

壹、中文摘要

本試驗旨在探討柑橘纖維 (citrus fiber, CF) 與馬鈴薯纖維 (potato fiber, PF) 添加 1%、2% 於中式香腸及 1%、2%、3% 於法蘭克福香腸，在 4℃ 下貯存 8 週對貯存性、風味與質地的影響。試驗採完全逢機試驗之裂區設計 (split-split plot design)，影響因子為不同來源之膳食纖維、濃度與貯存時間。結果顯示：

一、中式香腸添加 CF 或 PF 對於一般成分、產率、水活性及貯存期間的微生物無顯著影響 ($p > 0.05$)。而添加 CF 或 PF 會造成 pH 值下降，且添加濃度越高會使 pH 值下降越多 ($p < 0.05$)。添加 2% 以上 CF 或 PF 時可顯著降低產品的 TBA 值 ($p < 0.05$)。CF 及 PF 會提昇產品 L 值和 b 值並降低 a 值。添加 CF 與 PF 的處理組在亞硝酸鹽殘留量均顯著較對照組低 ($p < 0.05$)。感官品評方面差異不大，但以 PF 2% 總接受度最佳。質地描述分析上，各組無顯著差異 ($p > 0.05$)。

二、法蘭克福香腸添加 CF 或 PF 對一般成分、產率、水活性及貯存期間的微生物無顯著影響 ($p > 0.05$)。添加 CF 或 PF 可增進乳化安定力與保水力，但添加比例須在 2% 以上時效果才會顯著 ($p < 0.05$)。添加 CF 或 PF 會顯著降低 pH 值 ($p < 0.05$)。添加 CF 及 PF 的 TBA 值顯著低於對照組 ($p < 0.05$)。在顏色方面與對照組相比皆無顯著差異 ($p > 0.05$)。添加 CF 及 PF 的處理組其亞硝酸鹽殘留均較對照組低，但只有 CF 2% 及 CF 3% 才達到差異顯著 ($p < 0.05$)。在感官品評中，添加 CF 或 PF 的總接受度均高於或相似於對照組。對質地描述分析影響不大。綜合上述，添加柑橘纖維與馬鈴薯纖維於

中式香腸、法蘭克福香腸等肉製品，不會損害產品品質與風味，且具有機能性訴求，可藉此增加肉製品的多樣性來提升市場的競爭力。

關鍵詞：柑橘纖維、馬鈴薯纖維、抗氧化、亞硝酸鹽殘留

貳、前言

近年來消費者健康意識抬頭，具有機能性訴求的食品甚受歡迎，肉類加工產品之發展亦必須朝此目標，發展出迎合市場需求之產品以維持競爭優勢。膳食纖維 (Dietary fiber) 包含纖維素、半纖維素、木質素、果膠、植物膠等多醣類，人體無法吸收利用，但在整腸、預防心血管疾病及營養的平衡上扮演著重要的角色 (連, 2000)。由於膳食纖維在目前已愈來愈受重視，坊間時常可見“高纖”食品推陳出新，強調富含纖維食品已在市場中穩定成長，近幾年來食品業者以各種纖維添加於產品之中，而不單只是要求美味、口感，消費者也比以前更加重視健康，對低卡、低脂、高纖的需求日高，從穀類早餐、高纖餅乾、果凍、飲料、麵包、減肥代餐、高纖蒟蒻食品等產品的上市，可見民眾對此類產品的需求增加 (Sandrou and Arvanitoryannis, 2000)。也由於經濟快速發展與社會結構高齡化，加上現代人的食物趨於精緻化，使得膳食纖維之攝取量偏低，因此慢性文明病人口比率有持續增加的趨勢，如便秘、肥胖症、高血脂症、血管硬化症、心臟病及大腸癌等 (Schneeman, 1986; Thebaudin *et al.*, 1997)。不少研究指出膳食纖維在疾病與癌症的預防上有其功效，實際添加於食品上時，膳食纖維影響食品質地特性較大。膳食纖維在食品上的應用廣泛，其加工特性包括：增加保水力、保油力及產率，改進組織，抗冰晶生成 (Thebaudin *et al.*, 1997)。膳食纖維在食品上可應用作為增稠劑、安定劑、凝膠化劑以及防止結晶、離水、老化等 (張, 1990)。而膳食纖維在肉品上之應用，如燕麥麩皮、燕麥纖維

使用於牛肉餅、豬肉香腸或熱狗上可降低熱量，對風味並無明顯的影響（Chang and Carpenter, 1997; Dawkins *et al.*, 1999; Pszczola, 1991），此外在中式香腸製作上使用蒟蒻，或在乳化香腸的生產上添加膠類以降低脂肪含量（陳與曾，1996）。

馬鈴薯纖維及柑橘纖維分別由馬鈴薯皮及柑橘果皮製成，為利用加工過程中產生的農業副產物所開發出之膳食纖維，屬於天然的添加物，其功能除一般膳食纖維之功能外，並具有極佳的抗氧化性且價格低廉（Marin *et al.*, 2002; Nandita *et al.*, 2004; Toma *et al.*, 1979）。Fernandez *et al.* (2003) 以柑橘纖維加入 bologna 香腸；Katsanidis *et al.* (2001) 用脫水馬鈴薯萃取物添加到牛肉餅，但國內常見的中式香腸及法蘭克福香腸未有添加馬鈴薯纖維或柑橘纖維的報告發表。本試驗旨在探討馬鈴薯及柑橘纖維應用於肉品加工上的影響，期望可增加肉類加工產品的多樣性，並開發出具附加價值之肉類產品。

參、文獻回顧

一、膳食纖維的介紹

(一) 膳食纖維之定義

膳食纖維(dietary fiber)一詞最早是由 Hipsely 於 1953 年所提出，而一般所認知的粗纖維 (crude fiber) 是將植物經稀酸、鹼處理後的不溶物，僅佔膳食纖維之一部分 (黃，1984)。Trowell 在 1976 年將膳食纖維定義為“不能被人體消化道分泌之酵素所分解之多醣類”最為學者所接受。但長久以來，對於膳食纖維的定義存在於「營養成分認知」與「分析方法」之間有所變動，雖然以生理功能為基礎所界定的意涵較為精準也廣為一般人所接受，但政府官員與學術研究人員，卻傾向以科學分析作為其範圍界定的主要依據。依據美國穀物化學家協會 (American Association of Cereal Chemists, AACC) 2001 年的定義，膳食纖維係指「植物中的可食部分或同功異質碳水化合物 (或稱類比碳水化合物 analogous carbohydrates)，而這些成分無法在人體小腸中消化吸收，但可在大腸中有全部或部分的發酵利用。再者，膳食纖維包括多醣 (polysaccharides)、寡醣 (oligosaccharides)、木質素 (lignin) 及其他相關的植物成分，而這些成分能促進的生理功能包括促進排便，與 (或) 降低血中膽固醇，及 (或) 降低血糖等作用」(傅，2002)。

(二) 膳食纖維之分類

膳食纖維之種類繁多，結構各異，而在植物中的含量隨植物生長、成熟度之不同而有異 (Southgate, 1982)。膳食纖維可分為傳統之膳食纖維與特殊之膳食纖維 (Dreher, 1987)。

傳統之膳食纖維主要存在於植物之細胞壁中，依結構來分類，可分下列三種：1. 結構性多醣 (structural polysaccharides) 為組成細胞壁的主要成分，例如纖維素、半纖維素 (hemicellulose) 和果膠 (pectins)。2. 結構性非多醣 (structural nonpolysaccharides) 為組成細胞壁的成分，主要為木質素 (lignins)。3. 非結構性多醣 (nonstructural polysaccharides) 主要為貯存細胞內，或為細胞所分泌之多醣類，例如膠類 (gums) 和黏質 (mucilages)，其結構則隨著種類不同而易 (Schneeman, 1986)。此外其他化學衍生物如纖維素之化學衍生物，如羧甲基纖維素、甲基纖維素等，或褐藻膠之衍生物，如藻酸鈉 (sodium alginate) 等均屬之。

特殊之膳食纖維則包含 glycoprotein、chitin、resistant starch 等，與人造的膳食纖維等均是 (Dreher, 1987)。而人工合成的膳食纖維則有 lactulose (Dreher, 1987)、polydextrose (Torres and Thomas, 1981)、sucrose esters (Mattson and Nolen, 1972)、glycosylsorbitol (Layton and Vlazny, 1978) 等。

根據 Best (1992)、Schneeman (1987) 與張 (1990) 之報告又可將膳食纖維區分成水溶性膳食纖維 (soluble dietary fiber, SDF) 與非水溶性膳食纖維 (insoluble dietary fiber, IDF) 兩大類，水溶性膳食

纖維即植物及微生物細胞內貯存物質與分泌物、及其化學衍生物，如膠類、黏質及部分之半纖維素與果膠質均是。而非水溶性膳食纖維則包括纖維素、木質素及部分之半纖維素與果膠等。但纖維素之化學衍生物如羧甲基纖維素、甲基纖維素等均可溶於水中。大部分的植物性食品均同時含有這兩種纖維，只是相對含量多寡不同，例如小麥麩皮（wheat bran）主要含有不可溶性纖維，而燕麥麩皮（oat bran）則含有較多的可溶性纖維（傅，2002）。膳食纖維的分類如表一所示。

（三）膳食纖維之對人體之影響

由於膳食纖維不被人體所消化，因此早期吃膳食纖維被視為是一種浪費，但經過許多專家學者之研究，發現膳食纖維對高血壓、心臟病、肥胖與大腸癌等成人疾病並均有預防控制之效果（Kelsay, 1978），因而也被肯定為營養素。

依據 Best（1987）之報告指出膳食纖維種類不同，對於營養上之影響有很大的不同。非水溶性膳食纖維在胃中可延遲胃的空腹感，而降低能量的攝取。但在小腸中則加速食物通過的時間，以降低能量與致癌物質（carcinogens）的吸收，而降低肥胖與大腸癌之發生。而在大腸中則不被微生物分解，並可吸收水分（Kay, 1982; Schneeman, 1986, 1989）。促使排便量增加、糞便較軟，而降低憩室炎（diverticulitis）、便秘（constipation）、盲腸炎（appendicitis）、痔瘡（hemorrhoids）、過敏性結腸（irritable bowel）與其他併發症的發生。

水溶性膳食纖維在消化道之作用與非水溶性膳食纖維有明顯的

表一. 膳食纖維的分類

	來源		分類	成分
非水溶性	細胞壁構造物質	植物	纖維素 半纖維素 不溶性果膠 木質素 幾丁質	聚葡萄糖 阿戊木聚糖、甘露聚糖 阿戊半乳聚糖 半乳聚糖、半乳醛糖 聚葡萄糖(聚葡萄糖胺)
	非構造物質	動物	軟骨素硫酸	黏多醣
水溶性	非構造物質	植物	植物黏質物 果膠 種子黏質物 古阿膠 塔馬林膠 海藻抽出物 洋菜 海藻酸 樹脂樣黏質物 阿拉伯樹膠	半乳聚糖 葡萄甘露糖醛酸 半乳聚糖
		微生物	黃原膠 鹿角菜膠	聚葡萄糖醛酸、甘露糖 葡萄糖聚合體
	天然高分子誘導體	海藻酸 纖維素	海藻酸鈉 羧甲基纖維素	

(張, 1990)

差異。水溶性膳食纖維在大腸內因腸內細菌而發酵，根據 Scheeman (1986, 1989) 之報告指出，由於水溶性膳食纖維具有較大的水合能力，可吸收水分而形成一黏稠之膠體 (gel matrix)，而影響其在消化道之反應。依據 Best (1987) 之報告指出，水溶性膳食纖維在胃中會溶解於水而增加黏度並凝膠化，將胃內滯留時間拉長，並在腸管內抑制內容物擴散，可延遲食物通過的時間，並影響酵素的活性與胰內分泌素之分泌，因此延遲糖份吸收，並因吸附膽汁而降低血中膽固醇與中性脂肪酸，可增加糖尿病 (diabetes) 之閾值，且可與膽固醇、脂肪和礦物質結合而降低其在小腸中的吸收，而降低糖尿病、高膽固醇、冠狀動脈心臟病與肥胖的發生。

而水溶性膳食纖維在大腸中，則可被微生物分解，產生短鏈脂肪酸，尤其是丙酸 (propionic acid) 能降低血中及肝臟的三酸甘油脂，並增加微生物數目以增加排便量，但排便量不如非水溶性膳食纖維的顯著 (Kay, 1982; Schneeman, 1986, 1989)。而 Sosulski and Cadden (1982) 則發現黏質有良好之保水性，並可降低消化率及血清三酸甘油脂 (triglycerides)，且其糞便體積及重量均增加。

糖尿病與膳食纖維的相關性一直是被關切與探討的重點，Anderson 等人 (1987) 的研究報告特別指出增加飲食中膳食纖維的攝取量有助於提供糖尿病患改善血中葡萄糖的容許量、降低胰島素的需求、增加周邊組織對胰島素的敏感程度、降低血中膽固醇與三酸甘油脂含量、控制良好體重，以及降低血壓等功效。而其他研究人員以相繼發表文獻證明，經常攝取富含可溶膳食纖維之食品膳食補充品對於血中葡萄糖的降低，具有卓越的成效。總血漿膽固醇 (total plasma

cholesterol) 與低密度脂蛋白 (low density lipoprotein-associated cholesterol, LDL) 的含量過高, 均被視為患染冠狀心血管疾病先期徵兆的重要生物指標, 而許多臨床實驗也都相繼證實膳食纖維的攝取有助於血漿膽固醇與 LDL 的降低與調節。故在美國 FDA 目前所准許之食品營養有關健康宣稱 (health claim) 的範疇中, 就涵蓋了高纖食物 (如蔬菜、水果、全穀物) 與可溶性膳食纖維的攝取對冠狀心血管疾病的降低有正面相關性之訴求 (傅, 2002)。膳食纖維對人體健康之影響如表二所示。

表二、膳食纖維對人體健康之影響

功能	原因
預防便秘	膳食纖維具有調節腸道之功能，如促進腸胃蠕動，增加糞便量，具有保水作用，增加糞便柔軟性，促進腸道蠕動。
降低心血管疾病發生率	水溶性纖維在腸道與膽酸，固醇類物質螯合，有助於降低血中膽固醇含量，使罹患心血管疾病之危險減低。
預防大腸癌	非水溶性纖維可促進有益菌生長、稀釋致癌物質濃度以及縮短大腸與致癌物質接觸的時間。
增加飽食感、控制體重	纖維具有吸水與膨脹能力，尤其水溶性纖維可延緩胃排空 (emptying) 增加飽食感，從而減少進食，且以高纖維食物取代高熱量、高脂肪食物，減少熱量攝取。
預防憩室炎	膳食纖維具有吸水與膨潤的效果，可增加糞便體積，降低腸內所受的壓力，而有效的預防憩室炎。
控制糖尿病	延遲醣類的吸收，減緩血糖上升的速度，節約胰島素分泌，而有助於控制及預防糖尿病。
抑制腸內有害菌	調整腸道細菌生態，使腸內的乳酸菌大量繁殖，有益菌增加，有害菌減少，有益於人體健康。

(黃, 1984; 連, 2000; 傅, 2002; Schneeman, 1989; Thebaudin *et al.*, 1997)

二、膳食纖維的加工特性

Thebaudin *et al.* (1997) 指出膳食纖維具有的加工特性，包括：增加保水力及產率，改進組織，抗冰晶生成，增強吸油能力。

(一) 增加保水力及產率

肉之保水力定義為肉經分切、加熱、絞碎或擠壓等外力後，能保留肉中水分之能力。保水力與肉製品之嫩度 (tenderness)、多汁性 (juiciness)、組織 (texture) 等，有密切之關係 (Forrest *et al.*, 1975)。

一般瘦肉中含有 75 % 的水分，20 % 的蛋白質，3 % 的脂肪，與 2 % 的水溶性非氮物質 (Schut, 1976)。而肉中水分則可分為結合水 (bond water)、束縛水 (restricted water)、和自由水 (free water) 三種 (Acton *et al.*, 1983)。結合水佔總量之 4-5 %，與蛋白質之極性基如羧基 (carboxy group)，胺基 (amino group) 等緊密結合，在加工過程維持不變。束縛水則與肌原纖維蛋白極性基結合，其量依蛋白質極性之大小而定。自由水則不受蛋白質極性之影響 (林, 1987)。

所謂保水性即是肉在經過處理後，所能擁有束縛水量稱之。而鹽的添加，可提高水的結合而提高特定單位的含水量，主要是因為鹽的添加促使肌肉蛋白質之等電點 (isoelectric point) 向酸性區域移動。此乃因鹽之氯離子與肌肉蛋白質之正電荷結合力強，造成肌纖維蛋白間之鹽橋 (salt bridge) 破壞 (Schut, 1976)，並因負電荷增加而互相排斥，使肌纖維間的空間加大，而有更多的水分存留 (陳, 1992; Hamm, 1960)。由於肌肉蛋白質之負電荷大量露出，也使水分結合量增加而

使保水性提高 (Acton *et al.*, 1983)。此外磷酸鹽之添加亦可提高保水性，但其作用隨磷酸鹽種類不同而異 (陳, 1992)。

水分被保留的方式有下列五種：1. 水分與鹽以化學鍵緊密鍵結，2. 水分以氫鍵與分子之親水性基 (hydrophilic groups) 結合，3. 水分與極性分子之離子端結合，4. 水分被不溶性結構如膠質包含，5. 水分被過飽和溶液保留。

膳食纖維具有極性基，可與水分以氫鍵結和，因此也有保水之特性。膳食纖維之保水性乃是部分水分由纖維表面吸收進行水和作用，其餘水分則嵌於由膳食纖維彼此交叉連接 (cross linkage) 之膠體の間隙中。膳食纖維之保水性則視其極性大小不同而有差異，如纖維素、木質素其保水性較低，而半纖維素、膠與黏質則具有較高之保水性 (Thebaudin *et al.*, 1997; Schneeman, 1986)。膳食纖維添加於肉製品則有明顯增加其保水性之現象，其中又以膠類 (如 xanthan、carrageenan、alginate 等) 最為顯著 (Means *et al.*, 1987; Foegeding *et al.*, 1987; Wallingford *et al.*, 1983; Whiting, 1984)。

(二) 增加保油性

肉的乳化型式係以油為分散相，水為連續相，水包於油滴外之水包油系 (oil in water emulsion, O/W) 構成，而以肌肉蛋白質為乳化劑進行乳化 (陳, 1992; Bailey, 1989)。乳化劑品質好壞的判定，是由乳化物經過加熱時保持所含脂肪的能力和乳化劑所能乳化之最大脂肪量所決定 (林, 1986)。報告指出，肉品進行乳化時，蛋白質會在脂肪顆粒表面形成蛋白質膜 (interfacial protein film) 而使脂肪顆粒安

定的分佈於基質中 (Clarke *et al.*, 1987; Jones *et al.*, 1982)。脂肪顆粒表面蛋白質膜可由鹽溶性蛋白、膠原蛋白形成，但膠原蛋白在加熱處理時收縮，並形成明膠自脂肪顆粒表面流失而造成乳化的破壞 (林, 1986)。影響乳化安定性之因素很多，如乳化之溫度與時間、脂肪顆粒之體積、pH 值、可溶性蛋白之含量與種類、加熱之溫度與鹽的添加等 (Forrest *et al.*, 1975)。

大部分的膳食纖維並不具有乳化劑之功能，即無法降低油水間的表面張力，但有增加乳化安定性之作用 (Sanderson, 1981)。根據 Glicksman (1982) 之報告指出，保水性的增加，可促進乳化安定性。而膳食纖維具有良好的保水性，可增加水溶液的黏度，抑制或減少油滴的聚集，降低乳化之破壞。此外，部分水溶性膳食纖維也具有乳化劑的功能。如 xanthan gum 可降低油水間的表面張力，同樣在脂肪顆粒表面形成膠膜以降低脂肪粒的聚集。而 propylene glycol alginate 與阿拉伯膠 (gum arabic) 亦具有乳化與安定之作用 (Glicksman, 1982; Sharma, 1981; Sanderson, 1981)。

而非水溶性膳食纖維最多可吸收其五倍重量的油脂，此一特性對於蒸煮肉製品很有利，可減少蒸煮過程中油脂的損失，增加產率並維持脂肪所提供的風味 (Thebaudin *et al.*, 1997)。

(三) 穩定組織

在食品配料中使用膳食纖維，可提高配料的分散性和穩定性，並增進組織，適當添加膳食纖維可改善組織，其中主要是利用其保水性、保油性、質地改良及凝膠性等機能性，而在食品中大部分作為增

稠劑 (thickeners)、質地改良劑 (texture modifiers)、乳化安定劑 (emulsion stabilizers) 等 (Glicksman, 1982; Hodge *et al.*, 1976; Means and Schmidt, 1987)。

(四) 抗冰晶生成

膠質與水合膠常用於調整黏度，形成膠體，使顆粒懸浮，作為抗凍劑 (陳與曾，1996)。當溫度下降到凍結點以下時，有些細胞壁的多醣類 (例如由小麥或黑麥純化出的 arabinoxylans) 可以抑制冰晶的產生 (Thebaudin *et al.*, 1997)。

三、膳食纖維於肉品之應用

添加於肉製品之膳食纖維來源有以下四大類：一為穀物麩皮，例如燕麥麩皮、小麥麩皮和大麥麩皮皆含有水溶性膳食纖維， β -glucan (5~7%)，一般穀物麩皮之膳食纖維含量約為 10%；此外還含有抗氧化物及 polytochemicals 等具有生理機能性的物質；二為蔬果類榨汁後的殘餘物，如蘋果，柑橘，梨子，胡蘿蔔，蘆筍等，這些蔬果殘渣富含不溶性纖維，膳食纖維含量可能高達 20%，如加以乾燥，膳食纖維含量可能高達 70% 以上，這些物質可說是農業廢棄物，除膳食纖維外也可能含有抗氧化物及 polytochemicals；三為純化或精緻的膳食纖維，如 pure cellulose、microcrystalline cellulose 或 soluble gum 這些大多是已商業化的商品；四為 nondigestible oligosaccharides，大多為商業產品，如 inulin (菊糖) 等 (張，2003)。

由於水溶性膳食纖維可溶於水，因此在食品上的應用一般以水溶

性膳食纖維為主，有纖維素之衍生物（如羧甲基纖維素、甲基纖維素）、carrageen、alginate、agar、gum arabic、guar gum、locust bean gum、pectin、xanthan gum 等（張，1989）。

Means 與 Schmidt（1987）指出，一般使用於肉製品中以膠類為主，如種子膠（guar gum、locustbean gum 等）、植物萃出膠（Pectin 等）、海藻膠（algin 等）、微生物膠（xanthan gum 等），及其化學衍生物，此外還有纖維素之化學衍生物如羧甲基纖維素、甲基纖維素等皆是（Hodge *et al.*, 2003; Sanderson, 1981; Glicksman, 1982; Igoe, 1982）。Sanderson（1981）將 guar gum 添加於碎肉製品中，而獲得良好保水性。Rocks（1971）則發現 xanthan gum 對於肉類罐頭製品，具有乳化安定的效果，而 Hennock *et al.*（1984）亦發現 xanthan gum 具有乳化安定的效果，同時 Fox *et al.*（1983）亦提出陰離子膠（anionic gum、xanthan、carrageenan 等）均具有乳化安定的效果。而 Lin *et al.*（1986）曾以羧甲基纖維素加至低脂法蘭克福香腸中，發現其具有乳化安定、提高保水性的效果。但亦造成硬度、彈性之下降。

除上述各種膠類外，褐藻膠類亦為肉製品中常用之膠類，主要是利用其與鈣離子作用而產生之凝膠性。如以褐藻膠類覆蓋於生鮮肉（如牛肉、豬肉、禽肉）上，可延長銷售期、降低不良風味、顏色的產生（Means and Schmidt, 1987; Williams *et al.*, 1978）。而褐藻膠類與 CaCO_3 所形成之凝膠應用於肉製品均有良好效果，可提高結著性、保水性，對重組肉製品而言為良好的結著劑（Means *et al.*, 1987; Rockower *et al.*, 1983）。而在微生物方面，如貯存於有氧環境，褐藻膠類的添加對微生物並無明顯差異。如真空包裝貯存，則微生物生長

較快 (Means *et al.*, 1987), 但 Ernst *et al.* (1989) 認為 alginate 的添加對微生物生長, 不論有氧或真空包裝, 並無明顯差異。

而添加纖維素對貢丸的彈性影響不顯著, 但脆度及硬度則隨添加量之增加而減少, 品評方面則顯示纖維素添加超過 10 % 則總接受性下降至不可接受的程度 (劉等, 1992)。Todd *et al.* (1989) 以 cellulose、microcrystalline cellulose (avicel)、及水溶性膠添加於重組肉發現, 添加 cellulose、avicel 者均有較低之斷裂值 (fracture)、較大之硬度 (hardness) 和較低之蒸煮失重。而添加水溶性膠者則斷裂值、硬度均較控制組低, 而其蒸煮失重則較控制組高。同時 Claus and Hunt (1991) 亦指出在低脂、高水分之 bologna 中添加 Duofiber、oat fiber、pea fiber 均造成蒸煮失重較高、而 oat fiber、pea fiber 亦較控制組有較高之 L、b 值, 較低之 a 值。而在感官品評上膳食纖維之添加均有強烈顆粒感, 多汁性、風味均較差。燕麥麩皮適合添加在碎牛肉或豬肉香腸製品, 做為脂肪替代物, 因其對水分的蓄積能力, 而且與碎肉顆粒相似的組織與色澤, 可以降低熱量, 提高製成率, 但過量或錯誤使用會造成產品結著性不良, 外觀色澤不佳, 風味異常, 微生物數量高而縮短貯存期限 (陳與曾, 1996)。

通常肉品中添加的膳食纖維含量約在 2-5 %, 添加膳食纖維一般會促進肉製品的保水性及保油性, 但也會影響質地與口感, 視添加量及纖維的類型和來源而異 (Todd *et al.*, 1989)。

膠類與 alginate 在肉製品之應用十分廣泛, 但其使用量極小, 並不具有膳食纖維的效用 (Todd *et al.*, 1989), 而 Best (1982) 指出膳食纖維需佔總肉量之 3.5 % 以上, 此時始稱之為具有膳食纖維功效之

肉製品。美國食品藥物管理局 (FDA) 規定至少要超過一般同類產品 10% 的纖維素含量才能夠稱為「纖維食品」, 如果纖維素含量在 10~19% 之間則稱為「優良纖維食品」, 高出 20% 以上才有資格稱為「高纖維食品」(吳, 2002)。依行政院衛生署之規定, 市售包裝食品營養宣稱規定, 固體(半固體)食品每 100 公克所含膳食纖維量必須達到或超過 6 克時才能使用「高」、「多」、「強化」或「富含」形容詞句加以描述, 而標示為「含有」時, 每 100 公克所含膳食纖維量必須達到或超過 3 克(行政院衛生署, 2004)。

四、天然抗氧化物的種類及作用機制

肉品腐敗導致風味、組織、顏色變差, 長久被使用的抗氧化劑 BHT (butylated hydroxytoluene) 及 BHA (butylated hydroxyanisole) 因具有毒性, 雖然添加劑量低, 但仍被視為不友善的添加物, 所以近年來開發新的天然抗氧化物質興起, 例如 tea catechin, carnosine, quercetin, rutin, sesamol 和 garlic-derived organosulfur compounds 皆已被報導, 然而這些天然抗氧化物都較昂貴, 因此還有需要尋找較為經濟的天然抗氧化物 (Jo *et al.*, 2004)。

(一) 抗氧化劑的作用機制

抗氧化劑在食品中的功能是要防止不良氣味及油耗味的生成, 並可以提高營養價值且延長食品貯存期限。抗氧化劑依其作用原理可分成下列四種 (Dziezak, 1986) :

1. 自由基終止劑 (free radical terminator)

本類即所謂的一級抗氧化劑 (primary antioxidants), 主要是干

擾及延滯連鎖反應中的增殖步驟（propagation），大部分的酚類化合物及天然存在的生育酚等即屬於此型，這類的物質在提供氫原子後，可形成穩定的共振形式，以終止氧化反應的進行。

2. 還原劑或清除劑（oxygen scavenger）

此類型抗氧化劑的作用在於捕捉氧原子，提供一個傾向於還原狀態的環境，或者還原已經氧化的過氧化物，減緩氧化作用的進行。在密閉系統中抗壞血酸及其鹽類會很快的與氧作用而消耗其中殘留的氧，因此具有抗氧化作用。核黃素（riboflavin）則可藉由從還原態轉變為氧化態，來表現其抗氧化效果。

3. 金屬螯合劑（chelating agent）

在含油脂的食品中大多含有金屬離子，而在多種金屬離子中，以鐵離子及銅離子的促氧化能力最強。此類抗氧化劑可與金屬產生螯合作用而減緩氧化作用的進行，如EDTA、檸檬酸等。

4. 單重態氧抑制劑（singlet oxygen inhibitor）

能破壞單重態氧（ $^1\text{O}_2$ ）而抑制光氧化的進行。常見有胡蘿蔔素（ β -carotene）、三乙基胺（triethylamine）。由 β -carotene 屬於光敏感性物質，會吸收環境中的光能而不繼續傳遞給氧分子，使得光氧化無法進行。

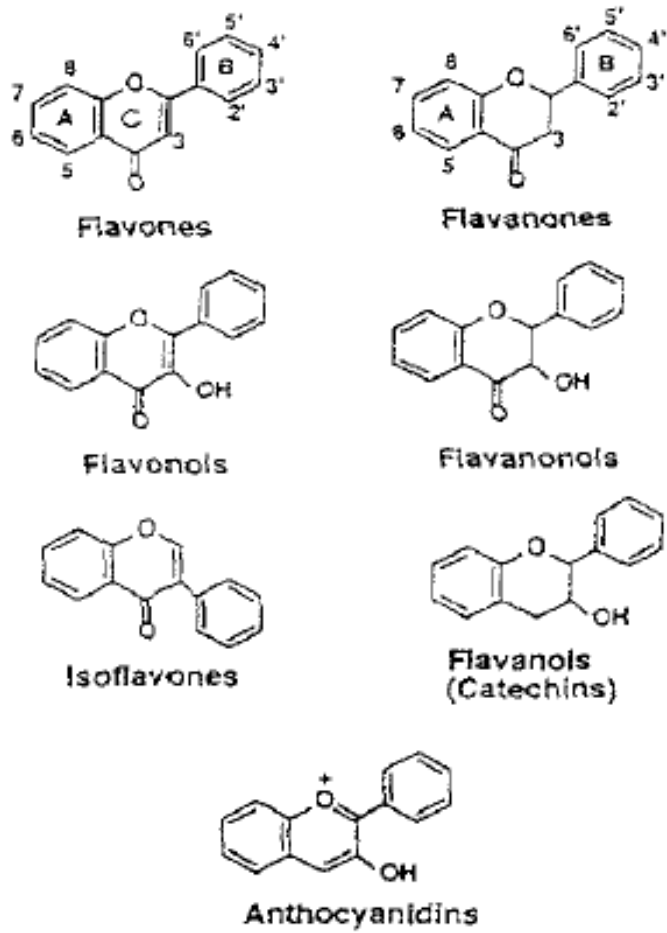
（二）天然抗氧化物的種類

生物體中含有多種清除活性氧（reactive oxygen species）或自由基的抗氧化物質，包括維生素E、維生素C、類胡蘿蔔素、微量元素、類黃酮素及其他一些酚類物質。他們可當作還原劑、金屬螯合劑、或活性氧清除劑而終止自由基引起的油脂過氧化反應。隨著年齡增

加，體內防禦系統也跟著降低，會導致許多疾病的產生。因此，從膳食中補充抗氧化物質是一項重要的工作。近年來許多的研究顯示，食品尤其是蔬果類除含有一般之礦物質、維生素和膳食纖維等成分外，還有其他生理活性物質。這些生理活性物質在生物體內具有特殊機能性，特別在抗氧化活性上面。

1. 類黃酮

類黃酮化合物是天然酚化合物，普遍存在於蔬果植物中，一般可以包括黃酮(flavones)、黃烷酮(flavanones)、黃酮醇(flavonols)、黃烷醇(flavanols)、異黃酮(isoflavones)及花青素配基(anthocyanidins)等(圖一)。有文獻指出類黃酮具有抗氧化(antioxidant)、抗突變(antimutagenic)、抗菌(antibacterial)、抗病毒(antiviral)及抑制酵素(inhibit enzyme)等生理活性(Torel *et al.*, 1986)。每日食用19毫克以上之類黃酮素，其死亡率為一般攝食19毫克以下者的四分之一。Rice-Evans(1997)的研究顯示類黃酮之總抗氧化活性較維生素C、E強許多。類黃酮之抗氧化機制包括去除自由基及活性氧分子、螯合金屬離子、與蛋白質形成複合物、還原氧化的維生素C或E以顯示加乘效果。蔬果由於品種及季節的不同，類黃酮之種類及含量有很大的不同，其抗氧化活性亦有很大的差異，例如：屬黃酮醇(flavon-3-ols)之槲皮酮(querceetin)具有很強的抗氧化活性，茶葉中含量豐富的黃烷(flavan-3-ols)也有極高的抗氧化力(Rice-Evans *et al.*, 1997)。蔬果中類黃酮之生成是需要光線照射的，種植在溫室內的蔬果其類黃酮的含量會降低。此外，蔬果的加工將影響類黃酮的含量，Crozier *et al.*(1997)對番茄及洋蔥做不



(Ho, 1997)

圖一、類黃酮之構造。

Fig 1. Structure of flavonoids.

同加工處理後進行 quercetin 含量的比較，發現炒炸較能保有 quercetin，其次為微波，而水煮所保有 quercetin 含量最少。

2. 花青素

花青素是屬於類黃酮之天然色素，廣泛存在於蔬果中，近年來也被認為具有很強抗氧化能力。Wang *et al.* (1997) 探討14種花青素的抗氧化活性，結果顯示Kuromanin的抗氧化能力最高，約為vitamin E、的水溶性類似物 Trolox 之 3.5 倍，其次為 Keracyanin (cyanidin-3-rhamnoglucoside)，最低的為 Pelargonin (Pelargonidin-3,5-diglucoside)，但其抗氧化力亦與Trolox相當。日本學者中村 (1997) 發現藍莓萃出物含有15種花青素，具有增強夜間視力的機能，臨床上可改善糖尿病及高血壓性網膜症，預防白內障、保護毛細血管、抑制血小板凝集、抗腫瘤及抗發炎等，若與β-胡蘿蔔素並用，可增加視紫質的再生能力。Saito *et al.* (1998) 發現葡萄萃取液及其所含之procyanidin具有防止胃潰瘍的生理功能，因為procyanidin低聚合物具有清除自由基的抗氧化活性，可使胃壁不受自由基引起之傷害，同時procyanidin可與蛋白質緊密結合而具保護胃壁之功能。水果山桑 (bilberry) 中的花青素萃取物含大量的矢車菊色素 (cyanin) 及花翠色素 (delphinin)，目前已被商品化用以治療微血管疾病及維持正常的血管滲透性，並可防止膽固醇引起之動脈硬化 (Wang *et al.*, 1997)。

其他非黃酮之酚類物質，如：羥基肉桂酸鹽 (hydroxycinnamate) 亦存在於許多蔬果中，如加州黑棗乾 (prune) 中主要的酚類物質為

新槲木酸 (neochlorogenic acid) 及槲木酸 (chlorogenic acid) ，其中羥基肉桂酸鹽佔其總酚之98 % ，其萃取液可明顯抑制LDL 之氧化 (Donovan *et al.*, 1998) 。單寧化合物存在於許多蔬果中，具有抗氧化及捕捉自由基的能力，可防止細胞受到氧化傷害，因此具有抗癌及抗突變的能力 (Bravo,1998 ; Rice-Evans *et al.*, 1997) 。近年來紅葡萄汁 (酒) 常被訴求為具有清除自由基及抗氧化之效果，主要在於含有花青素及類黃酮素的成分 (Rice-Evans *et al.*, 1997 ; Fogliano *et al.*, 1999)

3. 維生素C

維生素C是許多蔬果中含量豐富的水溶性抗氧化劑，在體內可以再生 α -tocopherol，並且可以當作活性氧的清除劑，破壞氧在代謝過程中所產生的自由基，降低癌症及心血管疾病的發生率 (Rouseff and Nagy, 1994) 。維生素C 可以抑制自氧化反應所產生的水溶性過氧化基質，因此可有效地抑制油脂在血漿及低密度脂蛋白上的過氧化反應。維生素C 和自由基作用後會產生semidehydroascorbate，此物質可以再被NADH 或GSH 等酵素系統還原成ascorbic acid。市售添加維生素C 之蘋果汁較未添加者有較佳的抗氧化活性，流行病學的研究亦顯示多食用維生素C 具有防癌效果 (Kitts, 1997) 。

4. 維生素E

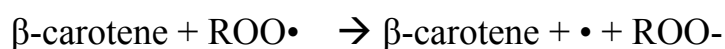
維生素E 是一種脂溶性的抗氧化物，可以有效地抑制脂質過氧化作用。天然的維生素E 可分為四型 (α 、 β 、 γ 、 δ) ，一般認為其抗氧化性依序為 $\delta > \gamma > \beta > \alpha$ 。維生素E 清除過氧化自由基的速度較其他自由基攻擊鄰近的脂質分子側鏈或膜上的蛋白質快，所以當維生素

E 受到脂質自由基攻擊時，會形成安定的生育醇自由基，阻斷自由基連鎖反應（Burton, 1994）。生育醇的抗氧化性是依據 tocopherol-tocopherylquinone redox 系統，為自由基清除劑。

低密度脂蛋白（LDL）的氧化會引起動脈粥狀硬化症，但維生素 E 會延緩 LDL 上多元不飽和脂肪酸的氧化。 α -tocopherol 最適的抗氧化濃度為 0.01% ~ 0.02%。有研究指出， α 、 β -tocopherol 在高濃度時會有促氧化的現象產生，這是由於生育醇在高濃度時，會吸收氫原子產生另一個脂質自由基（lipid free radical），使連鎖反應繼續進行，造成促氧化反應的進行（Schuler, 1990）。

5. 類胡蘿蔔素

類胡蘿蔔素在某些蔬果中含量非常豐富，它可直接與激發態的葉綠素作用或清除單重態氧，而防止其他破壞性反應產生（Rouseff and Nagy, 1994）。類胡蘿蔔素可終止自由基的連鎖反應，並與苯氧自由基作用而形成較安定的類胡蘿蔔素自由基，以防止蛋白質、DNA 等之氧化變異。



類胡蘿蔔素是一種有效的物理性消光劑，主要藉由釋放激發態的能量將單重態氧（ $^1\text{O}_2$ ）轉變為三重態氧（ $^3\text{O}_2$ ）。Mortensen 及 Skibsted（1997）的研究中發現類胡蘿蔔素和苯氧自由基的反應速率隨著胡蘿蔔素上之共軛雙鍵數目增加而增加，當類胡蘿蔔素上有羥基（-OH），尤其是酮基（>C=O）存在時，反應速率則會降低。因此在去除苯氧

自由基上，茄紅素 (lycopene) 最有效， β -胡蘿蔔素次之，其次則為玉米黃質 (zeaxanthin)、黃體素 (lutein) 及echinenone。茄紅素在所有類胡蘿蔔素中具有最強的心臟保護指標 (Kohlmeier, 1997)。另外在流行病學研究顯示，患有膀胱及胰臟癌的病患，血漿中茄紅素的含量較低，且多攝食茄紅素可減少前列腺癌的發生 (Levy *et al.*, 1997)。一般黃紅色蔬果中所含的 β -胡蘿蔔素，可吸收活性氧的能量，阻止其他破壞性反應，同時亦可與引起連鎖反應之過氧化脂質作用而減少油脂氧化。Furuta *et al.* (1997) 的研究顯示，黃、紅色的甜椒抗油脂氧化的能力大於青椒，這可能是由於顏色鮮豔的甜椒含較多的類胡蘿蔔素所致。許多的流行病學研究顯示多攝食蔬果及 β -胡蘿蔔素與肺癌罹患率之減少有正相關 (Astrog, 1997)。但也有實驗以補充高劑量的 β -carotene 給受試者服用，結果不但沒有減少肺癌的發生，反而顯著提高抽煙者肺癌發生率及死亡率 (Omenn *et al.*, 1996)。因此由天然的蔬果中攝取適量的 β -carotene 對人體才具有較佳的抗氧化效果。vitamin C、vitamin E、及 β -胡蘿蔔素在生物體內並不是各自獨立作用，而是與其他抗氧化系統共同作用，以產生對抗氧化壓力的最佳防禦系統 (Kitts, 1997)。

五、柑橘纖維的特點

在1993-1994年的柑橘產季時，全世界約生產5800萬公噸的柑橘類水果 (柳橙、檸檬和葡萄柚)，柑橘產業對熱帶和亞熱帶地區非常

重要，在西班牙，柑橘類果汁的消耗量每人每年超過3.8公升。與其他水果相比，柑橘類水果的可食部分較少，大部分為果皮、種子等廢棄物。因此，柑橘加工過程中產生大量的副產物，這些廢棄的植物組織容易因微生物而腐敗，通常被製作成肥料或動物飼料。這些剩餘的副產物含有香精（*essences*）、檸檬苦素（*limonenes*）、類黃酮（*flavonoids*）、抗壞血酸、果膠、纖維（*Braddock, 1995; Fernandez et al., 2003*）。其中大部分的成分可用在製作機能性食品，特別是膳食纖維、抗壞血酸和類黃酮（*Marin et al., 2003*）。柑桔中之flavone tangeretin可抗腫瘤細胞的侵害（*Bracke et al., 1994*），苦味物質檸檬苦素及諾米林（*nomilin*），其主要是提高麩胱甘肽轉移酶（*Glutathione S-Transferase; GST*）的活性，而GST可催化Glutathione與親電性的致突變活化物質結合，將這些物質排出體外，以降低因化學性致腫瘤之發生，同時檸檬苦素及其配醣體亦被證明具有抑制口腔癌的活性。而這些苦味物質最主要存在於果皮之albedo，其次是瓣膜中，均是屬於果汁加工中的廢棄物（*Miller et al., 1994*）。

Marin et al. (2003) 報告指出檸檬、柳橙、葡萄柚加工副產物的主要膳食纖維組成以纖維素最多，依次為木質素，果膠，半纖維素。和穀物相比，柑橘的可溶性纖維約含33%，而小麥麩皮只有7%。以均衡攝取膳食纖維而言，可溶性纖維應佔總膳食纖維的30至50%（*Eastwood, 1987*）。

柑橘類水果的果皮、果肉及種子中，含有豐富的多酚類化合物，這些物質提供了柑橘類水果良好的抗氧化性（*Bocco et al., 1998; Rapisarda et al., 1999*）。柑橘類水果的皮比去皮果實所含的

纖維多，總多酚及異抗壞血酸含量也以果皮較多，且果皮的抗氧化力亦比去皮果實強（Gorinstein *et al.*, 2001）。

Aleson *et al.* (2003) 將檸檬中果皮 (lemon albedo) 添加至乾醃香腸中，可增加纖維含量，減低亞硝酸鹽殘留，延緩氧化，在適當的添加濃度下感官品評與對照組相似。Fernandez *et al.* (2003) 以柑橘纖維加入 bologna 香腸，結果顯示可增加產品的纖維含量，減少亞硝酸鹽殘留，在貯存期間 TBA 值上升較慢，a 值下降較少。而添加柑橘纖維的產品質地較硬，彈性和咀嚼性降低。Jo *et al.* (2004) 將冷凍乾燥的柑橘皮萃取物添加 0.1% 至不同肉類製品中，除了未蒸煮烹調的雞肉餅之外，無論是否蒸煮過的牛肉餅、豬肉餅、雞肉餅、鮭魚肉餅，在貯存期間均表現出抑制脂肪氧化的現象。此外，柑橘中的 flavonoids 存在植物中時，具有抗微生物的效用（Benavente *et al.*, 1997）。

六、馬鈴薯纖維的特點

根據 National Potato Council 統計，每年有 850 萬公噸的馬鈴薯要經過加工處理，馬鈴薯皮在馬鈴薯加工過程中被當作廢棄物丟棄，大約會產生 69 萬公噸的馬鈴薯皮或 20 萬公噸的乾燥馬鈴薯皮。穀物麩皮是一良好的膳食纖維來源，含有 9-12 % 的粗纖維，但也含有大量的植酸 (phytate)，植酸會造成人體對礦物質的吸收不良，而馬鈴薯皮富含膳食纖維卻無植酸的問題（Toma *et al.*, 1979）。有報告指出馬鈴薯皮在食物的油脂中具有抗氧化的特性，因此被視為新興的天然

抗氧化劑。Al Saikhan *et al.* (1995) 以胡椒、甘藍菜、胡蘿蔔、洋蔥及馬鈴薯的抗氧化活性比較，顯示出馬鈴薯極佳的抗氧化活性。而不同馬鈴薯品種的總酚類含量及抗氧化活性比較中，黃肉品種 (yellow flesh) 的馬鈴薯其抗氧化活性並未全部高於白肉品種 (white flesh)，這顯示類胡蘿蔔素在此無太大的作用，可能是類胡蘿蔔素為脂溶性，而主要抗氧化物質為多酚類。

廢棄的馬鈴薯皮烘乾磨碎，經過加水混合後，離心取上清液即可得萃取物，且許多體外試驗已證實馬鈴薯皮的萃取物含有 vitamin C、vitamin E、glutathione、chlorogenic acid (綠原酸) 和 flavone aglycones 具有抗氧化的效果，但主要是馬鈴薯皮萃取物中酚酸 (phenolic acids) 的存在 (Nandita *et al.*, 2004)。

馬鈴薯富含 phenolic compounds，在不同報告中所測得的含量由 530 $\mu\text{g/g}$ 至 1770 $\mu\text{g/g}$ ，表皮部分的 phenolic compounds 比髓部多，抗氧化力也較強 (Al Saikhan *et al.*, 1995)。馬鈴薯皮萃取物中主要的酚類化合物為 chlorogenic acid, gallic acid (沒食子酸), protocatechuic acid (原兒茶酸)，皆為已證實具有抗氧化功能之物質 (Rodriguez *et al.*, 1994)。

Rodriguez *et al.* (1994) 將 200 ppm 的馬鈴薯皮萃取物添加於葵花油中，其抗氧化的效果和同濃度的 BHA 相似。Nandita *et al.* (2004) 以馬鈴薯皮粉末添加於飼糧中，餵飼糖尿病小鼠，結果顯示可以有效改善血糖濃度，降低肝、腎的肥大，使血清中的轉氨酶正常化。Katsanidis *et al.* (2001) 用脫水馬鈴薯萃取物添加到牛肉餅中，對抗氧化及提升保水力非常具有效果，且可延長貯存期間的穩定性。亦有

報告指出馬鈴薯皮萃取物在高濃度時具有抑制格蘭氏陰性菌的效果 (Rodriguez *et al.*, 1998)。

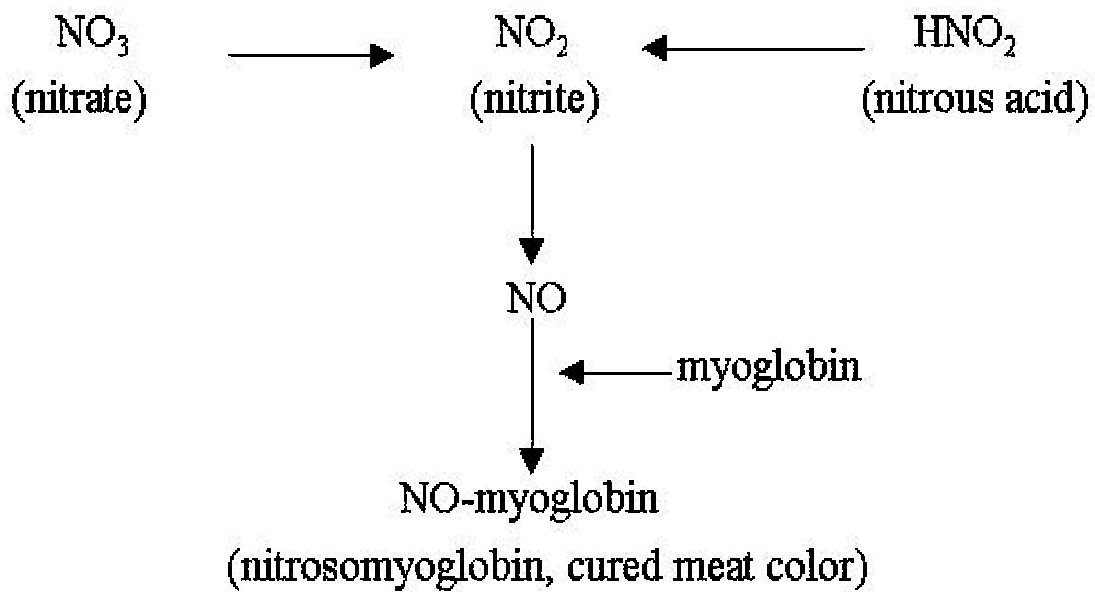
七、亞硝酸鹽

(一) 亞硝酸鹽的功能

一般而言，醃漬劑添加亞硝酸鹽之作用，主要為(1)固定肉之色素，使肉保持良好色澤。(2)抑制微生物之生長。(3)產生特殊之臘味(cured flavor)。(4)防止製品氧化酸敗，抑制加熱臭(warmed-over flavor)。分別敘述如下 (Cassens, 1995)：

1. 固定肉色

香腸中的鮮紅色主要是由於亞硝酸鹽之添加，在肉中轉變成一氧化氮(NO)，再與肌紅蛋白(myoglobin)結合，形成亞硝基肌紅蛋白(nitrosomyoglobin)之紅色色素，在經加熱130-140°F時，形成安定之亞硝基血色質(nitrosohemochrome)，呈粉紅色，故在食品添加物中被分類為保色劑。



2. 增加風味 (臘味, cured flavor)

肉製品風味的形成是由蛋白質、醣類、胺基酸作用以及脂肪酸與揮發性化合物所形成。而添加亞硝酸鹽可以增加肉製品的特殊風味。

3. 抑制微生物生長或繁殖

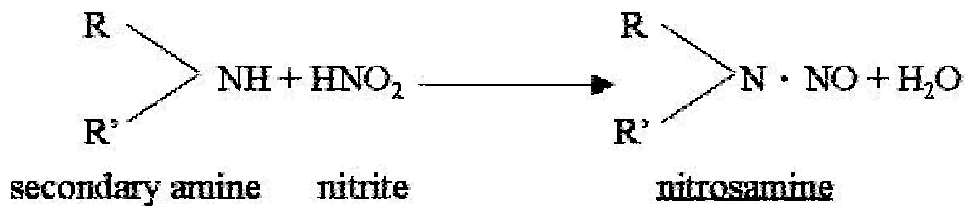
肉毒桿菌 (*Clostridium Botulinum*) 屬厭氧、格蘭氏陽性 (gram positive)、產芽胞細菌。肉毒桿菌毒素屬於神經毒素 (neurotoxin) 的一種，以往中毒事件多發生於香腸、火腿和罐頭食品中。中毒症狀為噁心、嘔吐、腹痛等消化器官症狀、視力減退、吞嚥困難、四肢麻痺、橫隔膜或呼吸系統會發生麻痺而致死。其引起的中毒發生率雖然不高，但是卻具有極高的致命性。亞硝酸鹽可以阻止 *C. Botulinum* 發芽上的作用，防止肉毒桿菌的生長及毒素的分泌。

4. 抗氧化作用

亞硝酸鹽在肉中轉變成一氧化氮 (NO)，與肌紅蛋白結合，使得肉中肌紅蛋白中的鐵被螯合，而無法進行氧化，可防止製品氧化酸敗，抑制加熱臭 (warmed-over flavor)。

(二) 亞硝酸鹽之殘留問題

雖然亞硝酸鹽添加在肉製品中有發色、增進風味、抑制微生物生長和防止肉品發生氧化酸敗之效果，為肉品加工中不可欠缺的添加物，但是近年來研究發現：醃漬產品中亞硝酸鹽的殘留會與二級胺、三級胺形成亞硝基胺 (nitrosamines)。亞硝基胺已被證實為一致癌物質，成為日前熱烈討論的食品致癌物來源之一 (Cassens *et al.*, 1979)。



在醃漬產品中，N-nitrosopyrrolidine 與 N-nitroso-di-methylamine 為兩種最早發現之亞硝基胺類。其生成量之多寡受添加亞硝酸鹽濃度、抗壞血酸量、煙燻過程、加熱溫度與時間等因素之影響。亞硝基胺類不僅具有致癌性而且有突變性 (mutagenic)，因此成為熱門的研究題材。

亞硝基胺是在人類食物中經自然發生或添加前驅物 (precursor) 亞硝酸鹽類與胺類相互反應形成，或是微生物將硝酸鹽還原所生成。主要利用硝酸鹽在醃漬過程會因存在的細菌作用還原成亞硝酸鹽；若

所添加為亞硝酸鹽則直接作用，最後生成一氧化氮與肌紅蛋白生成紅色亞硝基肌紅蛋白（nitrosomyoglobin）（林，2001）。亞硝酸會和胺或醯胺作用生成具有毒性的亞硝基化合物；許多食品中所存在的三氧化二氮（ N_2O_3 ）硝化劑會和二級胺或三級胺反應及生成亞硝胺。

由於目前消費者對亞硝酸鹽之添加物有很大的抗拒感，但尚無任何物質可以單獨取代亞硝酸鹽在肉製品中的作用，因此如何降低亞硝酸鹽之使用量，減少亞硝基胺對人體可能造成的威脅，為當前研究的重點之一（林，1992）。

（三）影響亞硝酸鹽殘留的因素

1. 貯存時間：肉品貯存時間越長，亞硝酸鹽殘留量越低；因為亞硝酸鹽會氧化利用或變成 N_2 逸散。
2. 溫度：肉之色素經過加熱後與亞硝酸鹽結合力會增加 10 倍，所以加熱可降低亞硝酸鹽殘留量。
3. pH 值：pH 值越低亞硝酸鹽作用越快，亞硝酸鹽殘留量會降低。
4. 肌肉種類：肌肉分為深色肉（red muscle）與淡色肉（white muscle）兩種；淡色肉含有較多之肌糖（glycogen），其 pH 值較低所以亞硝酸鹽殘留量較紅色肉低。

此外，肉品添加食鹽、糖類、抗壞血酸、磷酸鹽等添加物，對亞硝酸鹽殘留量皆有影響；其中以抗壞血酸影響最大（張，1994）。

八、中式香腸

中式肉製品中且最具傳統特色，最受消費者喜愛且產量最高的肉

製品為香腸。中式香腸的消費多在年節，但仍一直是國內市場消耗量最大宗的加工肉製品。中式香腸之製造方式與其他西式肉製品不同，重要差別為：1.切成細塊，但不絞碎。2.脂肪以切丁添加 3.醃漬時間短。4.加熱溫度低且乾燥 4~5 小時，為半乾性食品，且為非即食性肉製品（林。1992）。

香腸（sausage）指的是以牛肉或豬肉等碎肉為主原料，添加食鹽、香辛料、調味劑，有時加穀物粉（玉米、米、馬鈴薯、麵粉等）混合，裝填於腸衣之製品。可分為兩類：（一）家用香腸（domestic sausage）：如生香腸（sausage）、燻香腸（smoked sausage）、煮熟香腸（boiled sausage）。（二）乾香腸（dry sausage）：未煙燻乾香腸（unsmoked dry sausage）、燻乾香腸（smoked dry sausage）、煮熟乾香腸（boiled dry sausage）。台灣一般的香腸是乾香腸的一種，以豬肉為原料，將粗絞的瘦肉和切丁的脂肪混合，添加胡椒、砂糖、發色劑等，裝填於豬腸衣後乾燥（賴，1994）。依 CAS 優良食品標誌制度規範（行政院農業委員會，1995）的定義，中式香腸係以畜、禽肉或畜禽混合肉為原料，經過絞碎、醃漬、充填、燻煙或不燻煙、乾燥或不乾燥等過程而製成者。其品質規格為冷藏品溫維持在-2~7℃，在感官品質方面必須要（1）表面無嚴重滲出之汁液及油脂者，且汁液不得呈混濁狀（2）無污物、黴斑或其他異物附著（3）色澤正常、氣味與風味良好（4）組織結著性良好（5）切面組織均勻，且無大的空隙存在（行政院農業委員會，1995）。

中式香腸之化學成分在 CAS 優良食品標誌制度規範中，灰分含量要在 5.0 % 以下、脂肪含量在 30 % 以下且蛋白質含量在 17 % 以上。

此外，其微生物的標準在大腸桿菌 (*E. coli*) 上需低於 50 MPN/g，而沙門氏桿菌 (*Salmonella*) 與金黃色葡萄球菌 (*S. aureus*) 方面均需呈陰性反應 (行政院農業委員會，1995)。

九、法蘭克福香腸

法蘭克福香腸為一種典型之乳化肉製品。乳化的定義為兩不互溶之液體在添加乳化劑之後使一液體以小液滴 (分散相) 形式，均勻分布另一不互溶之液體 (連續相) 中，但肉的乳化並不完全適用於此定義。肉的乳化是將脂肪形成之細小顆粒，均勻分布於一複雜的膠質系統中 (complex colloids system)，一般又稱為基質 (matrix)，是由鹽和蛋白質所共同形成之液狀物。其中含有不溶性之蛋白質、肌肉纖維顆粒及結締組織等懸浮於其間 (Schut, 1976)。

依 CAS 優良食品標誌制度規範 (行政院農委會，1995) 的定義，法蘭克福香腸屬於完全乳化型西式香腸，為以畜肉或畜肉混和禽肉為原料，並添加調味料、香辛料等，經細碎成漿後充填、燻煙 (或不燻煙)、煮熟中心溫度達 70 以上等操作過程而製成者，其品質規格標準為冷藏品溫保持 -2~7℃，使用之可食性腸衣游離性甲醛 (free formaldehyde) 與結合性甲醛 (combined formaldehyde) 含量在 10ppm 以下。在感官品質方面，必須要 (1) 表面無嚴重滲出之汁液及油脂者，且汁液不得呈混濁狀 (2) 無污物、黴斑或其他異物附著 (3) 色澤正常、氣味與風味良好 (4)

組織結著性良好（行政院農委會，1995）。

法蘭克福香腸之化學成分在 CAS 優良食品標誌制度規範中，水分含量為 65.0 % 以下，而脂肪含量為 25.0 % 以下，蛋白質含量為 14.0 % 以上，灰分則要在 4.0% 以下。而微生物的標準為總生菌數在 10^6 CFU/g 以下、大腸桿菌群（Coliform）在 10 MPN/g 以下，而其餘病源性微生物如大腸桿菌（*E.coli*）、沙門氏桿菌（*Salmonella*）與金黃色葡萄球菌（*S. aureus*）均必須呈陰性反應（行政院農委會，1995）。

肆、材料與方法

一、膳食纖維之來源

柑橘纖維 (citrus fiber, CF) 與馬鈴薯纖維 (potato fiber, PF) 分別取自統園股份有限公司及永熙股份有限公司, 規格如表三與表四所示。

表三、柑橘纖維規格表

Table 3. Specifications of citrus fiber

Product	Herbacel AQ Plus Citrus Fiber	
Description	Fine whitish powder.	
	Plant fiber from citrus peels with neutral flavor and taste.	
Analytical Data	Total dietary fiber content	88 - 93 %
	of which soluble	17 - 25 %
	Available carbohydrates	max. 0.5 %
	Ash	2.5 - 4.0 %
	Moisture	max. 10 %
Microbiological Data	TPC	max. 1000 CFU/g
	Yeasts and moulds	max. 100 CFU/g
Physical Data	Color (L-value)	91 +/- 1.5
	Sieve analysis (90 %)	<250um
	Water binding capacity	21 +/- 4g water / g dry substance
Declaration	Citrus fiber	

(資料來源：統園股份有限公司)

表四、馬鈴薯纖維規格表

Table 4. Specifications of potato fiber

Potex	Characteristic	
Physio-chemical properties	Appearance	Light, coarse ground power with a particle size less than 1 mm.
	Density	150-200kg/m ³
	pH in 2 % slurry	5-7
	Soluble in water	No
	Water binding capacity	12-15 g water / g dry substance
	Flash point	> 150°C
		%
Composition	Pectin and Hemicellulose	47.0
	Cellulose	23.0
	Fat	0.3
	Starch	12.0
	Water	9.0
	Protein	5.0
	Ash	4.0

(資料來源：永熙股份有限公司)

二、中式香腸之製造

(一) 原料處理

將購自香里食品公司經 CAS 優良肉品認證之冷藏豬後腿肉及背脂。後腿肉去除碎骨、淋巴結與血點後，以絞肉機 (TCA-22, Table Model Grinder, Butcher boy, U.K.) 使用 12.5 mm 孔目之絞盤絞碎後暫存於 4 冰箱 (TL-520R, TIT, Taiwan) 中備用。背脂切成長條狀置於-20 的冷凍櫃 (Medical Freezer, Sanyo, Japan) 中，之後以切丁切角機 (FELIX-CE, Freif, Germany) 切成約 8 mm³ 之大小後，置於 4 冰箱中冷藏備用。所有添加物按原料肉 (腿肉與背脂之總和) 重之百分比加入，詳細配方比例如表五所示。本試驗包含對照組 (無任何添加)、額外添加 1%、2% 之 CF (柑橘纖維) 與 PF (馬鈴薯纖維) 共五組。

(二) 加工過程

絞碎之後腿肉置於攪拌機 (Cure mixer, RAMOM-35, Spain) 中，加入食品級聚磷酸鹽 (元保磷，億元食品化工股份有限公司，Taiwan)，先攪拌 30 秒後，再將亞硝酸鹽、異抗壞血酸、食鹽、背脂、膳食纖維及香料後充分混合後，移至不銹鋼醃漬桶中於 4 冰箱 (TL-520R, TIT, Taiwan) 中醃漬 4 天。

經醃漬 4 天的香腸料置於充填機 (RS 1040, Risco, Italy) 中，以天然腸衣進行充填、分節及整型後予以稱重。將產品移入乾燥機中 (昇陽實業，台灣) 以 50 乾燥 3.5 小時後移出至室溫冷卻。完成產品後秤重以計算產率，且放入真空包裝袋 (規格為 Ny₁₅、PE₂₀ 及 LL₇₀，厚度分別為 15 μm/LDPE、20 μm/LDPE 及 70 μm，總厚度為 105 μm，財德彩藝有限公司，台灣) 以真空包裝機 (MULTIVAC, A300/16, Germany) 抽真空達真空度為 30 mbar 並封口，冷藏貯存於

4 冰箱(LTI603, TKS, Taiwan)。產品進行感官品評及物性測定，並於第 0、2、4、6 及 8 週進行貯存性試驗，分析其微生物、色澤、酸鹼值、氧化酸敗值、亞硝酸鹽殘留。試驗設計如圖二。

三、法蘭克福香腸之製造

(一) 原料處理

將豬後腿肉之可見脂肪及結締組織去除後分切成小塊，以絞肉機(TCA-22, Table Model Grinder, Butcher boy, U.K.)予以絞碎(使用 6.5 mm 孔目之絞盤)。背脂分切成小塊以絞肉機予以絞碎(使用 3.5 mm 孔目之絞盤)，貯存於-20 之冷凍櫃(Medical Freezer, Sanyo, Japan)備用。所有添加物按原料肉(腿肉與背脂之總和)重之百分比加入，詳細配方比例如表六所示。本試驗包含對照組(無任何添加)、額外添加 1%、2%、3% 之 CF(柑橘纖維)與 PF(馬鈴薯纖維)共七組。

(二) 加工過程

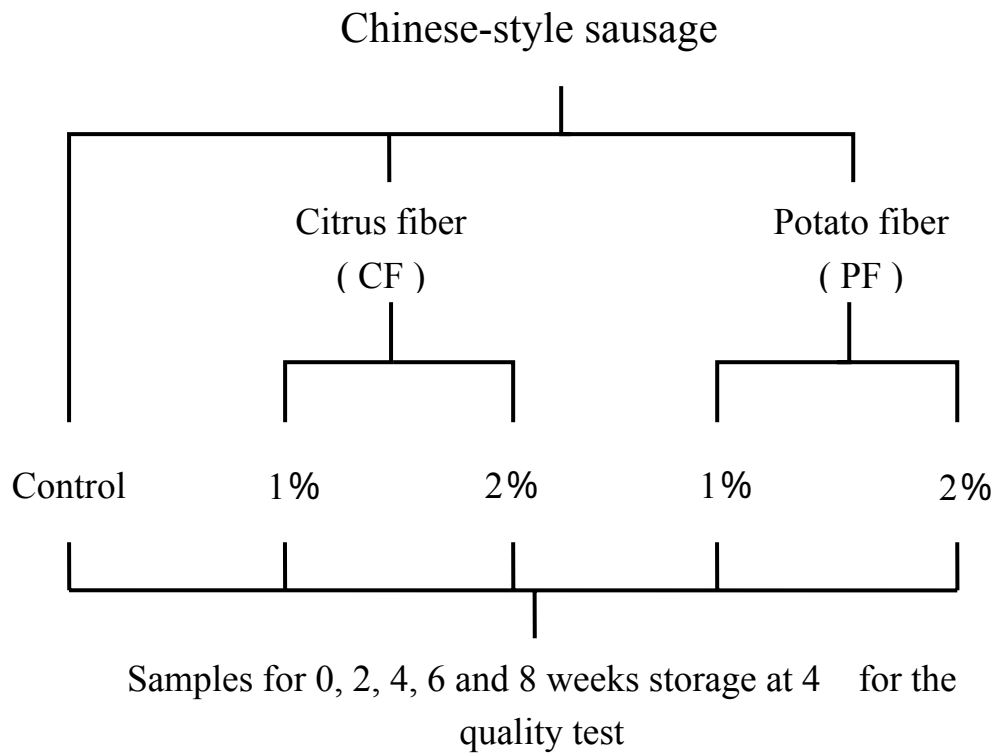
將乳化機(Stephan, UMC 5, Germany)之雙層鍋接上低溫循環水槽(BL-20, TIT, Taiwan)保持循環水溫於 5 以下。後腿絞肉置入乳化機中，加入食品級聚合磷酸鹽(元保磷，億元食品化工股份有限公司，台灣)，以低速混合 30 秒後，再將亞硝酸鈉、異抗壞血酸、食鹽、砂糖、味精及二分之一量的碎冰加入，低速細切混合 30 秒，再添加脂肪、香料、其餘二分之一的碎冰、膳食纖維，低速細切混合 30 秒後，以高速細切乳化 2 分鐘。製作過程中肉溫均維持在 12 以下。隨即以人造腸衣(Nippi casing #230, Nippi, Japan)充填，並予以稱重。產品移入燻煙室(KA-1990/220E, ASCA,

表五、中式香腸配方

Table 5. Formulation of Chinese-style sausage

Pork (lean:fat=4:1)

Ingredient	%
Sugar	9.5
Monosodium glutamate	0.4
Sodium nitrite	0.015
Sodium erythorbate	0.05
Yuan paorin (polyphosphate)	0.3
White pepper powder	0.2
Liquorice powder	0.2
Chinese blended spice powder	0.2
Cinnamon powder	0.05
Rice wine	2



圖二、中式香腸試驗設計流程圖。

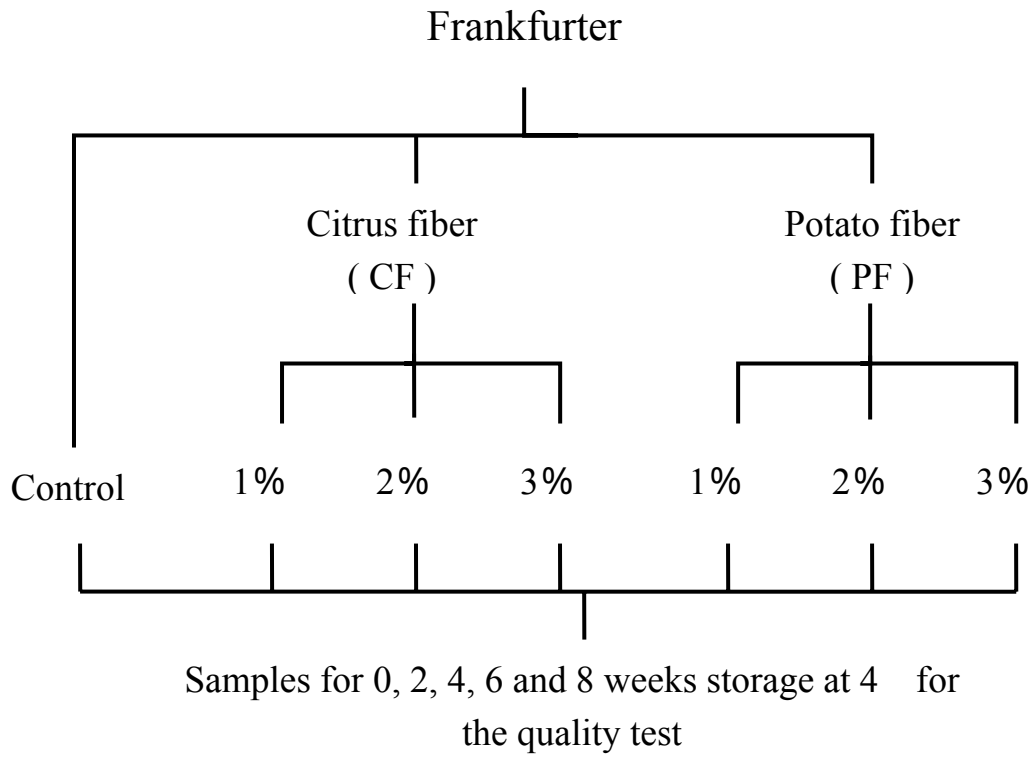
Fig. 2. The flow chart of experimental design for Chinese-style sausage.

Germany) 以 40-42 °C 乾燥 40 分鐘後燻煙 (40-42 °C) 20 分鐘，接著以溫度 75 °C，溼度 98 % 蒸煮約 60 分鐘，使產品達到中心溫度 72 °C 後移出至室溫冷卻。完成產品後秤重以計算產率，且放入真空包裝袋(規格為 Ny₁₅、PE₂₀ 及 LL₇₀，厚度分別為 15 μm/LDPE、20 μm/LDPE 及 70 μm，總厚度為 105 μm，財德彩藝有限公司，台灣) 以真空包裝機 (MULTIVAC, A300/16, Germany) 抽真空達真空度為 30 mbar 並封口，冷藏貯存於 4 °C 培養箱(LTI603, TKS, Taiwan)。產品進行感官品評及物性測定，並於第 0、2、4、6 及 8 週進行貯存性試驗，分析其微生物、色澤、酸鹼值、氧化酸敗值、亞硝酸鹽殘留等。試驗設計如圖三。

表六、法蘭克福香腸配方

Table 6. Formulation of frankfurter

Pork (lean:fat= 3:1)	
Ingredient	%
Sugar	3.36
Monosodium glutamate	0.448
Sodium nitrite	0.0168
Yuan paorin (polyphosphate)	0.3
Sodium erythorbate	0.05
Ice	40
White pepper powder	0.224
Ginger powder	0.1
Garlic powder	0.1
Nutmeg powder	0.1
Coriander powder	0.1



圖三、法蘭克福香腸試驗設計流程圖。

Fig. 3. The flow chart of experimental design for frankfurter.

四、分析項目及方法

(一) 一般成分分析 (Proximate analysis): 依 A.O.A.C.(1986)方法，分別對於處理之產品做水分、粗蛋白、粗脂肪及灰分之重量百分比分析。

(二) 產率 (Yield %): 肉製品蒸煮之前先行秤重，加熱後冷卻至室溫再秤得蒸煮後之重量而計算之。計算公式如下：

中式香腸：

$$\text{產率}(\%) = \frac{\text{烘乾後之重量}(\text{g})}{\text{烘乾前之重量}(\text{g})} \times 100\%$$

法蘭克福香腸：

$$\text{產率}(\%) = \frac{\text{蒸煮後之重量}(\text{g})}{\text{蒸煮前之重量}(\text{g})} \times 100\%$$

(三) 水活性 (Water activity, A_w): 取適量樣品於樣品槽中，以水活性測定儀 (Pawkit, Decagon, U.S.A) 經二次校正後測量。

(四) 保水力 (Water holding capacity, WHC): 依 Dagbjartsson and Solberg (1972) 方法測定之。取 5g 未加熱之法蘭克福香腸乳化肉糜，放置於 50 mL PE 離心管，加入 10g 的水後，以試管震盪器震盪 1 min，於 15℃ 下以 2000 xg 離心 10 min，移除上澄液後將沈澱物秤重。WHC 值愈高表示保水力愈高。

$$\text{WHC}(\%) = \frac{\text{離心去水後樣品重}(\text{g}) - \text{樣品原重}(\text{g})}{\text{樣品原重}} \times 100$$

(五) 乳化安定力(Emulsion stability)：依 Hughes *et al.* (1997) 實驗方法，將未加熱之乳化肉糜 25 g 充填於 50 mL PE 離心管，以 4000 rpm 離心 1 min，置於 70 °C 預熱之水浴槽中加熱 30 min，再以 4000 rpm 離心 3 min，倒掉上澄液後將沈澱物秤重。Total expressible fluid 百分比(TEF %)愈高表示乳化安定性愈低。

$$\text{TEF (\%)} = \frac{(\text{離心瓶} + \text{樣品重}) - (\text{離心瓶} + \text{沈澱物重})}{\text{樣品原重}} \times 100$$

(六) 總生菌數 (Total plate count, TPC)：取 25 g 樣品與 225 g 滅菌水，以樣品處理器 (Stomacher, Model 400, England) 混合 2 分鐘後稀釋成適當倍數，以 plate count agar (Difco)，於 37 °C 下培養 48±2 小時，計算菌落形成數 (FDA,1992)。

(七) 低溫菌數 (Psychrophilic bacteria count)：取 25 g 樣品與 225 g 滅菌水，以樣品處理器 (Stomacher, Model 400, England) 混合 2 分鐘後稀釋成適當倍數，於 7 °C 下培養 10 天，計算菌落形成數 (FDA, 1992)。

(八) 乳酸菌數 (Lactic acid bacteria)：取 25 g 樣品與 225 g 滅菌水，以樣品處理器 (Stomacher, Model 400, England) 混合 2 分鐘後稀釋成適當倍數，以 MRS agar (Merck) 於 37 °C 下培養 48±2 小時，計算菌落形成數 (FDA, 1992)。

- (九) 色澤 (CIE Lab): 將絞碎後中式香腸置於採樣盤、法蘭克福香腸橫切面直接以色差儀 (Color and color difference meter, Model TC-1, 東京電色株式會社, 日本) 測定其亮度值 (L value)、紅色值 (a value) 以及黃色值 (b value)。
- (十) 酸鹼值 (pH value): 依 Ockerman (1985) 方法修改測定之, 取 25 g 樣品加入 225 mL 蒸餾水均質混合 2 分鐘以後以 pH meter (MP230, Metter Toledo, Switzerland) 測定之。
- (十一) 2-硫巴比妥酸值 (2-Thiobarbituric acid value, TBA value): 依 Ockerman (1985) 方法測定之。秤取 10g 絞碎之樣品加入 50 mL 之蒸餾水, 經細碎混合後, 再加入 46 mL 之蒸餾水, 3 mL 4N HCl, 1 mL 磺胺試劑, 5 滴消泡劑 (Antifoam A, Sigma) 以及 2~3 顆的沸石於 Kjeldahl flask 中進行蒸餾。收集蒸餾液達 50 mL 後, 取 5 mL 之蒸餾液加入 5 mL TBA 試劑 (0.288 g Thiobarbituric acid 溶於 500 mL 90 % 之冰醋酸), 於沸水浴中反應 35 分鐘, 再流水冷卻 10 分鐘, 以分光光度計 (Spectrophotometer, HITACHI U-2000, Japan) 在波長 538 nm 下測吸光值 (Optical density, O.D.), 結果以 O.D. 值表示。
- (十二) 亞硝酸鹽殘留 (Residual nitrite level): 依 CNS 總號 10888,

類號 N6184 方法測定之。

試液之調製：

1. 四硼酸鈉溶液: 取四硼酸鈉 50 g 溶於 1000 mL 溫水中, 冷卻至室溫。
2. 沈澱劑 A: 取亞鐵氰化鉀 10.6 g 溶於水使成 100 mL。
3. 沈澱劑 B: 取醋酸鋅 22 g 及醋酸 3 mL 溶於水使成 100 mL。
4. 呈色劑 A: 取磺胺 2 g 加水 800 mL 溫熱溶解後過濾, 加濃硫酸 100 mL 再加水至 1000 mL。
5. 呈色劑 B: 取茶乙二胺鹽酸鹽 0.25 g 加水溶解使成 250 mL, 此劑於測定時當場調配。
6. 呈色劑 C: 濃硫酸 445 mL 再加水至 1000 mL。

取均質過之樣品 10 g 加四硼酸鈉溶液 5 mL 及 80°C 水 100 mL, 沸水加熱 15 分鐘, 冷卻至室溫, 加沉澱劑 A、B 各 2 mL, 加水定容至 200 mL 後過濾, 取濾液供作檢液。量取濾液 20 mL 加呈色劑 A 10 mL 及呈色劑 C 10 mL, 混合均勻, 再加呈色液 B 2 mL, 混合均勻, 靜置 10 分鐘, 加水定容至 100 mL, 於波長 540 nm 測定其吸光度, 依據所製作 NO_2^- 標準曲線判定亞硝酸鈉之殘留量。

計算： NO_2^- (ppm) = $C \times 200/V \times 100/m$

C = 由標準曲線所求得檢液之亞硝酸根濃度 (ug/ mL)

V = 分光光度計測定所取之濾液體積 (mL)

m = 檢體重量 (g)

(十三) 感官品評 (Sensory evaluation)：將產品置於烤箱 (SO-1100，尚朋堂，台灣) 以 250 加熱中式香腸 20 分鐘，法蘭克福香腸 3 分鐘，產品切成 2 公分後，由有經驗之品評員十名對其顏色、組織、嫩度、彈性、內聚力、多汁性、風味以及總接受度進行評分 (Cardello *et al.*, 1983)。評分採九分制，各項目之代表意義如下：氣味：1 為極淡，9 為極強；顏色：1 為極淡，9 為極紅；組織：1 為極不均勻，9 為極均勻；嫩度：1 為極硬；9 為極軟；彈性：1 為極差，9 為極佳；內聚力：1 為極差，9 為極佳；多汁性：1 為極乾澀，9 為極為多汁；風味：1 為極淡，9 為極強；總接受度：1 為極討厭，9 為極喜歡。

(十四) 質地描述分析 (Texture profile analysis)：將產品置於烤箱 (SO-1100，尚朋堂，台灣) 以 250 加熱中式香腸 20 分鐘、法蘭克福香腸 2 分鐘，產品橫切成 2 公分之長度後，以質地分析儀 (Texture analyser TA-XT-plus, Stable micro system, England) 配合附件 HDP/BS 之刀型接頭，對樣品進行質地描述分析試驗(Texture profile analysis, TPA)，以 10mm/sec 之速度為測定探頭之移動速度 (Test speed)，測定時擠壓高度 (Strain) 設定為樣品高度的 75 %，所得之結果以時間對力量作圖，測定產品之硬度(Hardness)、彈性 (Springiness)、內聚性(Cohesiveness)及咀嚼性 (Chewiness)。圖四為產品質地描述分析試驗時的抗力曲線圖。各項測定計算方式如下：

硬度 (Hardness)：H (Maximal force)

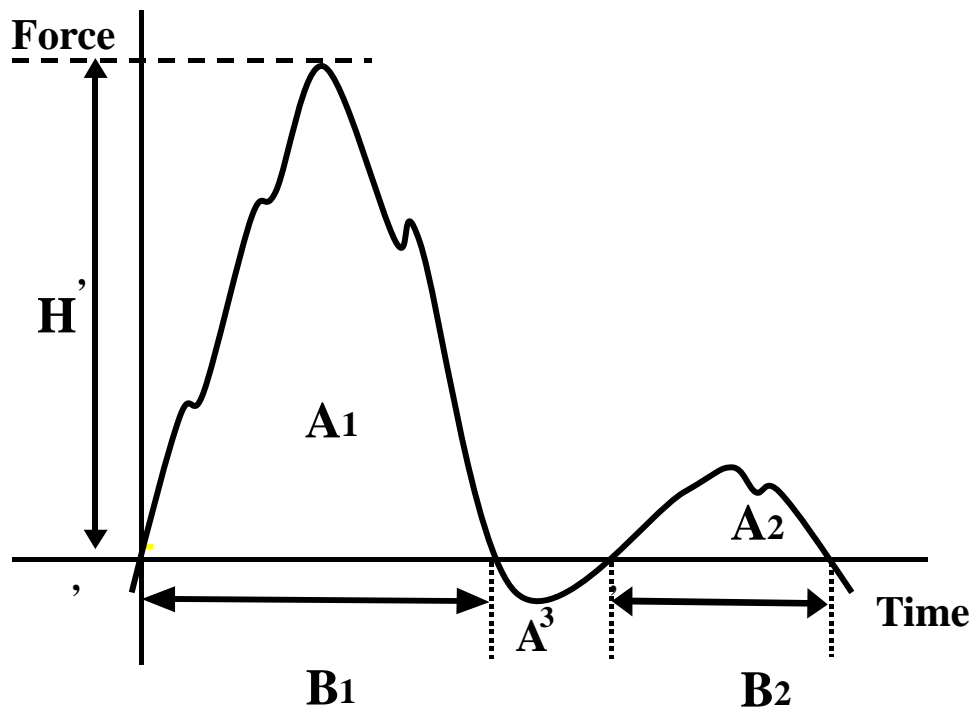
$$\text{內聚性 (Cohesiveness)} = A_2/A_1$$

$$\text{彈性 (Elasticity)} = B_2/B_1$$

$$\text{咀嚼性 (Chewiness)} = H \times (A_2/A_1) \times (B_2/B_1)$$

五、試驗設計及統計分析

試驗採完全逢機試驗 (completely randomized design, CRD) 之裂區設計 (split-split plot design)。以不同來源之膳食纖維與不同濃度為主區 (main plot)，以貯存時間為裂區 (sub plot)。測定項目所得之數據利用 SAS 統計套裝軟體 (SAS, 2002) 做分析，並以一般線性模式程式 (GLM procedure) 進行不同處理間之差異性及相關性測定，並以最小平方平均值 (least -square mean) 測定法比較各處理組平均值之間差異顯著性。



- H 表示力量 硬度 (Hardness) : H (Maximal force)
- A 表示面積 內聚性 (Cohesiveness) = A_2/A_1
- B 表示時間 彈性 (Elasticity) = B_2/B_1
- 咀嚼性 (Chewiness) = $H \times (A_2/A_1) \times (B_2/B_1)$

圖四、質地描述分析之標準抗力曲線。

Fig. 4. Standard curve of texture profile analysis.

(Szczesniak, 1975)

伍、結果與討論

一、中式香腸

(一)、一般成分分析 (Proximate analysis)、產率 (Yield)、水活性 (Water activity)

添加不同來源及濃度之膳食纖維對中式香腸一般成分之影響如表七所示。在水分方面各組間無顯著差異 ($p > 0.05$)，但CF與PF的平均值有高於對照組的現象。在粗蛋白及粗脂肪方面各組間無顯著差異 ($p > 0.05$)，但以對照組為最高，膳食纖維主成分為碳水化合物，本試驗所使用CF與PF之蛋白質及脂肪的總含量依產品規格顯示在5.3 %以下，以額外添加的形式加入，最多只有總肉重的2 %，因此在粗蛋白及粗脂肪方面沒有太大的差異。灰分以對照組最低，添加膳食纖維處理組的平均有較高的數值 ($p < 0.05$)，可能是膳食纖維所含的無機鹽類較多。

產率方面各組相近，處理組並無預期明顯高於對照組的現象 ($p > 0.05$)，但隨著纖維濃度的增加，產率有增加的趨勢。Katsanidis *et al.* (2001) 將脫水的馬鈴薯萃取物添加至碎牛肉中，顯示可以增加產率。Hughes *et al.* (1997) 添加oat fiber與cargheenan於法蘭克福香腸中，可減少蒸煮失重並增加產率。

纖維具有極性基 (polar groups) 容易與水結合，可減少產品中水分的散失 (Thebaudin *et al.*, 1997; Schneeman, 1986)，但本試驗中，整體而言添加CF與PF的水活性和對照組無顯著差異。

表七、添加不同來源及濃度之膳食纖維對中式香腸一般成分、產率及水活性之影響

Table 7. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber additions on proximate composition, yield and water activity of Chinese-style sausages

Treatment	Items					A _w
	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash	Yield	
	----- % -----					
Control	46.98 ^a	19.15 ^a	20.67 ^a	3.00 ^b	83.68 ^a	0.94 ^a
CF 1 %	46.86 ^a	18.76 ^a	20.11 ^a	3.01 ^b	83.79 ^a	0.94 ^a
CF 2 %	47.59 ^a	19.08 ^a	19.01 ^a	3.08 ^{ab}	84.44 ^a	0.94 ^a
PF 1 %	48.30 ^a	19.15 ^a	19.13 ^a	3.13 ^a	84.22 ^a	0.94 ^a
PF 2 %	47.44 ^a	18.86 ^a	20.22 ^a	3.06 ^{ab}	84.58 ^a	0.94 ^a

^{a-c} 同行間有不同文字代表其之間差異顯著 (p < 0.05)。

^{a-c} Different letters in the same column indicate significant difference (p < 0.05) .

(二)、微生物的變化 (Change of microorganism)

添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4 下貯存 8 週對中式香腸總生菌數之影響如圖五所示。在 8 週的貯存期間，隨著時間增加各組顯著的上升 ($p < 0.05$)，前 4 週，所有添加纖維的處理組均比對照組有較低的菌數。整體而言對照組有較高的總生菌數，且 CF 2 % 的總生菌數顯著低於對照組 ($p < 0.05$)，添加不同來源的纖維有降低總生菌數之趨勢 ($p > 0.05$)。以不同濃度膳食纖維來看，CF 2 % 比 CF 1 % 低 ($p < 0.05$)，而 PF 的濃度對總生菌數的影響不明顯 ($p > 0.05$)。

添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4 下貯存 8 週對中式香腸低溫菌數之影響如圖六所示。在第 4 週所有組別均超過 7.9 Log CFU/g，可能是水分較高所引起，第 4 週後成長趨緩，而對照組、CF 1 % 與 CF 2 % 在第 6 至第 8 週菌數有下降的情形，可能是細菌的生長開始進入停止期。前 6 週，所有添加纖維的處理組均比對照組有較低的菌數。整體而言對照組有較高的菌數，此點和總生菌數相似，添加不同來源的纖維有降低低溫菌數之趨勢 ($p > 0.05$)。以不同濃度膳食纖維來看，CF 2 % 比 CF 1 % 低 ($p < 0.05$)，而 PF 的濃度對低溫菌數的影響不顯著 ($p > 0.05$)。

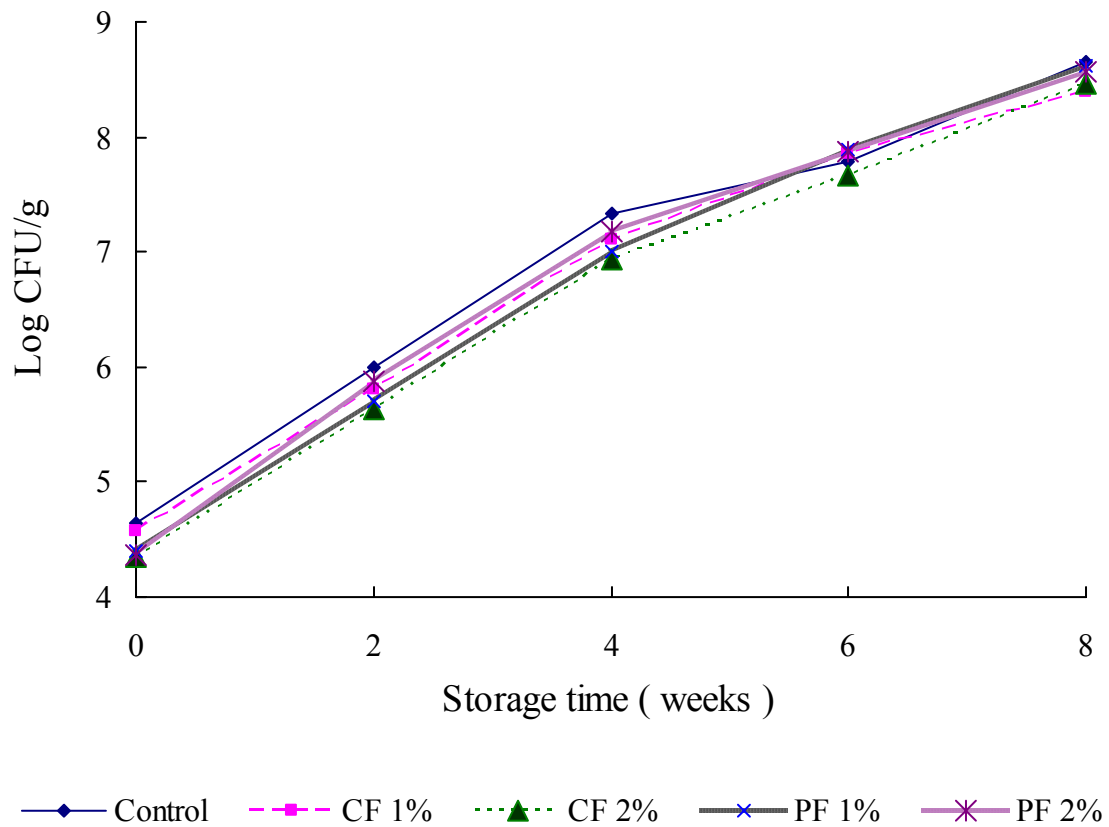
郭等 (1986) 報告指出，真空包裝中式香腸主要的微生物可能包含好氧及兼性好氧菌兩種。兼性好氧菌除了在微氧情況下亦可能在無氧的環境下生長。乳酸菌為兼性好氧菌，是引起真空包裝肉製品品質變劣的主要原因之一。本試驗中各組乳酸菌數於前 6 週穩定成長，第 6 至第 8 週菌數生長趨緩 (圖七)，此現象與低溫菌相似。添加不同

來源的纖維均會降低乳酸菌數，但以 CF 2 % 較明顯 ($p < 0.05$)；而相同來源不同濃度之纖維，彼此間差異不顯著 ($p > 0.05$)。

Fernandez-Ginies *et al.* (2003) 指出柑橘內果皮應用於肉製品上無抑菌功效。Rodriguez *et al.* (1998) 指出馬鈴薯皮萃取物在高濃度 (10^5 ug/ mL) 添加於培養基時才具有抑制格蘭氏陰性菌的效果，而添加在 10^4 ug/ mL 以下時則無效。本試驗則顯示添加 CF 或 PF 在中式香腸中有降低微生物的趨勢，且 CF 2 % 的菌數顯著低於對照組，可能 pH 值有關。本試驗中 pH 值於貯存期間與乳酸菌數成高度負相關 ($r = -0.89$)，顯示 pH 值的降低受乳酸菌生長的影响很大。

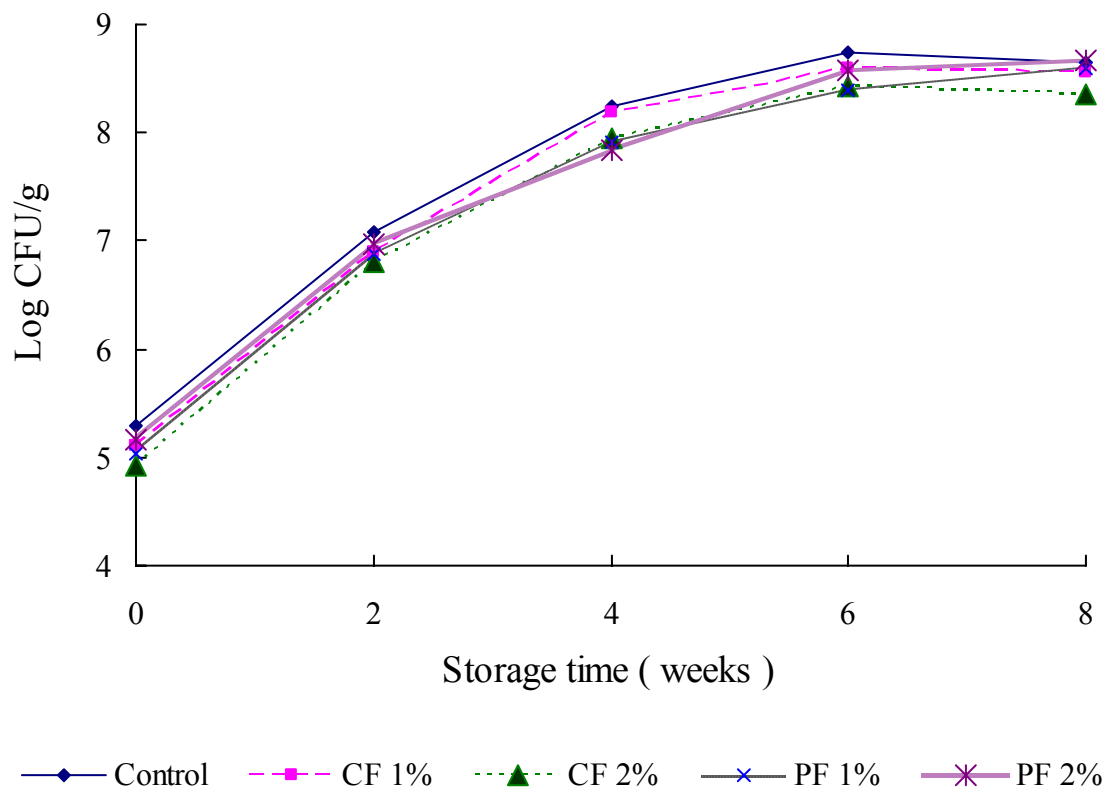
(三)、酸鹼值 (pH value)

圖八表示添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4 °C 下貯存 8 週對中式香腸酸鹼值之影響。結果顯示添加 CF 或 PF 會造成開始 pH 值下降，且添加濃度越高會使 pH 值下降越多 ($p < 0.05$)，因為添加的膳食纖維屬於酸性物質。Grigelmo *et al.* (1999) 添加桃子纖維於法蘭克福香腸中，有 pH 值降低的現象，因為纖維中含有可溶性的酸性物質，結果與本試驗相似。但 Fernandez *et al.* (2003) 將柑橘內果皮添加至 bologna 香腸中卻無此現象，可能是所添加之柑橘內果皮事先經過熱水浸泡再沖洗的處理，會將柑橘內果皮中的有機酸溶出，因此不會降低產品 pH 值 (Aleson *et al.*, 2003)。在 8 週的貯存期間內，隨著時間的增加，各組 pH 值皆顯著下降 ($p < 0.05$)。對照組於第 0 週後



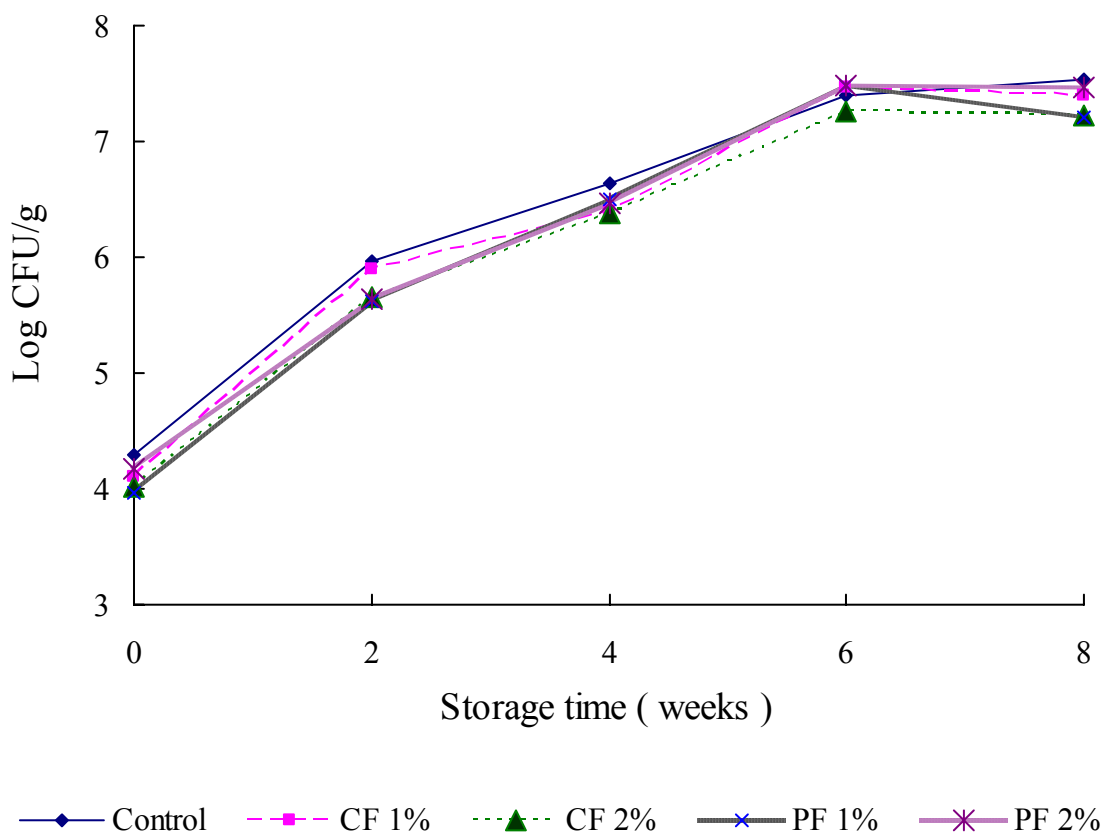
圖五、添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4 下貯存 8 週對中式香腸總生菌數之影響。

Fig. 5. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber additions on total microbial count of Chinese-style sausages during storage at 4 for 8 weeks.



圖六、添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4 下貯存 8 週對中式香腸低溫菌數之影響。

Fig. 6. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber additions on psychrophilic bacteria count of Chinese-style sausages during storage at 4 for 8 weeks

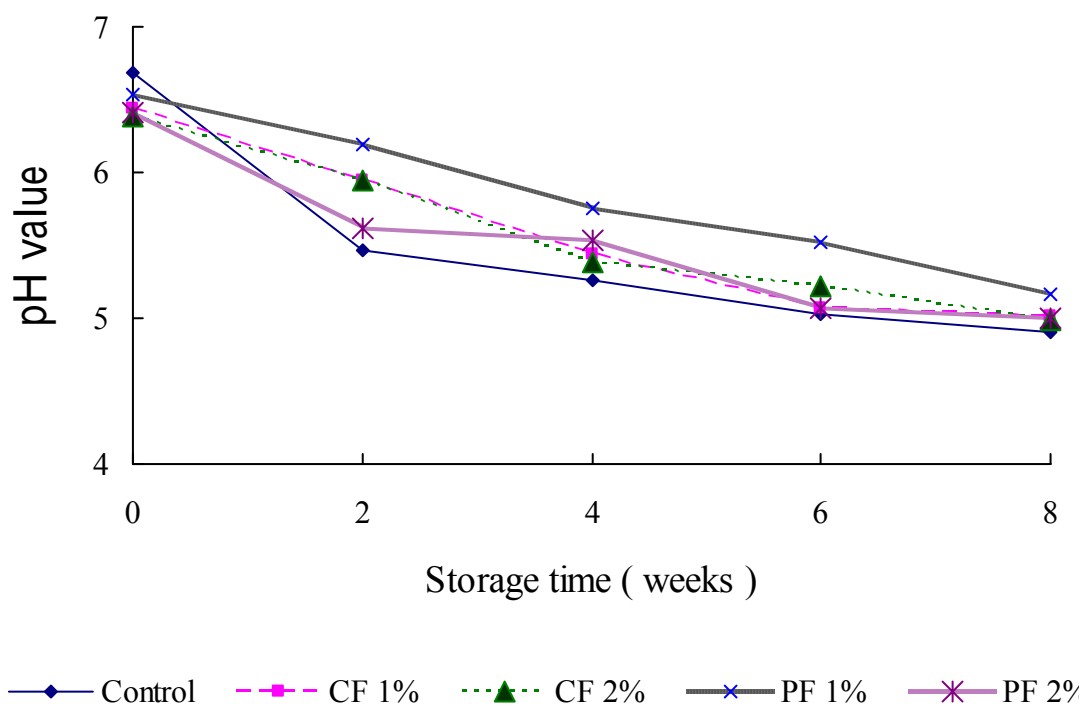


圖七、添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4 下貯存 8 週對中式香腸
 乳酸菌數之影響。

Fig. 7. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber
 additions on lactic acid bacteria of Chinese-style sausages during
 storage at 4 for 8 weeks

pH 值即低於其他處理組，下降幅度最快。以不同來源的纖維比較，添加 CF 和 PF 對 pH 的影響相當，彼此間差異不顯著 ($p > 0.05$)；以不同濃度的纖維比較，添加 2 % 皆比 1 % 具有更低的 pH。最初所有處理組 pH 值均低於對照組，但第 0 週之後卻以對照組最低，這可能是乳酸菌生長的影響。比較 pH 值與乳酸菌數，顯示 pH 值的降低受乳酸菌生長的影響很大。

乳酸菌為引起真空包裝肉製品品質變劣的主要原因之一(郭等, 1986)。肉品中的 pH 值越接近 7 則越適合大多數細菌生長(陳, 1992)，本試驗中對照組於第 0 週的 pH 值最高，因此微生物生長比其他處理組快，但第 0 週之後則因乳酸菌快速生長而降低 pH 值。CF 2 % 的菌數顯著低於對照組 ($p < 0.05$)，亦因第 0 週的 pH 值較低，較不利微生物生長，而添加不同濃度 PF 的 pH 值雖有降低，但下降程度比 CF 小，PF 2 % 的菌數有低於 PF 1 % 的趨勢，但差異不顯著。



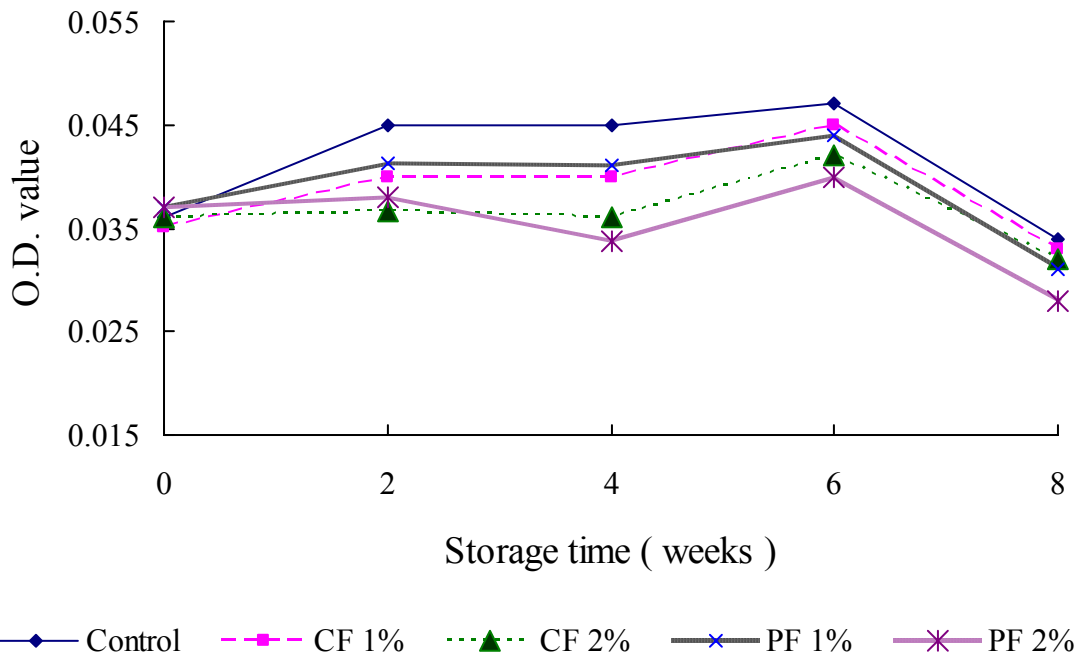
圖八、添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4°C 下貯存 8 週對中式香腸酸鹼值之影響。

Fig. 8. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber additions on pH-value of Chinese-style sausages during storage at 4°C for 8 weeks.

(四)、2-硫巴比妥酸值 (2-Thiobarbituric acid value, TBA value)

TBA 值為脂質氧化酸敗程度之指標，值越高表示氧化酸敗越嚴重。圖九為添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4 下貯存 8 週對中式香腸氧化酸敗值之影響。結果顯示在 8 週貯存期間 TBA 值並未持續增加，在第 8 週時達到最低。第 2 週起至第 8 週對照組有較高的 TBA 值，而添加 CF 或 PF 皆低於對照組。CF 1 % 及 PF 1 % 有降低 TBA 值的趨勢 ($p > 0.05$)，CF 2 % 及 PF 2 % 降低 TBA 值達差異顯著 ($p < 0.05$)。添加纖維的各處理組彼此間差異不顯著 ($p > 0.05$)。

郭等 (1986) 表示真空包裝且低溫貯存的產品，TBA 值上升不高，因低溫且阻絕氧氣使過氧化物生成速率較分解速率慢，使 Malonaldehyde 的萃取量減少，因此本試驗至第 8 週時 TBA 值有降低的現象。一般肉製品之 TBA 值需達到 1.0 以上時，才能以感官品評的方法察覺出酸敗 (Ockerman, 1985)。Fernandez-Ginies *et al.* (2003) 將柑橘內果皮添加至 Bolona 香腸中顯示具有抗氧化的效果，Jo *et al.* (2004) 將冷凍乾燥的柑橘皮萃取物添加 0.1 % 至不同肉品中，結果無論是牛肉餅、豬肉餅、雞肉餅、鮭魚肉餅，在貯存期間均表現出抑制脂肪氧化的現象。Gorinstein (2001) 的報告證實柑橘纖維具有抗氧化的效果，可能是某些抗氧化物質例如：flavonoids, polyphenol, carotenes 的影響。柑橘中的 flavonoids 屬於多酚物質，可作為抗氧化劑和自由基清除劑 (Benavente *et al.*, 1997)。Katsanidis *et al.* (2001) 指出脫水的馬鈴薯萃取物對碎牛肉具有抗氧化的作用，Nandita *et al.* (2004) 表示抗氧化的作用主要是馬鈴薯皮萃取物中酚酸 (phenolic



圖九、添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4 下貯存 8 週對中式香腸 2-硫巴比妥酸值之影響。

Fig. 9. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber additions on TBA-value of Chinese-style sausages during storage at 4 for 8 weeks.

acids) 的存在。馬鈴薯皮萃取物中主要的酚類化合物為 chlorogenic acid, gallic acid (沒食子酸), protocatechuic acid (原兒茶酸), 皆為已證實具有抗氧化功能之物質 (Rodriguez *et al.*, 1994)。而本試驗結果顯示, 添加 CF 或 PF 於中式香腸可減少氧化酸敗, 添加濃度達 2% 時效果顯著。

(五)、色澤變化 (Change of color)

在色澤方面添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4 貯存期間對中式香腸 L、a 及 b 值的影響表示如圖十至十二。L 值表示亮度值 (lightness), 當 L 值越大時, 表示產品的顏色越淡; a 值表示紅色值 (redness), 值越大表示產品呈現較紅的顏色; 而 b 值為黃色值 (yellowness), b 值越高表示產品的顏色越偏黃色。香腸中的鮮紅色主要是由於亞硝酸鹽的添加, 在肉中生成一氧化氮再與肌紅蛋白結合, 形成亞硝基肌紅蛋白的紅色, 在經加熱形成安定的亞硝基血色質 (nitrosohemochrome)。

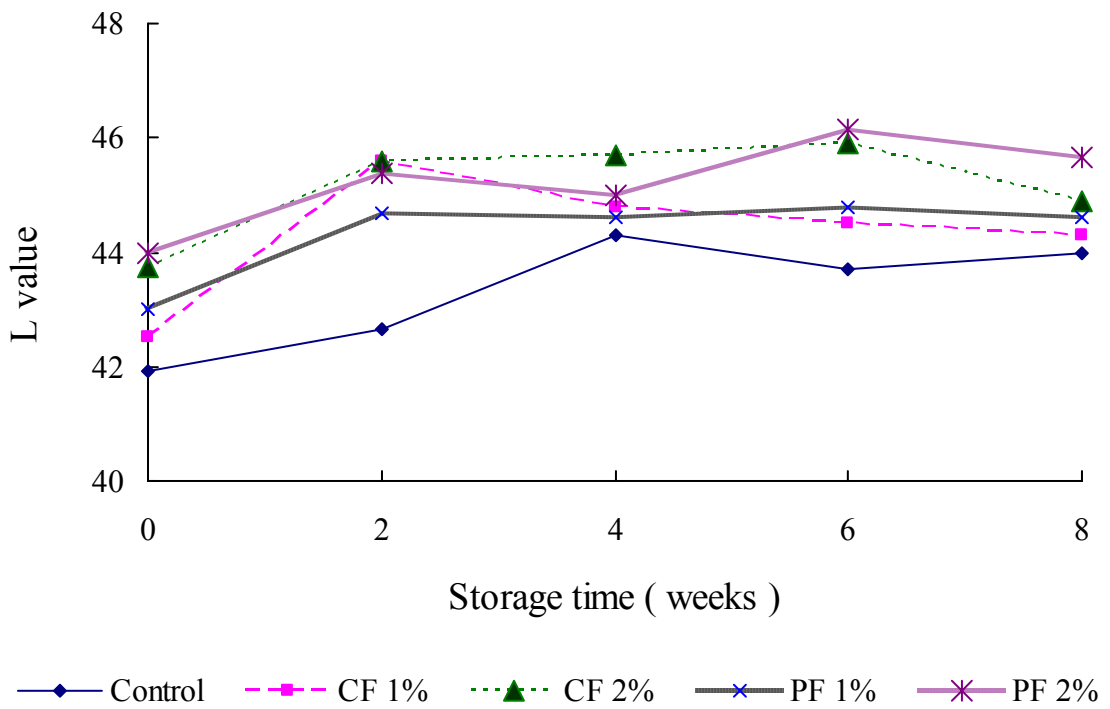
以添加不同來源的膳食纖維來看, 添加 PF 或 CF 的處理組其 L 值皆比對照組高, 但差異不顯著 ($p > 0.05$)。而以添加濃度來看, 1% 與 2% 的亮度值相近 ($p > 0.05$)。

在 a 值方面, 整個貯存其間各組有不同的起伏, 經過 8 週貯存後各組的 a 值均降低至 5 以下, 添加 CF 或 PF 有降低產品 a 值的趨勢, 且在第 0 週 PF 較 CF 有較低的 a 值。整體而言對照組與其他處理組

的 a 值相近，無顯著差異 ($p > 0.05$)。

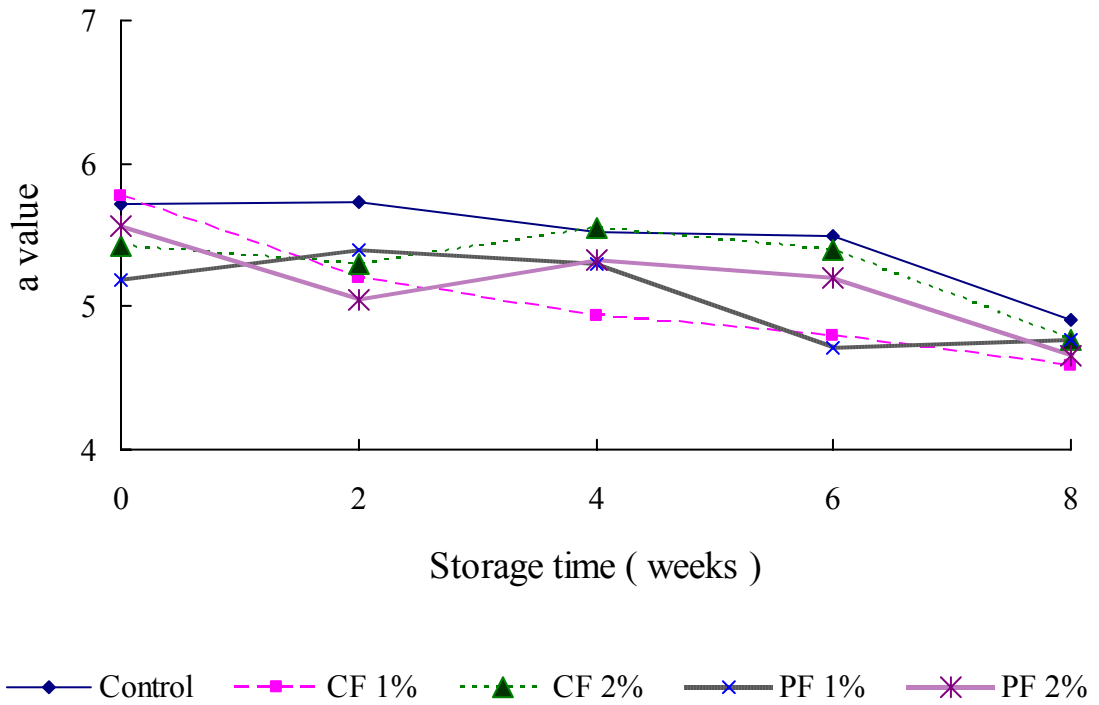
另外在 b 值方面，以 PF 的 b 值較高，但與其他組差異不顯著 ($p > 0.05$)，這有可能是因為添加的 PF 本身即為白色略帶黃褐色的粉末，含有植物色素包括 flavonoids, polyphenol, carotenes 會造成 b 值上升。CF 原料為白色粉末，添加 CF 的處理組其 b 值與對照組差異不顯著 ($p > 0.05$)，但在整個貯存其間有較高的 b 值，亦是含有植物色素的原故 (Fernandez *et al.*, 2004)。

Fernandez *et al.* (2003) 以乾燥過的柑橘內果皮加入 bologna 香腸，結果顯示產品的 L 值提高，可能是纖維中白色的成分所致，且 a 值於貯存期間下降較慢，a 值下降慢亦有可能代表添加物具有抗氧化的效果。Aleson 等人表示將生鮮或烹煮過的檸檬內果皮 (lemon albedo) 直接添加至乾醃香腸中可增加 a 值，但添加濃度提高時，可能會因為未乾燥果皮中某些綠色物質的稀釋效應，而無法提高 a 值 (Aleson *et al.*, 2003)。Hughes *et al.* (1997) 將燕麥纖維加水取代法蘭克福香腸中的部分脂肪，會提昇產品 L 值並降低 a 值。Yilmaz and Daglioglu (2003) 以燕麥麩皮取代肉丸中的部分脂肪，會提昇產品 L 值和 b 值並降低 a 值，與本試驗的結果相似。



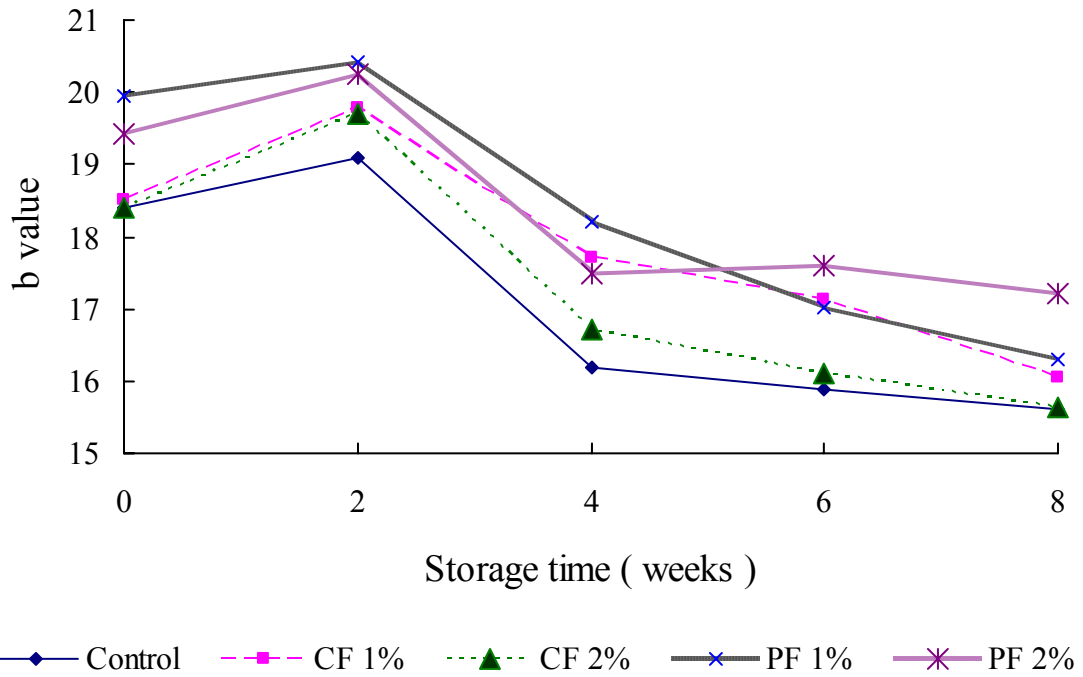
圖十、添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4 °C 下貯存 8 週對中式香腸亮度值之影響。

Fig. 10. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber additions on L-value of Chinese-style sausages during storage at 4 °C for 8 weeks.



圖十一、添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4 °C 下貯存 8 週對中式香腸紅色值之影響。

Fig. 11. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber additions on a-value of Chinese-style sausages during storage at 4 °C for 8 weeks.



圖十二、添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4℃ 下貯存 8 週對中式香腸黃色值之影響。

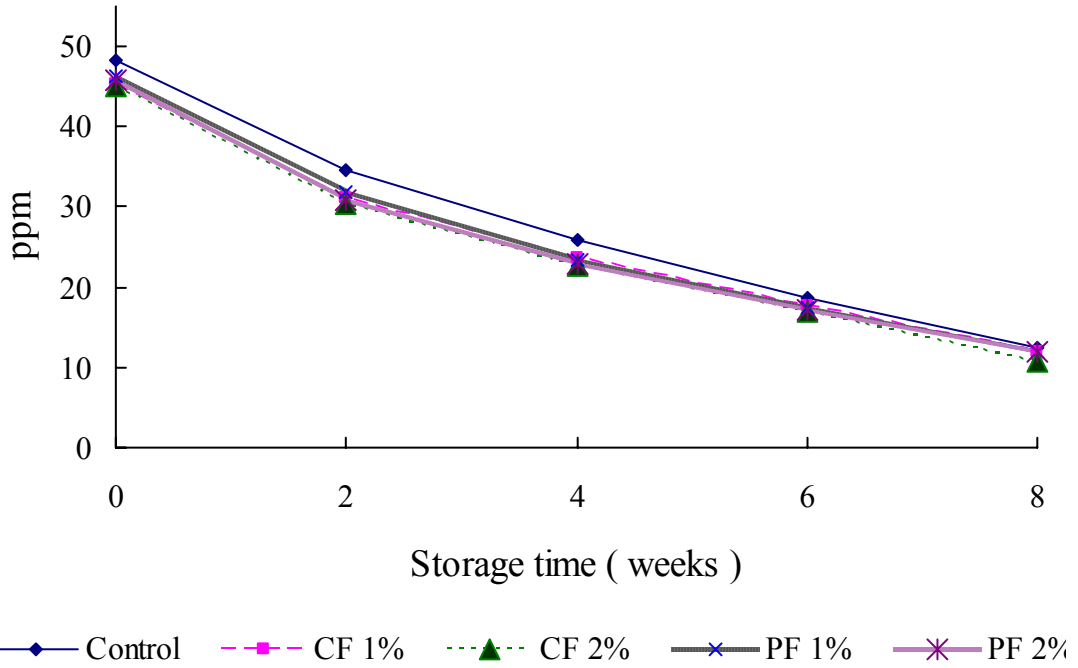
Fig. 12. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber additions on b-value of Chinese-style sausages storage at 4°C for 8 weeks.

(六)、亞硝酸鹽殘留 (Residual nitrite level)

圖十三為添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4 下貯存 8 週期間對中式香腸亞硝酸鹽殘留量之影響。各組的亞硝酸鹽殘留量隨著貯存時間而顯著下降 ($p < 0.05$)，這與 Ockerman and Kuo (1982) 研究真空包裝豬肉乾的結果相符，林等 (1992) 在中式香腸的研究亦有此結果，亞硝酸鹽殘留量下降是因還原成一氧化氮或被氧化成其他物質之故。

添加 CF 或 PF 的處理組顯著較對照組低 ($p < 0.05$)，但不同來源或不同濃度之間的差異不顯著 ($p > 0.05$)。本試驗中亞硝酸鹽添加濃度及加熱環境相同，以 pH 的影響較大，亞硝酸鹽殘留量與 pH 成正相關 ($r = 0.79$)。Cassens (1979) 指出亞硝酸鹽的衰退受濃度、pH 值和加熱溫度影響很大，pH 值較低時亞硝酸鹽作用較快，亞硝酸根殘留量較易降低。此外，纖維中的 flavonoids、polyphenol 等活性化合物 (bioactivity compound) 也具有降低亞硝酸鹽殘留的功效 (Fernandez *et al.*, 2003; Aleson *et al.*, 2003)。

陳與黃 (1975) 和 Joseph (1979) 在研究中式香腸和西式肉製品中，發現貯存溫度越高，亞硝酸根殘留量下降越快，目前國內中式香腸的亞硝酸鹽添加量約在 150 ppm 左右，經過醃製乾燥過程後，亞硝酸鹽殘留量會隨著貯存時間而降低，且低於衛生署標準 70 ppm (林等, 1992)，本試驗中亞硝酸鹽殘留量符合標準。亞硝酸鹽長久以來做為食品的防腐劑、保色劑，但亞硝酸鹽在胃中酸性的環境下比在食品中更易產生亞硝基化合物，而大部分的亞硝基化合物皆具致癌性



圖十三、添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4℃ 下貯存 8 週對中式香腸亞硝酸鹽殘留量之影響。

Fig. 13. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber additions on residual nitrite level of Chinese-style sausages during storage at 4℃ for 8 weeks.

(張等, 2002)。結果顯示添加 PF 或 CF 皆能降低產品中亞硝酸鹽的殘量，可減低亞硝基胺 (nitrosamines) 形成的可能。

(七)、感官品評 (Sensory evaluation)

表九為添加不同來源及濃度之膳食纖維對中式香腸感官品評的影響，於貯存試驗第 6 週將樣品切成相同大小後，分別由有經驗之品評員十名，對其氣味、顏色、組織、嫩度、風味、多汁性以及總接受度進行評分 (Cardello *et al.*, 1983)。評分採九分制，氣味為以鼻子聞產品的香味，1 為極淡，9 為極濃；顏色為以肉眼觀察評估中式香腸之色澤，1 為極淡，9 為極紅；嫩度為以門齒咬切產品時所感受的力量，1 為極硬，9 為極軟；組織為以肉眼觀察內部結著的能力，1 為極差，9 為極佳；多汁性：1 為極乾澀，9 為極多汁；風味為在咀嚼過程中所感受到整體的味道，1 為極淡，9 為極強；總接受度則是對品評的整體作評估，1 為極討厭，9 為極喜歡。

在氣味以 PF 2 % 得分較其他組高，但其餘各組之間的差異並不顯著 ($p > 0.05$)，表示 CF 和 PF 的添加不會有不良影響。在顏色的評分方面各組得分相近，但以 CF 1 % 有最低的得分，與表八中 a 值的比較符合，但經過加熱後的產品，以對照組有較高的 a 值。在組織方面以 CF 2 % 得分最高，添加纖維的處理組平均得分比對照組高，濃度提高則得分上升，但各組之間的差異並不顯著 ($p > 0.05$)，其餘各組之間的結著能力差異並不顯著 ($p > 0.05$)。在嫩度方面，各組之

間的差異並不顯著 ($p > 0.05$)，但以對照組最高，表示添加纖維可能會使嫩度略微降低。在多汁性方面，各組間的差異並不顯著 ($p > 0.05$)，但以對照組最高，多汁性易受產品中水分和脂肪含量影響，比較產品的水分和脂肪含量(表七)，顯示各組數值相近。在風味上，各組間的差異並不顯著 ($p > 0.05$)，但添加 CF 的得分有較低的趨勢 ($p > 0.05$)。另外在總接受度方面各組相似，顯示添加 2% 以內無論是 CF 或 PF，對總接受度無顯著影響，但以 PF 2% 有較高的得分。

劉等 (1992) 試驗顯示纖維素添加超過 10%，則品評的總接受性下降至不可接受的程度。添加膳食纖維一般會促進肉製品的保水性及保油性，但也會影響質地與口感，視添加量及纖維的類型和來源而異 (張，2003)。Fernandez-Lopez *et al.* (2004) 將柑橘內果皮 Yilmaz and Daglioglu (2003) 以燕麥麩皮取代肉丸中 5-20% 的脂肪，結果顯示有增加硬度並減少多汁性的現象，但對於總接受度無顯著影響，與本試驗結果相似。

表八、添加不同來源及濃度之膳食纖維對中式香腸蒸煮後顏色之影響
 Table 8. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber additions on color of Chinese-style sausages after cook

Treatment	Color		
	L	a	b
Control	47.67 ^c	4.64 ^a	11.28 ^b
CF 1 %	50.84 ^b	4.08 ^c	11.54 ^b
CF 2 %	52.00 ^a	4.29 ^b	12.96 ^a
PF 1 %	51.40 ^{bc}	4.27 ^{bc}	11.68 ^b
PF 2 %	49.76 ^{ab}	4.44 ^{ab}	12.37 ^a

^{a-c} 同行間有不同文字代表其之間差異顯著 ($p < 0.05$)。

^{a-c} Different letters in the same column indicate significant difference ($p < 0.05$).

表九、添加不同來源及濃度之膳食纖維對中式香腸感官品評之影響

Table 9. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber additions on sensory evaluation of Chinese-style sausages

Treatment	Items ^A						
	Odor	Color	Texture	Tenderness	Juiciness	Flavor	Overall acceptability
Control	5.81 ^a	5.00 ^a	5.25 ^a	5.50 ^a	4.94 ^a	6.00 ^a	5.63 ^a
CF 1 %	5.38 ^a	4.95 ^a	5.75 ^a	5.25 ^a	4.88 ^a	5.75 ^a	5.63 ^a
CF 2 %	5.94 ^a	5.13 ^a	6.06 ^a	5.13 ^a	4.75 ^a	5.55 ^a	5.56 ^a
PF 1 %	5.94 ^a	5.13 ^a	5.25 ^a	5.13 ^a	4.88 ^a	5.63 ^a	5.56 ^a
PF 2 %	6.00 ^a	5.56 ^a	6.25 ^a	5.00 ^a	4.75 ^a	6.00 ^a	5.69 ^a

^A 氣味：1=極淡，9=極濃；色澤：1=極淡，9=極深；組織：1=極差，9=極佳；嫩度：1=極硬，9=極軟；多汁性：1=極乾澀，9=極多汁；風味：1=極淡，9=極強；總接受度：1=極討厭，9=極喜歡。

^A Odor : 1=extremely bland, 9= extremely intense; Color : 1=extremely light, 9= extremely dark; Texture : 1=extremely bad, 9= extremely fine; Tenderness : 1=extremely tough, 9= extremely tender; Juiciness : 1=extremely dry, 9= extremely juicy; Flavor : 1=extremely bland, 9= extremely intense; Overall acceptability : 1=extremely dislike, 9= extremely like.

^{a-c} 同行間有不同文字代表其之間差異顯著 (p<0.05)。

^{a-c} Different letters in the same column indicate significant difference (p<0.05) .

(八)、質地描述分析 (Texture profile analysis)

質地描述分析所指的是儀器模擬牙齒進行 2 次咬切，測定產品之硬度、內聚性、彈性和咀嚼性等性質，為避免腸衣影響測定，將香腸橫切面平放於測定台上，進行測試。添加不同來源及濃度之膳食纖維對中式香腸質地描述分析之影響表示如表十。硬度為擠壓產品所需的最大力量，結果顯示，PF 1 % 具有最大值，但各組間差異不顯著 ($p > 0.05$)，與感官品評的嫩度相比較，所有處理組的結果也相似。彈性指的是物體受到外力後，移除外力後所能恢復的程度，所得的數據顯示 PF 1 % 最低，PF % 最高，各組的數據也相似 ($p < 0.05$)。內聚性以對照組最高，但與其他各組差異不顯著 ($p > 0.05$)，表示添加 CF 或 PF 有降低產品結著之趨勢，Dawkins *et al.* (1999) 報告指出，燕麥麩皮添加於山羊肉餅中會降低產品的結著且剪力值較低。咀嚼性為硬度、彈性和內聚性的綜合評估。咀嚼性方面，對照組顯著高於 CF 1 %，而其他各組間差異不顯著 ($p > 0.05$)。Todd *et al.* (1989) 將不同類型的纖維添加於重組豬肉中，結果顯示纖維素會增加產品硬度，膠類卻相反。添加不同類型的纖維均會增加彈性，對內聚性的影響不大。Fernandez-Lopez *et al.* (2004) 指出添加柳橙纖維於肉品中會使產品較硬，且有降低彈性、內聚性和咀嚼性的現象。綜合上述，本試驗中添加 CF 或 PF 有降低產品結著性與咀嚼性的趨勢，對硬度及彈性無影響。

表十、添加不同來源及濃度之膳食纖維對中式香腸質地描述分析之影響

Table 10. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber additions on texture profile analysis of Chinese-style sausages

Treatment	Items			
	Hardness (g)	Springiness	Cohesiveness	Chewiness (g)
Control	7570 ^a	0.799 ^a	0.433 ^a	2799 ^a
CF 1 %	7443 ^a	0.813 ^a	0.414 ^a	2359 ^b
CF 2 %	7677 ^a	0.796 ^a	0.422 ^a	2530 ^{ab}
PF 1 %	7884 ^a	0.791 ^a	0.422 ^a	2597 ^{ab}
PF 2 %	7330 ^a	0.815 ^a	0.406 ^a	2426 ^{ab}

^{a-c} 同行間有不同文字代表其之間差異顯著 ($p < 0.05$)。

^{a-c} Different letters in the same column indicate significant difference ($p < 0.05$).

二、法蘭克福香腸

(一)、一般成分分析 (Proximate analysis)、產率 (Yield)、水活性 (Water activity)

添加不同來源及濃度之膳食纖維對法蘭克福香腸一般成分之影響如表十一所示。在水分方面以CF 2%為最低，PF 1%最高，但整體而言對照組與CF或PF間並無差異 ($p > 0.05$)。在粗蛋白含量上以對照組最高，添加CF有降低粗蛋白的趨勢，且CF 3%達顯著差異 ($p < 0.05$)；PF的添加也會降低粗蛋白，且隨添加濃度增加而降低。粗脂肪以對照組最高 ($p < 0.05$)，添加CF和PF皆會顯著降低粗脂肪 ($p < 0.05$)，且隨添加濃度增加有降低的趨勢 ($p > 0.05$)。與對照組相比，不同來源之膳食纖維或添加濃度並未對灰分造成顯著的影響 ($p > 0.05$)。CF與PF含水量低，主成分為碳水化合物，所含蛋白質及脂肪極少，本試驗法蘭克福香腸的製程中，膳食纖維是以額外添加的形式加入，添加數量升高時，可能會稀釋部分原料，但本試驗添加比例不高，最多只有總肉重的3%。產率方面各組相近，對照組並未如預期所想的低。Hughes *et al.* (1997) 添加oat fiber與cargheenan於法蘭克福香腸中，可減少蒸煮失重並增加產率，但Claus and Hunt (1991) 指出在低脂、高水分之bologna中添加DuoFiber、oat fiber、pea fiber 均造成蒸煮失重較高。水活性方面，整體而言添加CF或PF沒有顯著影響。

表十一、添加不同來源及濃度之膳食纖維對法蘭克福香腸一般成分、產率及水活性之影響之影響

Table 11. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber additions on proximate composition, yield and water activity of frankfurters

Treatment	Items					A _w
	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash	Yield	
	----- % -----					
Control	62.14 ^{ab}	14.34 ^a	17.63 ^a	2.43 ^a	91.13 ^a	0.96 ^a
CF 1 %	62.59 ^{ab}	14.24 ^{ab}	17.11 ^b	2.42 ^a	91.09 ^a	0.96 ^a
CF 2 %	61.89 ^{ab}	14.21 ^{ab}	16.98 ^{bc}	2.44 ^a	90.75 ^a	0.96 ^a
CF 3 %	61.73 ^b	13.87 ^b	16.91 ^{bc}	2.42 ^a	91.44 ^a	0.96 ^a
PF 1 %	63.32 ^a	14.12 ^{ab}	17.10 ^b	2.40 ^a	91.13 ^a	0.96 ^a
PF 2 %	62.29 ^{ab}	13.92 ^{ab}	16.75 ^c	2.40 ^a	92.11 ^a	0.96 ^a
PF 3 %	62.14 ^{ab}	13.89 ^b	16.74 ^c	2.45 ^a	90.77 ^a	0.96 ^a

^{a-c} 同行間有不同文字代表其之間差異顯著 (p<0.05)。

^{a-c} Different letters in the same column indicate significant difference (p<0.05) .

(二)、保水力及乳化安定力

表十二為添加不同來源及濃度之膳食纖維對法蘭克福香腸保水力及乳化安定力之影響。Total expressible fluid 百分比(TEF %)愈高表示乳化安定性愈低，本試驗顯示隨著添加 CF 或 PF 濃度的增加，而乳化安定力越高，添加比例須在 2 % 以上時，與對照組相比才會達差異顯著 ($p < 0.05$)，而 2 % 與 3 % 之間差異不顯著 ($p < 0.05$)。在保水力方面，添加 CF 或 PF 有增進保水力的功效 ($p < 0.05$)，隨著濃度的增加，保水力有較高的表現，CF 2 %、CF 3 % 及 PF 3 %，與對照組相比達差異顯著 ($p < 0.05$)，但相同來源膳食纖維的 2 % 與 3 % 之間差異不顯著 ($p > 0.05$)。

膳食纖維具有良好的保水性，可增加水溶液的黏度，抑制或減少油滴的聚集，降低乳化之破壞 (張, 1990; Glicksman, 1982)。大部分的膳食纖維並不具有乳化劑之功能，即無法降低油水間的表面張力，但有增加乳化安定性之作用 (Sanderson, 1981)。Hughes *et al.* (1997) 添加 oat fiber 與 carchenan 於法蘭克福香腸中，可以增加保水力及乳化安定力。

表十二、添加不同來源及濃度之膳食纖維對法蘭克福香腸保水力及乳化安定力之影響

Table 12. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber additions on water holding capacity and emulsion stability of frankfurters

Treatment	Items	
	Emulsion stability (TEF %)	Water holding capacity
Control	2.64 ^a	41.66 ^c
CF 1 %	2.59 ^{ab}	42.22 ^{bc}
CF 2 %	2.47 ^{bc}	42.68 ^a
CF 3 %	2.38 ^c	43.16 ^a
PF 1 %	2.68 ^a	41.82 ^c
PF 2 %	2.45 ^{bc}	42.08 ^{bc}
PF 3 %	2.39 ^c	42.38 ^{ab}

^{a-c} 同行間有不同文字代表其之間差異顯著 ($p < 0.05$)。

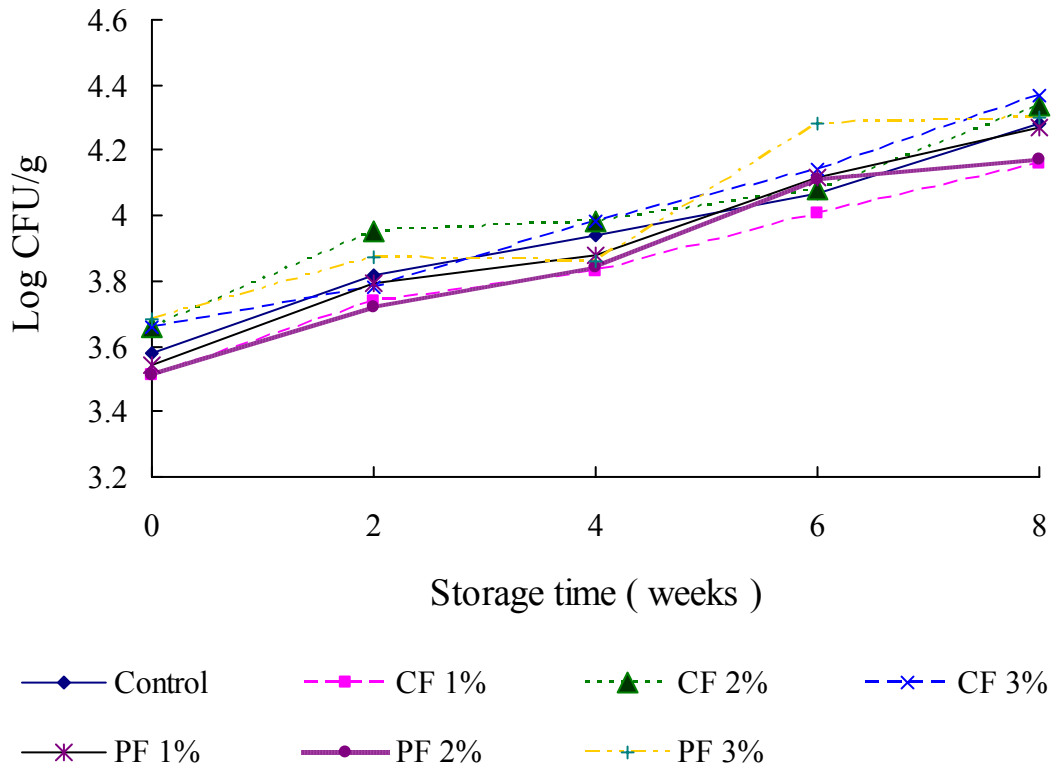
^{a-c} Different letters in the same column indicate significant difference ($p < 0.05$).

(三)、微生物的變化 (Change of microorganism)

在經過 8 週的貯藏期，各組總生菌數顯著的成長，但均未超過 4.4 Log CFU/g (圖十四)，而乳酸菌及低溫菌於試驗期間皆在 2.4 Log CFU/g 以下。整體而言，添加 CF 與 PF 對總菌生長的影響差異不顯著 ($p > 0.05$)，而添加濃度之間的差異不顯著 ($p > 0.05$)，在中式香腸的試驗中，添加 CF 與 PF 亦對微生物無顯著影響。Fernandez *et al.* (2003) 指出柑橘內果皮應用於肉製品上無抑菌功效。Rodriguez *et al.* (1998) 指出馬鈴薯皮萃取物在高濃度 (10^5 ug/ mL) 添加於培養基時才具有抑制格蘭氏陰性菌的效果，低濃度 (10^4 ug/ mL 以下) 時無抗菌效果。法蘭克福香腸的水分較高，其水活性在 0.96-0.97，而一般細菌生長所需最低水活性為 0.90，可見法蘭克福香腸之水活性不足以抑制微生物的生長；法蘭克福香腸為乳化熟製品，通常在蒸煮並冷卻後，以真空袋包裝之，此種產品之貯存有效期限，直接受包裝肉製品開始細菌數及貯存溫度所影響 (陳等，1996)。

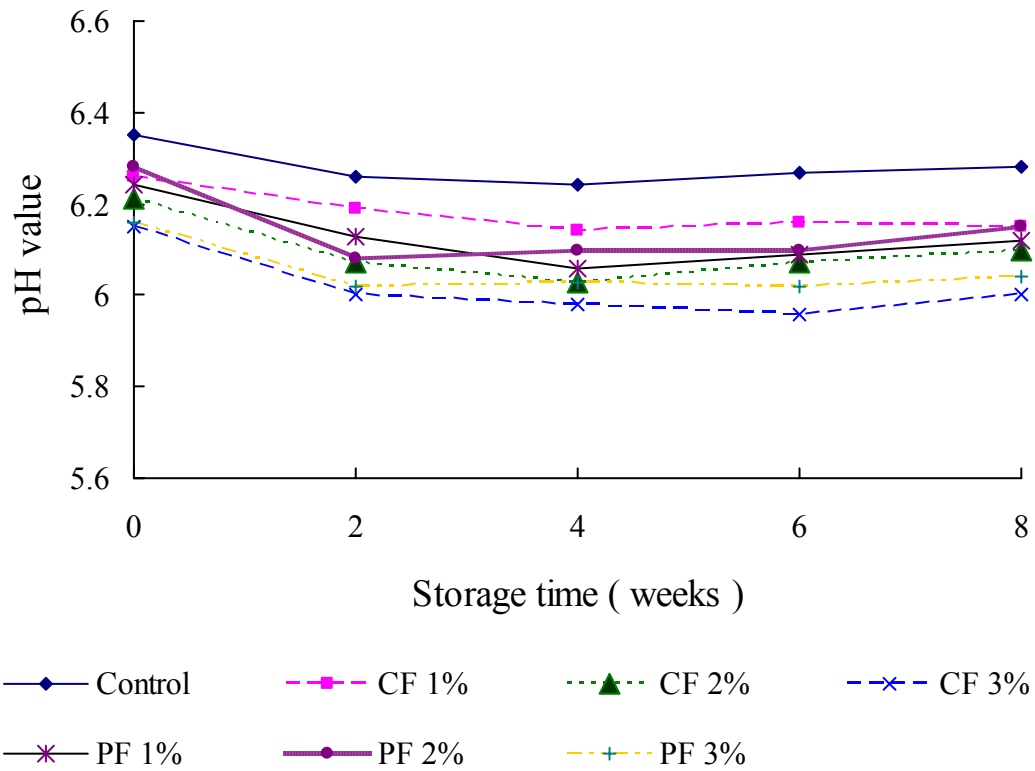
(四)、酸鹼值 (pH value)

圖十五表示添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4 °C 下貯存 8 週對法蘭克福香腸酸鹼值之影響。添加 CF 或 PF 會顯著降低 pH 值 ($p < 0.05$)。相同來源的膳食纖維中，CF 添加濃度越高，pH 值下降越多；PF 1% 與 2% 差異不大，整個貯存期間添加膳食纖維的處理組 pH 值皆低於對照組，這可能是添加的膳食纖維都屬於微酸性物質所致，但



圖十四、添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4 下貯存 8 週對法蘭克福香腸總生菌數之影響。

Fig. 14. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber additions on total microbial counts of frankfurters during storage at 4 for 8 weeks.



圖十五、添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4 下貯存 8 週對法蘭克福香腸酸鹼值之影響。

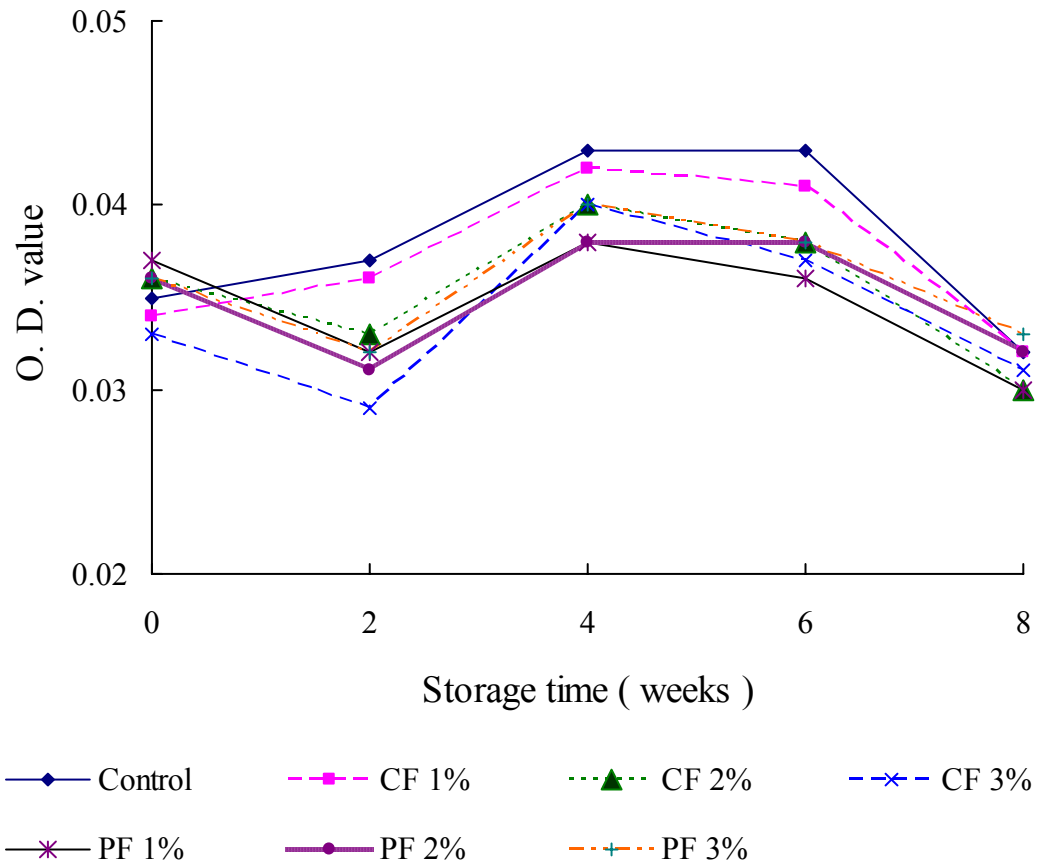
Fig. 15. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber additions on pH-value of frankfurters during storage at 4 for 8 weeks.

Fernandez *et al.* (2003) 將柑橘內果皮添加至 Bologna 香腸中卻無此現象，可能是所添加之柑橘內果皮事先經過熱水浸泡再沖洗的處理，會將柑橘內果皮中的有機酸溶出，因此不會降低產品 pH 值(Aleson *et al.*, 2003)。Grigelmo *et al.* (1999) 添加桃子纖維於法蘭克福香腸中，亦有 pH 值降低的現象，與本試驗結果相似。

在中式香腸的試驗中，pH 值隨貯存時間增加而下降，主要是受到乳酸菌的影響。本試驗中法蘭克福香腸的 pH 值變化不大，於第 6 週品評時各組皆無酸敗感，由微生物的數據中可看出總生菌不高，乳酸菌及低溫菌於試驗期間皆在 2.4 Log CFU/g 以下。

(五)、2-硫巴比妥酸值(2-Thiobarbituric acid value, TBA value)

TBA 值為脂質氧化酸敗程度之指標，值越高表示氧化酸敗越嚴重。圖十六為添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4°C 下貯存 8 週對法蘭克福香腸氧化酸敗值之影響。以不同來源膳食纖維而言，添加 CF 及 PF 的 TBA 值皆顯著比對照組低($p < 0.05$)。以添加濃度而言，CF 1% 有降低 TBA 值的趨勢，CF 2% 及 CF 3% 二者間差異不顯著，但皆顯著低於對照組 ($p < 0.05$)，而不同濃度 PF 彼此間差異不顯著，但皆顯著低於對照組 ($p < 0.05$)。本試驗 TBA 值於貯存期間皆低於 0.05，TBA 值並未隨時間增加而持續上升，第 4 週後開始下降。由於 TBA 是測定氧化時所生成的中間產物，故可能是油脂氧化時所生成的二級氧化產物丙二醛被微生物利用，其量降低所導致的結果。郭等 (1986) 表示真空包裝且低溫貯存的產品，TBA 值上升不高，因低



圖十六、添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4 下貯存 8 週對法蘭克福香腸 2-硫巴比妥酸值之影響。

Fig. 16. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber additions on TBA-value of frankfurters during storage at 4 for 8 weeks.

溫且阻絕氧氣使過氧化物生成速率較分解速率慢。Fernandez-Ginies *et al.* (2003) 以柑橘纖維加入 bologna 香腸，及 Gorinstein *et al.* (2001) 的報告證實柑橘纖維具有抗氧化的效果，可能是某些抗氧化物質例如：flavonoids, polyphenol, carotenes 的影響。Aleson *et al.* (2003) 將檸檬中果皮 (lemon albedo) 添加至乾醃香腸中，顯示可以延緩氧化。Jo *et al.* (2004) 將冷凍乾燥的柑橘皮萃取物添加 0.1 % 至不同肉類製品中，結果牛肉餅、豬肉餅、雞肉餅、鮭魚肉餅，在貯存期間均表現出抑制脂肪氧化的現象。Katsanidis *et al.* (2001) 指出脫水的馬鈴薯萃取物對碎牛肉具有抗氧化的作用，Nandita *et al.* (2004) 指出馬鈴薯皮在食物的油脂中具有抗氧化的特性，這主要是馬鈴薯皮萃取物中酚酸 (phenolic acids) 的存在，因此被視為新興的天然抗氧化劑，且許多體外試驗已證實馬鈴薯皮的萃取物具有抗氧化的效果。

(六)、色澤變化 (Change of color)

在色澤方面添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4 貯存期間對法蘭克福香腸 L、a 及 b 值的影響表示如圖十七至十九。L 值表示亮度值，當 L 值越大時，表示產品的顏色越淡；a 值表示紅色值，值越大表示產品呈現較紅的顏色；而 b 值為黃色值，b 值越高表示產品的顏色越偏黃色。

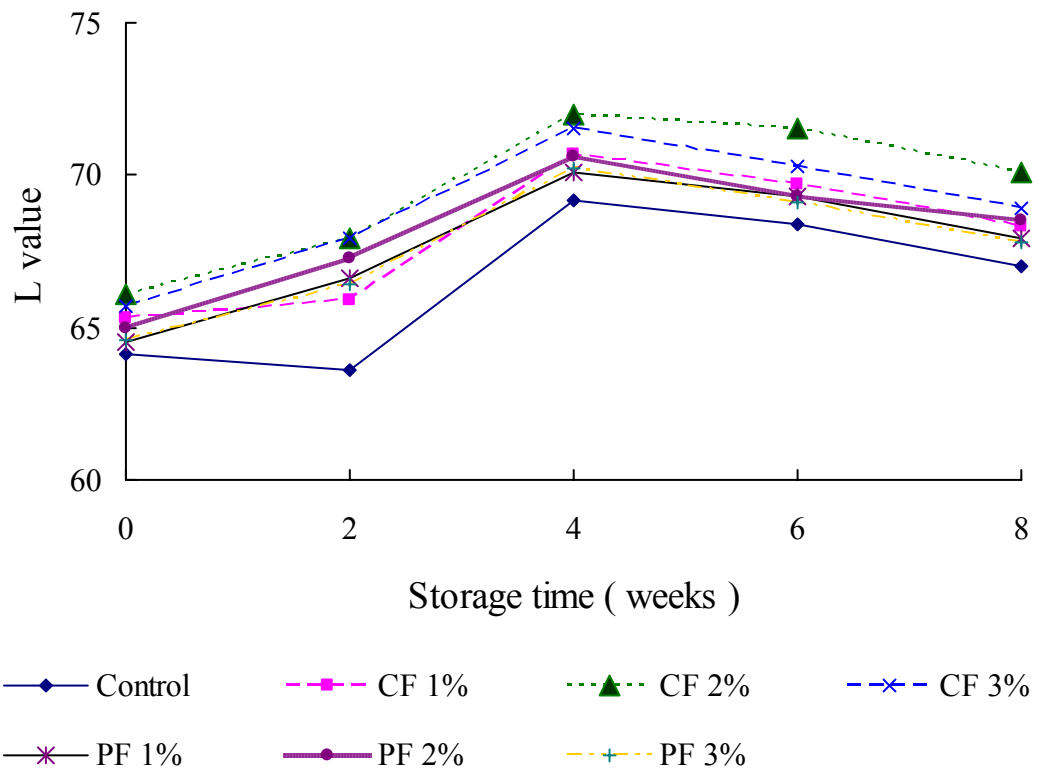
0 到 4 週時各組 L 值逐漸上升，第 4 週後均緩慢下降。在整個貯

存期間，不同來源的膳食纖維皆有較高 L 值，與對照組相比，CF 及 PF 皆達差異顯著 ($p < 0.05$)。本試驗所添加之 CF 及 PF 原料本身 L 值就高，且添加纖維後產品 pH 值較低，也容易使 L 值較高，本試驗中 pH 值於貯存期間與 L 值成正相關 ($r = 0.66$)，添加纖維使 L 值上升亦有可能受此影響。此外，相同來源的膳食纖維處理組之間，添加濃度越高並未造成其 L 值越高 ($p > 0.05$)。

在 a 值方面，各組上升至第 4 或第 6 週後開始下降。添加 CF 的 a 值於貯存期間較低，但與對照組差異不顯著 ($p > 0.05$)，而 CF 添加濃度對 a 值的影響不大，各組間無差異 ($p > 0.05$)。添加 PF 的各組 a 值與對照組差異不顯著 ($p > 0.05$)，整體而言亦有較低的現象。肉 pH 值較高則肉色較紅 (周等, 1994; 陳與黃, 1989)，本試驗中添加纖維後產品 pH 值較低，可能是使 a 值較低的因素。

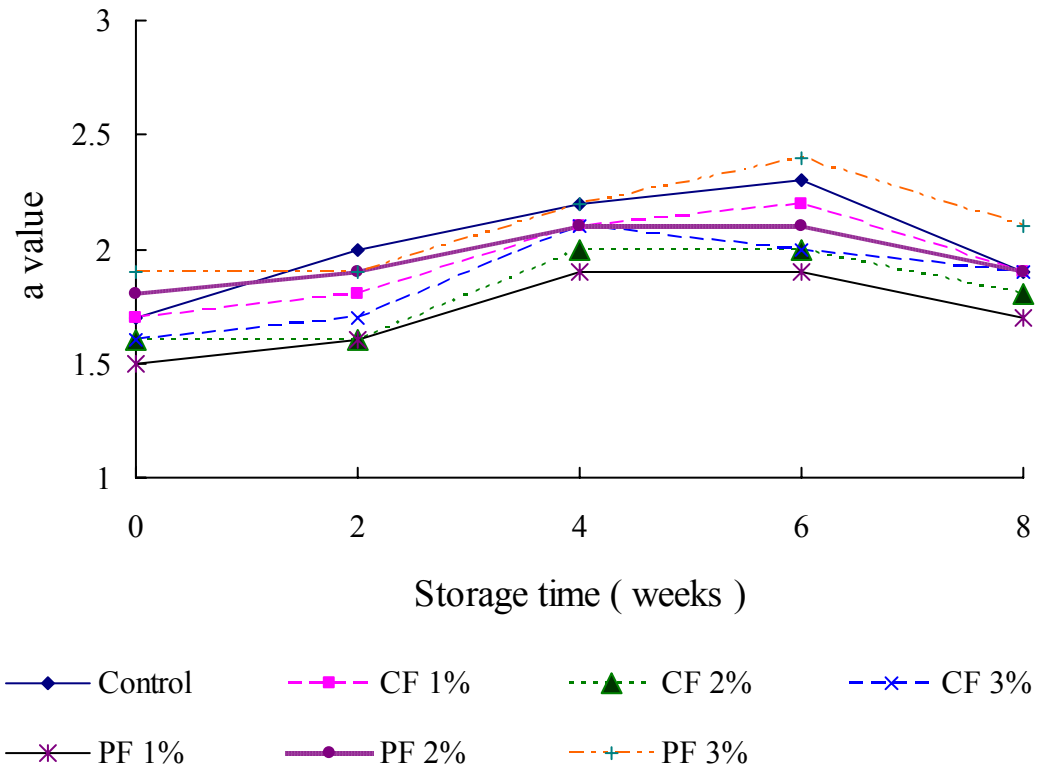
另外在 b 值方面，在整個貯存期間以對照組有較低的黃色值，相同來源的膳食纖維，添加濃度越高則 b 值越高，且在添加至 2% 以上時，與對照組差異達顯著 ($p < 0.05$)。不同來源的纖維之間，差異不顯著 ($p > 0.05$)。PF 本身即為白色略帶黃褐色的粉末，含有植物色素包括 flavonoids, polyphenol, carotenes 會造成 b 值上升。CF 原料為白色粉末，添加 CF 的處理組其 b 值與對照組差異不顯著 ($p > 0.05$)，但在整個貯存其間有較高的 b 值，亦是含有植物色素的原故 (Fernandez *et al.*, 2004)。

Fernandez *et al.* (2003) 以柑橘中果皮加入 bologna 香腸，結果顯示 L 值提高，可能是纖維中白色的成分所致，而添加果皮後 a 值上升有可



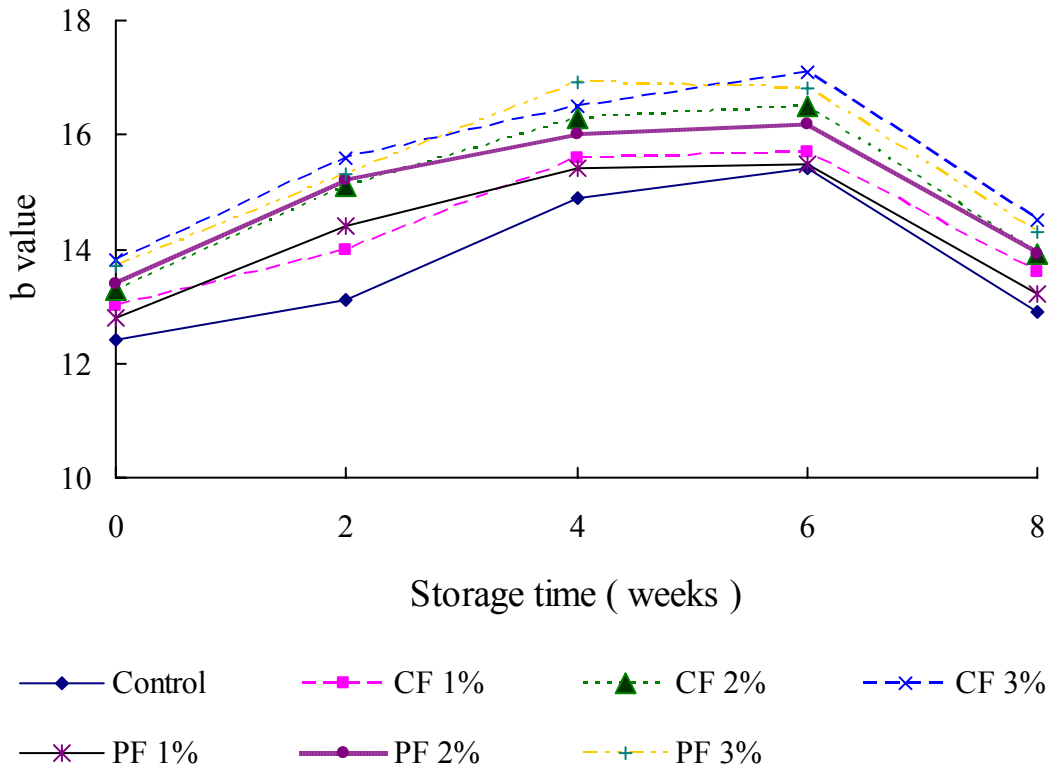
圖十七、添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4 °C 下貯存 8 週對法蘭克福香腸亮度值之影響。

Fig. 17. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber additions on L-value of Frankfurters during storage at 4°C for 8 weeks.



圖十八、添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4 °C 下貯存 8 週對法蘭克福香腸紅色值之影響。

Fig. 18. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber additions on a-value of Frankfurters during storage at 4°C for 8 weeks.



圖十九、添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4 °C 下貯存 8 週對法蘭克福香腸黃色值之影響。

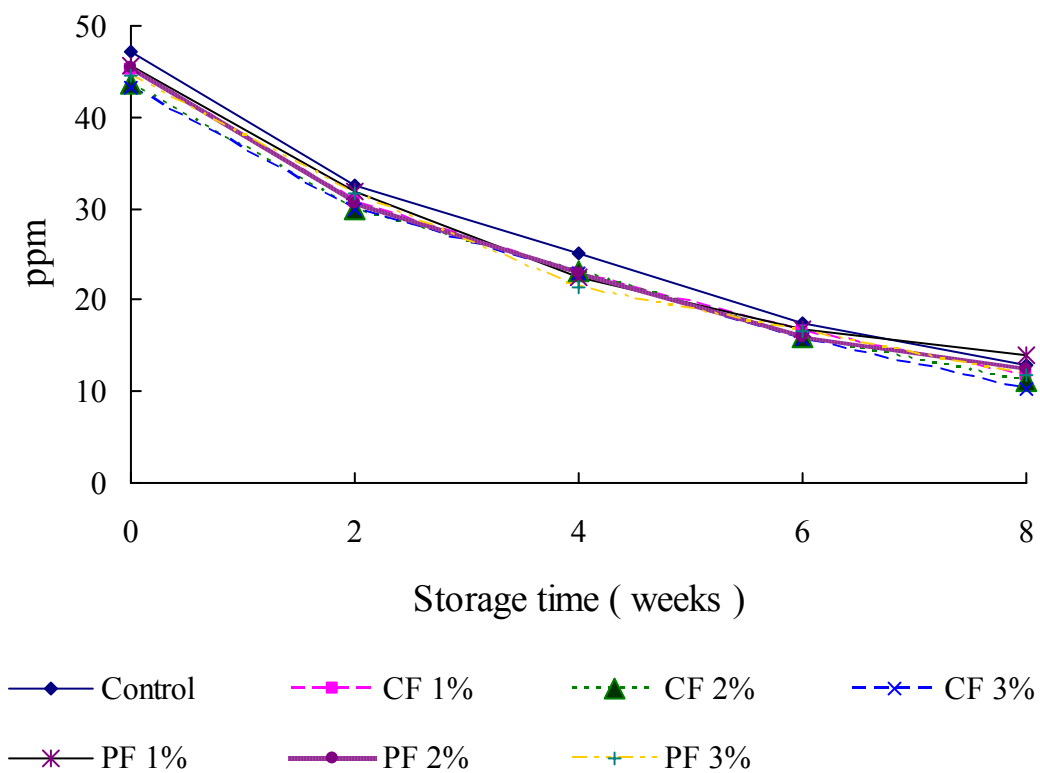
Fig. 19. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber additions on b-value of Frankfurters during storage at 4°C for 8 weeks.

能代表添加物有還原肌紅蛋白 (myoglobin) 和亞硝基肌紅蛋白 (nitrosomyoglobin) 的傾向，具有抗氧化的效果。Aleson *et al.* (2003) 將檸檬內果皮 (lemon albedo) 添加至乾醃香腸中，發現 a 值於貯存期間下降較慢，可能是果皮中含有某些抗氧化的物質，但添加纖維所產生的稀釋效應或許將此功效抵消。Hughes *et al.* (1997) 將燕麥纖維加水取代法蘭克福香腸中的部分脂肪，會提昇產品 L 值並降低 a 值。Yilmaz and Daglioglu (2003) 以燕麥麩皮取代肉丸中的部分脂肪，會提昇產品 L 值和 b 值並降低 a 值，與本試驗的結果相似。

(七)、亞硝酸鹽殘留 (Residual nitrite level)

圖二十為添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4 °C 下貯存 8 週後對法蘭克福香腸亞硝酸鹽殘留量之影響。各組的亞硝酸鹽殘留量隨著貯存時間增加而顯著下降 ($p < 0.05$)，且低於衛生署標準 70 ppm 很多，這與 Ockerman and Kuo (1982)，陳等 (1996)，林等 (1992) 的研究結果相似，亞硝酸鹽殘留量下降是因還原成一氧化氮或被氧化成其他物質之故。

添加膳食纖維的處理組均較對照組低，不同來源的纖維只有 CF 添加至 2% 以上時才達到差異顯著 ($p < 0.05$)，PF 有降低亞硝酸鹽殘留的趨勢，不同濃度之間的差異不顯著 ($p > 0.05$)。本試驗中亞硝酸鹽殘留量隨著貯存時間增加而降低，陳與黃 (1975) 和 Joseph (1979) 在研究中式香腸和西式肉製品中，發現貯存溫度越高亞硝酸根殘留量下降越快。Cassens (1979) 指出亞硝酸鹽的衰退受濃度、pH 值和加



圖二十、添加不同來源及濃度之膳食纖維在 4 下貯存 8 週後對法蘭克福香腸亞硝酸鹽殘留量之影響。

Fig. 20. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber additions on residual nitrite level of Frankfurters during storage after 4 for 8 weeks.

熱溫度影響很大，pH 值較低時亞硝酸鹽作用較快，亞硝酸根殘留量較易降低。本試驗中以對照組的 pH 值最高，所以亞硝酸鹽殘留也最高。添加 CF 或 PF 降低亞硝酸鹽殘留的另一個因素，可能是纖維中的 flavonoids, polyphenol 等活性化合物 (bioactivity compound) 具有降低亞硝酸鹽殘留的功效 (Fernandez *et al.*, 2003; Aleson *et al.*, 2003)。

(八)、感官品評 (Sensory evaluation)

表十三為添加不同來源及濃度之膳食纖維對法蘭克福香腸感官品評的影響，將樣品切成相同大小後，於貯存試驗第 6 週分別由有經驗之品評員十名品評員，對其顏色、組織、嫩度、內聚力、風味、多汁性以及總接受度進行評分 (Cardello *et al.*, 1983)。評分採九分制，顏色為以肉眼觀察評估法蘭克福香腸之色澤，1 為極淡，9 為極紅；嫩度為以門齒咬切產品時所感受的力量，1 為極硬，9 為極軟；組織為以肉眼觀察內部結著的能力，1 為極差，9 為極佳；內聚力則為產品受力 (咀嚼) 後內部組織彼此的結合能力，1 為極差，9 為極佳；多汁性：1 為極乾澀，9 為極多汁；風味為在咀嚼過程中所感受到整體的味道，1 為極淡，9 為極強；總接受度則是對品評的整體作評估，1 為極討厭，9 為極喜歡。

顏色的評分方面以 PF 3 % 有最高的得分，其餘各組之間得分差異並不顯著 ($p > 0.05$)，而添加 CF 會使產品顏色較淺，有降低的情形，與 L 值的結果相符。在組織方面以對照組得分最低，而 PF 2 % 有最高的得分，代表產品乳化時最適合的濃度，其餘各組之間差異並

不顯著， $p > 0.05$)，表示以肉眼觀察時，添加纖維的產品其結著能力並不會變差，甚至有較佳的趨勢 ($p > 0.05$)。在嫩度方面，各組間的差異並不顯著 ($p > 0.05$)，以對照組和 CF 3 % 得分最低，添加不同來源或不同濃度的纖維，對嫩度無顯著影響 ($p > 0.05$)，這表示纖維雖然容易吸收水分，但不會造成口感上較堅硬。在多汁性方面，CF 3 % 的得分最低。PF 隨濃度的增加，多汁性有增加的趨勢 ($p > 0.05$)，但 CF 則相反，整體而言 PF 與 CF 都比對照組多汁，但差異並不顯著 ($p > 0.05$)。在彈性部分，以對照組得分最低，添加 CF 或 PF 皆會增加彈性 ($p < 0.05$)。PF 隨濃度的增加，彈性有增加的趨勢 ($p > 0.05$)，但 CF 則以添加 2 % 較高。在內聚力部分，以對照組得分最低，添加 CF 或 PF 皆會增加內聚力。PF 隨濃度的增加，內聚力有增加的趨勢 ($p > 0.05$)，但 CF 則以添加 2 % 較高，和彈性的結果相似。這表示在口腔經咀嚼後其組織間彼此結合能力會因添加纖維而提升，不會有容易分散的感覺。各組以對照組得分最低，各組之間的差異並不顯著 ($p > 0.05$)。在風味上，各組之間得分在統計上差異皆不顯著 ($p > 0.05$)。另外在總接受度方面雖然其得分高低不同，但以 PF 3 % 最佳，CF 2 % 次之，此二組皆顯著高於對照組 ($p < 0.05$)。不同來源的纖維之間，差異不顯著 ($p > 0.05$)，但平均得分高於對照組 ($p > 0.05$)。PF 隨濃度的增加，總接受度有增加的趨勢 ($p > 0.05$)，但 CF 則以添加 2 % 較高，而 CF 3 % 可能因多汁性與內聚性較低所以接受度較差。Chang and Carpenter (1997) 表示添加較高比例的燕麥纖維，會導致法蘭克福香腸的較硬，多汁性下降，而且具有顆粒感。

表十三、添加不同來源及濃度之膳食纖維對法蘭克福香腸感官品評之影響

Table 13. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber additions on sensory evaluation of frankfurters

Treatment	Items ^A							
	Color	Texture	Tenderness	Juiciness	Springiness	Cohesion	Flavor	Overall acceptability
Control	4.1 ^{ab}	5.7 ^b	6.0 ^a	3.9 ^{ab}	5.3 ^c	4.7 ^c	6.2 ^a	5.7 ^c
CF 1 %	3.8 ^b	6.0 ^{ab}	6.1 ^a	4.2 ^a	6.1 ^{ab}	6.2 ^{ab}	5.9 ^a	5.8 ^{bc}
CF 2 %	3.9 ^b	6.4 ^{ab}	6.6 ^a	4.1 ^a	6.6 ^a	6.5 ^a	6.1 ^a	6.2 ^{ab}
CF 3 %	4.0 ^b	6.2 ^{ab}	6.0 ^a	3.6 ^b	5.5 ^{bc}	5.1 ^{bc}	5.9 ^a	5.6 ^c
PF 1 %	4.0 ^b	6.6 ^{ab}	6.2 ^a	4.0 ^a	5.7 ^{bc}	5.5 ^b	5.8 ^a	5.7 ^c
PF 2 %	4.1 ^{ab}	6.9 ^a	6.4 ^a	4.1 ^a	6.2 ^a	6.3 ^{ab}	5.9 ^a	5.9 ^{abc}
PF 3 %	4.5 ^a	6.3 ^{ab}	6.4 ^a	4.3 ^a	6.8 ^a	6.9 ^a	6.3 ^a	6.4 ^a

^A 色澤：1=極淡，9=極深；組織：1=極差，9=極佳；嫩度：1=極硬，9=極軟；多汁性：1=極乾澀，9=極多汁；彈性：1=極差，9=極佳；內聚性：1=極差，9=極佳；風味：1=極淡，9=極強；總接受度：1=極討厭，9=極喜歡。

^A Color : 1=extremely light, 9= extremely dark; Texture : 1=extremely bad, 9= extremely fine; Tenderness : 1=extremely tough, 9= extremely tender; Juiciness : 1=extremely dry, 9= extremely juicy; Springiness : 1=extremely bad, 9= extremely fine; Cohesion : 1=extremely bad, 9= extremely fine; Flavor : 1=extremely bland, 9= extremely intense; Overall acceptability : 1=extremely dislike, 9= extremely like.

^{a-c} 同行間有不同文字代表其之間差異顯著 (p<0.05)。

^{a-c} Different letters in the same column indicate significant difference (p<0.05) .

(九)、質地描述分析 (Texture profile analysis)

質地描述分析所指的是儀器模擬牙齒進行 2 次咬切，測定產品之硬度、內聚性、彈性和咀嚼性。添加不同來源及濃度之膳食纖維對法蘭克福香腸質地描述分析之影響如表十四。硬度為擠壓產品所需的最大力量，結果顯示，CF 1 % 具有最大值，表示較硬，PF 3 % 具有最小值，表示較軟。而添加不同來源的纖維之間，硬度差異不顯著 ($p > 0.05$)，但平均值均低於對照組，此點與感官品評中的嫩度結果相符合。

彈性指的是物體受到外力後，移除外力後所能恢復的程度。本試驗中彈性以 CF 2 % 最高，PF 1 % 最低。添加 CF 對彈性的影響不明顯 ($p > 0.05$)，而添加 PF 會顯著降低彈性 ($p < 0.05$)，此外，相同來源不同濃度間，無顯著差異 ($p > 0.05$)。產品在接受感官品評中彈性的測試時，會在口腔內不規則移動，牙齒不易於同一區域連續施力，但在物性測定中彈性的測試時，產品則受力於同一區域，因此兩者的結果或許會不同。

本試驗中內聚性在各組之間差異並不顯著 ($p > 0.05$)，與 Chang and Carpenter (1997) 的結果相似。以對照組得分最低，添加 CF 或 PF 皆會增加內聚力。PF 隨濃度的增加，內聚力有增加的趨勢 ($p > 0.05$)，但 CF 則以添加 2 % 較高，此結果與感官品評中的內聚性結果相符合。一般法蘭克福香腸製作時額外添加 20-25 % 的水分，但本試驗添加 40 %，對照組無添加纖維，因此可能是降低彈性與內聚性的重要因素。咀嚼性為硬度、彈性和內聚性的綜合評估。咀嚼性在各組

表十四、添加不同來源及濃度之膳食纖維對法蘭克福香腸質地描述分析之影響

Table 14. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber additions on texture profile analysis of frankfurters

Treatment	Items			
	Hardness (g)	Springiness	Cohesiveness	Chewiness (g)
Control	2375 ^a	0.906 ^{ab}	0.504 ^a	1087 ^a
CF 1 %	2471 ^a	0.876 ^{ab}	0.514 ^a	1085 ^a
CF 2 %	2143 ^{ab}	0.909 ^a	0.516 ^a	949 ^a
CF 3 %	2198 ^{ab}	0.883 ^{ab}	0.509 ^a	1008 ^a
PF 1 %	2248 ^a	0.862 ^b	0.507 ^a	996 ^a
PF 2 %	2314 ^a	0.899 ^{ab}	0.526 ^a	1085 ^a
PF 3 %	2098 ^b	0.872 ^{ab}	0.529 ^a	957 ^a

^{a-b} 同行間有不同文字代表其之間差異顯著 ($p < 0.05$)。

^{a-b} Different letters in the same column indicate significant difference ($p < 0.05$).

之間差異並不顯著 ($p > 0.05$)。

劉等 (1992) 表示添加纖維素對貢丸的彈性影響不顯著，但脆度及硬度則隨添加量之增加而減少，品評方面則顯示纖維素添加超過 10% 則總接受性下降至不可接受的程度。Chang and Carpenter (1997) 表示燕麥纖維對彈性、硬度與內聚性的影響不大，但與 shear strain 有正相關。Yilmaz and Daglioglu (2003) 添加燕麥麩皮於肉丸中，感官品評的結果無差異，總接受度都很高。Grigelmo *et al.* (1999)，添加桃子纖維於法蘭克福香腸中的結果顯示，桃子纖維對彈性、硬度、內聚性與咀嚼性顯著的影響均有顯著負相關。

陸、結論

本試驗使用二種不同來源的膳食纖維，柑橘纖維 (citrus fiber, CF)

與馬鈴薯纖維 (potato fiber, PF)，以 1 %、2 % 的濃度添加於中式香腸，以 1 %、2 %、3 % 的濃度添加於法蘭克福香腸。結果顯示：

(一) 中式香腸：添加膳食纖維對於一般成分、產率、水活性影響不大。隨著時間增加各組總生菌數顯著的上升 ($p < 0.05$)，整體而言對照組有較高的總生菌數 ($P > 0.05$)。而添加 CF 或 PF 會造成開始的 pH 值下降，且添加濃度越高會使 pH 值下降越多 ($p < 0.05$)，本試驗中 pH 值於貯存期間與乳酸菌數成高度負相關 ($r = -0.89$)，顯示 pH 值的降低受乳酸菌生長的影響很大。添加 CF 或 PF 於中式香腸可減少產品的 TBA 值，且添加濃度達 2 % 時效果顯著 ($p < 0.05$)。在 L 值和 a 值方面，整體而言對照組與其他處理組相近，無顯著差異 ($p > 0.05$)，表示添加不同來源或濃度的膳食纖維中對顏色影響不大。各組的亞硝酸鹽殘留量隨著貯存時間而顯著下降 ($p < 0.05$)，添加膳食纖維的處理組均顯著較對照組低 ($p < 0.05$)，表示 CF 與 PF 具有減少亞硝酸鹽殘留的能力，但不同來源或不同濃度之間的差異不顯著 ($p > 0.05$)。感官品評方面差異不大，但以 PF 2 % 總接受度最佳。質地描述分析上，各組的數值相近。

(二) 法蘭克福香腸：添加膳食纖維對水分及灰分影響不大，但有降低粗蛋白與粗脂肪的現象。產率方面各組相近。整體而言對水活性沒有顯著影響 ($P > 0.05$)。添加 CF 或 PF 在對增進乳化安定力有效果，但添加比例須在 2 % 以上時，與對照組相比才會達差異顯著 ($p < 0.05$)，而 2 % 與 3 % 之間差異不顯著 ($p > 0.05$)。在保水力方面，添加 CF 或 PF 有增進保水力的功效 ($p < 0.05$)，隨著濃度的增加，保水力有較高的表現。在貯存期間各組總生菌數顯著的成長，但均未

超過 4.4 Log CFU/g。添加 CF 或 PF 會顯著降低開始的 pH 值 ($p < 0.05$)。CF 添加濃度越高，pH 值下降越多；PF 1 % 與 2 % 差異不大，整個貯存期間添加膳食纖維的處理組 pH 值皆低於對照組。CF 1 % 有降低 TBA 值的趨勢 ($p > 0.05$)，其他添加 CF 及 PF 處理組的 TBA 值皆顯著比對照組低 ($p < 0.05$)。顏色方面，整體而言添加膳食纖維有增加 L 值和減少 a 值的趨勢，但與對照組相比皆無顯著差異 ($p > 0.05$)。添加膳食纖維的處理組其亞硝酸鹽殘留均較對照組低，不同來源的纖維只有 CF 添加至 2 % 以上時才達到差異顯著 ($p < 0.05$)，PF 有降低亞硝酸鹽殘留的趨勢，不同濃度之間的差異不顯著 ($p > 0.05$)。在感官品評的總接受度方面以 PF 3 % 最佳，CF 2 % 次之，此二組皆顯著高於對照組 ($p < 0.05$)，而對照組與 CF 3 % 多汁性、彈性與內聚性得分較低。質地描述分析上添加膳食纖維會略微減少硬度和彈性，但皆不顯著 ($p > 0.05$)，而對內聚性和咀嚼性無影響。

綜觀上述，本試驗建議中式香腸可添加 CF 或 PF 至 2 %，法蘭克福香腸可添加 CF 至 2 % 或 PF 至 3 %，在此範圍內對產品的貯存性及品評的總接受度無不良影響，可藉此增加肉製品的多樣性來提升國內肉品市場的競爭力。

柒、參考文獻

- 中村英雄。1997。藍莓萃取物之研究與應用。食品工業 40 (16) : 47-55。
中國國家標準 (CNS)。1984。CNS 10888, N 6184。經濟部中央標準局。

- 行政院農委會。1995。CAS 優良食品標誌制度規範。食品科學研究所。新竹。
- 沈明來。1999。試驗設計學。九州圖書文物有限公司。台北。
- 吳元欽。2002。高纖餅乾產製技術與管理。食品資訊。191：54-56。
- 林亮全。1992。中式香腸添加硝酸鹽之適切性研究。食品科學。19(2)：207-216。
- 林亮全、陳計志、李學孚。1992。不同包裝型態對於中式香腸品質和亞硝酸根含量之影響。中畜會誌。21(1)：99-112。
- 林慧生。1986。肉與肉製品。pp. 214-224。華香園出版社。台北。
- 周榮吉、林高塚、曾再富。1994。淘汰蛋雞肉質之研究 I、酸鹼浸漬對腿肌之影響。中畜會誌 23(3)：295~308。
- 黃伯超。1984。膳食纖維質及其功能尤其對脂質代謝的影響。科學發展月刊。12：677-687。
- 陳介武。1998。多采多姿的低熱能食品市場與展望。中華食品工業雜誌。3：98-104。
- 陳明造。1992。肉品加工理論與應用。藝軒圖書出版社。台北。
- 陳明造、曾穎玉。1996。低脂肉製品之加工技術與問題。中華食品工業雜誌。9：82-91。
- 陳義雄、王勝德、黃建榕。1996。法蘭克福香腸包裝後再殺菌處理效果之評估。中畜會誌。25 (3)：325-334。
- 陳義雄、黃加成。1989。豬屠體肌肉 pH 值對其品質之影響。中畜會誌 18(1-2)：57~64。
- 陳義雄、黃加成。1975。中式香腸亞硝酸鹽殘留量之研究。中畜會誌。4 (3-4)：21。
- 張永欣譯。1990。水溶性食品纖維在食品方面的利用。食品工業。22(2)：46-51。
- 張炳揚。2003。機能性肉製品之開發。食品工業。35(3)：38-49。

- 郭俊欽、元建國、李芳玲、施宗雄。1986。脂肪及亞硝酸鹽添加量對真空包裝中式香腸之影響。食品科學。13(1、2):21-31。
- 連潔群、楊又才。2000。新編實用營養學。藝軒圖書出版社。台北。
- 傅偉光。2002。食物膳食纖維之機能與其分析方法。食品工業。34(10):3-10。
- 劉登城、陳明造。1992。貢丸製造改進之研究。纖維素之添加對豬肉貢丸品質之影響。中畜會誌。21(4):403-408。
- 賴滋漢、賴業超。1994。食品科技辭典。富林出版社。台中。
- Acton, J. R., G. R. Ziegler, and D. L. Burge. 1983. Functionality of muscle constituents in the processing of comminuted meat products. CRC Crit. Rev. Food sci. Nutr., 18: 99.
- Aleson-carbonell, L., J. Fernandez-Lopez, E. Sayas-Barbera, E. Sendra, J. A. Perez-Alvarez. 2003. Utilization of lemon albedo in dry-cured sausages. J. Food Sci. 68: 1826-1830.
- Al Saikhan, M. S., L. R. Howard and J. C. Jr. Miller. 1995. Antioxidant activity and total phenolics in different genotype of potato (*Solanum tuberosum*, L.). J. Food Sci. 60: 341-343.
- A. O. A. C. 2003. "Official Method of Analysis." Association of official analytical chemists. Washington, D. C.
- Astrog, P. 1997. Food carotenoid and cancer prevention : An overview of current research. Trends in Food Sci. & Technol. 8(12): 406-413.
- Benavente-garcia, O., J. Castillo, JA. Del Rio. 1997. Uses and properties of citrus flavonoids. J. Agric Food Chem. 45: 4015-4515.
- Bailey, M. E., 1989. Meat protein. in "Food emulsifiers." pp: 187-202. G. Charalambous, and G. Doxastakis(Ed.), Elsevier Science Publishing Co. Inc., New York.
- Best, D., 1987. Building fiber into foods. Prepared food: 112.

- Braddock, R.J. 1995. By-products of citrus fruit. *Food Technol.* 49: 74-77.
- Burton, G.W. 1994. Vitamin E: molecular and biological function. *Proc Nutr. Soc.* 53: 251-262.
- Cardello, A. V., R. A. Segars, J. Secrist, J. Smith, S. H. Cohen and R. Rosenkrans. 1983. Sensory and texture profile properties of flaked and formed beef. *Food Microstructure* 2: 119-123.
- Cassen, R. G. 1995. Use of sodium of nitrite in cured meats today. *Food Technol.* July: 72-78.
- Cassen, R. G., M. L. Greaser., T. ITO and M. Lee. 1979. Reaction of nitrite in meat. *Food Technol.* 33(7): 46-55.
- Chang, H. C., and J. A. Carpenter. 1997. Optimizing quality of frankfurters containing oat bran and added water. *J. Food Sci.* 62: 194-197.
- Clarke, A. D., W. J. Means, and G. R. Schmit. 1987. Effects of storage time, sodium chloride and sodium tripolyphosphate on yield and microstructure of comminuted beef. *J. Food Sci.* 52:854.
- Claus, J. R., and M. C. Hunt. 1991. Low-fat high added-water bologna formulated texture-modifying ingredients. *J. Food Sci.* 56:643.
- Crozier, A., Lean, M.E., McDonald, M.S., and Black, C. 1997. Quantitative analysis of the flavonoid content of commercial tomatoes, onions, lettuce, and celery. *J. Agric. Food Chem.* 45: 590-595.
- Dagbjartsson B, Solberg M. 1972. A simple method to determine the water-holding capacity of muscle foods. *J. Food Sci.* 37: 499-500.
- Dawkins, N. L., O. Phelps, K. W. McMillin and I. T. Forrester, 1999. Composition and physicochemical properties of chevon patties containing oat bran. *J. Food Sci.* 64: 597-600.
- Donovan, J.L., Meyer, A.S., and Waterhouse, A.L. 1998. Phenolic composition and antioxidant activity of prunes and prune juice(*prunus domestica*). *J.*

- Agric. Food Chem. 46: 1247-1252.
- Dreher, M. L., 1987. Handbook of dietary fiber: an applied approach. pp: 1-177.
New York.
- Dziezak, J.D. 1986. Preservatives : antioxidant. Food Technol. 40: 94-102.
- FDA. 1992. Bacteriological Analytical Manual. Association of official chemists.
Washsionton, D.C.
- Fernandez-Ginies, J. M., J. Fernandez-Lopez, E. Sayas-Barbera, E. Sendra, J. A. Perez-Alvarez. 2004. Lemon albedo as a new source of dietary fiber: application to bologna sausages. Meat Sci.67: 7-13.
- Fernandez-Ginies, J. M., J. Fernandez-Lopez, E. Sayas-Barbera, E. Sendra, J. A. Perez-Alvarez. 2003. Effects of storage conditions on quality characteristics of bologna sausages made with citrus fiber. J. Food Sci. 68: 710-715.
- Foegeding, E. A. and S. R. Ramsey. 1987. Rheological and water-holding properties of gelled meat batters containing iota-carrageenan, kappa-carrageenan, or xanthan gum. J. Food Sci. 52:549.
- Fogliano, V., Verde, V., Randazzo, G., and Ritieni, A. 1999. Method for measuring antioxidant activity and its application to monitoring the antioxidant capacity of wines. J. Agric. Food Chem. 47: 1035-1040.
- Forrest , J. C., E. D. Aberle, H. B. Hedrick, M. D. Judge, and R. A. Merkel. 1975. Properties of fresh meat. in “ Principles of meat science”. pp: 174-190.
- Fox J. B., S. A. Ackerman, and R. K. Jenkins. 1983. Effects of anionic gums on the texture of pickled frankfurters. J. Food Sci. 48: 1031.
- Furuta, S., Nishiba, Y. and Suda, I. 1997. Fluorometric assay for screening antioxidative activity of vegetables. J. Food Sci. 62: 526-528.
- Glicksman, M., 1982. Functional properties of hydrocolloids. in “Food

- Hydrocolloids". Vol. I. Chapter 3. CRC Press, INC., Boca Raton, FL.
- Gorinstein, S., O. Martin-Belloso, Y. Park, R. Haruenkit, A. Lojek, M. Ciz, A. Caspi, I. Liman, S. Trakhtenberg. 2001. Comparison of some biochemical characteristics of different citrus fruits. *Food Chem.* 74: 309-315.
- Grigelmo-Miguel N., M. I. Abadias-Seros and O. Martin-Belloso. 1999. Characterization of low-fat high-dietary fiber frankfurters. *Meat Sci.* 52: 247-256.
- Hamm, R., 1960. Biochemistry of meat hydration. *Adv Food Res.* 10: 355.
- Hannock, M., R. R. Rahalkar, and P.R. Chmond. 1984. Effects of xanthan gum upon the rheology and stability of oil-water emulsions. *J. Food Sci.* 49: 1271.
- Ho, C.T. 1997. Antioxidant properties of plant flavonoids. In "Food Factors for Cancer Prevention". pp593-597.
- Hodge, J. E., and E.M. Osman. 1976. Carbohydrates. Principles of Food Science. Part I. food chemistry. Chapt. 3, pp.41-137. O. R. Fennema, and Marcel Dekker(Ed.), New York.
- Hughes, E., S. Cofrades and D. J. Troy. 1997. Effects of fat level, oat bran and carrageenan on frankfurters formulated with 5, 12 and 30 % fat. *Meat Sci.* 45: 273-281.
- Jo, C., H. J. Kang, M. Lee and M. W. Byun. 2004. The Antioxidative potential of lyophilized citrus peel extract in different meat model system during storage at 20°C. *Muscle Food* 15: 95-107.
- Jones, K. W., and R. W. Mandigo. 1982. Effects of chopping temperature on the macrostructure of meat emulsions. *J. Food Sci.* 47:19.
- Joseph, G. S. 1979. Advances in the technology of nitrite use and consideration of alternatives. *Food Technol.* 33(7): 57-68.
- Katsanidis, E., D.C. Meyer, R, J. Epley, P. B. Addis and Ruan. 2001.

- Solubilized cellulose and dehydrated potato extract in cooked low-fat comminuted beef. *J. Food Sci.* 64: 597-600.
- Kay, R. M. , 1982. Dietary fiber. *J Lipid Res.* 23: 221.
- Kohlmeier, L. 1997. Lycopene and myocardial infraction risk in the EURAMIC study. *Am. J. Epidemiol.* 146(8): 618-626.
- Kitts, D. 1997. An evaluation of the multiple effects of the antioxidant vitamins. *Trends Food Sci. Technol.* 8(6): 198-203.
- Layton, R. M. and J. C. Vlazny. 1978. Glucosylsorbitol adds bulk without sweetners calories. *Food Prod. Dev.* 12: 53.
- Levy, J., Danilenko, M., and Sharoni, Y. 1997. The tomato carotenoid lycopene and cancer. *Food factors for cancer prevention.* pp. 209-212.
- Lin, K. C., J. T. Keeton, C. L. Gilchrist, and H. R. Cross. 1986. Compositions of carboxymethyl cellulose with differing molecular features in low-fat frankfurters. *J. Food Sci.* 53: 1592.
- Marin, F. R., M. Martininez, T. Uribesalgo, S. Castillo and M. J. Frutos. 2002. Change in nutraceutical composition of lemon juices according to different industrial extraction system. *Food Chem.* 78: 319-324.
- Mattson, F. H., and G. A. Nolen. 1972. Absorbability by rats of compounds containing from one to eight ester groups. *J. Nutr.* 102: 1172
- Means, W. J. , A. D. Clarke, J. N. Sofos, and G. R. Schmidt. 1987. Binding sensory and storage properties of algin/calcium restructured beef steaks. *J. Food Sci.* 52: 252.
- Mortensen, A., and Skibsted, L. 1997. Importance of carotenoid structure in related scavenging reactions. *J. Agric. Food Chem.* 45: 2970-2977.
- Nandita Singh, Rajini PS. 2004. Free radical scavenging activity of an aqueous extract of potato peel. *Food Chem.* 85: 611-616.
- Nandita Singh, Vasudeva Kamath, Rajini PS. 2005. Attention of hyperglycemia

- and associated biochemical parameters in STZ-induced diabetic rats by dietary supplementation of potato peel powder. *Clinica Chimica Acta* 353(1-2): 165-175.
- Ockerman, H.W. 1985. Quality Control of Post-mortem Muscle Tissue. Animal Science Dept., The Ohio State Univ., Columbus, OH.
- Ockerman, H.W. and Kuo, J. C. 1982. Dried pork as influenced by nitrate, packaging method and storage. *J. Food Sci.* 47: 1631-1633.
- Pszczola, D. E. 1991. Oat bran-based ingredient blend replaces fat in ground beef and pork sausage. *Food Technol.* 45(11): 60-65.
- Rice-Evans, C., Miller, N., and Paganga, G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Sci.* (24): 152-159.
- Rockower, R. K., J. C. Deng, W. S. Otwell, And J. A. Cornell. 1983. Effects of soy flour, soy protein concentrate and sodium alginate on the textural attributes of minced fish patties. *J. Food Sci.* 48: 1048.
- Rocks, J. K., 1971. Xanthan gum. *food Technol.* 25(5): 476.
- Rodriguez de Sotillo, D, M. Hardly and C. Wolf-hall. 1998. Potato peel Extract a nonmutagenic antioxidant with potential antimicrobial activity. *J. Food Sci.* 63: 907-909.
- Rodriguez de Sotillo, D, M. Hardly and E. T. Holm. 1994. Potato peel waste: stability and antioxidant activity of a freeze-dried extract. *J. Food Sci.* 59: 1031-1033.
- Rouseff, R. and Nagy, S. 1994. Health and nutrition benefits of citrus fruit components. *Food Technol.* 48(11): 125-139.
- Ruusunen, M., J. Vainionpaa, E. Puolonne, M. Lyly, L. lahtenmaki, M. Niemisto, and R. Ahvenainen. 2003. Physical and sensory properties of low-salt phosphate-free frankfurters composed with various ingredients. *Meat sci.*63: 9-16.

- Sandersan, G. R., 1981. Polysaccharides in foods. *Food Technol.* July: 50.
- Sandrou, D. K. and I. S. Arvanitoryannis. 2000. Low-fat/calorie foods: current state and perspectives. *Critical Rev in Food Sci and Nutr.* 40(5): 417-447.
- SAS Ins. Stat. Anal. System. 2002. SAS procedure guide for personal computers. Version 6th ed. SAS Instutude Inc. Cary, NC. U.S.A.
- Schneeman, B.O. 1986. Dietary fiber: physical and chemical properties, methods of analysis, and physiological effects. *Food Technol.* 40(2): 104-109.
- Schneeman, B.O. 1989. Dietary fiber. *Food Technol.* Oct: 133.
- Schuler, P. 1990. Natural antioxidants exploited commercially. In "Food Antioxidants". Edited by Hudson, B.J.F. Chapter 4. 99-170. Elsevier Applied Science: London and New York.
- Sharma, S. C., 1981. Gums and hydrocolloids in oil-water emulsions. *Food Technol.* 35(1):59.
- Sosulski, F. W., and A. M. Cadden. 1982. composition and physiological properties of several sources of dietary fiber. *J. Food Sci.* 47: 1472.
- Schut, J., 1976. Meat emulsion. in "Food Emulsions". pp.386-453. Marcel Dekker(Ed.), New York.
- Southgate, D. A. T., 1982. Definition and terminology in "Dietary fiber in Health and Disease". pp.1-7. G. V. Vahouny, and D. Kritchevsky, (Ed.), Pleum press, New York.
- Szczesniak, A. S. 1975. General foods texture profile revisited-ten years perspective. *J. Texture Studies* 6: 5-17
- Thebaudin, J. Y., A. C. Lefebvre, M. Harrington and C.M. Bourgeois. 1997. Dietary fibers: Nutritional and technological interest. *Trends in Food Science and Technology.* 8: 41-48.
- Todd, S. L., F. E. Cunningham, J. R. Claus and J. R. Schwenke. 1989. Effects

- of dietary fiber on the texture and cooking characteristic of restructured pork. *J. Food Sci.* 54: 1190-1193.
- Toma, R. B., P. H. Orr, B. Dappolonia, F. R. Dintzis and M.M. Tabekhia. 1979. Physical and chemical properties of potato peel as a source of dietary fiber in bread. *J. Food Sci.* 44: 1403-1406.
- Torres, A., and R. D. Thomas. 1981. Polydextrose and its application in foods. *Food Technol.* 35: 44.
- Wallingford, L. and T. P. Labuza. 1983. Evaluation of the water binding properties of food hydrocolloids by physical/chemical methods and in low fat meat emulsion. *J. Food. Sci.* 48: 1.
- Wang, H., Cao, G., and Prior, R.L. 1997. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. *J. Agric. Food Chem.* 45: 304-309.
- Warthesen, J. J., R. A. Scaulan, D. D. Bills and L. M. Libby 1975. Formation of heterocyclic N-nitrosamines from the reaction of nitrite and selected primary diamines and amino acids. *J. Agric Food Chem.* 23: 899-903.
- Whiting, R. C. 1984. Addition of phosphates, proteins, and gums to reduced salt frankfurter batters. *J. Food. Sci.* 49: 1355.
- Yilmaz, I., and O. Daglioglu 2003. The Effects of replacing fat with oat bran on fatty acid composition and physicochemical properties of meatballs. *Meat Sci.* 65: 819-823.

捌、英文摘要

Effects of citrus fiber or potato fiber addition on the quality of meat products

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of different concentrations of citrus fiber (CF) and potato fiber (PF) on flavor and shelf life of Chinese-style sausages(1 % and 2 %) and frankfurters (1 %, 2 % and 3 %,) in 8 weeks of storage at 4°C . Completely randomized design with split plot treatment arrangement was used. For Chinese-style sausages, the results showed that all of the different dietary fiber addition had no effects on proximate composition, yield, water activity and microorganism($P > 0.05$). CF and PF had lower pH value, the increase of concentration decreased pH($P < 0.05$). Chinese-style sausages with CF 2 % and PF 2 % addition decreased TBA value significantly($P > 0.05$). CF and PF had lower residual nitrite level than control($P < 0.05$). In sensory evaluation and texture profile analysis, no significant difference ($P > 0.05$) was found among treatments, but PF 2 % had the highest score in total acceptability . For frankfurters, the results also showed that all of the different dietary fiber addition had no effects on proximate composition, yield, water activity and microorganism. Frankfurters with CF and PF addition had increased emulsion stability and water holding capacity, and the effect was significant when addition concentration over 2 % . Frankfurters with CF and PF additions had decreased TBA value significantly ($P < 0.05$) . CF and PF had lower residual nitrite level than

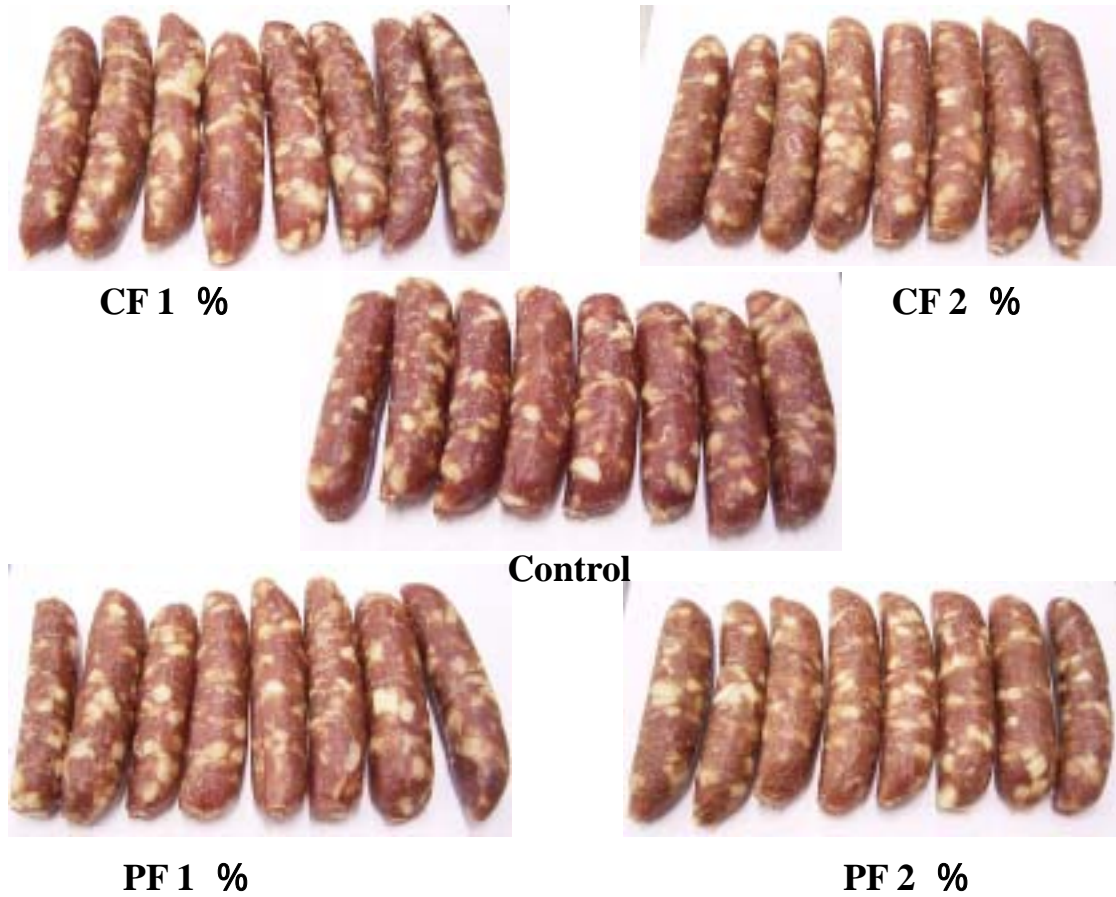
control, but only in CF 2 % and CF 3 % had significantly different ($P < 0.05$) . In sensory evaluation, all treatments except CF 3 % had higher score than control in total acceptability. In texture profile analysis, no significant difference ($P > 0.05$) was found among treatments. In conclusion, meat products with citrus fiber or potato fiber had no side effects on quality and flavor. Furthermore, fiber addition had functional claim, and provided more variety and suitable products for consumers.

Key words : citrus fiber, potato fiber, antioxidant, residual nitrite

玖、小傳

作者林德勳，台南市人，民國六十六年一月十八日生。先後畢業於台南市立勝利國民小學、台南市立後甲國民中學、省立新化高級中學。民國八十六年進入東海大學畜產學系就讀，於民國九十年取得東海大學農學士學位。隔年考上母系研究所加工組，隨恩師 吳勇初 博士專攻肉品加工，呈恩師之指導與支持鼓勵，於民國九十四年七月完成此論文。

拾、附錄



附圖一、添加不同來源及不同濃度之膳食纖維對中式香腸外觀之影響。

Appendix Fig 1. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber addition on appearance of Chinese-style sausages.



Control

CF 1 %

CF 2 %

CF 3 %



PF 1 %

PF 2 %

PF 3 %

附圖二、添加不同來源及不同濃度之膳食纖維對法蘭克福香腸外觀之影響。

Appendix Fig 2. Effects of different sources and concentrations of dietary fiber addition on appearance of frankfurters.