

## 摘要

本研究之目的為利用黃豆渣和米糠的加工副產品，作為茯苓固態發酵的基質，以提升抗氧化活性。500 g質基中黃豆渣和米糠依不同比例(1:0、2:1、1:1、1:2和0:1)混合且控制水分含量(30%、40%和50%)，在25°C下進行茯苓固態發酵30和60天。結果顯示，隨著基質中米糠比例增加和發酵時間增加，茯苓發酵產物中的活性成分有增加的趨勢。基質以黃豆渣:米糠=1:1，水分含量在40%，培養30天的茯苓產物中含有9.35%粗多醣、4.32%粗三萜，且50 ppm萃取物的清除DPPH自由基能力達92.12%，較黃豆渣的49.85%和米糠的84.80%為高。在斑馬魚動物實驗，200 mg/L的乙醇萃取液具有抗氧化活性。

## 前言

茯苓為一種食藥兩用真菌，中醫上具有滲濕、利水、健脾、安神等功能，被譽為中藥八珍之一，常用於藥膳與保健食品。黃豆渣和米糠雖為農業副產物，但含有豐富的營養成分，若將其作為茯苓固態發酵的基質，不僅可以降低發酵的原料成本，又能提升黃豆渣和米糠的經濟價值與應用。

## 材料與方法

茯苓菌 (*Poria cocos*) (BCRC36022)

↓ 預活化培養菌液

500 g不同水分含量(30、40、50% M. C.)和混合基質黃豆渣(SB)、米糠(RB) (SB:RB = 1:0、2:1、1:1、1:2、0:1)

↓ 發酵培養30、60天

射頻殺菌、乾燥、磨粉(60 mesh)

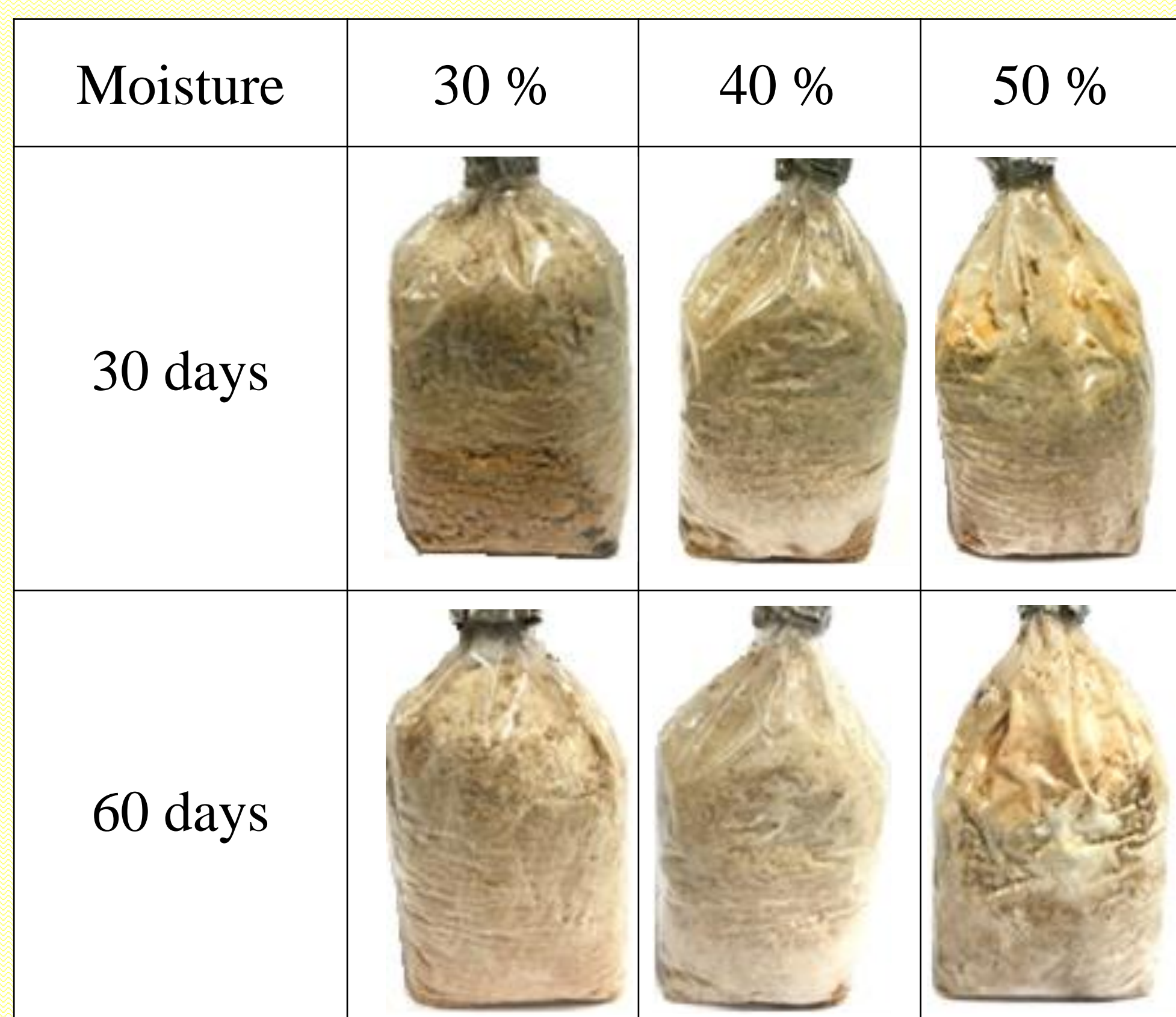
↓ 微波萃取(300W, 5 min)

菌絲體、粗多醣、粗三萜、  
抗氧化成分和活性分析

斑馬魚動物實驗驗證  
抗氧化性

## 結果與討論

首先以500 g/包的黃豆渣和米糠比例為1:1混合基質進行不同水分含量的茯苓固態發酵(圖一)，發酵至30天時，50% M. C. 太空包受到污染，有並非茯苓菌生長的白色菌絲體產生，可能是太空包前處理(121°C autoclave, 60 min)滅菌不完全導致，在30% M. C. 固態基質中茯苓生長緩慢，這會增加發酵時間成本，因此選擇水分含量40%作為茯苓菌生長的環境條件。接著進行五種不同黃豆渣和米糠混合基質比例(SB:RB=1:0、2:1、1:1、1:2和0:1)的茯苓菌固態發酵，茯苓固態發酵至30和60天時，不同基質比例的太空包外觀皆沒有顯著性的差異，但隨著發酵天數和基質中米糠比例的增加，茯苓固態發酵產物的菌絲體、粗多醣和粗三萜含量皆有增加的趨勢(表一)，但增加一倍的發酵時間，並未增加一倍的活性成分，因此考慮時間成本和同時利用兩個農業副產物，以黃豆渣:米糠=1:1、發酵30天為較適的茯苓發酵條件。在此發酵條件下的茯苓固態發酵產物經射頻殺菌和乾燥後，進行固液比1:20、300 W微波萃取5 min，發現茯苓乙醇萃取物(50 ppm)中總多酚和類黃酮含量皆顯著高於黃豆渣和米糠，清除DPPH自由基能力、螯合亞鐵能力和還原力高達92.11%、90.98%和0.69(表二)，表示經茯苓固態發酵後確實能提高黃豆渣和米糠的活性成分和抗氧化活性，增加其經濟價值和應用。且斑馬魚動物實驗中(圖二)，隨萃取物的劑量增加而會增加抗氧化能力，以200 mg/L的茯苓乙醇萃取液和控制組無顯著差異，確實具有抗氧化活性。



圖一、不同水分含量下進行黃豆渣和米糠(1:1)混合基質茯苓固態發酵。

表一、不同混合基質和發酵時間對茯苓固態發酵產物中菌絲體、粗多醣、粗三萜含量影響

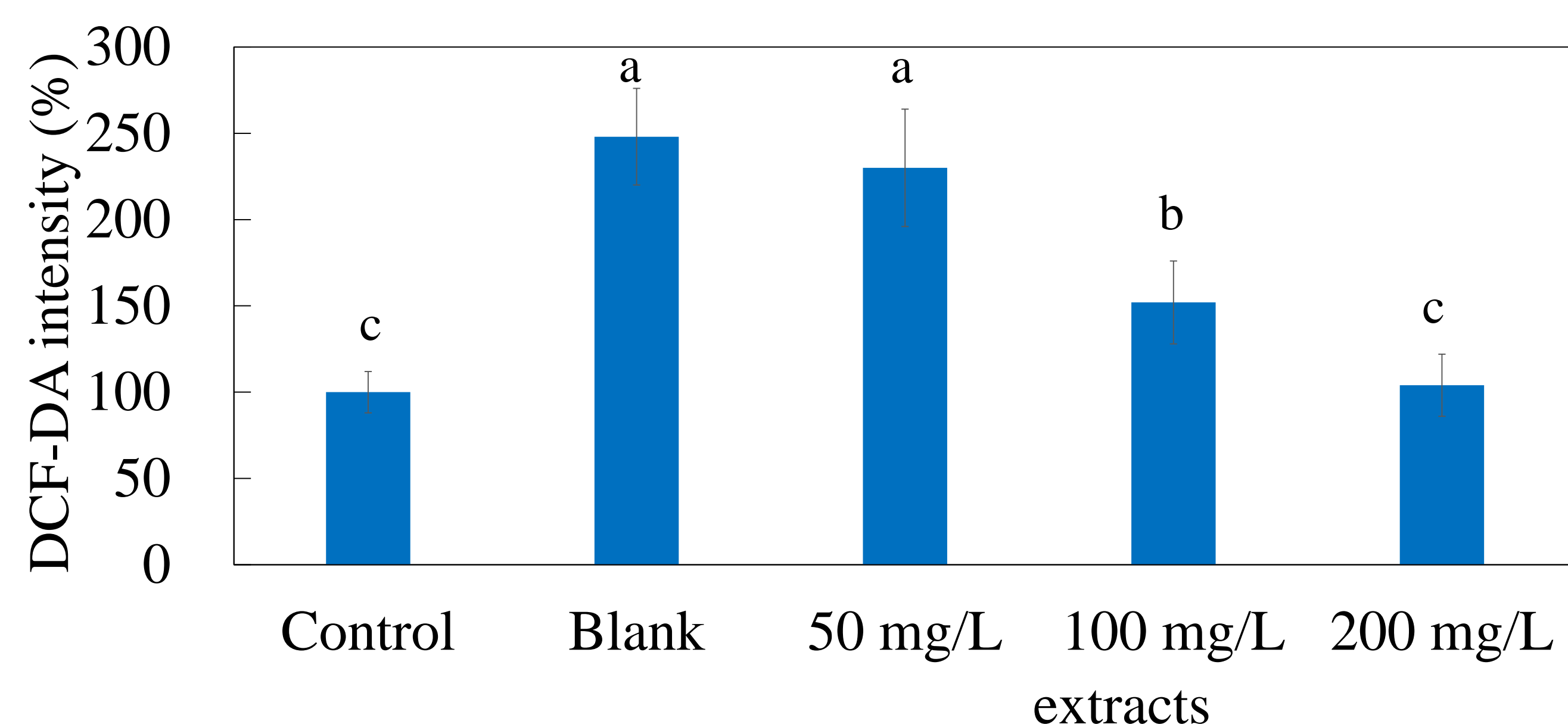
SB:RB	Day	Mycelium (%)	Crude polysaccharide (%)	Crude triterpenoids (%)
1:0	30	4.87 ± 0.12 <sup>cB</sup>	8.5 ± 0.39 <sup>bA</sup>	4.28 ± 0.08 <sup>aA</sup>
2:1		4.96 ± 0.04 <sup>cB</sup>	8.97 ± 0.67 <sup>bA</sup>	4.25 ± 0.18 <sup>aA</sup>
1:1		4.94 ± 0.05 <sup>cB</sup>	9.35 ± 0.30 <sup>bA</sup>	4.32 ± 0.01 <sup>aB</sup>
1:2		5.62 ± 0.01 <sup>bB</sup>	9.33 ± 0.20 <sup>bA</sup>	4.28 ± 0.38 <sup>aB</sup>
0:1		7.60 ± 0.07 <sup>aB</sup>	10.41 ± 0.42 <sup>aB</sup>	4.35 ± 0.15 <sup>aB</sup>
1:0	60	7.33 ± 0.08 <sup>dA</sup>	8.7 ± 0.49 <sup>cA</sup>	4.41 ± 0.22 <sup>bA</sup>
2:1		7.36 ± 0.10 <sup>dA</sup>	9.46 ± 0.44 <sup>bcA</sup>	4.33 ± 0.10 <sup>bA</sup>
1:1		7.89 ± 0.02 <sup>cA</sup>	9.42 ± 0.09 <sup>bcA</sup>	4.92 ± 0.05 <sup>aA</sup>
1:2		8.84 ± 0.09 <sup>bA</sup>	9.89 ± 0.12 <sup>bA</sup>	4.95 ± 0.01 <sup>aA</sup>
0:1		12.02 ± 0.05 <sup>aA</sup>	12.43 ± 0.56 <sup>aA</sup>	5.06 ± 0.14 <sup>aA</sup>

\* Data are expressed as mean ± S. D. (n=4). \*\* <sup>a-d</sup> Means with different ratio of soybean residues and rice bran mixed medium in the same fermentation time were significantly different (p<0.05). \*\*\* <sup>A-C</sup> Means with different fermentation time in the same ratio of soybean residues and rice bran mixed medium were significantly different (p<0.05).

表二、黃豆渣、米糠、茯苓固態發酵產物之抗氧化成分和活性變化

Sample	Total polyphenols (mg gallic acid equivalent /g DW)	Flavonoids (mg quercetin equivalent /g DW)	Scavenging DPPH free radicals (%)	Chelating Fe <sup>2+</sup> capacity (%)	Reducing power
Soybean residues	1.56 ± 0.24 <sup>c</sup>	0.05 ± 0.02 <sup>c</sup>	49.85 ± 2.46 <sup>c</sup>	84.30 ± 0.200 <sup>b</sup>	0.25 ± 0.05 <sup>c</sup>
Rice bran	0.61 ± 0.23 <sup>b</sup>	0.11 ± 0.03 <sup>b</sup>	84.80 ± 2.59 <sup>b</sup>	-	0.81 ± 0.03 <sup>a</sup>
<i>P. cocos</i> fermented products	3.55 ± 0.18 <sup>a</sup>	0.33 ± 0.02 <sup>a</sup>	92.11 ± 0.06 <sup>a</sup>	90.98 ± 0.29 <sup>a</sup>	0.69 ± 0.03 <sup>b</sup>

\* Data are expressed as mean ± S. D. (n=4). \*\* <sup>a-c</sup> Means with different letter in the same column were significantly different (p<0.05).



圖二、過氧化氫誘導斑馬魚胚胎氧化刺激對茯苓固態發酵產物之乙醇萃取物的保護作用。

\*Data are expressed as mean ± S. D. (n=25).

\*\* <sup>a-c</sup> Means with different superscript were significantly different (p<0.05).

## 結論

隨著基質中米糠比例增加和發酵時間增加，茯苓發酵產物中的活性成分有增加的趨勢。較適茯苓固態發酵條件為水分含量40%、黃豆渣和米糠比例為1:1、培養30天的茯苓固態發酵產物中含有9.35%粗多醣和4.32%的粗三萜。茯苓固態發酵後的總多酚和類黃酮含量皆較發酵前(黃豆渣、米糠)高，分別含有3.55 mg gallic acid equivalent /g DW、0.33 mg quercetin equivalent /g DW，且50 ppm乙醇萃取物的清除DPPH自由基能力達92.12%，螯合亞鐵能力達90.89%、還原力達0.69，具有抗氧化活性。在斑馬魚動物實驗，呈現劑量依存性，以200 mg/L的乙醇萃取液最具有抗氧化活性。