

# 發酵槽中氧氣傳遞係數對靈芝多醣產量的影響

陳淑德\*、林玉婷、潘韋仲、趙育彬  
國立宜蘭大學 食品科學系

## 摘要

靈芝中含有能提高人體免疫力，具有抗腫瘤活性的靈芝多醣，本研究之目的是採用大豆粉、玉米粉、葡萄糖為主要的培養液，在5L發酵槽中，針對不同的氧氣傳遞係數進行靈芝深層發酵以生產靈芝多醣。利用氮氣排出法測定發酵槽的氧氣傳遞係數( $K_La$ )，並先分析大豆粉和玉米粉的碳源、氮源、水分含量和油脂含量，發酵過程中，利用酚磺法決定靈芝發酵液的多醣含量，並採用葡萄糖胺來間接定量菌數。結果顯示發酵槽裝液量在2.5L時，通氣量和攪拌速度分別控制在0.6~1.5vvm和50~250rpm時，其 $K_La$ 值介於19和80 $hr^{-1}$ 之間，且發酵槽的通氣量越大及攪拌速度越大，其氧氣傳遞係數也相對提高。培養液主要以玉米粉和葡萄糖提供碳源，而大豆粉提供氮源。在固定通氣量下為1vvm下，增大攪拌速度會使氧氣傳遞係數增大，進而使靈芝多醣產量增加。

## 前言

靈芝多醣體具有抗腫瘤活性、增加免疫力、降血糖及降血壓等功能。靈芝喜歡好氧環境，而發酵槽的攪拌速率和通氣量會影響溶氧量，故氧氣傳遞係數( $K_La$ )會顯著影響靈芝液態發酵生產多醣，而文獻中常用氮氣排出法及亞硫酸酸化法測定發酵槽中的氧氣傳遞係數( $K_La$ )，故本研究之目的是使用氮氣排出法來測定五升攪拌式發酵槽的 $K_La$ 值，並以不同 $K_La$ 數值為條件進行靈芝液態發酵，以期達到最大多醣產量。

## 結果與討論

發酵槽內氧氣濃度隨時間的變化應與氧氣傳遞係數和溶氧濃度有關，其關係式如下：

$$\frac{dC}{dt} = K_La(C^* - C) \quad \int \text{積分可得:} \quad \ln \frac{(C^* - C_t)}{(C^* - C_0)} = -K_La(t - 0)$$

其中 $C^*$ 和 $C$ 分別為平衡和任時間下的溶氧濃度、 $C_0$ 為初始的溶氧濃度，而以 $\ln \frac{(C^* - C_t)}{(C^* - C_0)}$ 對時間 $t$ 作線性回歸後，取其斜率的負值，即可得到 $K_La$ 值。

表一為不同轉速及通氣量下對 $K_La$ 的影響，當通氣量介於0.6~1vvm，攪拌速度介於50~250rpm下，其 $K_La$ 值會介於19~80 $hr^{-1}$ 之間，增加攪拌速度及通氣量，均會增加 $K_La$ 數值。分析培養基的一般成分可知大豆粉是提供氮源，玉米粉可提供碳源和油脂，而分析本實驗室搖瓶的最佳培養液配方之碳氮比為17.33(表二)，以此培養液作為攪拌式發酵槽培養靈芝以生產靈芝多醣，得知當發酵至第三十小時，可達最大靈芝多醣含量(圖六)，並以葡萄糖胺比色法間接定量菌數可知於接種後四十八小時菌量達到0.72%，最後以不同 $K_La$ 為發酵條件，可知當 $K_La$ 值越大，其靈芝多醣產量越大(圖七)。

## 材料與方法

靈芝菌株 (*Ganoderma lucidum*) (BCRC 36123)

大豆粉、玉米粉、葡萄糖為主要的培養液



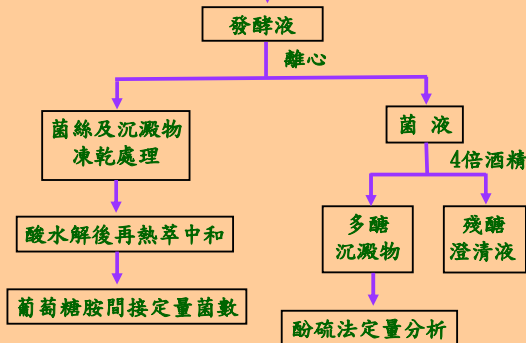
斜面培養



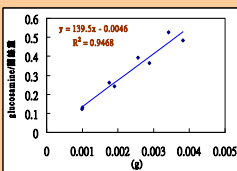
葡萄糖胺比色法



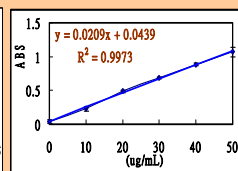
酚磺法



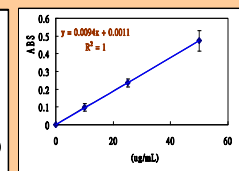
圖一、多醣及菌絲量之分析流程圖



圖二、菌絲標準曲線



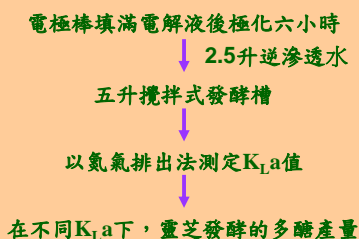
圖三、葡萄糖胺標準曲線



圖四、葡萄糖標準曲線



攪拌式發酵槽



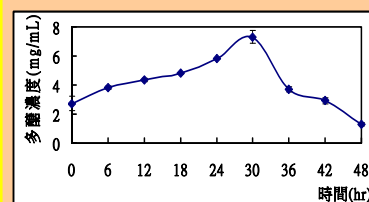
圖五、以 $K_La$ 為條件測定多醣產量之流程圖

表一、不同轉速及通氣量下盛有2.5L水的攪拌式發酵槽之 $K_La$ ( $hr^{-1}$ )值

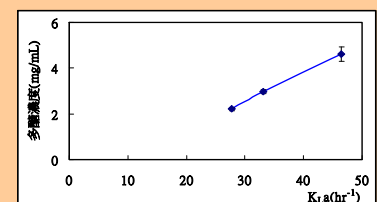
rpm \ vvm	0.6	1	1.5
50	19.08	27.72	39.24
100	27.72	33.12	41.4
150	41.76	46.44	53.64
200	48.6	61.2	69.12
250	64.8	73.44	80.28

表二、靈芝發酵之培養基一般成分分析

成分分析	大豆	玉米	3%大豆 2%玉米	3%大豆 2%玉米 5%葡萄糖
碳源(%)	0.19	0.76	3.32	6.14
氮源(%)	0.07	0.01	0.35	0.35
水分(%)	12.29	13.08	0.63	0.63
油脂(%)	1.67	3.11	0.11	0.11
碳氮比	2.47	46.38	8.86	17.33



圖六、發酵期間內靈芝多醣濃度之變化



圖七、不同 $K_La$ 值操作下對靈芝多醣濃度的影響

## 結論

本研究的發酵液配方為3%大豆粉、2%玉米粉及5%葡萄糖，其碳氮比為17.33，靈芝在攪拌式發酵槽內發酵三十小時即可達最高多醣含量。測定攪拌式發酵槽內的氧氣傳遞係數( $K_La$ )，可知增加攪拌速率及通氣量時均有助於發酵槽內的氧氣傳遞及靈芝多醣的生成量。