：陳倩琪
編輯：王俐婷、吳柏宏、許璦文、黃學聰

本著作權依補助契約歸屬財團法人 食品工業發展研究所

地址：新竹市食品路 331 號
電話：(03)5223191-6
傳真：(03)5224171-2
承印：國大打字行
電話：(03)5264220
ISSN：1021-7932
GPN：2009001214
中華郵政新竹誌字第0030號
交寄登記證登記為雜誌交寄

