

科技部補助專題研究計畫成果報告 期末報告

以新型酚酯對黑色素合成機制的調控作用

計畫類別：個別型計畫
計畫編號：MOST 102-2313-B-041-002-
執行期間：102年08月01日至103年10月31日
執行單位：嘉藥學校財團法人嘉南藥理大學食品科技系

計畫主持人：朱惠鈴
共同主持人：杜平?、王柏森、吳鴻程
計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：唐珮甄
其他-兼任助理人員：林怡伶

處理方式：

1. 公開資訊：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，1年後可公開查詢
2. 「本研究」是否已有嚴重損及公共利益之發現：否
3. 「本報告」是否建議提供政府單位施政參考：否

中華民國 104 年 01 月 30 日

中文摘要：本研究為探討脂肪酶所合成新型酚酯對黑色素生合成機制的調控作用。原申請二年型計劃，惟通過一年計劃經費。利用脂肪酶首次合成一個新 HLB 值之 KL 酚酯(kojic acid lipoylcester)，KL 酚酯兼具抗氧化及抑制酪胺酸酶作用。以 B16 黑色素細胞為模式，探討新型酚酯對細胞的作用，發現新型酚酯對細胞不具細胞毒性，而且新型酚酯為有效的黑色素抑制劑，可能經由抑制細胞中 NO 生成量，另外增加細胞中 GSH 合成量，降低細胞內的氧化壓力，產生有效的黑色素生成的抑制作用。綜合本試驗結果，顯示新型酚酯具有抑制黑色素生合成效應，而其作用機制與其降低細胞氧化壓力之有很大關連性。

中文關鍵詞：新型酚酯，脂肪酶，合成，抗酪胺酸酶，抗氧化作用，氧化壓力，黑色素生成

英文摘要：In this one-year project, the major purpose is to investigate of regulatory effects of new phenolic esters on melanogenic mechanism. Kojic acid and lipoic acid conjugate could be efficiencyly synthesized by esterification with lipase in organic media. KL ester (Kojic acid lipoyl ester), a new lipase-catalyzed compound. The effect of new phenolic esters (KL ester) on antioxidation and tyrosinase inhibition in acellular and cellular systems was investigated. The results showed that new phenolic esters, displayed radical scavenging, reducing activities, chelating activities, protected liposome against oxidative damage, and inhibition of mushroom tyrosinase activity. In the B16 intracellular model system, the inhibitory action of new phenolic esters on tyrosinase activity and melanin formation may be, in part, attributed to the reduction of the nitrogen oxygen species (NO) formation and positive modulation of the GSH levels. This study suggested that new phenolic esters could play an important role in the regulation of tyrosinase activity and seem to be a natural inhibitor of browning reaction.

英文關鍵詞：new phenolic esters, lipase, synthesis, antityrosinase, antioxidation, oxidative stress, melanogenesis

科技部補助專題研究計畫成果報告

(期中進度報告/期末報告)

以新型酚酯對黑色素合成機制的調控作用

Regulatory effects of new phenolic esters on melanogenic mechanism

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：MOST 102 -2313 -B-041-002-

執行期間：102 年 8 月 1 日至 103 年 10 月 31 日

執行機構及系所：嘉南藥理科技大學食品科技系

計畫主持人：朱惠鈴

共同主持人：杜平蕙、王柏森、吳鴻程

計畫參與人員：唐珮甄、林怡伶

本計畫除繳交成果報告外，另含下列出國報告，共 ____ 份：

執行國際合作與移地研究心得報告

出席國際學術會議心得報告

期末報告處理方式：

1. 公開方式：

非列管計畫亦不具下列情形，立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權，一年二年後可公開查詢

2. 「本研究」是否已有嚴重損及公共利益之發現：否 是

3. 「本報告」是否建議提供政府單位施政參考 否 是，____（請列舉提供之單位；本部不經審議，依勾選逕予轉送）

中 華 民 國 104 年 1 月 31 日

摘要

本研究為探討脂肪酶所合成新型酚酯對黑色素生合成機制的調控作用。原申請二年型計劃，惟通過一年計劃經費。利用脂肪酶首次合成一個新HLB值之KL酚酯(kojic acid lipoylcester)，KL酚酯兼具抗氧化及抑制酪胺酸酶作用。以B16黑色素細胞為模式，探討新型酚酯對細胞的作用，發現新型酚酯對細胞不具細胞毒性，而且新型酚酯為有效的黑色素抑制劑，可能經由抑制細胞中NO生成量，另外增加細胞中GSH合成量，降低細胞內的氧化壓力，產生有效的黑色素生成的抑制作用。綜合本試驗結果，顯示新型酚酯具有抑制黑色素生合成效應，而其作用機制與其降低細胞氧化壓力之有很大關連性。

關鍵字：新型酚酯，脂肪酶，合成，抗酪胺酸酶，氧化壓力，黑色素生合成

Abstract

In this one-year project, the major purpose is to investigate of regulatory effects of new phenolic esters on melanogenic mechanism. Kojic acid and lipoic acid conjugate could be efficiencyly synthesized by esterification with lipase in organic media. KL ester (Kojic acid lipoyl ester), a new lipase-catalyzed compound. The effect of new phenolic esters (KL ester) on antioxidation and tyrosinase inhibition in acellular and cellular systems was investigated. The results showed that new phenolic esters, displayed radical scavenging, reducing activities, chelating activities, protected liposome against oxidative damage, and inhibition of mushroom tyrosinase activity. In the B16 intracellular model system, the inhibitory action of new phenolic esters on tyrosinase activity and melanin formation may be, in part, attributed to the reduction of the nitrogen oxygen species (NO) formation and positive modulation of the GSH levels. This study suggested that new phenolic esters could play an important role in the regulation of tyrosinase activity and seem to be a natural inhibitor of browning reaction.

Keywords: new phenolic esters, lipase synthesis, oxidative stress
tyrosinase inhibition

前言

植物多酚，具有抗氧化、抗微生物、抗發炎、抗腫瘤及過濾紫外線等功能，在飲食上可作為化學預防試劑，但植物多酚在疏水性環境溶解度極低，使其應用受限，可藉由酵素合成法來增加植物多酚的親脂性，如合成新型酚酯(phenolic ester)，則可生產較化學法毒性低且具有原反應物多酚及醇的生物活性兼具親水與疏水結構的乳化等多功能化合物，擴展在食品、藥物及化妝品的用途，因此合成新型酚酯的

工作是非常重要的。

本研究將二種不同化合物硫辛酸與麩酸，利用不同脂肪酶來源、基質莫耳濃度比、有機溶劑及反應溫度與時間進行新化合物合成，我們首次合成一個具有新HLB (hydrophilic-lipophilic balance) 值之KL 酚酯，KL 酚酯兼具抗氧化及抑制酪胺酸酶作用。因此，本計畫以B16 黑色素細胞模式，探討新型酚酯在對黑色素細胞誘導的黑色素合成反應所扮演的調節作用，以期瞭解新型酚酯的機能特性，並作為醫藥食品界之應用參考。

研究方法

酵素合成反應

不同莫耳比例(0.25-4.0)的基質(麩酸與脂肪酸) 溶於6 mL的2-丁醇:己烷(2:1) 及不同濃度的固定化脂肪酶(0.02-0.06 g) 於150rpm的振盪反應器作用1-4天，溫度控制於(37-47 °C) ， 間隔固定時間取樣(50 μ L)分析。

高效能液相管柱層析(HPLC)

液相層析幫浦：HITACHI L-7200，D2000 積分儀，偵測器L7455 photo diode array，L4200 UVdetector，分析管柱為Lichrospher RP18 (250x4 mm, 5 μ m)，流速0.8 mL/min，分析條件分別以(A)H₂O(0.1% H₃PO₄)(B)CH₃OH:H₂O=80:20(v/v) 作為移動相中之有機相。注射檢液10 μ L，以波長254nm 分析，進行移動相之探討。另外取10.0 mg 的BPB (n-butyl p-hydroxy benzoate) 溶於10 mL 之80 %乙醇水溶液，做為內標準品 (IS) 溶液。

細胞培養

小鼠黑色素細胞 (B16-F0 cells) 所使用的培養液為含10% 胎牛血清、100 μ g/ml penicillin/streptomycin、1% non-essential amino acid, pH7.2~7.4 的DMEM。

黑色素含量分析 (melanin content assay)

利用錐蟲藍染劑計算出細胞數目後，將各稀釋的細胞懸浮液，取固定的細胞數目 (1*10⁶ 細胞) 來做黑色素含量的分析。取完所需的細胞數目後，以同樣的轉速及時間再離心一次，倒掉上清液，加入1 毫升之HBSS 沖洗，然後將細胞懸浮液轉移至小離心管內，再離心6,000g、10 分鐘，倒掉上清液，加入0.5 毫升1N 之NaOH，加熱溶解30 分鐘；以415nm 的波長來測黑色素及光值的變化量。

結果與討論

一、脂肪酶合成新型酚酯

利用不同脂肪酶來源、脂肪酶濃度、不同基質莫耳濃度比、有機溶劑及反應溫度與時間進行新化合物合成(data not show)，將二種不同化合物硫辛酸與麩酸合成一個具有新HLB值及不同乳化性質之KL 酚酯，於TLC 片上可明顯觀察有新spot 生成，產物以HPLC分析發現有一個新波峰形成(圖一)。KL 酚酯之波峰面積會隨時間增加而增加，於42 小時波峰面積達到最大(89%)，利用固定化之脂肪酶重覆操作十五

次後，其催化產率仍有67% (data not show)。

二、新型酚酯的抗酪胺酶及抗氧化作用

如(表一及表二) 所示新型酚酯具有抑制洋菇酪胺酸酶活性及捕捉自由基及保護微脂粒免於氧化傷害作用。由結果得知KL 酚酯對於抗氧化、洋菇酪胺酸酶活性都明顯較原來單獨麴酸及硫辛酸的效用增強許多倍，KL 酚酯其中最值得注意結果保護微脂粒免於受氧化傷害的效用較捕捉自由基作用高，可能因為KL 酚酯的親脂性高於脂性的環境下易發揮抗氧化作用。

三、新型酚酯對細胞的作用

經由脂肪酶催化酯化反應產生新型酚酯，透過酯化反應可以增加麴酸的親脂性，改善麴酸在油性產品溶解度受限的問題，此外酯化合物不具毒性並且易通過細胞膜若親脂性够高是不會被降解，所以合成的新型酚酯具有易被細胞吸收的特色。以1mM濃度的麴酸、硫辛酸及新型酚酯作用B16-F0 (黑色素細胞)、HepG2 (肝細胞)、Raw246.7 (巨噬細胞) 及SVEC (表皮細胞) 處理24h, 進行細胞毒性作用的評估。以1mM濃度的麴酸、硫辛酸及新型酚酯作用B16-F0其細胞之存活率分別為53.8, 103.7 及101.9 %，作用HepG2其細胞之存活率分別為61.6, 86.7及100.5 %，作用Raw其細胞之存活率分別為93.4,98.9, 及99.68，作用SVEC其細胞之存活率分別為86.9,90.1, 及101.4%，得知KL 酚酯對B16-F0(黑色素細胞)、HepG2(肝細胞)、Raw246.7(及SVEC(表皮細胞) 非但不具有毒性且遠較原有的麴酸對細胞的刺激性小，尤其對B16黑色素cell更是明顯。

四、新型酚酯對 B16 細胞黑色素生成及氧化壓力之影響

圖二及圖三為新型酚酯對 B16 cell 細胞胞內及胞外黑色素生成作用之影響。結果顯示新型酚酯的作用可使 B16 細胞內及胞外黑色素產生降低至 46.1 及 39.1%。此結果顯示新型酚酯具有顯著抑制黑色素生成的作用。當皮膚在惡劣環境及暴曬紫外線 (100-400nm)下，經由內質網之氧化酵素代謝產生活性氧，這些活性氧會引起黑色素細胞內氧化還原系統失去平衡，此時若產生少量的活性氧，則會活化細胞訊息傳遞系統而刺激了酪胺酸酶的轉錄作用，使黑色素合成增加。使用新型酚酯 (50、100、200 $\mu\text{g}/\text{mL}$)，誘發 B16 細胞清除 NO 能力。實驗結果如表三顯示，低濃度的新型酚酯在下藥處理 0, 24, 48, 72 小時後，NO 含量分別為 95.7 ± 8.9 , 96.8 ± 3.3 , 68.3 ± 3.0 , 48.6 ± 4.2 ，隨著新型酚酯濃度越高對 NO 產生量抑制作用更趨明顯；由此得知新型酚酯，對於一氧化氮的生成具有抑制效果。除了 NO 是可控制細胞內氧化壓力，此外 GSH 與控制細胞內氧化壓力有密切正相關。因此測定新型酚酯對 B16 細胞 GSH 調控能力。實驗結果如圖四顯示，新型酚酯在下藥處理 24 小時後，GSH 含量分別為 $147.9\pm 14.1\%$ 、 $217.1\pm 14.9\%$ 、 $213.4\pm 24.79\%$ 、 259.1 ± 34.4 ；由此得知新型酚酯，對於 GSH 的生成具有正調控作用。

綜合上述數據發現合成新型酚酯對細胞不具細胞毒性，而且新型酚酯為有效的黑色素抑制劑，可能經由抑制細胞中 NO 生成量，藉此可推論新型酚酯具有良好的細胞內氧化壓力清除作用。另外增加細胞中 GSH 合成量，有助於降低細胞內的氧化壓力，因而產生有效的黑色素生成的抑制作用。綜合本試驗結果，顯示新型酚酯具有抑制黑色素生合成效應，而其作用機制與其降低細胞氧化壓力之有很大關連性。

結論

根據上述已整理出之結果，可知新型酚酯對 B16 cell 細胞黑色素生成具有抑制作用，而其抑制機轉可能與新型酚酯可正向條調整黑色素細胞 GSH 表現，進而減緩黑色素產生有關。

表一、合成KL酚酯對洋菇酪胺酸酶活性及B16 cell黑色素生成的抑制作用

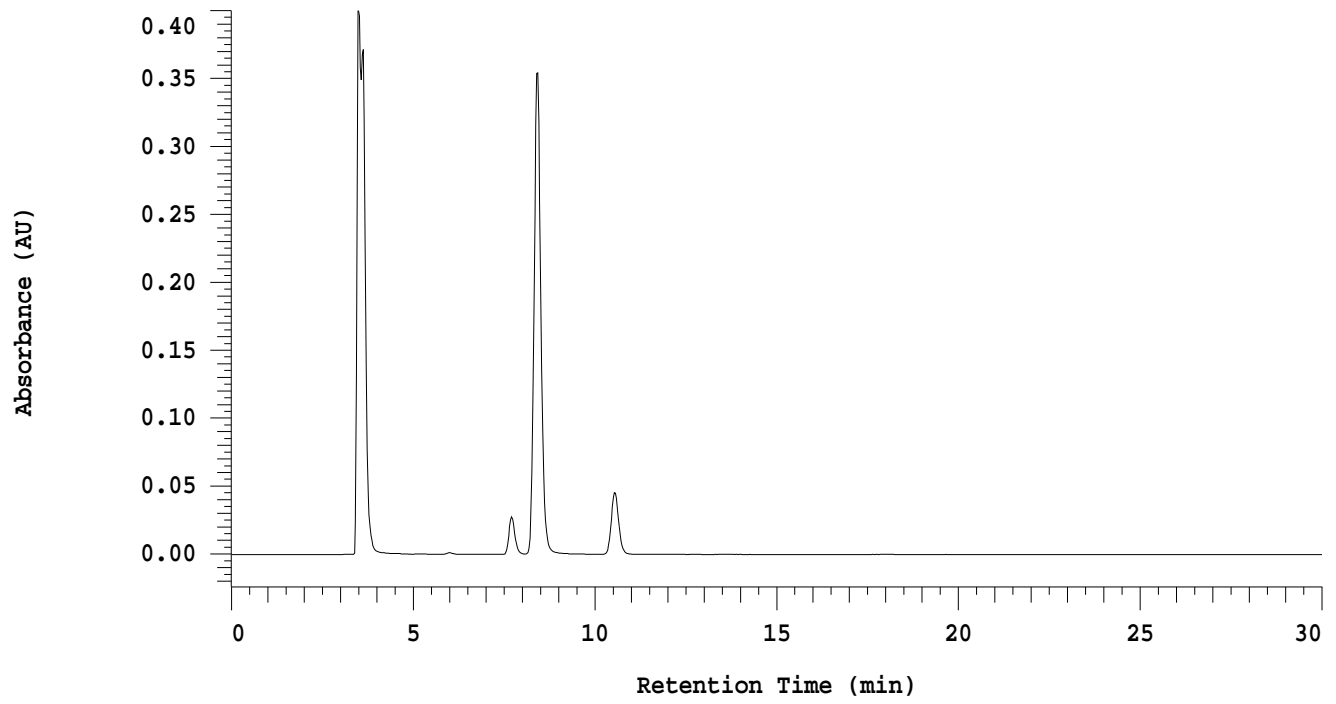
Sample	Concentration (ug/ml)	Inhibition of mushroom tyrosinase activity (% of control)
Kojic acid	5	44.3±2.9
	20	63.3±6.2
	50	89.6±1.6
Lipoic acid	5	12.3±1.2
	20	25.1±3.1
	50	79.8±2.6
KL ester	5	100.0±0.8
	1	74.3±1.6
	0.1	42.7±1.5
	0.01	12.4±1.7

表二、KL酚酯對捕捉自由基及保護微脂粒免於氧化傷害作用的效用

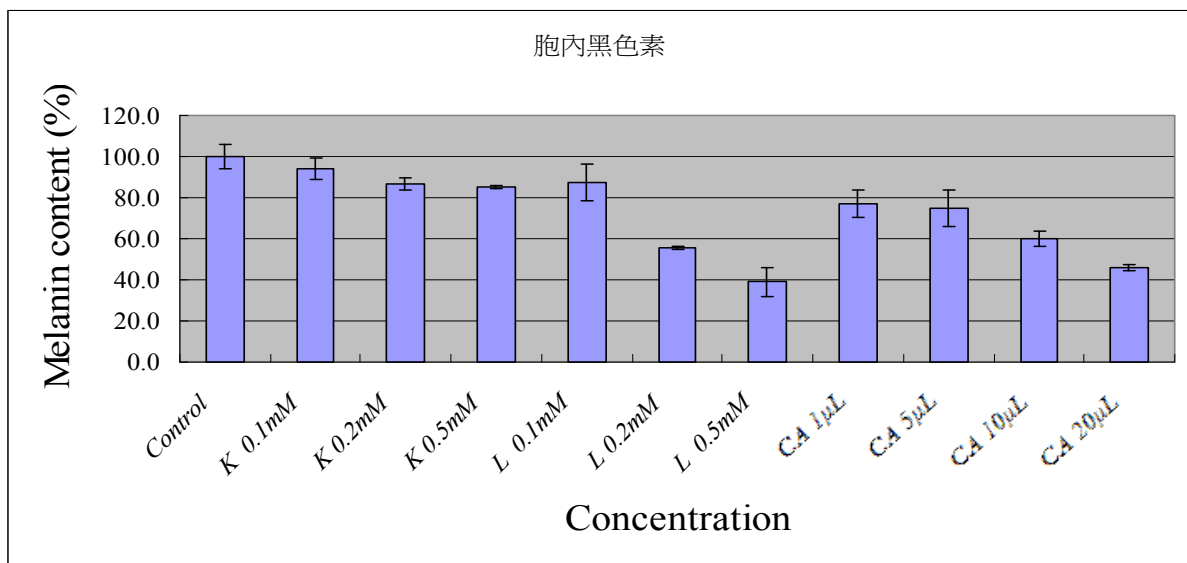
Sample	Concentration (ug/ml)	scavenging radical activity (% of control)	Liposome peroxidation (% of control)
Kojic acid	100	9.7±1.5	10.1±1.1
	300	16.7±2.1	12.8±1.2
	500	1.7±1.1	38.9±2.8
Lipoic acid	100	0.9±0.3	15.3±1.4
	300	2.1±0.5	22.6±3.2
	500	0.6±0.7	55.6±5.7
KL ester	1	0.2±0.8	21.0±0.6
	10	15.0±2.6	100.1±1.1
	100	92.9±1.4	101.5±0.7

表三、新型酚酯於不同的濃度及作用時間對 B16-F0 的 NO 產量影響

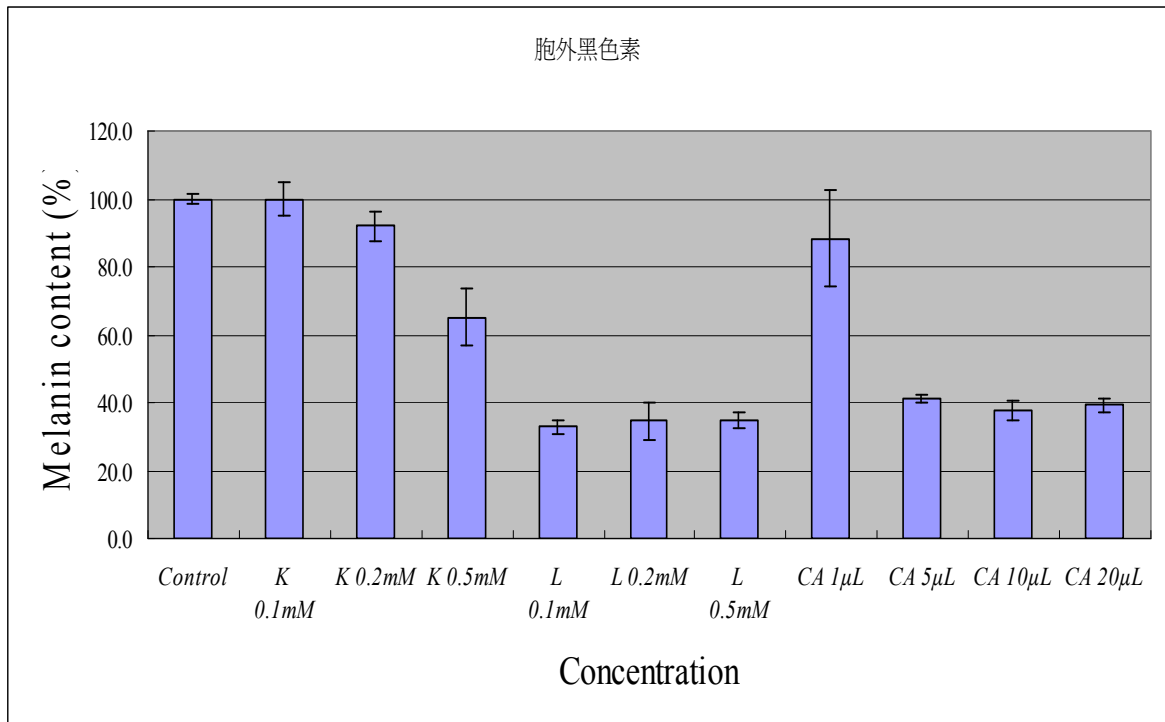
Sample	Concentration	NO production (%)			
		Incubation time (hr)			
		0	24	48	72
Kojic Acid	0.1mM	94.6±1.0	98.4±2.4	68.36±1.0	50.5±3.2
	0.2mM	92.9±7.8	98.4±4.8	68.3±2.3	38.6 ±4.3
	0.5mM	96.4± 4.5	100.0±5.5	71.3±1.7	18.5±0.0
lipoic acid	0.1mM	87.5±9.8	95.2±0.9	66.3±2.0	18.0±0.7
	0.2mM	103.6±8.2	98.4±1.6	76.2±8.9	17.8±1.7
	0.5mM	101.8±0.5	90.5±2.7	55.4±1.1	16.1±1.2
KL ester	1μL	95.7±8.9	96.8±3.3	68.3±3.0	48.6±4.2
	5μL	96.4±5.5	96.8±2.4	62.4±1.5	19.6±0.8
	10μL	110.7±1.0	96.8±0.9	64.4±3.0	17.5±0.7
	20μL	121.4±5.5	109.5±2.7	63.4±4.0	17.3±0.2



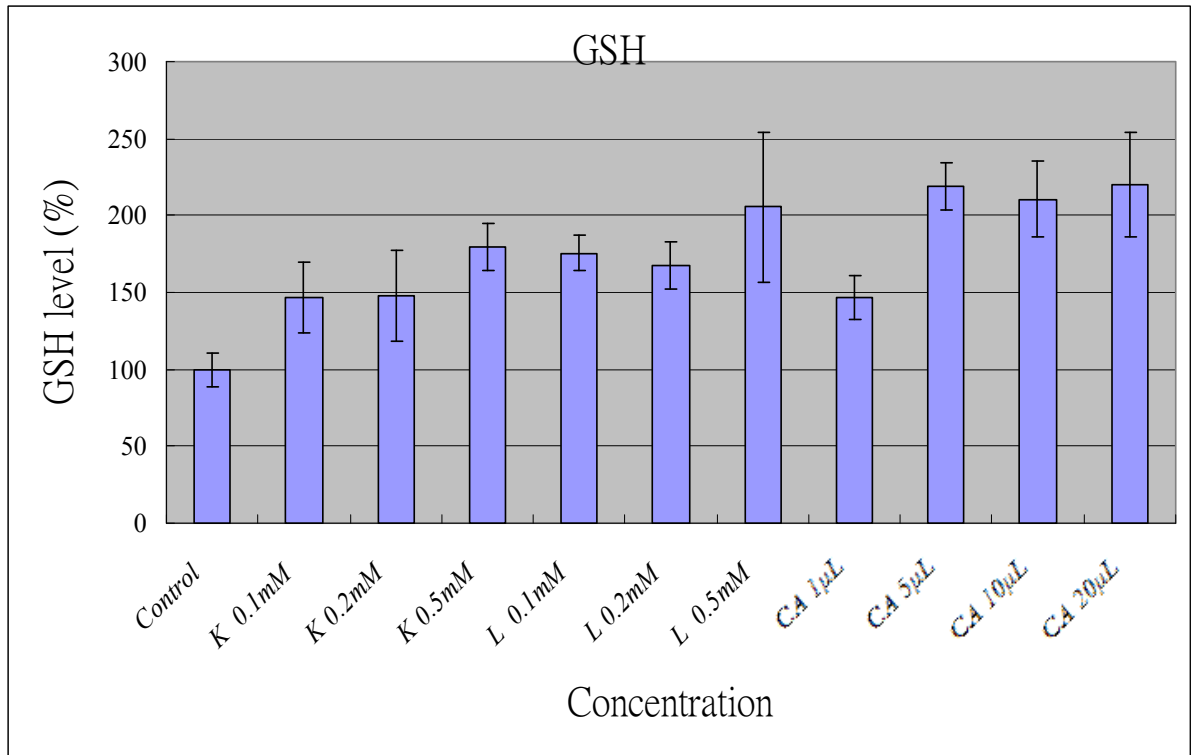
圖一、以HPLC分析脂肪酶催化硫辛酸與麩酸的合成反應



圖二、新型酚酯對 B16 cell 細胞胞內黑色素生成作用之影響



圖三為新型酚酯對 B16 cell 細胞胞外黑色素生成作用之影響



圖四為新型酚酯對 B16 cell 細胞 GSH 生成作用之影響

科技部補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現（簡要敘述成果是否有嚴重損及公共利益之發現）或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

- 達成目標
- 未達成目標（請說明，以 100 字為限）
- 實驗失敗
- 因故實驗中斷
- 其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

- 論文：已發表 未發表之文稿 撰寫中 無
- 專利：已獲得 申請中 無
- 技轉：已技轉 洽談中 無
- 其他：(以 100 字為限)

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性），如已有嚴重損及公共利益之發現，請簡述可能損及之相關程度（以 500 字為限）

利用脂肪酶合成酚酯的研究並不多，目前合成酚酯的研究大多停留自由基捕捉或抑制酪胺酸活性。因此，透過本計畫瞭解新型酚酯合成及對抑制黑色素合成的機制。在學術研究兼具有創新性、應用性及基礎理論之貢獻。以合成新型酚酯為實驗技術平台，開發多功能新型酚酯，並了解新型酚酯對於黑色素細胞之氧化壓力及黑色素合成反應是否具改善療效，藉以瞭解新型酚酯在預防皮膚色素性疾病所扮演之角色。計畫執行過程對所有參與計畫的同學與人員可以提供良好的酵素應用及純化技術、細胞培養，免疫轉漬， mRNA 分析試驗操作機會。其研究成果可作為新型酚酯商品化作為工業界之參考與應用。

科技部補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期：104 年 1 月 30 日

日

科技部補助計畫	計畫名稱：以新型酚酯對黑色素合成機制的調控作用 計畫主持人：朱惠鈴 計畫編號：MOST 102-2313-B041-002 領域：食品及農化		
研發成果名稱	(中文)		
	(英文)		
成果歸屬機構		發明人 (創作人)	
技術說明	中文： 多酚存在於植物中，具有抗氧化、抗微生物、抗發炎、抗腫瘤及過濾紫外線等功能，在飲食上可作為化學預防試劑，但植物多酚在疏水性環境溶解度極低，使其應用受限，可藉由酵素合成法來增加植物多酚的親脂性，如合成新型酚酯(phenolic ester)，則可生產較化學法毒性低且具有原反應物多酚及醇的生物活性兼具親水與疏水結構的乳化等多功能化合物，擴展在食品、藥物及化妝品的用途。本研究探討脂肪酶所合成新型酚酯對黑色素生合成機制的調控作用。所合成新型酚酯兼具抗氧化及抑制酪胺酸酶作用，在酪胺酸酶抑制型態分析新型酚酯對洋菇酪胺酸酶抑制作用，屬於非競爭性抑制作用。以B16黑色素細胞為模式，探討新型酚酯對細胞的作用，發現新型酚酯對細胞不具細胞毒性，而且新型酚酯為有效的黑色素抑制劑，可能經由抑制細胞中NO生成量，另外增加細胞中GSH合成量，降低細胞內的氧化壓力，產生有效的黑色素生成的抑制作用。 (200-500 字)		

	<p>(英文) Polyphenols and derivatives, are secondary plant metabolism and presents in fruits,vegetables and herbs. Polyphenols show a lot of biological functions, including free radicalscavenger, antioxidant, antiinflammation, antimicrobial, antitumor, and UV filter. Plantphenols are of considerable interest frome the viewpoint of dietary antioxidant supplementation and food preservation, but because of their relatively low solubility in oil-base media, applications for their natural antioxidants in food, medicine and cosmetic is limited. The hydrophobicity of polyphenol could be promoted using enzymatic lipophilization, by esterification between carboxylic acid of phenolic acid and hydroxyl group of fatty alcohol. To obtain a amphipathic multiplefunctional compound, which keeps its original functions, additional functions from fatty alcohol and amphipathic structure.In addition, based on our datas, we found that kojic acid and lipoic acid conjugate could be efficiencly synthesized by esterification with lipase in organic media. KL ester (Kojic acid lipoyl ester), a new lipase-catalyzed compound. In addition, new phenolic esters displayed radical scavenging, reducing activities, chelating activities, protected liposome against oxidative damage, and inhibition of mushroom tyrosinase activity. In the B16 intracellular model system, the inhibitory action of new phenolic esters on tyrosinase activity and melanin formation may be, in part, attributed to the reduction of the nitrogen oxygen species (NO) formation and positive modulation of the GSH levels. This study suggested that new phenolic esters could play an important role in the regulation of tyrosinase activity and seem to be a natural inhibitor of browning reaction.</p>
<p>產業別</p>	<p>食品及化妝品業</p>
<p>技術/產品應用範圍</p>	<p>利用酵素合成新型酚酯技術操作</p>
<p>技術移轉可行性及預期效益</p>	

註：本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。

科技部補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2015/01/30

科技部補助計畫	計畫名稱: 以新型酚酯對黑色素合成機制的調控作用
	計畫主持人: 朱惠鈴
	計畫編號: 102-2313-B-041-002- 學門領域: 食品及農化
無研發成果推廣資料	

102 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：朱惠鈴		計畫編號：102-2313-B-041-002-					
計畫名稱：以新型酚酯對黑色素合成機制的調控作用							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	3	3	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 （本國籍）	碩士生	1	1	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
博士後研究員		0	0	100%			
專任助理		0	0	100%			
國外	論文著作	期刊論文	1	1	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 （外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
博士後研究員		0	0	100%			
專任助理		0	0	100%			

<p style="text-align: center;">其他成果</p> <p>(無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p style="text-align: center;">無</p>
---	--------------------------------------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

科技部補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

利用脂肪酶合成酚酯的研究並不多，目前合成酚酯的研究大多停留自由基捕捉或抑制酪胺酸活性。因此，透過本計畫瞭解新型酚酯合成及對抑制黑色素合成的機制。在學術研究兼具有創新性、應用性及基礎理論之貢獻。以合成新型酚酯為實驗技術平台，開發更多多功能新型酚酯，並了解新型酚酯對於黑色素細胞之氧化壓力及黑色素合成反應是否具改善療效，藉以瞭解新型酚酯在預防皮膚色素性疾病所扮演之角色。計畫執行過程對所有參與計畫的同學與人員可以提供良好的酵素應用及純化技術、細胞培養，免疫轉漬，mRNA 分析試驗操作機會。其研究成果可作為新型酚酯商品化作為工業界之參考與應用。