

咖啡因和咖啡酸對人體生理之影響

林宛宜*

黃亮綜^{1**}

明道大學生物科技學系

摘要

近年來飲用咖啡的人口持續增加，已經形成深具潛力的消費市場。咖啡豆經由不同的烘焙程度和製程，產生了不同的口感，消費者可依照自己的口味來做挑選。咖啡豆在進行烘焙時會發生梅納反應，產生具有苦味和酸味的物質，其中咖啡因具有苦味，為興奮劑的一種，而咖啡酸為酚類化合物，具有抗氧化、抗病毒、保護肝臟等效果。為滿足現代人追求健康飲食的需求，本研究藉由系統化的分析方法，介紹咖啡中重要的成份，並分析咖啡酸、咖啡因對抗氧化、抗發炎、抗腫瘤、及其對身體的影響，進而提升國人對咖啡的了解與利用，並強化食品安全與健康飲食之觀念。

關鍵字：咖啡因、咖啡酸、抗腫瘤、抗發炎

¹ 通訊作者，E-mail: larry@mdu.edu.tw



The effects of caffeine and caffeic acid on human physiology

Wan-Yi Lin*

Liang-Tsung Huang^{1**}

Department of Biotechnology, Mingdao University

Abstract

In recent years, coffee drinking population keeps growing and has become a consumer market with great potential. By various baking and manufacturing processes, the coffee beans produce different types of tastes, and then consumers can choose according to their own favor. During the baking process, the coffee beans produce Maillard reaction to give bitter taste and sour substances. Among these substances, caffeine is a stimulant with a bitter taste and caffeic acid is a kind of phenolic compounds with the antioxidant, anti-virus and liver protecting functions. For meeting the demands of modern life on healthy diets, this study focused on the introduction of coffee main compositions and discussed the effects of caffeine and caffeic acid to antitumor and anti-inflammatory by a systematical analysis. The results may provide clearer understanding of the coffee and strengthen the concepts of food safety and health diets.

Keywords: caffeine; caffeic acid; anti-tumor; anti-inflammatory

¹ Corresponding author, E-mail: larry@mdu.edu.tw



壹、前言

咖啡是世界最大宗的熱帶食品原料之一，也是世界前三大之飲料作物。咖啡的全球產值高達 20 兆台幣、全球每天喝掉 20 億杯咖啡，並以 12% 至 15% 的速度成長，是僅次於石油的第二大貿易商品，因此咖啡也被稱為「黑金」(Black Gold)。台灣在百餘年前就開始在種植咖啡，但產量難以成為經濟規模。在 921 大地震之後，雲林縣古坑鄉在 2003 年舉辦了第一屆「台灣咖啡節」，目前台灣以「古坑咖啡」最為著名。根據財政部關稅總局統計，1999 年咖啡(生豆與熟豆)進口量約 4,794 公噸，2010 年飆升到約 1 萬 7,885 公噸。若換算成飲用杯數，以每杯咖啡用掉約 10 公克咖啡粉計算，1999 年台灣喝掉了約 4.8 億杯現煮咖啡(平均每人約 21 杯)，2010 年則喝掉了約 17.9 億杯(平均每人約 78 杯)，12 年來國人咖啡飲用量成長了 3.7 倍，可見我們對咖啡的依賴程度越來越深。根據統計，2013 年台灣的咖啡相關產值已經達到 600 億新台幣，平均每人 1 年喝掉了近 100 杯咖啡(吳，2014)。另外根據英國國際咖啡組織(ICO)調查，台灣每人 1 年消耗的咖啡豆約 0.7 公斤，遠較日本每人約消耗 3.5 公斤，美、義約 4.5 到 4.8 公斤者為高 (Ahluwalia and Herrick, 2015；邱，2014；李與翁，2013；王，2013)，是具有潛力的消費市場。

咖啡豆加工製程需經過高溫烘焙，此依程序進行梅納反應(Maillard Reaction)將產生許多新的化學物質，構成咖啡之色澤及香味。就生理作用觀點而言，咖啡中所含植化素(Phytochemicals)之生物活性主要有咖啡因(Caffeine)、咖啡醇(Cafestol)、咖啡豆醇(Kahweol)以及多酚類之漂木酸(Chlorogenic Acid)等(林等，2009)。



文獻顯示(江，2008b；米等，2009；吳等，2012；林，1996；凌等，2010；張等，2007；黃等，1999；熊等，2007；嚴，2004)咖啡酸具有廣泛的生物學活性，例如抗氧化、抗發炎、抗腫瘤以及免疫調節等作用。咖啡酸具有抗菌、止血、增高白血球及抗病毒作用。

咖啡因的化學結構與人腦中的腺嘌呤核苷(Adenosine)結構相似，所以咖啡因恰能取代大腦腺嘌呤核苷的受器結合，但和腺嘌呤核苷有不同的作用。當人體攝取大量的咖啡因時，咖啡因與腺嘌呤核苷控制，致使神經細胞活性增高，腦細胞的活動不斷加強，促使腎上腺素分泌，使人體生理上產生心跳加速、血壓上升、表皮血管收縮等現象，因而達到提神的效果。此外咖啡因是官能增補劑之一，可增強運動耐力及延遲疲勞血漿中的兒茶酚胺，使運動有增強表現的效果，並加快反應時間、提高力量和爆發力，促進耐力性運動的成績。而咖啡因於人體的半衰期約 3 至 5 小時，隨著人體新陳代謝分解，咖啡因的生理反應如血壓與心跳等，也隨之消失(張等，2007)。此外，咖啡因和苯丙胺(Amphetamines)、古柯鹼(Cocaine)和海洛因(Heroine)一樣，與促進體內多巴胺(Dopamine)的產生有關，同時能刺激腦神經活化，這機制可部分解釋咖啡因的成癮性(江，2008b)。因此行政院衛生署對國人咖啡因攝取量建議，每人每日不超過 300mg 為原則，若過量恐造成身體的負擔；咖啡因的半衰期為 3 到 5 個小時，所以不建議太晚喝咖啡，以免造成失眠。近年來，許多研究顯示多喝咖啡能減少帕金森氏症的罹患率。

由於咖啡具有廣大的消費市場，而成份中的咖啡因與咖啡酸對人體生理機能有諸多影響，因此本論文將探討咖啡因與咖啡酸對人體健康之影響，特別是針對抗腫瘤與抗發炎之作用，進行深入之評估與討論。



貳、材料與方法

一、文獻蒐集與趨勢分析

本研究以華藝線上圖書館蒐集 CEPS 資料庫的學位論文及期刊論文，並以咖啡因、咖啡酸、咖啡因治療、咖啡酸治療等作為關鍵字，進行 1978 年至 2014 年的文獻搜尋，收集到的咖啡因相關文獻共 380 篇，咖啡酸相關文獻共 176 篇，並搜尋 6 篇新聞報導做為補充參考。

二、咖啡因、咖啡酸之分析與探討

為了使讀者更了解咖啡中的物質及其對人體影響，本研究主要以咖啡因、咖啡酸 2 種成份為主，先介紹其結構與特性，再探討各成份對身體各方面所造成的影響。

參、結果與討論

一、文獻蒐集結果

以咖啡因做為關鍵字搜尋到 380 筆文獻，咖啡酸相關文獻為 176 筆，再進行分類分析。整體資料顯示，文獻量在 2004 至 2010 年皆有上升的趨勢(請參見圖 1)，且高峰期落在 2010 年，顯示以咖啡為議題之相關研究在近年有降溫現象，未來是否能持續受到研究人員的重視，是可以觀察的指標。從論文種類分析，期刊論文的數量比碩博士論文來得多，顯示研究人員與研究所學生對咖啡成份的研究議題都相當重視。另外再依成份，細分為咖啡因和咖啡酸 2 類，咖啡因的文獻資料明顯比咖啡酸來得豐富，顯示咖啡因成分被研究與了解更多。



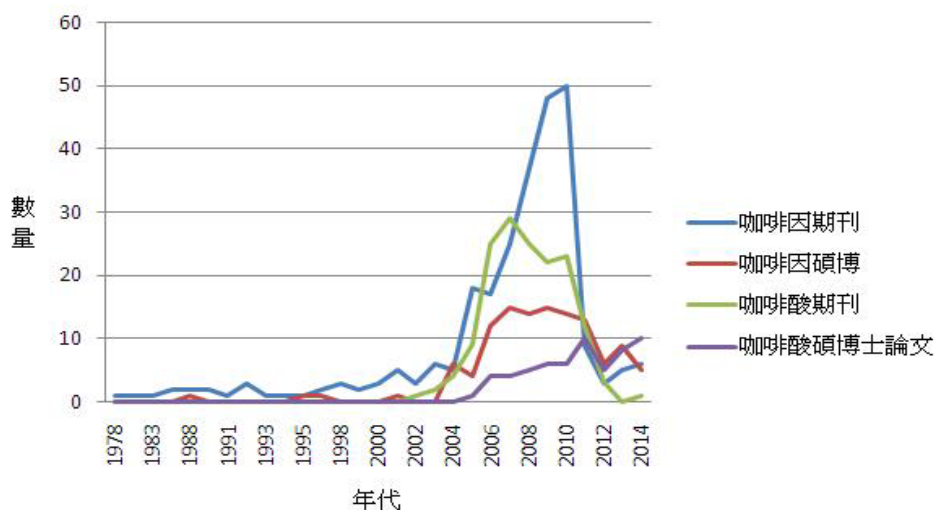


圖 1. 期刊研究論文與碩博士論文之整體趨勢分析

其次，我們將蒐集到的文獻資料依據功能性分析，以抗癌、抗病、抗氧化、分析及代謝功能分為 5 大類，以了解目前研究對於咖啡成份中不同功能的投入程度(請參見圖 2)。整體資料顯示，成份分析類的文獻比例最高，顯示對於咖啡成份有較高的重視程度，其中研究人員同樣重視咖啡因和咖啡酸的成份分析，呈現相近的文獻數量。

其餘各類的研究則持平均分布之現象，除了成份分析超過 100 篇之外，其它各類都在 10 篇以下。其中針對代謝功能之研究偏少，可能是研究難度較高或者是尚未受到重視。



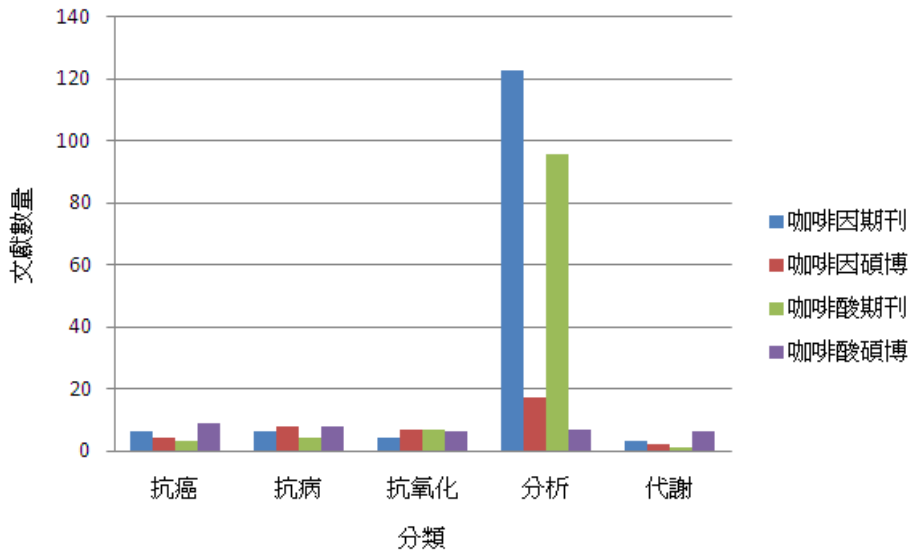


圖 2.依據功能性分析研究趨勢，包括抗癌、抗病、分析、抗氧化與代謝

二、 咖啡因之結構與特性

咖啡因(Caffeine)為甲基嘌呤屬生物鹼類化合物，學名為 1,3,7-二甲基黃嘌呤，咖啡因、可可鹼，茶鹼都屬於甲基黃嘌呤類(Methylxanthines)，其化學結構示意請參見圖 3。純咖啡因是一種極苦白色粉末，為心臟及中樞神經的興奮劑，因此許多含有咖啡因的飲品通常會被用來提振精神，但過量攝取咖啡因也可能造成對人體不良影響，輕者可能會緊張、煩躁、難眠、焦慮、心跳加速、頭痛、嘔吐、心悸、腸胃不適等。嚴重則可能造成胃潰瘍、精神錯亂、心室的無節律、昏睡，甚至死亡。

咖啡因亦具抗菌效果，因此廣泛作為醫藥之原料及食品的添加劑。咖啡因會誘導肝微粒體酵素，因此影響某些藥物的代謝，但咖啡因也有加強某些藥物(包括苯二氮平類，對羧乙烯胺酚，及阿斯匹林的作用，也



會使血漿中游離脂肪酸濃度增加。更有研究證實咖啡因會引起中毒及畸形胎，因此懷孕婦女應避免飲用含有高濃度咖啡因的飲料。同時更有研究警告某些病人(如心臟病人)應避免飲用含有咖啡因的飲料(Beam et al., 2014; Xie et al., 2014)。

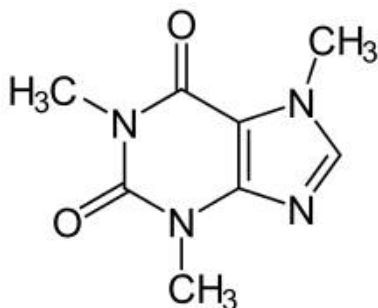


圖 3. 咖啡因(Caffeine)化學結構式，學名：1,3,7-二甲基黃嘌呤。

三、咖啡酸之結構與特性

咖啡酸(Caffic Acid)學名為 3,4-二羥基桂皮酸，其化學結構示意請參見圖 4。可從許多中藥材萃取其咖啡酸，文獻顯示咖啡酸具有廣泛的生物學活性，如抗氧化、抗發炎、抗腫瘤以及免疫調節等作用。由於咖啡酸抗菌作用、止血、增高白血球及抗病毒作用，具有多效、低毒的特性，並廣泛存在，咖啡酸在醫學上受到越來越多人的關注(熊等，2007)。而綠原酸為咖啡酸與醛尼酸的酯化物，具有抗病毒、抗氧化、保護肝臟等特性，在許多植物性藥物中被認為是主要的活性植物化學物質。咖啡酸可抑制亞麻油酸乳化液中的脂肪過氧化，對肝臟微粒體脂質過氧化產物丙二醛的形成具有抑制作用。可有效清除 DPPH、ABTS⁺、超氧陰離子自由基，也具有清除過氧化氫能力，也有良好的還原力。(陳等，2012)。咖啡酸之結構如圖 2，學名為 3,4-二羥基桂皮酸。



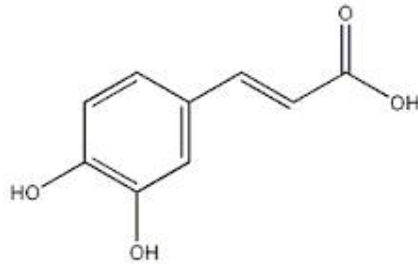


圖 4. 咖啡酸(Caffeic Acid)結構式，學名：1,3,7-二甲基黃嘌呤。

四、 咖啡因之作用與副作用

綜合分析各項研究文獻，我們整理咖啡因對於身體的影響如表 1 所示。表 1 依生理功能將影響分為 11 類，再詳細說明各類之作用機制，同時標註文獻來源以供讀者查詢和參考。

對於中樞神經系統、心肌血管兩類有較多的研究報告支持，顯示咖啡因對於心血管與神經系統確實有更多的影響。主要的作用包括刺激延髓知呼吸中樞、直接刺激心肌作用致使心肌收縮力、提高心跳輸出量、心跳率、並使血壓升高。由於中樞神經系統為人體維持生命的重要樞紐，而心血管疾病在台灣十大死因中名列前茅，因此如何調節咖啡因的作用，值得投入更多的研究。

較新的研究報告指出，啡啡因攝取過量有可能是造成現代人生育率下降的原因之一，然而報告內容是利用統計方法進行分析，且加入吸煙和喝酒等因子同時進行，因此我們建議，未來可針對咖啡因影響生育機能的相關議題，進行深入的生理研究分析，以期更清楚地瞭解其作用的機制。



表 1. 咖啡因對於身體各部位的影響

影響部位	作用機制說明	文獻來源
興奮大腦皮質	透過刺激大腦皮質，促進腦部活動使頭腦清醒，提高其注意力、反應靈敏、促進感覺、判斷、記憶和感情活動、自信心及工作效率和積極性。	張等，2007； 凌等，2010。
刺激中樞神經系統	咖啡因會刺激大腦皮質及延腦的中樞，使人感到清醒、好動、有警覺性、減低疲勞感。	黃等，1999； 江，2008b； 林，1996。
興奮呼吸中樞	直接刺激延髓知呼吸中樞，使小動脈擴張，肺血流加速	林，1996。
刺激心肌血管	對心肌有直接刺激作用，致使心肌收縮力、每跳輸出量、心跳率、血壓升高。咖啡因與心肌收縮力、心跳及輸出量、血壓的提升有關，並能促使血管擴張。但過量攝取咖啡因會造成心臟跳動加快導致血壓增高，高血壓及動脈硬化患者需注意控制含有咖啡因的飲品。	江，2008a； 林，1996； 凌等，2010。
心臟、呼吸系統、肌肉	基本代謝率：當人在靜態時，需要的最低熱量以維持生命，其卡路里主要消耗於呼吸、心跳、氧氣運送、腺體分泌，腎臟過濾排泄作用，肌肉緊張度，細胞的功能等所需的熱量	江，2008b。 林，1996。



影響部位	作用機制說明	文獻來源
興奮骨骼肌	<p>增加肌肉收縮強度，咖啡因可很快進入肌肉細胞，降低細胞膜或肌質與鈣離子(Ca²⁺)的結合力，促使鈣離子由肌漿網中被釋放出來，於是細胞內鈣離子脂活性大增，使肌肉收縮力增加；此外，咖啡因可增加肌纖維細絲對鈣離子的親和力，同時提升肌肉收縮的張力。</p>	<p>江，2008b； 林，1996。</p>
促進利尿作用	<p>咖啡因會增加腎血管血流，抑制 Na⁺ 再吸收，產生利尿作用，在利尿作用提升下，咖啡因約在 2 小時左右就會被排掉。</p>	<p>林，1996； 凌等，2010。</p>
腎	<p>咖啡因可使腎上腺素的分泌增加，並能抑制磷酯酸二酯(Phosphodiesterase)，使環腺酶單磷酸(Cycle Adenosine Monophosphate，簡寫為 cAMP)的濃度增高，因而活化脂肪酶(Lipase)，使三酸甘油脂(Triglyceride)分離出甘油(Glycerol)與游離脂肪酸(Free Fatty Acid, 簡稱 FFA)。</p>	<p>江，2008b； 林，1996。</p>
胃	<p>咖啡因不但可以促進消化酶與胃酸的分泌，而且能延長分泌之時間，故長期過度飲用含咖啡因之飲料，有發生消化性潰瘍之虞。</p>	<p>林，1996； 凌等，2010。</p>



影響部位	作用機制說明	文獻來源
腸	有研究指出飲用咖啡，似乎能降低直腸癌的風險，比不喝咖啡的人要低 40%。	凌等，2010。
生育	咖啡因攝取量達 300mg 可能造成對生育造成不良影響，每天喝 3 杯或更多咖啡者胎兒出生後體重過輕或自然早期流產率會提高，以每 100 次月經週期為單位，不抽菸、不喝酒、不喝咖啡的女性，可能受孕次數是 26.9 次，而不抽菸、至少每天喝 1 杯咖啡、喝酒的女性，可能受孕次數只有 10.5 次。	凌等，2010。

五、咖啡酸之作用與副作用

癌症自 71 年起已連續 31 年高居國人死因首位，平均每 100 人就有 28 人死於癌症，顯示癌症對國人所造成的重大損害。因此我們針對咖啡酸抗腫瘤與抗發炎影響進行綜合分析，並整理如表 2。表 2 依生理功能將咖啡酸的影響分為 6 類，其中對細胞的研究報告較多，因此又再細分為 3 類。接著說明各類之作用機制，同時標註文獻來源以供讀者查詢和參考。

與咖啡因比較，咖啡酸研究報告的數量較少、探討的影響部位也比較少。值得注意的是在 2014 年其碩博士論文數量首度超過咖啡因，且有上升之趨勢，顯示研究人員逐漸關注於咖啡酸之議題。



咖啡酸針在細胞層次產生許多不同的影響，包括抗炎、消炎、抗病毒、抗氧化作用、抗腫瘤。主要機制是因為能夠抑制誘發型環氧酶-2 (COX-2)蛋白質和一氧化氮合成酶(iNOS)及其基因啓動子之表現。這些影響對人體生理有非常正向的健康效益，可能也是近年受到研究人員重視的主要原因。

表 2. 咖啡酸對於身體各部位的影響

影響部位	作用機制說明	文獻參考
心臟	預防心血管疾病	米等，2009。
肝臟	保護肝臟	吳等，2012。
腎	糖尿病	米等，2009。
血管	收縮增固微血管、提高凝血因子的功能、升高白細胞和血小板的作用。	凌等，2010。
細胞	抗炎、消炎、抗病毒。能抑制誘發型環氧酶-2 (COX-2)蛋白質和一氧化氮合成酶(iNOS)及其基因啓動子之表現並抑制前列腺素 E2 (PGE2)的合成。	熊等，2007； 凌等，2010； 嚴，2004； 吳等，2012。
	抗氧化作用。可有效清除 DPPH、ABTS+、超氧陰離子自由基，也具有清除過氧化氫能力，也有良好的還原力。	米等，2009； 熊等，2007； 吳等，2012。
	抗菌作用、止血、抗腫瘤	熊等，2007； 張等，2003； 米等，2009。
免疫系統	免疫調節	凌等，2010； 米等，2009； 林等，2009。



肆、結論

本研究利用最新的線上資料庫，大規模且系統化地分析近年的文獻報告，介紹咖啡的消費市場以及重要的成份咖啡因和咖啡酸。並進一步分析咖啡因和咖啡酸對抗氧化、抗發炎、抗腫瘤等作用 and 對人體生理的影響，以提升國人對咖啡的了解與利用。

從研究趨勢分析，雖然近年研究咖啡的報告，在高峰期後有降溫現象，但咖啡酸的議題逐漸受到關注。咖啡酸針在細胞層次產生許多不同的影響，包括抗炎、消炎、抗病毒、抗氧化作用、抗腫瘤，對人體生理有非常正向的健康效益，可能也是近年受到研究人員重視的主要原因。而咖啡因對心血管與神經系統的作用已經有相當的成果，如何調節咖啡因的作用，值得投入更多的研究。

伍、誌謝

明道大學生物科技學系伍家逸同學，協助本研究部分資料之搜集與整理，深為感激，作者特此誌謝。

陸、參考資料

一、中文部分

王翠華(2013)。我國咖啡市場分析。<http://www.coa.gov.tw/view.php?catid=2500436&print=1>

江聰智(2008a)。不同劑量咖啡因對青少年血壓之影響。輔仁大學體育學刊，7：229–238。

江聰智(2008b)。淺談咖啡因對人體健康與運動之影響。長榮運動休閒學刊，2：101–110。



米培培、張麗霞、王日爲、邱旭東、楊琦(2009)。對—香豆酸、咖啡酸和綠原酸螢光特性的研究。山東農業大學學報，40(3)：365–370。

吳文凱、周惠明、趙浩然、陳建行(2012)。探討牛蒡萃取物抑制癌細胞生長之功效。永達學報，12(1)：1–7

吳泓勳(2014)。中時電子報 – 現煮咖啡 台灣每年喝掉 21 億杯 2014 年 10 月 19 日。

<https://tw.news.yahoo.com/%E7%8F%BE%E7%85%AE%E5%92%96%E5%95%A1-%E5%8F%B0%E7%81%A3%E6%AF%8F%E5%B9%B4%E5%96%9D%E6%8E%8921%E5%84%84%E6%9D%AF-215034513.html>。

李日翔、翁孟慈(2013)。咖啡裡的健康密碼。 http://www.twhealth.org.tw/index.php?option=com_zoo&task=item&item_id=666&Itemid=22

林文煌(1996)。咖啡因與運動能力。中華體育季刊，10(3)：130–140。

林淑瑗、王聯輝、林苑暉、韓伊涵、王彥翔、葉佳聖(2009)。不同製備法得咖啡之抗氧化性及咖啡因含量。臺灣農業化學與食品科學，47(5)：268–275。

邱蘭婷(2014)。「黑金」商機看俏！咖啡產值逾 6 億。
<https://tw.news.yahoo.com/黑金-商機看俏-咖啡產值逾6億-074400636.html>。

凌姐思、何友昭、謝海洋、高勇(2010)。雙向電堆積與毛細管電泳聯用對茶葉中咖啡酸及沒食子酸的測定。分析測試學報，29(4)：368–371。

張立偉、袁彩霞、楊頻(2003)。咖啡酸及其衍生物光譜特性研究。光譜學與光譜分析，23(1)：127–130。



張嫻、鄒豪、高申(2007)。咖啡因的大鼠在體腸吸收動力學研究。第二軍醫大學學報，28(3)：318–321。

陳敏婷、黃文濤、秦作威、施科念(2012)。兩種酚酸類化合物抗氧化能力與作用於類造骨細胞的生理效應。加馬，43：37–43。

黃建才、陳介甫、蔡東湖(1999)。茶葉及咖啡中咖啡因之含量分析。中醫藥雜誌，10(2)：135–141。

熊丹、嚴奉祥、歐和生(2007)。咖啡酸抗 H₂O₂ 誘導的人臍靜脈內皮細胞凋亡及機制探討。中國臨床藥理學與治療學，12(12)：1367–1371。

嚴贊開(2004)。咖啡因的抑菌試驗。中國農學通報，20(3)：65–66。

二、英文部分

Ahluwalia, N. and K. Herrick (2015). Caffeine Intake from Food and Beverage Sources and Trends among Children and Adolescents in the United States: Review of National Quantitative Studies from 1999 to 2011, *Adv Nut*, 6(1): 102–111.

Beam, J. R., A. L. Gibson, C. M. Kerksick, C. A. Conn, A. C. White, and C. M. Mermier (2014). Effect of post-exercise caffeine and green coffee bean extract consumption on blood glucose and insulin concentrations, *J. Nut*, 31(2): 292–297.

Xie, F., D. Wang, Z. Huang, and Y. Guo (2014). Coffee consumption and risk of gastric cancer: a large updated meta-analysis of prospective studies, *Nutrients*, 6(9): 3734–3746.

