

# 靈芝之活性成分與發酵生產

文・圖／孫璐西（食品科技研究所教授）

在醫藥發達的國家，慢性疾病如高血壓、心臟病、癌症與糖尿病等經常取代傳染性疾病而成為十大死因前幾名。許多慢性病的發生除涉及遺傳基因外，大都與飲食作息有關。在「藥食同源」與「藥補不如食補」的觀念下，具有保健功效的食品或中草藥已成為國人養生保健、遠離疾病的最佳選擇。國內外許多食品公司、藥廠與生技公司也都因應此消費潮流而紛紛投入保健食品的研發與製造。目前我國保健食品市場規模達新台幣230餘億元，其中進口產品占近四成，國內的生產工廠約有140家。許多製造廠家由國外進口原料在國內生產，但是2004年我國保健食品的出口值僅達進口值的1/3左右，未來仍須努力。

政府有鑑於保健食品產業的蓬勃發展及我國傳統中藥的基礎，故於1999年在國科會主導下成立「跨部會保健食品研究開發整合推動委員會」，針對有助於人體健康並可延緩慢性疾病發生的保健食品進行探討，期能提升我國保健食品領域的研發能力並

促成產學合作，以加速我國保健食品產業邁入世界舞台。在眾多對健康有益的中草藥食材中，靈芝是自古以來就被認為具有滋補強壯、延年益壽功效的養生聖品。近年來亦有許多關於靈芝保健功效的科學報導，包括調節免疫力、抑制腫瘤、降低氧化傷害、降血壓、降血脂、抗血栓之形成、降血糖、抗病毒、抗輻射、保護肝臟及抑制緊張情緒等。其活性成分則包括多醣體（特別是活性多醣(1 → 3)-β-D-glucan），三萜類（特別是氧化型三萜），固醇類，小分子蛋白質及有機銻等。



■ 圖1：靈芝子實體之固態培養。



目前靈芝的生產，除了野生靈芝外，可分為兩種方式。一種是以太空包接菌進行固態培養（如圖1），此種生產方式雖然可以得到靈芝的子實體，類似野生靈芝，但是生長期較長，至少需要一個月的時間。另一種方式是於發酵槽中接菌進行液態培養（如圖2），可以工廠化地大量生產，而且生產期短，通常一週至10天即可收穫。一般而言，子實體型態的靈芝其三萜類與多醣體兩種活性成分皆有，而發酵液型態的靈芝則多醣體含量高但不含三萜類活性成分。

我們因此選擇靈芝作為研究對象，首先建立靈芝中活性多醣（並非所有靈芝中多醣都具有生理



■ 圖2：靈芝於發酵槽中之液態培養。

表1：市售靈芝產品總多醣與活性多醣之含量

樣品	總多醣 (mg/g sample)	活性多醣 (mg/g sample)	活性多醣 / 總多醣 (%)
G1	24.8	3.73	15.04
G2	5.0	2.0	40.00
G3	7.5	2.2	29.33
G4	28.1	0.5	1.78
G5	44.7	5.5	12.30
G6	37.1	0.2	0.54
G7	53.6	1.5	2.80
G8	57.1	3.7	6.48
G9	238.8	0.3	0.13
G10	80	2.2	2.75

活性)的快速分析方法，藉以分析各種靈芝產品的活性多醣含量。靈芝多醣已被證實具有免疫調節功能，是以葡萄糖為主的中性多醣，靈芝子實體的多醣約有三分之一為具有 $\beta - (1 \rightarrow 6)$ 分支的 $(1 \rightarrow 3) - \beta - D\text{-glucan}$  (聚葡萄糖)。此種多醣為靈芝中主要之活性多醣，可刺激人體單核細胞分泌腫瘤致死因子TNF- $\alpha$  (tumor necrosis factor- $\alpha$ )。我們所研發出的活性多醣快速分析方法，乃利用螢光染劑 aniline blue 中所含的 sirofluor 會與 $(1 \rightarrow 3) - \beta - D\text{-glucan}$  形成具有專一性的錯合物，此物於激發波長395nm照射下會於495nm放出其特徵螢光，可據以檢測靈芝樣品中是否含有活性多醣，以及其含量之多寡。我們調查了10件市售靈芝產品，發現有一件產品總多醣高達238.8 mg/g，但其中活性多醣的量卻僅有0.3 mg/g；亦有產品總多醣雖然不高(5.0mg/g)，但活性多醣卻有2.0mg/g (表1)。我們的研究也發現以固態培養所得靈芝子實體與液態培養所得之靈芝發酵液，二者所含的活性多醣會隨菌株不同及培養方式之不同而有明顯的差異。子實體的活性多醣分子量較大，但是發酵液的活性多醣含量較高 (表2)。可見靈芝子實體與液態發酵產品之活性多醣無論質與量都有所不同，其生理活性是否



孫璐西 小檔案

**現職：**

國立台灣大學食品科技研究所教授（1982- 迄今）  
International Union of Food Science and Technology 國家代表  
Food Review International(SCI 期刊)編輯委員  
J. of Food and Drug Analysis(SCI 期刊)編輯委員

**學歷：**

美國 RUTGERS UNIVERSITY 食品科學博士（1975）  
美國 UNIVERSITY OF VIRGINIA 化學碩士（1972）  
台灣大學化學學士（1970）

**經歷：**

中華民國食品科學技術學會理事長（1996-1997）  
中國農業化學會理事長（1991-1993）  
國立台灣大學食品科技研究所所長（1988-1991）  
國立台灣大學食品科技研究所副教授（1978-1982）

**榮譽：**

美國食品科技學會 (IFT, USA) Fellow (2004)  
國立台灣大學 88 學年度“教學傑出獎”（2000）  
中華民國食品科技學會“張駟祥教授食品科技學術特殊貢獻獎”  
（1999）  
教育部 81 學年度“教學特優教師”（1993）  
中國農業化學會“學術榮譽獎”（1991）  
中華民國第 11 屆十大傑出女青年（1986）  
中華民國食品科技學會“食品學術榮譽獎”（1985）

亦有差異呢？到底現代工業化以發酵槽方式生產所得到的靈芝液體發酵產品能否媲美傳統的固態培養方式所得的子實體呢？這對於土地與人工皆昂貴但是發酵工業發達的台灣來說是一個值得深究的研究項目。

於是我們邀集了本所（台大食品科技研究所）的5位教授以靈芝作為申請「跨部會保健食品研究開發計畫」的主題，探討以豆科植物為基質的靈芝液態發酵。這項為期三年的研究計劃從2003年8月開始執行，研究團隊包括目前擔任本校教務長的蔣丙煌教授負責液態發酵生產靈芝，張鴻民教授負責探討靈芝的最主要生理活性「調節免疫活性」，沈立言教授負責評估靈芝發酵液的肝臟保健功效及分析三萜含量，呂廷璋教授負責分析靈芝液體發酵過程中活性多醣的變化情形，我本人則就靈芝發酵液的調節血脂與抗動脈硬化功效進行

瞭解，並分析發酵液中來自豆科植物的異黃酮（isoflavones）含量。由於豆科植物含有具抗氧化活性的異黃酮素，我們以豆科植物作為靈芝液體發酵的基質，期望靈芝發酵時所產生的酵素可將異黃酮素轉化為容易被人體吸收利用的「活化異黃酮」。此外，豆科植物中的多醣體亦可能於發酵過程中受酵素作用而有所轉化，並可能與靈芝多醣產生加乘作用。

經過一年多的努力，我們已能大幅提高靈芝發酵液中的活性多醣含量，活性多醣占總多醣的比例高達52.5%（表3），遠高過一般市售靈芝產品（表1）。更令人興奮的是在我們的靈芝液態發酵產品中，發現有三萜類的化合物，此類成分一般只有在靈芝子實體中存在。目前我們正在進行200至500公升中型發酵槽的生產試驗，所得的產物將進行各項生物活性的動物試驗，預期在一年





表 2：靈芝子實體與發酵液中之多醣含量與分子量

樣品	總多醣 (mg/g)	活性多醣 / 總多醣 (%)	平均分子量 (KDa)
子實體			
GL 4	6.07 ± 0.04	11.99 ± 1.49	306
GL 11	11.32 ± 0.08	7.87 ± 0.45	160
發酵液	(mg/ml)	(%)	
GL 4 (5L 發酵槽)	0.89 ± 0.04	10.50 ± 0.75	97
GL 4 (20L 發酵槽)	0.51 ± 0.02	32.58 ± 0.00	105
GL 11 (5L 發酵槽)	0.67 ± 0.05	9.30 ± 1.34	55
GL 11 (20L 發酵槽)	0.63 ± 0.03	5.76 ± 0.07	119

表 3：含豆科植物之靈芝發酵液的多醣分析

樣品	總多醣 (mg/dL)	活性多醣 (mg/dL)	活性多醣 / 總多醣 (%)
5L 發酵槽			
GL-94-03-03	89.4	41.4	46.3
GL-94-03-16	94.1	46.2	49.1
200 L 發酵槽			
GL-93-12-21	446	234	52.5
GL-94-04-10	484	20.2	4.2

後能完成此項三年計畫，屆時期望我們所研發的靈芝液態發酵產品能有較市售靈芝產品更佳保健功效。☞

## 參考文獻

1. Yi-Wei Chang and Ting-Jang Lu, 2004. Molecular characterization of polysaccharides in hot-water extracts of *Ganoderma lucidum* fruiting bodies. *Journal of Food and Drug Analysis*, 12(1): 59-67.
2. 周欣漪。2002。靈芝子實體與液態發酵生成之(1→3)-β-D-葡聚糖的差異性。台灣大學食品科技研究所碩士論文，台北，台灣。
3. 許瑞祥。1995。靈芝的研究現況與展望。生物產業6(4)：289-298。
4. Rongsuey Chyr and Ming-Shi Shiao, 1991. Liquid chromatographic characterization of the triterpenoid patterns in *Ganoderma lucidum* and related species. *Journal of Chromatography*, 542: 327-336.
5. Yihuai Gao and Shufeng Zhou, 2003. Cancer prevention and treatment by *Ganoderma*, a mushroom with medicinal properties. *Food Reviews International*, 19(3): 275-325.

## 捐款芳名錄

94年8～10月

指定用途：贊助台大校友雙月刊出版

張福美 NT\$3,000 郭懿潔 NT\$300 黃科瑜 NT\$1,500  
林左祥 NT\$3,000 許舜欽 NT\$3,000 連照美 NT\$1,200

捐款專戶（支票抬頭亦同）：

財團法人臺灣大學學術發展基金會

Academic Development Foundation, NTU

帳號：華南銀行臺大分行 154200185065

郵政劃撥：16420131

捐款專線：(02) 23623727