

科技部補助專題研究計畫成果報告 期末報告

香蕉樹莖加工特性之研究

計畫類別：個別型計畫
計畫編號：MOST 104-2221-E-040-005-
執行期間：104年08月01日至105年07月31日
執行單位：中山醫學大學健康餐飲暨產業管理學系（所）

計畫主持人：劉世詮

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：王瑄茹

報告附件：出席國際學術會議心得報告

中華民國 105 年 10 月 28 日

中文摘要：香蕉偽莖為香蕉收成相當大的廢棄物之一，然卻少有文獻提及香蕉偽莖嫩芯，故有深入探討的價值。本研究將香蕉偽莖嫩芯經不同處理，如分別以不處理(U)、殺菁(B)、榨汁(S)及殺菁且榨汁(BS)處理，這些處理後的樣品利用水、乙醇、丙酮、乙酸乙酯及正己烷萃取，以了解殺菁處理與溶劑極性對其抗氧化能力之影響。在乙醇萃取物，U的萃取率最高(22.44±0.03%)，而最低的萃取率為BS(4.50±0.21%)。BS的總酚類化合物和類黃酮含量為11.34±0.62 mg GAE/g D. W.和9.41±0.20 mg CE/g D. W.，其含量較其他處理者高。BS的抗氧化能力為最佳，DPPH 和 ABTS+ 的EC50分別為1.26±0.29 mg/ml和1.42±0.08 mg/ml。在丙酮和乙酸乙酯萃取者有相類似的趨勢，BS的抗氧化力最佳。而利用乙醇萃取者，其抗氧化力皆較利用丙酮和乙酸乙酯萃取者為佳。由此結果，證明香蕉偽莖嫩芯有相當好的抗氧化能力，可被開發成健康食品。

中文關鍵詞：香蕉偽莖嫩芯、殺菁、溶劑萃取、抗氧化活性

英文摘要：Pseudo-stems are one of the wastes of bananas after harvest, but there are few articles relative to pseudo-stem tender cores. It is valuable to deeply figure out. In this study, pseudo-stem tender cores were treated by various treatments, such as untreated (U), blanched (B), squeezed (S) and blanched-and-squeezed (BS) before frozen-dried, respectively. These treated samples were extracted with water, ethanol, acetone, ethyl acetate and n-hexane, respectively to understand the effects on antioxidative activities of pseudo-stem tender core extracts by blanched treatment and various polar solvent extracted treatment. In ethanol extracts, the extract yield of U sample was the highest one (22.44±0.03%) and the extract yield was the lowest one in BS sample (4.50±0.21%). The total phenolic and flavonoid contents of the BS sample were 11.34±0.62 mg GAE/g D. W. and 9.41±0.20 mg CE/g D. W., respectively, and they were higher than those of samples. The antioxidative activities of the BS sample were the best one and the EC50 values of DPPH and ABTS+ radical scavenging effects were 1.26±0.29 mg/ml and 1.42±0.08 mg/ml, respectively. There were the similar trends in acetone and ethyl acetate extracted samples, and the better antioxidative activities were in the BS sample. Antioxidative activities of samples by ethanol extracted were higher than by acetone and ethyl acetate extracted. In this result, we proved that there were rich antioxidative activities in banana pseudo-stem tender core, and it could be created as healthy food.

英文關鍵詞：Pseudo-stem tender core; Blanched; Antioxidative activity; Solvent extracts;

科技部專題研究計畫成果報告

香蕉偽莖加工特性之研究

104-2221-E-040 -005 -

中文摘要

香蕉偽莖為香蕉收成相當大的廢棄物之一，然卻少有文獻提及香蕉偽莖嫩芯，故有深入探討的價值。本研究將香蕉偽莖嫩芯經不同處理，如分別以不處理(U)、殺菁(B)、榨汁(S)及殺菁且榨汁(BS)處理，這些處理後的樣品利用水、乙醇、丙酮、乙酸乙酯及正己烷萃取，以了解殺菁處理與溶劑極性對其抗氧化能力之影響。在乙醇萃取物，U的萃取率最高(22.44±0.03%)，而最低的萃取率為BS(4.50±0.21%)。BS的總酚類化合物和類黃酮含量為11.34±0.62 mg GAE/g D. W.和9.41±0.20 mg CE/g D. W.，其含量較其他處理者高。BS的抗氧化能力為最佳，DPPH和ABTS⁺的EC50分別為1.26±0.29 mg/ml和1.42±0.08 mg/ml。在丙酮和乙酸乙酯萃取者有相類似的趨勢，BS的抗氧化力最佳。而利用乙醇萃取者，其抗氧化力皆較利用丙酮和乙酸乙酯萃取者為佳。由此結果，證明香蕉偽莖嫩芯有相當好的抗氧化能力，可被開發成健康食品。

關鍵字：香蕉偽莖嫩芯、殺菁、溶劑萃取、抗氧化活性

Abstract

Pseudo-stems are one of the wastes of bananas after harvest, but there are few articles relative to pseudo-stem tender cores. It is valuable to deeply figure out. In this study, pseudo-stem tender cores were treated by various treatments, such as untreated (U), blanched (B), squeezed (S) and blanched-and-squeezed (BS) before frozen-dried, respectively. These treated samples were extracted with water, ethanol, acetone, ethyl acetate and n-hexane, respectively to understand the effects on antioxidative activities of pseudo-stem tender core extracts by blanched treatment and various polar solvent extracted treatment. In ethanol extracts, the extract yield of U sample was the highest one ($22.44\pm 0.03\%$) and the extract yield was the lowest one in BS sample ($4.50\pm 0.21\%$). The total phenolic and flavonoid contents of the BS sample were 11.34 ± 0.62 mg GAE/g D. W. and 9.41 ± 0.20 mg CE/g D. W., respectively, and they were higher than those of samples. The antioxidative activities of the BS sample were the best one and the EC_{50} values of DPPH and ABTS⁺ radical scavenging effects were 1.26 ± 0.29 mg/ml and 1.42 ± 0.08 mg/ml, respectively. There were the similar trends in acetone and ethyl acetate extracted samples, and the better antioxidative activities were in the BS sample. Antioxidative activities of samples by ethanol extracted were higher than by acetone and ethyl acetate extracted. In this result, we proved that there were rich antioxidative activities in banana pseudo-stem tender core, and it could be created as healthy food.

Key word: Pseudo-stem tender core; Blanched; Antioxidative activity; Solvent extracts;

一、前言

香蕉為一年生果樹，是台灣重要經濟作物之一（財團法人台灣香蕉研究所），2010至2012年平均產量可達296,300公噸（農委會，2014）。而生產香蕉所產生的廢棄物量非常的龐大，對環境也造成很大的問題。根據Bello *et al.* (2014)指出生產一噸的香蕉時，所產生廢棄物包含：香蕉偽莖三噸、蕉梗160公斤、蕉葉480公斤及440公斤的香蕉皮。在香蕉廢棄物中，香蕉偽莖所占比例最高，然利用性最低。目前有學者研究將香蕉偽莖製成生質酒精和利用樹莖的纖維製成紙張(Bello *et al.*, 2014)。也有些民眾會將香蕉偽莖拿來當作種植的基底，但食品相關的研究，幾乎未被討論。

二、研究目的

香蕉偽莖為香蕉廢棄物之一，也是香蕉廢棄物比例最高的一部份。這造成很大的環境問題，但在香蕉偽莖嫩芯上的研究極少，若能從基本成分與抗氧化機能特性方面著手，了解香蕉偽莖嫩芯，並開發其發展性，不僅能解決環境問題，並可以增加農民收入。然相關於此之研究甚少，值得深入研究，其研究成果除能幫助農民解決香蕉廢棄物之環境問題，亦具有相當之學術價值，故本研究將針對方面來進行探討：

- (1) 探討香蕉偽莖嫩芯汁的基本組成。
- (2) 探討香蕉偽莖嫩芯之基本組成。
- (3) 以殺菁處理探討對香蕉偽莖嫩芯的機能性成分與抗氧化力影響。
- (4) 以不同極性溶劑（水、乙醇、丙酮、乙酸乙酯、及正己烷）萃取，並探討不同萃取物之抗氧活性。

三、文獻探討

(一) 香蕉偽莖(banana pseudo-stem)

香蕉屬芭蕉科(*Musaceae*)、芭蕉屬(*Eumusa*) (*Musa × paradisiaca*)。台灣香蕉主要分布在中南部與東部地區，北部地區種植較為零星。高雄與屏東等縣市多為春夏蕉，南投與台中等縣市為秋冬蕉。台灣在民國99年至101年，香蕉的產量約有29.6萬公噸（農委會，2014）。香蕉偽莖嫩芯為香蕉採收後之廢棄物，由許多層香蕉葉鞘包裹在其中。形體呈現白色柱狀，富含水分與纖維，且非常堅韌，香蕉偽莖嫩芯汁液味道有淡淡的清香，顏色為透明澄清，但在榨汁過程中非常容易發生氧化褐變。氧化後的汁液為淡灰色。農民通常在採完果實後會直接砍伐去除，或是不予理會，使其自行腐爛。利用香蕉偽莖嫩芯為研究素材之文獻較少，Bello *et al.* (2014)對香蕉偽樹進行乙醇發酵製成生質酒精，但在食品加工應用上卻鮮少被探討。

(二) 香蕉偽莖根之五區極性萃取

Kandasamy *et al.* (2014)將香蕉偽莖根以氯仿、乙酸乙酯、丙酮、正己烷及甲醇萃取，並進行抗氧化活性試驗。其中，DPPH 自由基、超氧自由基、過氧化氫及脂質過氧化清除能力依序皆為：丙酮 > 甲醇 > 氯仿 > 乙酸乙酯 > 正己烷。另外，在總還原能力中，香蕉偽莖根之丙酮及甲醇萃取物甚至超過BHT。而香蕉偽莖根與香蕉偽莖兩部位接近，推測其實驗效果相近，故本實驗希望能延續其方法，對香蕉偽莖嫩芯進行五區極性萃取，並測其抗氧化活性，並比較之。

(三) 乾燥方式對香蕉皮及花之影響

香蕉皮分別以冷凍乾燥與熱風乾燥後，皆分別以甲醇和水萃取，並比較其DPPH自由基清除能力、

整合亞鐵能力、還原力及總多酚含量測定的差異(潘。2014)。結果顯示，在甲醇萃取物方面，冷凍乾燥處理者之抗氧化能力皆較熱風乾燥者高，而水萃取物者，熱風乾燥的抗氧化能力則較冷凍乾燥者為高。而冷凍乾燥處理者之甲醇萃取物的總酚類化合物含量為最多(40mg/g)。林(2011)以不同乾燥方式乾燥香蕉花並探討其抗氧化能力之變化。結果顯示，香蕉花的總酚類化合物含量會受熱的破壞，故不管用何種乾燥方式，皆會使總酚類化合物含量減少，而冷凍乾燥與55°C乾燥處理者可保留較多的酚類化合物與類黃酮，其中55°C乾燥處理者可保留較多的類胡蘿蔔素。而香蕉雄花萃出物在1000 ppm 時，以30°C之還原力最好，而80°C者效果較差。在苞片與雄花中，抑制脂質過氧化能力皆以55°C者之抑制能力較佳，且對花青素的保留性或是對原料的抗氧化活性的破壞均少於低溫(30°C)長時間加熱或高溫(80°C)短時間的乾燥。

(四) 香蕉廢棄物之利用

生產一噸的香蕉將產生香蕉偽莖三噸、香蕉梗160公斤、香蕉葉480公斤及香蕉皮440公斤等廢棄物(Bello *et al.* 2014)，因此國內外皆有學者對香蕉廢棄物進行探討。楊(2013)從香蕉皮中篩選出高GABA生產能力之乳酸菌分離株s10-2加入基礎培養基(25% 香蕉皮汁含200mM麩胺酸)中，可得最適的GABA生產條件為：氮源為牛肉萃取物(1.5%，w/v)、碳源為葡萄糖(1.5%，w/v)、起始pH值4.0、培養溫度30°C、生長因子corn steep liquor (0.3%，w/v)及培養天數5天。將台灣產北蕉的果皮與果肉，分別以正己烷、乙酸乙酯及水萃取，其中其正己烷萃取物中含有 α -carotene、 β -carotene、lutein等類胡蘿蔔素，且其低極性萃取物具有明顯保護被藍光(430±30nm)照射的ARPE-19細胞並使細胞增生的作用，同時可以有效抑制KB及ARPE-19細胞cyclooxygenase 2之表現，並促進KB細胞凋亡的現象(甘。2007)。將香蕉花苞以不同比例添加入甘蔗汁進行發酵，結果在發酵結束後，香蕉花苞片或雄花總花青素含量皆降低，而添加1.5%花苞片者之類黃酮含量最高，且DPPH自由基清除能力最好。而添加1.5%雄蕊組的總酚化合物含量最多，且此比例之香蕉花發酵酒在4°C下熟成三個月後，經消費者喜好性品評，其接受度較高(鍾。2014)。

四、研究方法

(一) 實驗樣品

本實驗樣品為民國一百四年九月，由台中市太平農家提供之香蕉偽莖嫩芯，將採收的香蕉偽莖嫩芯，做以下處理：(A)不處理直接冷凍乾燥；(B)使用80°C熱水殺菁，殺菁後冷凍乾燥；(C)不殺菁榨汁後冷凍乾燥；(D)殺菁後榨汁後冷凍乾燥。冷凍乾燥後的香蕉偽莖嫩芯分別磨粉後，置於-20°C下冷凍保存備用，所榨得的汁亦收集冷凍保存並進行分析。

(二) 不同溶劑之粗萃物製備

為了解殺菁對香蕉偽莖嫩芯之影響，以不同極性溶劑對香蕉偽莖嫩芯萃取，探討對其萃取率和萃取成分之影響，故利用水、95% 乙醇、丙酮、乙酸乙酯及正己烷萃取。然因水在室溫下萃取時，易發生腐敗現象，所以在4°C環境下進行萃取。

1. 室溫萃取

秤取不同處理之香蕉偽莖嫩芯20克，分別以400mL之四種不同極性溶劑(95%乙醇、丙酮、乙酸乙酯及正己烷)於室溫下攪拌萃取24小時，以TOYO濾紙No. 1過濾，剩餘殘渣再依上述步驟進行第二次萃取。收集兩次所得萃取液，經30°C減壓濃縮去除有機溶劑後得粗萃物，保存於茶色樣品瓶中，並置於-20°C冰箱備用。

2. 低溫萃取

秤取經不同處理之香蕉偽莖嫩芯 20 克，分別以 400mL 之去離子水於 4°C 環境下攪拌萃取 24 小時，先以 5000 rpm，4°C，離心 10 分鐘，收集其上清液並以 TOYO 定性濾紙 No. 1 濾紙過濾，剩餘殘渣再依上述步驟進行第二次萃取。收集兩次所得萃取液，經冷凍乾燥機移除去離子水後得粗萃取物，保存於茶色樣品瓶中並置於-20°C 冰箱備用。

(三)分析方法

1. 萃出率之測定
2. 總酚類化合物含量測定
3. 總類黃酮含量測定
4. 酚類化合物與類黃酮化合物高效能液相層析條件建立與測定
5. 抗氧化活性檢測方法
 - (1) DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl hydrate) 自由基清除能力測定
 - (2) 總抗氧化能力測定
 - (3) 還原能力測定
 - (4) 抑制銅離子誘導人類 LDL 氧化能力測定

五、結果與討論

(一) 經殺菁與不殺菁處理香蕉偽莖嫩芯汁之分析

將殺菁與不殺菁處理之香蕉偽莖嫩芯汁進行品質分析，其結果見表一。水分含量相當高，皆約為 97%，二者比較大的差異在總糖、還原糖、蛋白質及粗脂肪含量，未經殺菁者的含量明顯皆較殺菁者的含量高，推測殺菁時，發生褐變反應導致其顏色加深，還原糖與蛋白質含量顯著性降低，這個結果和預期的反應有相反的結果，殺菁處理是為抑制褐變的發生，但卻導致褐變的發生，曾嘗試利用 100°C 進行殺菁，然顏色更深，褐變更嚴重，此為一有趣的現象，可以深入探討其可能發生的原因。然經殺菁處理後的香蕉偽莖嫩芯汁，其總酚類化合物和總類黃酮的含量皆較為殺菁者為高，此可能是殺菁處理可以破壞多酚氧化酶的活性，因此可以保留較多的酚類化合物，但如此其顏色不應該加深，因此推測顏色的加深應該是梅納反應為主。

而在抗氧化活性部分(表二)，DPPH 自由基清除能力、總抗氧化能力及還原能力的 EC₅₀ 值皆相當高，表示兩者的抗氧化活性皆不高。而殺菁處理者其 DPPH 自由基清除能力較為殺菁者差，但殺菁處理者之總抗氧化能力與還原能力皆較為殺菁者佳，因此如欲將香蕉偽莖嫩芯汁商品化，需先香蕉偽莖嫩芯於 80°C 熱水中殺菁 20min。

(二) 不同處理對香蕉偽莖嫩芯品質的影響

1. 機能性成分之變化

利用五種溶劑萃取不同處理的香蕉偽莖嫩芯，其萃出率、總酚類化合物及總類黃酮含量的結果為表三。萃出率以水萃取者與乙醇萃取者較高，其他處理者之萃取率相當低，表示香蕉偽莖嫩芯中，大多數為極性較高的化合物，萃取率最高的為水萃取殺菁處理者(B)和乙醇萃取無處理者(U)，分別為 22.43 ± 0.84 和 22.44 ± 0.03，故建議以水或乙醇進行萃取。而在總酚類化合物與總類黃酮含量的部分，可以發現，以乙醇萃取者，其總酚類化合物與總類黃酮含量皆較其他處理者高，其次為水萃者與丙酮萃者，再者為乙酸乙酯者，正己烷萃取者的含量最低，水萃者的酚類化合物含量略高於丙酮萃者，但丙酮萃者的總類黃酮含量則明顯高於水萃者。在乙醇萃取者，其中以殺菁後榨汁者(BS)汁總酚類與總類黃酮的含量較高，分別是 11.34 ± 0.62mg/g 和 9.41 ± 0.20mg/g，其次為榨汁者(S)，再者為殺菁者(B)，最後則為無處理者(U)，此為有趣的現象，加熱處理應會破壞酚類化合物，但在此反應中，卻可以發現其

殺菁和榨汁處理可以增加其含量，在水萃者和丙酮萃者的趨勢類似，而在乙酸乙酯萃取者和正己烷萃取者則無相類似的趨勢。

2. 抗氧化力的變化

(1) DPPH 自由基清除能力

表四為五種溶劑萃取不同處理香蕉偽莖嫩芯的萃出物之抗氧化力，以 EC_{50} 表示。可以發現萃取物的抗氧化能力皆較香蕉偽莖嫩芯的汁佳，表示香蕉偽莖嫩芯的萃出物的抗氧化力較佳，在乙醇萃取 BS 者的值為所有萃取者的最低，表示以此處理者可得最佳之 DPPH 自由基清除能力，其依次為 S 者、B 者及 U 者，此變化趨勢和總酚類化合物與總類黃酮含量相似。而在其他溶劑萃取部分，丙酮萃取者次之，水萃取者和丙酮萃取者相近，次為乙酸乙酯萃取者，正己烷萃取者則為最差。此四種溶劑萃取者並無和乙醇萃取者一樣的趨勢，然皆以 BS 處理者(正己烷萃取者除外)有較佳的 DPPH 自由基清除能力，因此如以殺菁後榨汁處理香蕉偽莖嫩芯，再以乙醇萃取可以得較佳的 DPPH 自由基清除能力。

2. 總抗氧化能力

在測定正己烷萃取者之 $ABTS^+$ 自由基清除能力時，持續發生沉澱與混濁的情形，重複試驗多次仍無法解決此問題，為使研究結果一致性，故表示無法測出其清除能力。在 $ABTS^+$ 自由基清除能力的結果部分，乙醇萃取者亦為清除能力較佳者，而在不同處理者的順序和 DPPH 自由基清除能力的趨勢相近，皆以 BS 處理者為最佳，依次為 S、B 及 U。在 U 處理者，清除能力依序為乙醇/乙酸乙酯、水及丙酮；BS 處理者，清除能力依序為乙醇、丙酮、乙酸乙酯及水；B 處理者，清除能力依序為乙醇/水與丙酮/乙酸乙酯；S 處理者，清除能力依序為乙醇/丙酮、乙酸乙酯及水。因此如以殺菁後榨汁處理香蕉偽莖嫩芯，再以乙醇萃取可以得較佳的 $ABTS^+$ 自由基清除能力。

3. 還原能力

還原力的結果和前面兩者的結果略微不同，以水萃取者 BS 處理者之效果最佳，其還原力依序為 BS、B、U 及 S 處理者；乙醇萃取者，其還原力依序為 BS、S、B 及 U 處理者，和 DPPH 與 $ABTS^+$ 清除能力的趨勢相同；丙酮萃取者，其還原力依序為 S、BS、B 及 U 處理者；乙酸乙酯萃取者，其還原力依序為 BS、U、B 及 S 處理者；正己烷萃取者，顯著較其他萃取者較差，其還原力依序為 U、B、S 及 BS 處理者。而以 U 處理者，其萃取溶劑還原力的強弱依序為水、乙酸乙酯、乙醇、丙酮及正己烷；而以 B 處理者，其萃取溶劑還原力的強弱依序為水、乙醇、丙酮，(乙酸乙酯)及正己烷；而以 S 處理者，其萃取溶劑還原力的強弱依序為水、乙醇、丙酮、乙酸乙酯及正己烷；而以 BS 處理者，其萃取溶劑還原力的強弱依序為水、乙醇、丙酮(乙酸乙酯)及正己烷。有此結果可知，還原力和香蕉偽莖嫩芯中的極性成分物質相關，萃取溶劑的極性成分越高，還原力明顯增加，故因此如以殺菁後榨汁處理香蕉偽莖嫩芯，再以水萃取可以得較佳的還原能力。

4. 抑制銅離子誘導人類 LDL 氧化能力

由於乙醇萃出物的酚類化合物、總類黃酮及抗氧化能力皆高於其他萃取物，故將乙醇萃出物進行抑制銅離子誘導人類 LDL 氧化能力之測定。發現 U 處理者可以延長 LDL 氧化 23 ± 0.34 min，而 B 處理者可以延長 LDL 氧化 40.73 ± 9.11 min，S 處理者可以延長 LDL 氧化 11.67 ± 2.66 min，而 BS 處理者可以延長 LDL 氧化高達 67.50 ± 14.81 min。由此結果，可知香蕉偽莖嫩芯乙醇萃出物在不同處理下，皆可延長其 LDL 氧化，表示香蕉偽莖嫩芯乙醇萃出物可以用來添加到食品中，可以增加油脂類的氧化能力。而其中又以 BS 處理者的抑制能力最佳，可延長約 68min，因此如為得較佳的抑制油脂氧化的能力，應以殺菁後榨汁處理。

(三)不同溶劑萃取對不同處理香蕉偽莖嫩芯萃出物中酚酸及類黃酮化合物組成成分影響

圖一(A)為酚酸及類黃酮化合物的標準品之圖譜，共測試 21 種的酚酸及類黃酮化合物，分別為 1: Gallic acid; 2: Catechin; 3: Chlorogenic acid; 4: Epicatechin; 5: Caffeic acid; 6: Vanillic acid; 7: Syringic acid; 8: p-Coumaric acid; 9: Ferulic acid; 10: Sinapic acid; 11: Myricetin; 12: Hesperidin; 13: Quercitrin; 14: Neohesperidin; 15: Diosmin; 16: Quercetin; 17: Hesperetin; 18: Kaempferol; 19: Rutin; 20: Naringin; 21: p-Anisic acid。圖一(B)到(E)為不同處理香蕉偽莖嫩芯之乙醇萃出物的酚酸與類黃酮的組成分析，雖然可以由圖中發現有許多的成分，例如 8.5min、19min、57min 及 58.5min 左右，皆有明顯的波峰，但和標準做比對遲滯時間和波長後，發現僅 19min 者和標準品一樣，即為 p-Coumaric acid。關於其他 3 個未知的波峰，應進一步做分離純化，並進行鑑定，以確定其成分與對抗氧化活性所扮演的角色。

表五則為不同處理香蕉偽莖嫩芯之萃取物的 p-Coumaric acid 含量的結果。在水萃物中並無 p-Coumaric acid 的存在，而在乙醇萃出物的 p-Coumaric acid 含量以 BS 處理者最高，為 $0.75 \pm 0.01 \text{mg/mL}$ ，其次依序為 S 處理、次則為 B 處理，U 處理者為最差。丙酮萃出物的趨勢和乙醇萃出物的趨勢相同，然其含量則分別略低於乙醇萃出物者。

六、結論與建議

研究結果發現香蕉偽莖嫩芯汁在加工處理時極容易發生褐變，殺菁處理亦無法阻止褐變的發生，抗氧化活性亦不佳。以極性高的溶劑(冷水和乙醇)萃取香蕉偽莖嫩芯時，可以得到較高的萃出率；總酚類和總類黃酮化合物含量以乙醇萃取者較多，其中又以殺菁後榨汁處理者為最佳；乙醇萃取物之 DPPH 和 ABTS⁺ 自由基清除力較佳；水與乙醇萃取物之還原力較佳；乙醇萃取物有好的抑制人類血液 LDL 氧化的能力，而在所有的抗氧化能力中，幾乎皆以殺菁後榨汁者為最佳。因此如要處理選擇香蕉偽莖嫩芯，應使用殺菁後榨汁處理，使用萃取溶劑時，建議使用乙醇進行萃取，因為可以提高其萃取率，且其萃取物之 DPPH 自由基清除力、ABTS⁺ 自由基清除力及抑制人類血液 LDL 氧化的能力皆較佳。

本研究結果雖探討香蕉偽莖嫩芯利用不同溶劑萃取時，其萃取出之成分與機能特性之變化，亦了解殺菁與榨汁處理對香蕉偽莖嫩芯機能性成分之影響，然對其熱乾燥處理的結果卻無深入研究，故應可針對其最適乾燥溫度與時間進行研究。此外，在研究中發現有三種成分在香蕉偽莖嫩芯萃出物中，但卻不知其成分為何，應進一步分離、純化並鑑定出其可能之物質，同時了解其在機能特性中所扮演之角色。

七、參考文獻

- 唐靜宜。2003。乳酸發酵綜合蔬果汁之試製及儲藏期間成分變化與品質特性之探討。國立中興大學食品科學系碩士論文。
- 潘峻宇。2014。不同乾燥方法所得香蕉皮之抗氧化性。大葉大學生物產業科技學系碩士論文。
- 楊豐毓。2013。利用乳酸菌發酵香蕉皮之基質生產 γ -氨基丁酸。東海大學食品科學系碩士論文。
- 甘鎮豪。2007。香蕉皮正己烷萃取物之類胡蘿蔔素組成及其生物活性。中山醫學大學營養學研究所。
- 鍾雅婷。2014。添加香蕉花苞於甘蔗汁發酵過程之特性探討。大仁科技大學食品科技研究所。
- 陳怡君。2002。乳酸發酵綜合果蔬汁試製之研究。國立中興大學食品科學系碩士論文。
- 黃國榮。1984。發酵香蕉飲料之研究。台灣大學食品科技研究所碩士論文。
- 楊俊賢。1985。發酵香蕉飲料品質之改進。台灣大學食品科技研究所碩士論文。
- Aziz, N.A.A., Ho L.H., Azahari, B., Bhat, R., Cheng, L.H. and Ibrahim, M. N.M.I. 2011. Chemical and functional properties of the native banana (*Musa acuminata* X *balbisiana* Colla cv.Awak) pseudo-stem and pseudo-stem tender core

- flours. *Food Chemistry*, 128, 748–753.
- Bello, R. H., Linzmeyer, P., Franco, C. M. B., Souza, O., Sellin, N., Medeiros, S. H. W., Marangoni, C. (2014). Pervaporation of ethanol produced from banana waste. *Waste Management* 34, 1501-1509.
- Dinis, T. C. P., Madeira, V. M. C. & Almeida, L. M. 1994. Action of phenolic derivatives (acetaminophen, salicylate, and 5-aminosalicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxy radical scavengers. *Archives of Biochemistry Biophysics*, 315, 161-169.
- Ho L.H., Aziah, A.A. N. and Bhat, R. 2012. Mineral composition and pasting properties of banana pseudo-stem flour from *Musa acuminata* X *balbisiana* cv. Awak grown locally in Perak. *Journal of Food Research*, 19, 1479–1485.
- Ho L.H., Aziz, N.A.A. and Azahari, B. 2013. Physico-chemical characteristics and sensory evaluation of wheat bread partially substituted with banana (*Musa acuminata*X *balbisiana* cv. Awak) pseudo-stem flour. *Journal of Food Chemistry* 139,532–539.
- Ho, L.H., Tan, T.C., Aziz, N.A. and Bhat, R. 2015. In vitro starch digestibility of bread with banana (*Musa acuminata* X *balbisiana* ABB cv. Awak) pseudo-stem flour and hydrocolloids. *Food Bioscience*, 12, 10-17.
- Jamuna, J.B. and Nandini, C.D. 2014. Feeding of banana flower and pseudostem to diabetic rats results in modulation of renal GLUTs, TGF, PKC and extracellular matrix components. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, 24, 623-631.
- Julkunen-Tiitto, R. 1985. Phenolic constituents in the leaves of northern willows: methods for the analysis of certain phenolics. *J. Agric. Food Chem.* 33:213-217.
- Kandasamy, S., Aradhya, S. M. (2014). Polyphenolic profile and antioxidant properties of rhizome of commercial banana cultivars grown in India. *Food Bioscience* 8, 22-32.
- Oyaizu, M. 1986. Studies on products of browning reaction: Antioxidative of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese Journal of Nutrition*, 44, 307-315.
- Pereira, A.L.S., do Nascimento, D.M., Filho, M.M. S., Morais, J.P.S., Vasconcelos, N.F., Feitosa, J.P.A., Brigida, A.I. and Rosa, M.F. 2014. Improvement of polyvinyl alcohol properties by adding nanocrystalline cellulose isolated from banana pseudostems. *Carbohydrate Polymers*, 112, 163-172.
- Puhl, H., Waeg, G. and Esterbauer, H. 1994. Methods to determine oxidation of low-density lipoproteins. *Methods in Enzymology* 233, 425-441.
- Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K., & Nakamura, T. 1992. Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40, 945-948.

Table 1 Characteristics of juice and residue of pseudo-stem tender core

	Un-blanching juice	Blanching juice
Moisture content (%)	97.24±0.41 ^{C1}	97.65±0.52 ^C
Water activity	0.47±0.01 ^B	0.44±0.01 ^C
pH	5.13±0.02 ^A	5.48±0.02 ^B
°Brix	2.20±0.00 ^B	2.00±0.00 ^A
Total acidity (g)	0.02±0.01 ^A	0.03±0.01 ^A
Total sugar content (mg glucose/ml)	8.67±0.07 ^A	2.01±0.09 ^B
Reduce sugar (mg glucose/ml)	4.63±0.77 ^A	1.83±0.41 ^B
Protein (mg/mL)	1.16±0.03 ^A	0.85±0.00 ^B
Crude lipid (%)	0.75±0.07 ^E	1.13±0.06 ^D
Total phenolic (mg GAE/g ¹)	1.02±0.01 ^{B5}	3.29±0.55 ^A
Total flavonoid (mg CE/g ²)	0.11±0.02 ^B	1.06±0.12 ^A

¹ Values (mean ± SD, n=3) in the same column followed by a different letter are significantly different (p<0.05).

² Did not measure.

Table 2. Total phenolic contents, total flavonoid contents and EC₅₀ values in antioxidative activities of un-blanching and blanching pseudo-stem tender core juices.

Juice	Total phenolic mg GAE/g ¹	Total flavonoid mg CE/g ²	EC ₅₀ (mg/ml)		
			DPPH ³	ABTS ³	Reducing power ⁴
Un-blanching	1.02±0.01 ^{B5}	0.11±0.02 ^B	11.56±0.18 ^B	7.55± 0.18 ^A	9.41±0.10 ^A
Blanching	3.29±0.55 ^A	1.06±0.12 ^A	12.02±0.34 ^A	7.25±0.13 ^B	9.04±0.04 ^B

¹ mg, gallic acid equivalent (GAE)/g sample.

² mg, catechin equivalent (CE)/g sample

³ EC₅₀ means the effective concentration of sample that has 50% of the scavenging activity.

⁴ EC₅₀ is the concentration that the absorbance at 700 nm is 0.5.

⁵ Values (mean ± SD, n=3) in the same column followed by a different letter are significantly different (p<0.05).

Table 3. Extract yields, total phenolic contents and total flavonoid contents of various treated pseudo-stem tender core extracts.

Solvent	Treatment	Extract yield ¹ (%)	Total phenolic ² (mg/g DW)	Total flavonoids ³ (mg/g DW)
Water	Un-treated	16.94±0.43 ^B	4.68±0.04 ^C	0.19±0.11 ^D
	Blanched	22.43±0.84 ^A	5.32±0.30 ^B	0.53±0.15 ^B
	Squeezed	11.76±0.70 ^C	3.43±0.29 ^D	0.49±0.04 ^C
	Blanched-and-Squeezed	9.930±0.33 ^D	8.20±0.20 ^A	0.80±0.03 ^A
Ethanol	Un-treated	22.44±0.03 ^{A⁴}	4.26±0.15 ^D	3.37±0.54 ^D
	Blanched	14.29±0.21 ^B	5.89±0.25 ^C	3.46±0.59 ^C
	Squeezed	9.23±0.28 ^C	6.47±0.06 ^B	3.84±0.13 ^B
	Blanched-and-Squeezed	4.50±0.21 ^D	11.34±0.62 ^A	9.41±0.20 ^A
Acetone	Un-treated	1.99±0.34 ^C	2.18±0.02 ^D	1.25±0.11 ^D
	Blanched	1.88±0.19 ^A	3.94±0.05 ^C	2.10±0.02 ^C
	Squeezed	1.79±0.08 ^B	4.60±0.06 ^B	3.03±0.07 ^B
	Blanched-and-Squeezed	1.46±0.12 ^D	6.89±0.13 ^A	4.49±0.10 ^A
Ethyl acetate	Un-treated	0.96±0.03 ^C	2.00±0.15 ^C	0.32±0.04 ^B
	Blanched	0.92±0.07 ^D	2.21±0.01 ^A	0.22±0.02 ^C
	Squeezed	1.00±0.16 ^A	2.07±0.19 ^B	0.22±0.05 ^D
	Blanched-and-Squeezed	0.97±0.02 ^B	1.98±0.12 ^D	0.79±0.10 ^A
n-Hexane	Un-treated	0.71±0.00 ^B	1.72±0.22 ^B	1.07±0.09 ^A
	Blanched	0.71±0.00 ^C	2.28±0.18 ^A	0.93±0.16 ^B
	Squeezed	1.02±0.01 ^A	0.15±0.01 ^C	0.02±0.03 ^C
	Blanched-and-Squeezed	0.66±0.05 ^D	0.14±0.05 ^D	0.00±0.02 ^D

¹Extraction yield (%)=(sample extract weight / sample weight)*100%.

²mg, gallic acid equivalent (GAE)/g sample.

³mg, catechin equivalent (CE)/g sample

⁴Values (mean ± SD, n=3) in the same column followed by a different letter are significantly different (p<0.05).

Table 4. EC₅₀ values of various treated extracts of pseudo-stem tender core extracts by DPPH and ABTS⁺ radical methods and reducing power.

Solvent	Treatment	DPPH	ABTS ⁺	Reducing power (mg/g DW)
Water	Un-treated	3.05±0.04 ^B	11.28±0.73 ^A	3.29±0.01 ^B
	Blanched	2.45±0.08 ^C	6.23±0.52 ^C	2.91±0.04 ^C
	Squeezed	4.80±0.18 ^A	9.77±0.39 ^B	4.23±0.03 ^A
	Blanched-and-Squeezed	2.39±0.11 ^D	6.26±0.21 ^C	2.60±0.04 ^D
Ethanol	Un-treated	4.69±0.20 ^A	7.53±0.38 ^A	9.35±0.25 ^A
	Blanched	2.60±0.20 ^B	6.33±0.87 ^B	5.10±0.03 ^B
	Squeezed	2.49±0.15 ^C	4.73±0.22 ^C	4.46±0.06 ^C
	Blanched-and-Squeezed	1.23±0.20 ^D	1.42±0.08 ^D	3.03±0.02 ^D
Acetone	Un-treated	4.38±0.25 ^A	15.01±0.57 ^A	10.81±0.66 ^A
	Blanched	2.97±0.72 ^C	12.09±0.66 ^B	9.03±0.35 ^B
	Squeezed	3.61±0.08 ^B	4.73±1.37 ^C	5.71±0.17 ^D
	Blanched-and-Squeezed	2.34±0.01 ^D	2.94±0.07 ^D	6.70±0.16 ^C
Ethyl acetate	Un-treated	3.55±0.30 ^C	7.65±0.21 ^C	7.18±0.13 ^C
	Blanched	3.61±0.03 ^B	11.50±0.58 ^A	9.23±0.19 ^B
	Squeezed	4.53±0.23 ^A	8.32±0.69 ^B	12.86±0.43 ^A
	Blanched-and-Squeezed	3.14±0.10 ^D	4.88±0.07 ^D	6.83±0.32 ^D
n-Hexane	Un-treated	5.07±0.08 ^B	--	24.12±0.52 ^D
	Blanched	3.33±0.03 ^D	--	34.67±0.66 ^C
	Squeezed	13.47±0.24 ^A	--	79.61±9.57 ^B
	Blanched-and-Squeezed	3.69±0.44 ^C	--	94.09±4.23 ^A

¹EC₅₀ means the effective concentration of sample that has 50% of the scavenging activity.

²EC₅₀ is the concentration that the absorbance at 700 nm is 0.5.

³Values (mean ± SD, n=3) in the same column followed by a different letter are significantly different (p<0.05).

Table 5. Contents of ρ -Coumaric acid in various treated pseudo-stem tender core extracts.

Solvent	Treatment	Content (mg/mL)
Water	Un-treated	--
	Blanched	--
	Squeezed	--
	Blanched-and-Squeezed	--
Ethanol	Un-treated	0.06±0.00dF
	Blanched	0.12±0.00cE
	Squeezed	0.20±0.00bC
	Blanched-and-Squeezed	0.75±0.01aA
Acetone	Un-treated	0.03±0.00dG
	Blanched	0.07±0.00cF
	Squeezed	0.17±0.00bD
	Blanched-and-Squeezed	0.70±0.01aB
Ethyl acetate	Un-treated	
	Blanched	
	Squeezed	
	Blanched-and-Squeezed	
n-Hexane	Un-treated	
	Blanched	
	Squeezed	
	Blanched-and-Squeezed	

¹Values (mean ± SD, n=3) in the same column followed by a different letter are significantly different (p<0.05).

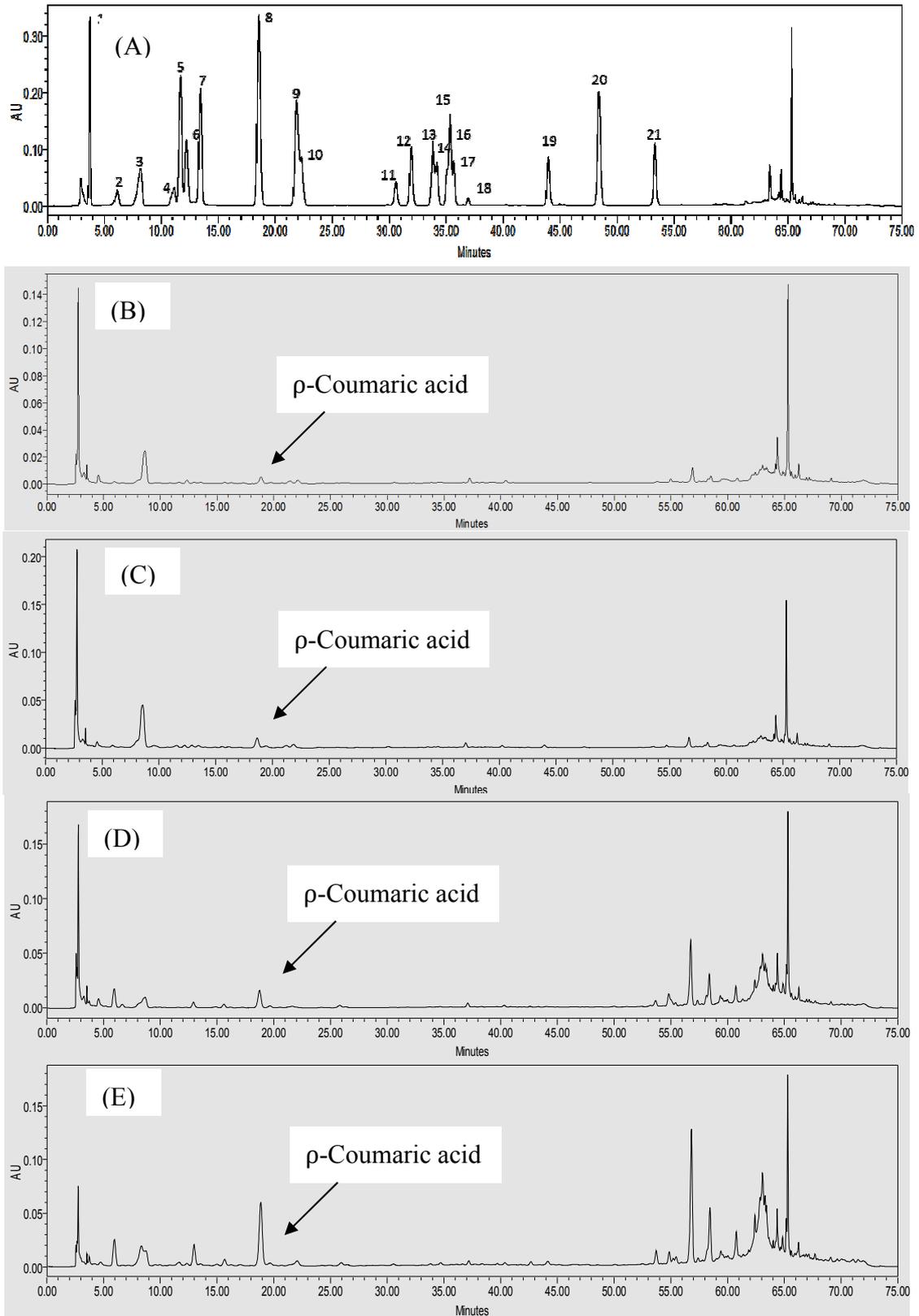


Figure 1. HPLC profiles of phenolic acids and Flavonoids in pseudo-stem tender core ethanol extracts by various treatments. Standards (A), Untreatment (B), Blanched (C), Squeezed (D) and Blanched and Squeezed (E). 1: Gallic acid; 2: Catechin; 3: Chlorogenic acid; 4: Epicatechin; 5: Caffeic acid; 6: Vanillic acid; 7: Syringic acid; 8: p-Coumaric acid; 9: Ferulic acid; 10: Sinapic acid; 11: Myricetin; 12

Hesperidin; 13: Quercitrin; 14: Neohesperidin; 15: Diosmin; 16: Quercetin; 17: Hesperetin; 18: Kaempferol; 19: Rutin; 20: Naringin; 21: p-Anisic acid

科技部補助專題研究計畫出席國際學術會議心得報 告

日期：2016 年 10 月 25 日

計畫 編號	MOST104-221-E-040-005-		
計畫 名稱	香蕉樹莖加工特性之研究		
出國 人員 姓名	劉世詮	服務 機構 及職 稱	中山醫學大學健康餐飲暨 產業管理學系副教授
會議 時間	2016 年 6 月 26 日至 2016 年 6 月 30 日	會議 地點	丹麥 ARRHUS
會議 名稱	(中文) CIGR-AgEng (英文) CIGR-AgEng		
發表 題目	(中文)殺菁處理和不同溶劑萃取對香蕉偽莖嫩芯抗氧化力之影響 (英文) Effects on antioxidative activities of pseudo-stem tender core extracts by blanched treatment and various polar solvent extracted treatment		

一、參加會議經過

CIGR(International Commission of Agricultural Engineering)為一個國際性、非政府及非營利性的機構，會員包含全球和農業工程相關的地區性與國際性私人與公眾的團體或公司，涵蓋範圍相當廣泛。CIGR 每年都會舉辦農業工程研討會，吸引歐盟與其他國家之研究學者參加。

CIGR-AgEng 此研討會主要是與農業工程及其他與農業有關的研究課題。此次會議中共分: Land soil and Water engineering, Structures, Plant production technologies, Energy, Systems management, Post-harvest technologies, Information technologies, ERABEE, CFD application in agriculture, Image Analysis for Agricultural Products and Processes 及 Conservation Agriculture and Controlled Traffic 等 session。內容涵蓋傳統與綠能農業，其中 Post-harvest technologies session 中的 Food processing, technologies and influence on nutrition, losses and flavour 與研究計畫的主題相關性高，且為多加學習其他食品相關領域的進展與知識，進而充實教學內涵，因此去年得知 CIGR 所舉辦的研討會後，即想以今年度之研究計畫結果到此研討會中發表，原本是以壁報方式投稿，但主辦單位認為研究主題與結果相當不錯，因此改成口頭發表，表示研究計畫的方向是正確的。也很幸運的承科技部惠允同意計畫撥款補助。

二、與會心得

由於參加論文口頭發表，發表題目為”Effects on antioxidative activities of pseudo-stem tender core extracts by blanched treatment and various polar solvent extracted treatment”。發表時有多位學者專家表示對此主題感到興趣，也提出了一些問題，也都一一回答，表示此主題有深入研究的價值，將會持續深入研究。至於其他的口頭報告，有相關於如何提升農業加工工廠的熱機效率、加拿大相關的食品安全與管制之發展及 UV 光與高壓對果汁營養品質的影響、馬齒莧粉對無麵筋米粉麵包品質之影響及研磨稻米的品質之研究的介紹。學習到許多新的觀念，收穫甚多。

三、發表論文全文或摘要

Pseudo-stems are one of the wastes of bananas after harvest, but there are few articles relative to pseudo-stem tender cores. It is valuable to deeply figure out. In this study, pseudo-stem tender cores were treated by various treatments, such as untreated

(U), blanched (B), squeezed (S) and blanched-and-squeezed (BS) after frozen-dried, respectively. These treated samples were extracted with ethanol, acetone and ethyl acetate, respectively to understand the effects on antioxidative activities of pseudo-stem tender core extracts by blanched treatment and various polar solvent extracted treatment. In ethanol extracts, the extract yield of U sample was the highest one ($22.44\pm 0.03\%$) and the extract yield was the lowest one in BS sample ($4.50\pm 0.21\%$). The total phenolic and flavonoid contents of the BS sample were 11.34 ± 0.62 mg GAE/g D. W. and 9.41 ± 0.20 mg CE/g D. W., respectively, and they were higher than those of samples. The antioxidative activities of the BS sample were the best one and the EC_{50} values of DPPH and $ABTS^{+}$ radical scavenging effects were 1.26 ± 0.29 mg/ml and 1.42 ± 0.08 mg/ml, respectively. There were the similar trends in acetone and ethyl acetate extracted samples, and the better antioxidative activities were in the BS sample. Antioxidative activities of samples by ethanol extracted were higher than by acetone and ethyl acetate extracted. In this result, we proved that there were rich antioxidative activities in banana pseudo-stem tender core, and it could be created as healthy food.

四、建議

這次會議除遇到歐美人士外，最多的還是中國人，並沒有遇到台灣人，這是國際級的會議，因此建議可以鼓勵國內的學者可以參加此類型的國際會議，除可進行國際學術交流外，亦可以學習到歐洲較新的農業工程實務技術，並可增加台灣的知名度，有許多的好處。

五、攜回資料名稱及內容

現在研討會紙本資料越來越少，幾乎都以電子檔的方式將與會資料發放給參與者，以往是以隨身碟的方式存放，今年發現是以 APP 軟體的方式存放，節省經費與空間，有其優點，但 APP 軟體的使用方便性為其重要的部分。

六、其他

最後還是要感謝科技部能提供參與國際學術會議的經費，由於參加此次的活動，學習到許多的新的知識與技術，也對自己的研究成果受到國際學者的重視，感到驕傲，之後會持續的努力，努力地讓自己的學術成果卓越，也希望科技部能持續的補助，持續到國際發表成果，讓國際知道台灣的卓越成果。

科技部補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2016/10/25

科技部補助計畫	計畫名稱: 香蕉樹莖加工特性之研究
	計畫主持人: 劉世詮
	計畫編號: 104-2221-E-040-005- 學門領域: 食品工程
無研發成果推廣資料	

104年度專題研究計畫成果彙整表

計畫主持人：劉世詮			計畫編號：104-2221-E-040-005-				
計畫名稱：香蕉樹莖加工特性之研究							
成果項目			量化	單位	質化 (說明：各成果項目請附佐證資料或細項說明，如期刊名稱、年份、卷期、起訖頁數、證號...等)		
國內	學術性論文	期刊論文		0	篇		
		研討會論文		1			
		專書		0	本		
		專書論文		0	章		
		技術報告		0	篇		
		其他		0	篇		
	智慧財產權及成果	專利權	發明專利	申請中	0	件	
				已獲得	0		
			新型/設計專利		0		
		商標權		0			
		營業秘密		0			
		積體電路電路布局權		0			
		著作權		0			
		品種權		0			
		其他		0			
	技術移轉	件數		0	件		
		收入		0	千元		
	國外	學術性論文	期刊論文		0	篇	
			研討會論文		1		
			專書		0	本	
			專書論文		0	章	
技術報告			0	篇			
其他			0	篇			
智慧財產權及成果		專利權	發明專利	申請中	0	件	
				已獲得	0		
			新型/設計專利		0		
		商標權		0			
		營業秘密		0			
		積體電路電路布局權		0			
		著作權		0			
		品種權		0			
		其他		0			

	技術移轉	件數	0	件	
		收入	0	千元	
參與計畫人力	本國籍	大專生	0	人次	
		碩士生	1		
		博士生	0		
		博士後研究員	0		
		專任助理	0		
	非本國籍	大專生	0		
		碩士生	0		
		博士生	0		
		博士後研究員	0		
		專任助理	0		
其他成果					
(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。)					

科技部補助專題研究計畫成果自評表

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（簡要敘述成果是否具有政策應用參考價值及具影響公共利益之重大發現）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（請於其他欄註明專利及技轉之證號、合約、申請及洽談等詳細資訊）

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200字為限）

以參加CIGR-AgEng2016研討會，以口頭報告方式發表，且預計於12/2於食品科技學會年會中，以壁報方式發表。

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）

應為世上第一個將香蕉偽莖嫩芯做完整的機能特性分析的研究，亦得到相當不錯的結果，雖然未申請到今年的計畫，但是還可以繼續的深入研究，甚可將所得之結果，應用在產業中，減少廢棄物，提高產值，且可添加入食品中當作天然的抗氧化劑，並提高食品的機能性。

4. 主要發現

本研究具有政策應用參考價值： 否 是，建議提供機關

（勾選「是」者，請列舉建議可提供施政參考之業務主管機關）

本研究具影響公共利益之重大發現： 否 是

說明：（以150字為限）