

R  
068.8  
4431

私立中山醫學院營養科學所  
Graduate Institute of Nutritional Science  
Chung Shan Medical and Dental College

碩士論文  
Master Thesis

指導教授：殷梅津博士  
Advisor : Mei-Chin Yin, Ph.D.

雞豬肉香腸的開發與維生素E之應用  
The Development of Chicken Pork Sausage and  
the Application of Vitamin E



研究生：杜心瑜  
Graduate Student: Hsin-Yu Tu

參考書恕不外借

中華民國八十六年六月

June, 1997

中山醫學院圖書館



C046128

# 授權書

(博碩士論文)

本授權書所授權之論文為本人在中山醫學院 營養科學研究所  
組 85 學年度第 2 學期所撰 碩士學位論文。

論文名稱：雞豬肉香腸的開發與維生素E之應用

同意  不同意  
本人具著作財產權之論文摘要，授予以國家圖書館、本所畢業學校及行政院之  
網路、資料庫、電子檔、人機學次、該單位之  
或紙本並重製發行。

同意  不同意  
本人具著作財產權之論文全文資料，授予以國家科學委員會、該單位之  
網路、資料庫、電子檔、人機學次、該單位之  
或紙本並重製發行。

同意  不同意  
本人具著作財產權之論文全文資料，授予以教育部指定之圖書館及本人  
或紙本並重製發行。

上述授權內容均無須訂立讓與及授權契約書。依本授權之發行權為非專屬性發行  
權利。依本授權所為之收錄、重製、發行及學術研發利用均為無償。

指導教授姓名：殷梅津

研究生簽名：杜心瑜 學號：R84301  
(親筆正楷)

日期：民國 86 年 7 月 3 日

- 備註：1. 上述同意與不同意之欄位若未勾選，本人同意視同授權。  
2. 授權第二項者，請再交論文一本予承辦人員。  
3. 本授權書已於民國85年4月10日送請著委會修正定稿。

# 簽署人須知

1. 依著作權法之規定，任何單位以網路、光碟與微縮等方式整合國內學術資料，妥均須先取得著作財產權人授權，請分別在三種利用方式的同意欄內鉤選並填妥。
2. 所將各項非專屬授權之權利並非獨占性的使用權，授權人尚可得將相同之權利授予他人，請勿簽署本授權書。
3. 在國美交元；科、面自碩方年論的整資料電北，金支代義權全在已，裝面去本地
4. 依著作權法之規定，任何單位以網路、光碟與微縮等方式整合國內學術資料，妥均須先取得著作財產權人授權，請分別在三種利用方式的同意欄內鉤選並填妥。
5. 依著作權法之規定，任何單位以網路、光碟與微縮等方式整合國內學術資料，妥均須先取得著作財產權人授權，請分別在三種利用方式的同意欄內鉤選並填妥。

研究生姓名：杜心瑜 聯絡電話：(04) 3112160

地址：台中市西屯區櫻城大街14號5F

## 謝誌

感謝恩師 殷梅津 博士這二年來在學業及研究上之教誨、指導，使本論文得以順利完成，學生衷心感激，謹於卷首致上由衷敬意與謝忱。文稿初成，並蒙 陳明造 博士、王進崑 博士於百忙中，撥冗耐心審閱，指正疏漏之處，使本論文更臻完整，謹於此致衷心之謝忱。

實驗期間，感謝 徐成金 博士、劉德中 博士提供儀器設備與諸位教職員在本研究之官能品評部份的協助。

此外，兩年來同學間彼此幫助與互相學習，使我成長許多。佩琳、俊茂、靜宜、振宇、哲誌、晉慧、聖烈 及學妹—曉琪、韻蘭、敏惠 的支持與鼓勵，在此一併致上最誠摯的謝意。

最後，感謝我的父母、兄長給予我無憂的環境，支持與關愛我，及其他好有友們的鼓勵，使得學業順利完成，謹將此論文獻給愛我的人與我愛的人。

杜心瑜 謹誌於

中山醫學院營養科學所

中華民國八十六年六月

本論文為中山醫學院授予以理學院碩士之必備條件之一，經中山醫學院營養科學研究所碩士論文考試委員會審合格及口試通過。

口試委員

私立中山醫學院營養科學系所  
副教授(本論文指導教授)

殷梅津 博士

殷梅津

私立中山醫學院營養科學系所  
教授

王進崑 博士

王進崑

國立中興大學畜產學系所  
教授

陳明造 博士

陳明造

中華民國八十六年六月二十日

學生杜心瑜論文題目為雞豬肉香腸的開發與維生素E之應用，其論文以經中山醫學院營養科學研究所碩士論文考試委員會審查合格及口試通過，並由其指導教授核閱後無誤。

指導教授：殷梅津 博士

簽名：

殷梅津

中華民國八十六年六月

# 目錄

	頁次
中文摘要 .....	IV
英文摘要 .....	V
表    次 .....	VI
圖    次 .....	VII
附圖及附錄 .....	VIII
壹、前言 .....	1
貳、文獻整理 .....	2
一、中式肉製品—豬肉香腸 .....	2
(一) 中式香腸源起 .....	2
(二) 香腸種類 .....	3
(三) 香腸製作方式 .....	3
(四) 中式香腸原料 .....	3
(五) 功用 .....	13
二、改良式之中式香腸 .....	13
三、雞豬肉香腸之脂質安定性 .....	16
(一) 雞肉之營養價值 .....	16
(二) 雞肉/肥肉/豬瘦肉之脂質安定性 .....	17
四、維生素 E .....	25
(一) 維生素 E 特性 .....	25
(二) 維生素 E 於肉品之應用 .....	26

	頁次
五、官能品評 .....	28
(一) 定義 .....	28
(二) 種類與條件 .....	29
參、材料與方法 .....	34
一、實驗材料 .....	34
二、香腸製作分組 .....	34
(一)原料肉組成.....	34
(二)香腸香辛組成與添加量 .....	34
(三)製作方式.....	35
三、化學試藥.....	36
四、儀器設備.....	37
五、實驗流程.....	37
六、成分分析.....	38
(一)TBA 值 .....	38
(二)維生素 E 含量 .....	39
(三)pH 值 .....	40
(四)蒸煮失重率 .....	41
(五)總脂質測定 .....	41
七、官能品評 .....	42



	頁次
八、統計方法 .....	44
肆、結果與討論 .....	45
一、未添加維生素 E 之雞豬肉香腸 .....	45
(一) 維生素 E 含量 .....	45
(二) TBA 值 .....	45
(三) pH 值 .....	50
(四) 總脂質含量 .....	52
二、添加維生素 E 之雞豬肉香腸 .....	54
(一) 維生素 E 含量 .....	54
(二) TBA 值 .....	55
(三) pH 值 .....	59
三、有無添加維生素 E 之雞豬肉香腸之比較 .....	61
(一) TBA 值 .....	61
(二) 維生素 E 含量 .....	61
(三) pH 值 .....	62
(四) 蒸煮失重率 .....	62
四、官能品評 .....	65
伍、結論 .....	68
陸、參考文獻 .....	69

## 中文摘要

中式傳統豬肉香腸在我國加工肉品市場佔有相當重的地位，並且作為國人年節致贈禮品之代表性食品。近年來，由於肉製品與疾病的罹患率有著相關性，再加上消費者對於肉品的要求是健康營養與質量並重，因此改良式之中式香腸，陸續被研發製造。但這些產品在風味、色澤、口感、質地上無法完全被消費者接受，故本研究的主要目的是，製作雞豬肉香腸視其消費者接受性為何？並經由維生素 E 的添加到新式之雞豬肉香腸中，視其效應為何。

本研究分為二部份，第一部份是以不同比例之雞胸肉取代香腸中肥肉的部份，製作雞豬肉香腸，而由於雞肉的添加增加香腸的氧化敏感性，而縮短製品之保存期限，故在研究的第二部份是將維生素 E 添加於香腸製品中，藉由分析脂質安定性、維生素 E 含量變化、pH 值、蒸煮失重率及官能品評等，探討維生素 E 在香腸製品中作用為何，能否減少雞豬肉香腸氧化的進行，以延長保存期限。

實驗結果顯示：雞肉添加到香腸中，氧化作用顯著增加 ( $p < 0.05$ )，並且香腸隨貯存時間的增加而氧化程度

顯著增加( $p < 0.05$ )。在維生素 E 含量變化，雞肉的添加，維生素 E 含量顯著增加( $p < 0.05$ )，香腸因隨貯存時間增加發生氧化而維生素 E 含量顯著減少( $p < 0.05$ )。pH 值的變化，香腸隨貯存時間的增加，pH 顯著降低( $p < 0.05$ )，總脂質含量變化，隨雞肉的添加，其含量顯著減少( $p < 0.05$ )，並且隨貯存時間的增加，總脂質含量有減少趨勢，但未達統計顯著差異( $p > 0.05$ )。在蒸煮失重率，雞肉的添加有助於減少蒸煮後水份的流失。官能品評方面，添加 10% 之雞肉的 B 組香腸，消費者接受性較高。然而香腸經由維生素 E 的添加後，維生素 E 的含量顯著高於未添加之組別( $p < 0.05$ )，在脂質安定性、pH 值、蒸煮失重率與官能品評之結果都獲得正面效應，延緩脂質氧化、減少 pH 降低、降至蒸煮後水份的流失及官能品評方面，維生素 E 的添加後有助於消費者接受性的提升。

故由結果得知，雞肉的添加製作成的雞肉香腸可被消費者接受，而將維生素 E 添加於製品中可改善雞豬肉香腸因氧化造成的負面效應，以開發合乎健康、接受性高的中式香腸。

## Abstract

Traditional Chinese-style sausage plays an important role in our meat industry. Recently, the increasing demands of health and nutrition by the consumers have encouraged the development of new style sausages. But the texture and mouth-feeling are not fully acceptable by the consumers. Vitamin E is a potent antioxidant that has a protective effect of lipid oxidation. Therefore, in this study, we design to ensure the effects on vitamin E supplementation to the new style sausage. This experiment was designed into two parts. In the first part, chicken with various ratio was used to replace fat pork in the Chinese sausage. The replacement with chicken not only increased lipid oxidation but also reduced storage time. Therefore in the second part, vitamin E was added into sausage during sausage preparation. Panel test as well as analysis of total fat, cooking loss, pH value, lipid oxidation(TBA value) and vitamin E content were carried out at zero, first and second month. In the first part, the sausage with addition of chicken had higher level of lipid oxidation as storage time increased. Furthermore , the result of pH value and cooking loss were show to be lower. In the panel evaluation, the B group showed that 10% chicken

replacement was acceptable. In the second part, the application of vitamin E improved the stability of sausage significantly. The application of vitamin E had improved cooking loss, pH value and brought up acceptability for consumers. The results of this study provided information regarding with Chinese-style sausage development and application from health point of view.

# 表次

頁次

表一、四種未添加維生素 E 的香腸於不同貯存時間 之 pH 值 .....	51
表二、四種未添加維生素 E 的香腸於不同貯存時間 之總脂質 .....	53
表三、四種添加維生素 E 的香腸於不同貯存時間之 pH 值 .....	60
表四、四種有無添加維生素 E 的香腸於不同貯存時間之 蒸煮失重率 .....	63
表五、四種有無添加維生素 E 的香腸於之官能品評 .....	65

## 圖次

	頁次
圖一：未添加維生素E之香腸於不同貯存時間之 E含量 .....	46
圖二：未添加維生素E之香腸於不同貯存時間之 TBA值 .....	47
圖三：添加維生素E之香腸於不同貯存時間之維生 E含量 .....	56
圖四：添加維生素E之香腸於不同貯存時間之TBA 值 .....	57

## 附錄及附圖

	頁次
附錄一、四種有無添加維生素 E 的香腸於不同貯 存時間之 TBA 值 .....	86
附錄二、四種有無添加維生素 E 的香腸於不同貯 存時間之維生素 E 含量 .....	87
附錄三、四種有無添加維生素 E 的香腸於不同貯 存時間之 pH 值 .....	88
附錄四、四種有無添加維生素 E 的香腸之官能品 評 .....	89
附圖一、鹽漬肉色的形成及變化.....	32
附圖二、維生素 E 之結構 .....	33



## 壹、前言

中式傳統豬肉香腸在我國加工肉品市場佔有相當重要的地位，並且是國人年節致贈禮品的代表性食品。它的功用不僅提供消費者之方便性，亦能調節市場之供需。然而由於肉製品與某些疾病的罹患有著高度相關性，而消費者對食品的要求，卻是健康營養與質量均衡並重，因此改良式之中式香腸如中式低脂香腸、蒟蒻香腸，陸續被研發。但是這些產品在風味、口感，質地上無法完全被消費者接受，因此本研究嘗試以不同比例之雞胸肉取代豬肉香腸中肥肉部份，以製作低脂的雞豬肉香腸，視能否被消費者接受。但是，雞肉中富含多元不飽和脂肪酸、相對地增加氧化敏感性，使得產品的脂質容易發生氧化進而縮短其保存期限，將間接影響消費者之接受性，故本研究也將探討維生素E添加於雞豬肉香腸中，視能否減緩雞豬肉香腸氧化的進行，以延長製品保存期限。

## 貳、文獻綜論

### 一、中式肉製品－豬肉香腸

#### (一)中式香腸源起

自從有歷史記載開始，人類就已有類似香腸的肉製品，而肉製品的代表產物以豬肉為主，其成品有火腿(ham)、醃肉(bacon)、香腸(sausage)等。香腸原本是利用動物腿部的肉所製成的產品，各國皆有獨特的製品，種類繁多，不但適於攜帶，調理，且易於保存(賴滋漢、金安兒,1995)。約於紀元前 1000 年，在希臘，當有人在拳擊比賽時擊敗勇猛的乞丐愛羅斯時，以香腸作為一種獎賞，當時稱作為黑布丁，充填血和肥肉，掛在爐邊烤熟食用。德國 Horsford 博士在 1864 年軍糧報告中，曾認為香腸是一種改善牛肉供軍隊食糧的工具，同時指出，德國人在香腸製備上技術良好，並利用所有動物之可食部份作為原料，當缺乏腸衣時，則可利用布覆上明膠製成腸衣(陳明造，1996)。

## (二)香腸的種類

香腸的種類甚多，包括了家用香腸(domestic sausage)、乾香腸(dry sausage)、半乾式香腸(semi-dry sausage)、煮香腸(cooked sausage)。其中家用香腸又可分為：生香腸(fresh sausage)、燻香腸(smoked sausage)。原料多以牛肉，牛大腿肉、豬肩肉等不同比例混合配製而成。乾式香腸則以豬肉為主原料，配合部份肥肉灌製而成，煮香腸的原料則是豬肝、豬心與豬血液所製成(賴滋漢、金安兒,1995)。

## (三)香腸的製作方式

香腸的製法亦隨各地區之不同而異，但大多只是口味上的改變，製法上大致相同，主原料通常是肥肉與瘦肉、香辛料充份混合，醃漬充入腸衣後乾燥，貯存於陰涼處後食用(陳明造,1994)。

## (四)中式香腸原料

生鮮香腸是銷售量最多之中式肉製品，加工過程相當簡單。其組成的原料包括原料肉、腸衣、食品添加物等，茲分述如下：

## 1、原料肉

中式乾式香腸之原料肉應以剛屠宰後的肉為宜，取自豬屠體分切時修整所得到的碎肉，其中肥瘦比為 1:1，欲得外觀和風味較佳的製品通常可另外添加 10~25%的瘦肉。香腸製品中瘦肉來源多取自於豬的後腿肉部份，最終成品的肥肉及瘦肉比為 1:4，1:5 或 1:3 不等，依口味而定(陳明造,1994)。

## 2、腸衣

中式香腸所使用的腸衣仍以使用動物的消化管、膀胱、網膜等為主。然而人造腸衣的使用也逐漸普遍。腸衣主要分為四類，茲分述如下(陳明造，1994)：

- (1)天然腸衣：由動物的腸子所加工而成,較受歡迎的有豬、羊兩種型式。
- (2)膠原纖維製成的合成腸衣：合成製造方式甚多。最常用的是以 Alginate 溶液擠入氧化鈣，或是把溶解的花生蛋白擠入酸中為基礎製成。
- (3)纖維素腸衣：高伸展力的腸衣，其特性在於它

強而有力的伸展和收縮性，可使製品有緊實的外觀，此種腸衣適合煮過的香腸和肉餅產品。

(4) 塑膠腸衣：空氣與水份的通透性是香腸腸衣的重要因子。但所有的塑膠腸衣空氣與水份的通透能力很差，最有吸引力的塑膠腸衣則為 PVdC (poly vinylidene chloride)，它是一種具有伸展和收縮性質之強韌材料。

### 3、添加物

肉品經由添加物的添入，增加食品的風味、色澤，以期達成增加接受性，延長貯存時間的目的。肉品在醃漬過程中添加物作用，茲分述如下：

#### (1) 亞硝酸鹽與硝酸鹽(nitrite/nitrate)

亞硝酸鹽包括了亞硝酸鉀(potassium nitrite)和亞硝酸鈉(sodium nitrite)，與硝酸鹽都是准許用於肉製品之合法食品添加物。在食品添加物使用範圍及用量標準裡，被歸為保色劑，其本身為淡黃色或白色結晶，添加於肉中可使肉品呈現特有的紅色色澤，又稱醃漬肉色(cured meat color)

(紀學斌,1994)。醃肉中促使肉色安定的原理是由硝酸鹽還原菌作用形成亞硝酸鹽，然後再進一步分解成一氧化氮(NO)，而與食肉中肌紅蛋白(myoglobin) 結合形成亞硝肌紅蛋白(nitrosomyo-globin)(附圖一)(陳明造,1994)。亞硝酸鹽的使用除了賦予加工肉製品特殊醃漬風味(cured flavor)和醃漬色澤(cured color)外，並抑制微生物增殖。尤其是防止肉毒桿菌(*Clostridium botulinum*)增殖及產生毒素，在肉製品保存有重要意義(Potter,1986)。此外硝酸鹽與亞硝酸鹽能有抗氧化的作用，是藉由亞硝肌紅蛋白的生成以穩定肌紅蛋白，防止細胞膜上脂質及螯合鐵或過氧化物的催化作用(Goutefongea et al.,1977; Astiasaran et al., 1993)。在我國的食品衛生法規中，亞硝酸鹽並沒有使用量的限制但有殘留量的限制。依規定NO<sub>2</sub><sup>-</sup>殘留量為每公斤食肉 0.07 公克以下，亦是不得超過 70ppm(紀學斌,1994)。而殘留量隨著貯藏時間延長而減少(蔡弘聰等,1989)。流行病學調查，至今未確認食品中添加亞硝酸與人類的健康之關係(Bartsch et al.,1992; Cassens,1995)，儘管如此，亞硝酸鹽賦予肉品特殊風味、色澤、口感，又可抑制肉毒

桿菌之生長，故已被廣泛地使用添加於肉製品中 (Cassens, 1995)。

## (2) 食鹽 (NaCl)

食鹽自古以來在食物烹調與加工佔有很重要地位，對肉品加工業而言，更是不可缺少的食品添加物之一 (郭俊欽, 1986)。而食鹽在肉製品上的功能茲分述如下 (郭俊欽, 1986 ; 陳明造, 1994)：

1. 食鹽可以增加肉品風味。
2. 抑制微生物的生長及延長肉品保存期限—肉品中添加食鹽使其濃度高於細菌中食鹽的濃度，因滲透壓的作用而發生脫水的現象，以達食肉製品之保存目的。添加於肉製品中的食鹽以鹽水濃度即是水份與食鹽百分比之和，其中食鹽佔的百分比在  $4 \sim 5\% (100 \times (\% \text{食鹽} / \% \text{水份} + \% \text{食鹽}))$ ，足夠保護香腸，免於微生物作用，以增加保存期限。
3. 增加食肉之保水性—食鹽添加到食肉中，降低肉中蛋白質之等電點，因食鹽中的氯離子可與蛋白質的陽電荷結合而改變食肉組織蛋白的等電點，使 pH 值降低，肌纖維因而排斥，空

間增加使得多量水份保留。

4. 具有嫩化肉類的作用— 在烹調時，肉表面放鹽，則使製品脫水，組織變硬；但如加入組織中，分解膠原纖維蛋白則有嫩化的作用，使食肉組織變嫩。
5. 增加鹽溶性蛋白之溶解度，並增加食肉的乳化性。

食鹽除了上述的功能外，亦有缺點，主要的缺點是食鹽會促進肉製品的脂質氧化作用(Ockerman and Crespo,1981; Rhee et al.,1983)特別是對冷凍的肉品，食鹽和鐵對氧化具有協同作用，使得鮮肉退色或黑變(陳明造,1994)。然而食鹽催化肉製品之脂質氧化的機制仍不清楚，需進一步研究探討 (Rhee,1988)。

### (3)糖(Sugar)

糖的添加是增加肉製品的風味，在水煮期間，糖可與肉中的氨基酸進行梅納反應(Shahidi,1992)，且糖也有助於緩和食鹽在口中的收斂感及鹽味，同時可提供防腐作用以延長食肉製品的保存(陳明造,1994)。肉製品中蔗糖是最普遍使用的甘味料之一，而添加量是隨消費者的



嗜好而異，一般添加的劑量是 0.5%(重量百分比)為宜，如欲甜點可添加至 10%，如中式黑橋牌香腸，糖添加的劑量是 10 ~ 20%，以甜味著名而廣受消費者喜愛(陳明造,1994)。

#### (4)維生素 C

醃漬原料被加入肉品或肉製品中，發生的二項反應是使變性肌紅蛋白(metmyoglobin)被還原成為還原肌紅蛋白(reduced myoglobin)和亞硝酸鹽反應生成一氧化氮(NO)。而一氧化氮與肌紅蛋白結合生成亞硝肌紅蛋白使肉品呈鮮明之紅色。為了加速這些反應以縮短鹽漬時間，故常添加還原劑。最常被使用的是抗壞血酸鈉(sodium ascorbate)，即是維生素 C 鈉鹽(陳明造,1994)。維生素 C 也可以當作氧自由基的清除者(Daba et al.,1985)，此時維生素 C 本身氧化形成去氫抗壞血酸(dehydro-scorbic acid)來達到抗氧化之功能(Cort,1982)。研究指出，維生素 C 與其他抗氧化劑具有加乘之作用(synergistic effect)，在體外的試驗中證實，維生素 C 可將維生素 E 予以還原(Scarpa et al.,1984; Maguire et al.,1989)，並且應用於肉品中亦可發現，將零售的碎牛肉添加維生

素 C 後，可以使肉色維持四天，與未添加維生素 C 之控制組比較，肉色的維持明顯地增加(Demos et al.,1996)。另一實驗中，碎牛肉中單獨添加維生素 E 或維生素 C 以及維生素 E 加上維生素 C，結果發現：維生素 E 與維生素 C 共同加入碎牛肉中，氧化作用明顯低於單獨給予維生素 E 或維生素 C 之組別(Mitsumoto et al.,1991)。曾有學者以 OxyMb-liposome 為模式，添加維生素 E 4 $\mu$ M 及 14 $\mu$ M 配合不等濃度的維生素 C 來探討維生素 E 及維生素 C 的抗氧化功效，結果發現：維生素 E 與維生素 C 在 1:1、1:2、1:10 等比例下，均可保護脂質及氧合肌紅蛋白(oxy-myoglobin)。而維生素 C 可將氧化之維生素 E 還原再生，使得維生素 E 得以再扮演抗氧化的角色(Yin et al.,1993)。鐵、銅離子對維生素 C 於起始脂質氧化作用有加乘的效果，並且隨著離子的濃度增加，而助氧化作用亦隨之增加(Kanner and Mendel, 1977)。研究中發現：作者利用一個 carotene-linoleate 的模式，當維生素 C 的濃度為 0.0176%，且在金屬離子，例如：鐵、銅存在下，會使維生素 C 的抗氧化作用消失轉變為助氧化角色(Mahoney and Craff,1986)。而在 Mahoney 和 Graf(1986)的報告指



出:在含維生素 C 之 Tris 緩衝系統中，當 pH 是 7.4，0.2ppm 之二價銅離子可迅速消耗 10.6ppm 之維生素 C，並且會改變維生素 C 的抗氧化功能。故維生素 E 與維生素 C 共同存在時，維生素 C 扮演抗氧化功能，但是當金屬離子存在時，維生素 C 卻是助氧化角色。因此維生素 C 扮演何種角色是決定於維生素 C 劑量的不同及其他不同的物質存在與否而有所不同。在一般肉品中，添加維生素 C 劑量通常為每 100 磅肉使用 7/8 盎司，就有保色及抑制亞硝基氮形成(陳明造,1994)。

#### (5) 聚合磷酸鹽 (Polyphosphate)

聚合磷酸鹽是在現代香腸、壓型火腿製造過程中常使用的添加物，以增加製品的結著力、乳化力或保水性 (Kripe et al.,1985; Eliert and Mandigo, 1996)。功用茲分述如下(陳明造,1994)：

1. 鹼性反應之磷酸鹽，可增加肉類之 pH，並增加離子強度，使蛋白質結構鬆開，容納更多的水份，以使食肉組織的保水性增加(王炳烈,民 85)。
2. 磷酸鹽和食鹽對於肉品保水性有相乘效果，因

此增加肉品之多汁性。

3. 減少肉品在冷凍與解凍時發生滴水(dripping loss)的現象。
4. 磷酸鹽類添加到豬肉香腸中，能夠有效抑制大腸桿菌(E. Coli O157:H7)的滋生，尤其在香腸低溫貯存的抑制效果最佳(Flores et al.,1996)。

除了上述功能之外，聚合磷酸鹽也有抗氧化之效果，是藉由螯合金屬的催化作用，且與維生素 C 有相乘作用(Shahidi,1992)。而螯合金屬能力是以長鏈的聚合磷酸鹽類例如：三聚合磷酸鹽(sodium tripolyphosphate)，四聚合磷酸鹽(sodium tetra-polyphosphate)最佳，當 pH 值增加時，其分離能力亦隨之增加，以此來達到抗氧化之功效(Miller et al.,1986)。在肉製品使用的聚合磷酸鹽以鈉鹽為最普遍，一般使用的劑量為 0.5%，即成品最終的磷酸鹽含量為 0.5%，而一般因考慮到肉品風味，故使用量約在 0.25%~0.4%之間(王炳烈,1996)。

## (五) 功用

中式香腸在我國加工肉品消費市場中佔有相當重要的地位，並且是我國傳統食品，作為年節致贈禮品的代表性食品之一。現代的肉品經由加工後，提供消費者之方便性，更可使消費者在日常膳食中提供多變性(劉慧明,1994)。除了與消費者之間關係外，另外一項功能即是調節肉品市場供需，且穩定肉價或毛豬價格(陳明造,1996)。在中式香腸中，主要的原料是豬肉，而豬肉提供質優的蛋白質及熱量、必需脂肪酸、維生素B群及礦物質例如：鐵(Kinsella,1988)。此外豬肉的價格經濟實惠，當與其他蔬菜、五穀共同食用，可提供營養素之互補(陳明造,1996)。製作中式香腸，可以更為有效利用豬肉，並提高額外附加價值，增加利潤，使得食品加工業者獲利。

## 二、改良式的中式香腸

隨著食品營養新知及健康意識浪潮之衝擊下，消費者對產品之要求從傳統的量(數量、規格與價錢)與質(品質與衛生)等需求，轉變成“質量並重，營養均衡”再到今日之“健康營養並重,質量均衡”。食品業

者為迎合消費者需求與轉變且不影響消費者型態(市場)的情況下，先後順勢推出各種低脂、低卡路里之食品，許多的新產品在不影響產品風味與品質，又兼顧消費生產型態及產銷利潤平衡情況下，可成功的被轉型或研發，然而並非各種食品皆能成功或輕意的被轉型。就肉製品而言，理論上只要將食肉中肥肉(脂肪)部份減少或除去，即可容易地生產出低脂的產品，然而產品之風味及品質卻因脂質之直接減少而相對地降低(陳教民,1993)。脂質是肉品或其製品風味提供的角色之一，它可以增加食肉的多汁性與柔軟性，同時也增加咀嚼時的滑潤感(Cross,et al.,1980)。一般而言，豬肉香腸中所含的脂肪約在30~40%(Ahmed et al.,1990)，如同中式傳統香腸脂肪含量在32%以下(林高塚,1987)。在碎牛肉中(Berry and Leddy,1984)與碎豬肉(Reitmeier and Prusa,1987)中減少20%的脂肪，由官能品評的結果得知：肉品中的咀嚼性與多汁性之分數顯著降低，而為改善此類情況，額外添加3%(W/W)水份後，雖然改善了產品多汁性、咀嚼性，但卻導致烹調後水份的流失(Cross et al.,1980; Ahmed et al.,1990)及產品亮度降低(Carballo et al.,1995)。此外，另一種改良式的香腸，即是將改善上述低脂香腸之缺點的香腸—鹿角

菜膠香腸(carrageenans sausage)。鹿角菜膠是從海草中所萃出之膠質物，由於它能吸水、保水，故能避免水份的流出，增加產品之重量，改善成品的外觀及質地(子宜,1993)。將鹿角菜膠加入低脂的法蘭克福香腸中可增加保水的能力 (Foegeding and Ramsey,1986)，而利用鹿角菜膠所製得的香腸製品雖然符合時尚潮流，降低飽和脂肪酸及膽固醇，但香腸製品之紅色卻因鹿角菜膠的增加而降低(郭俊欽,1994)。在蒟蒻香腸中，蒟蒻用以取代香腸中的肥肉，其製品之質地與風味尚可被接受，但揮發性鹽基態氮卻隨蒟蒻增加而增加(黃加成,1994)。不論是紅色色澤降低或揮發性鹽基態氮的增加，都會降低消費者的購買意願，並且在口感上不及肉質的味美(Brewer,1992;Trius,1994)。美式香腸在製造的過程中添加碎冰、奶粉、酪蛋白(casein)，其目的是藉著奶粉中之蛋白質或直接以酪蛋白來增加香腸之保水性，以維持食用時多汁性的口感(Ahmed et al.,1990; Sylvia et al.,1994)。改良式之香腸有其優點存在，但中式香腸與西式香腸不同之處是在於中式香腸是屬於半乾式或乾式之製品，添加藻膠類似物以達保水之目的，會在乾燥過程中受到影響，因此在於中式香腸的應用上，會有限制。既然酪蛋白具有保水之

效果，是否其他蛋白質也有異曲同工之效果，則有待進一步研究。

### 三、雞豬肉香腸脂質安定性

#### (一) 雞肉營養價值

豬肉香腸的營養組成因種類、配方之不同而不同，所含的水份、蛋白質、脂肪含量各異。除了提供熱量、質優之蛋白質的來源之外，更有效地提供必需脂肪酸、維生素 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>6</sub>、B<sub>12</sub> 等，及礦物質例如：鋅、鐵。然而與豬肉最大的不同是雞肉中含有較多的不飽和脂肪酸，及較少的膽固醇，是消費者認為較營養之肉品(陳明造,1996)。中式香腸若以雞胸肉取代肥肉(脂肪部份)部份是否可以增加消費者之接受性、喜好性？選擇雞肉的考量因素為(1)雞肉中的脂質及膽固醇顯著低於肥肉(2)雞肉中的蛋白質是質優的(陳明造,1996) (3)雞肉可提供維生素 B 群、礦物質等營養素(陳明造,1996) (4)價格經濟實惠。雞肉取代肥肉，因雞肉中所含有的肌紅蛋白可供色澤之來源，應該不影響香腸之色澤，而雞肉是消費者平日餐食肉品的來源



(Buckley,1995)，應不影響口感、質地、並且可以降低傳統豬肉香腸的脂質與膽固醇。雖然雞肉提供了健康之訴求，但因富含多元不飽和脂肪酸(Rhee,1996)，可能增加氧化作用的反應受質(Wilson et al.,1976)，進而強化氧化作用的發生，如此將降低肉製品的品質，並間接影響消費者之接受性。因此顧及消費者的健康與食品本身的特性、喜好，研發具有健康、接受性高之產品，是食品科學人員共同的目標。

## (二)雞肉/肥肉/豬瘦肉之脂質安定性

### 1、雞肉/肥肉/豬肉之脂肪酸

食肉中提供不同的口感(mouthfeel)、味道(test)及芳香(aroma)質地(texture)及堅實度(consistency)是與食肉成份中飽和與不飽和脂肪酸之濃度有相關性(Kinsella,1988)。因此雞胸肉/肥肉/豬後腿瘦肉之風味不同，也可由脂肪酸之組成得知。根據82年台灣地區食品成份分析：100公克豬後腿瘦肉中脂質佔有23.1公克；飽和脂肪酸有37.7%，其中以棕櫚酸(16:0)所佔的比例最

高，單元不飽和脂肪酸為 45.5 %，以油酸(18:1)含量較多，多元不飽和脂肪酸是 16.9 %，以亞麻油酸(18:2)含量高。雞胸肉中，100 公克可食部份約 0.9 公克脂質；飽和脂肪酸有 37.9 %，以棕櫚酸(16:0)的量較其他脂肪酸高，單元不飽和脂肪酸佔有 38 %，以油酸佔的比例較高，多元不飽和脂肪酸有 24 %，相同地仍以亞麻油酸的比例較高，其次是花生四烯酸 (20:4)。肥肉的部份，100 公克可食部份，總脂質約有 100 公克，其中飽和脂肪酸所佔有的比例為 40%。比較雞肉、瘦豬肉、肥肉的脂肪酸之組成可發現，雞肉的不飽和脂肪酸多於肥肉。

## 2、雞肉/瘦豬肉/肥肉之氧化

脂質氧化是造成肉製品品質敗壞的主要因素(Asgar et al.,1988)，而品質的惡化可由風味、口感、營養價值及有毒物之生成等食品感官評估得知(Pearson,1983)。一般而言，肉製品中之氧化作用可分為二種型式：酵素性的氧化與非酵素性氧化作用。食肉中酵素性氧化作用是藉由 NADH 或 NADPH 反應造成(Decker and Hultin,1992; German et al.,1992)；非酵素性氧化反應是由過氧

化氫活化變性肌紅蛋白( $H_2O_2$ -activated metmyoglobin) 造成(Kanner et al.,1987)。當動物經屠宰後，所發生之脂質氧化多以非酵素性氧化為主(Benedict et al.,1975)，且在某些情況之下脂質氧化是相當敏感，例如：攪肉過程中氧的併入、烹調肉品中鐵離子的釋出、貯存過程溫度的不穩定及光等(Bradley and Min,1992)。然而除了這些外在因素之外，肉品本身的肌紅蛋白(Rhee and Ziprin et al.,1987)、金屬離子(Schaich,1992)、微生物(Korycka-Dahl et al.,1978)及鐵的氧化還原(iron-redox)之作用(Kanner et al.,1986; Minotti and Aust,1992)等，也會影響脂質作用的進行。在此就脂肪酸氧化與肌紅蛋白氧化作用加以探討。

#### (1)脂肪酸氧化

肉製品的脂質氧化速率因不同種類動物(Siu and Draper, 1978)或是部位的不同而有所不同(Rhee et al.,1986)，然而脂質氧化之過程包括了三個步驟：啟始、延長、終止作用(Halliwell and Gutteridge, 1990)，當多元不飽和脂肪酸氧化被啟始後，形成的自由基，再攻擊其他正常的脂肪

酸，造成脂質過氧化物的生成(O'Brien, 1969)，然而這過氧化物易被某些因子的作用發生裂解，再形成似自由基分子，促使氧化作用持續發生(Schaich et al., 1992)，而有助於氧化產物裂解的因子包括：鐵離子、維生素 C、NADH 等(Sakurai et al., 1991; Kanner, 1994)。在脂質氧化終止的過程主要是似自由基分子，例如：過氧化自由基( peroxy radicals)、碳自由基(carbon radicals)兩兩結合，形成一穩定物質(O'Brien, 1969)。研究指出，造成細胞傷害的主要原因是細胞膜發生脂質氧化作用，產生一連串之氧化連鎖反應(Niki et al., 1991)，然而被鍵結在細胞膜上的不飽和脂肪酸，例如：C18:2、C18:3、C20:4、C22:4、C22:5、C22:6，易發生氧化作用(Igene et al., 1981 and Sinclair et al., 1982)，而氧化敏感性則與雙鍵的數目多少呈正相關(Gosgrove et al., 1987)。一項研究中指出：比較牛肉、豬肉、雞肉、魚肉之氧化作用，發現氧化敏感性是魚肉 > 雞肉 > 豬肉 > 牛肉，此順序與肌肉中之不飽和脂肪酸含量呈正比，魚肉、雞肉成份多以不飽和脂肪酸為主，因而容易發生脂質氧化的作用(Marusich et al., 1975)。

## (2) 肌紅蛋白(myoglobin)的氧化作用

肉品或其相關製品中，造成氧化的原因，除了肌肉本身的脂肪酸之外，另外幾項因子與脂質的氧化是相關的(Allen and Foegeding,1981)。研究中指出，非酵素性脂質氧化反應中，皆索定含鐵的複合物，例如：肌紅素(heme pigment)、游離鐵離子、鐵蛋白(ferritin)等(Love,1987; Kanner et al., 1988a ; Rhee, 1988 ; Decker and Welch, 1990 ; Seman et al,1991 ; Monahan et al., 1993)。就肌紅蛋白而言，鮮肉中的肌紅蛋白呈色是動態且可逆的循環之三個色素：肌紅蛋白(myoglobin)、氧合肌紅蛋白(oxy-myoglobin)及變性肌紅蛋白(metmyo-lobin) (Livingston and Brown,1981) (附圖一)。在氧分子存在下，肌紅蛋白形成氧合肌紅蛋白，呈鮮紅色，若持續暴露於空氣中會形成變性肌紅蛋白，呈棕色，這就是造成肉品的失色作用，此時所包含的二價鐵( $Fe^{2+}$ )將氧化成三價鐵( $Fe^{3+}$ ) (Liu,1995)。在肌紅蛋白自氧化(myoglobin autoxidation)過程中，多種助氧化分子例如：自由鐵離子(Kanner et al,1988b)、活性氧分子(reactive oxygen species)、氫過氧化物(hydroperoxide) (Minotti et al., 1992)

與過氧化自由基(Schaich, 1992)及還原劑例如：維生素 C (Decker et al.,1993)，都會促使氧化作用持續反應(Asghar et al.,1988)。在肌紅蛋白氧化過程中，將會受到幾項因子的影響，例如：溫度(Lentz,1971)、pH 值(Zachariah and Satterlee, 1973)、肌紅蛋白的濃度(Rhee,1996)及變性肌紅蛋白還原狀態(Feldhusen et al.,1995)、脂質氧化(Akamittath et al.,1990)、氧(Forrest et al.,1975)、光線(Carballo et al.,1990)、金屬離子(Synder and Skrdlant,1966)等。肌紅蛋白的氧化速率是隨著溫度增加而增加(Yin et al.,1993)，研究指出，溫度增加伴隨細胞膜架構的穩定度降低，進而增加氧合肌紅蛋白之氧化速率(Renerre,1990)。正常肉品的 pH 值約在 5.4 ~ 5.8(Forrest et al.,1975)，研究發現，在正常或較高的 pH 值下，肉品之氧合肌紅蛋白及磷脂質的穩定性較佳(Rhee et al.,1986)。在金屬離子與氧化關係上，研究指出，比較三種生肉，牛肉、豬肉、雞肉，貯存於-20 °C 長達 150 天，牛肉的氧化作用顯著高於豬肉、雞肉，因而發現自由鐵離子的含量與組織的氧化速率是正相關，並且肉品貯存於 4 °C 一星期，釋放的鐵離子是新鮮肉品的 2 ~ 3 倍

(Kanner et al., 1988b)。並且在煮熟的肉品或肉品的萃出液系統中，證實非血基質鐵(non-heme iron)是主要促使脂質發生氧化作用(Igene et al., 1979; Chen et al., 1984)，此外有學者假設：認為在肌紅蛋白氧化過程中所產生的自由基，攻擊其他含血基質的蛋白質(heme-protein)，而導致鐵離子的釋放，並促進脂質氧化速率(Schaich, 1992)。至於肌紅蛋白濃度與其氧化作用的關係，研究發現食肉中肌紅蛋白濃度會因不同種類動物或是不同部位而有不同(Renerre, 1990)然而不同的肌紅蛋白濃度有不同的氧化潛力(Rhee, 1996)。在其他的研究中比較紅小牛肉(red veal)與白小牛肉(white veal)之氧化作用，結果顯示：貯存到第六天，紅小牛肉較白小牛肉明顯地發生失色作用(discoloration)，而肉品的失色作用與變性肌紅蛋白的濃度呈正相關(Hood and Riordan, 1973)。故綜合以上的研究，可以得知：肉品中因含有的肌紅蛋白量的不同而有不同程度之氧化潛力(Chen et al., 1984; Buchowski et al., 1988; Rhee, 1996)。不同的pH值及溫度變化，不同型的鐵離子含量，也將影響脂質氧化速率。研究指出：肌紅蛋白與磷脂質間的氧化作用是相

互影響(Yin and Faustman, 1993)。肌紅蛋白或是氧合肌紅蛋白在發生氧化的過程中，二價鐵氧化成三價鐵，由於電子轉移之作用產生超氧自由基( $O_2^{\cdot-}$ )與變性肌紅蛋白，超氧自由基在經由歧化作用(dismutation)產生過氧化氫( $H_2O_2$ )(Tajima and Shikama, 1987)過氧化氫會與鐵離子作用，進行一類似費敦反應(Fenton reaction)再次裂解形成一氫氧自由基( $\cdot OH$ )。除此之外，研究發現，三種不同型式的肌紅蛋白皆能與過氧化氫作用，其中以還原肌紅蛋白最具敏感性，是氧合肌紅蛋白的 100 倍(Whitburn, 1987)，反應過程中會產生一活性物質(ferryl compound)，而不論是氫氧自由基或是此活性物質將會再次攻擊正常的肌紅蛋白或脂質分子(Hsieh and Kinsella, 1989; Kanner et al., 1992)，而加速氧化作用。脂質氧化與肌紅蛋白的氧化是正相關，但是彼此間之因果順序，迄今並不十分了解(Liu et al., 1995)。根據學者的研究發現：牛肉中的肌紅蛋白發生氧化形成變肌紅蛋白，造成明顯地失色現象，但脂質氧化卻不明顯(Akamittath et al., 1990)，其原因可能是於反應過程產生地過氧化氫與變性肌紅蛋白交互作用後形成的活性分子，才催化脂質氧化反



應(Harel and Kanner, 1985)。另一個實驗也發現：將肌紅蛋白與過氧化氫合併加入牛肉萃出液中，造成萃出液之細胞膜的氧化(Kanner and Harel,1985)，結果暗示：在生肉系統中，變性肌紅蛋白藉由過氧化氫的活化，產生活化物質(activated MetMb-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 或 ferryl myoglobin super-oxide anion)的產生，此時鐵離子亦被釋放，而促進脂質氧化之發生(Monahan et al.,1994)。另一方面，亦有學者認為：磷脂質在氧化過程中，自由基產生，導致蛋白質受到損害(Little and O'Brain,1968)，並且促使肌紅蛋白、氧合肌紅蛋白的氧化，或間接造成肌紅蛋白中還原系統(pigment-reducing system)之損害。故脂質氧化與肌紅蛋白氧化是呈正相關的關係(Hutchins et al.,1967; Greene et al.,1969; Faustman et al., 1989)。

## 四、維生素 E

### (一)維生素 E 特性

維生素 E 是重要之脂溶性營養素，具有抗氧

化及清除自由基的能力(Niki et al.,1991)。它含有四種不同之異構物 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ ，然而彼此間之差異是在於酚類環(phenol ring)上接的甲基(methyl group)之數目與位置不同(Chan,1994)(附圖二)，抗氧化活性是 $\alpha > \beta > \gamma > \delta$  (Nawar,1985)。研究指出，維生素E是功效頗佳之抗氧化劑，對動物性脂質有安定的效果，常被食品業使用添加於食物中，例如：食用油、奶油、醃肉、雞肉等(Dugan,1980)。維生素E對於控制多元不飽和脂肪酸氧化有明顯之功效(Kanner and Harel,1985)，而多元不飽和脂肪酸是細胞膜上磷脂質所鍵結的脂肪酸之一，易受自由基(free radical)之攻擊，造成氧化，維生素E可以清除自由基而終止因自由基造成脂質氧化之連鎖反應。維生素E的抗氧化機制為：維生素E結構中的酚基(phenolic group)，提供一氫( $H^{\cdot}$ )質子給予在細胞膜磷脂質鍵結之不飽和脂肪酸氧化生成的自由基，而自己本身形成一穩定的維生素E自由基 (Koskas et al.,1984)。

## (二)維生素E於肉品之應用

研究指出維生素E於肉品中的應用，所獲得之結果皆是正面效應(Arnold et al.,1993; Cheah et

al.,1995; Liu et al.,1996; Chan et al.,1996), 將維生素 E 添加於餵食動物的飼料中, 維生素 E 經由動物攝食後, 併入到組織細胞膜中, 進一步穩定膜上被鍵結的脂肪酸, 加強貯存期間之脂質穩定性 (Asghar, 1988)。在牛或豬的飼料中添加維生素 E, 可增加肉色穩定, 延長肉品的貯存期限 (Lanari et al.,1993a), 這是因為維生素 E 可清除自由基所造成肌紅蛋白失色作用 (Arnold et al.,1993)。添加不同劑量之維生素 E (20mg/Kg 飼料及 200mg/Kg 飼料) 於家禽類的飼料中, 結果發現, 不論在雞腿肉或雞胸肉中, 餵食維生素 E (200 mg/Kg 飼料), 其脂質氧化顯著低於控制組 (Winne et al.,1996); 因此給予動物飼料中維生素 E 之補充可以降低變性肌紅蛋白之形成速率及脂質氧化速率, 以增進肉色及脂質之穩定 (Cannon et al.,1996); 另有研究指出: 每 100 克肉中添加 3.0mg 之維生素 E, 能夠穩定牛肉色澤, 並延長保存期限 (Faustman et al., 1989)。藉由官能品評, 評估有無添加維生素 E 之豬肉, 結果發現添加維生素 E 之豬肉在可口性、接受性之評分皆優於未添加維生素 E 之豬肉 (Nolan et al.,1989)。飼料中維生素 E 的添加, 除加強氧合肌紅蛋白穩定 (Lanari et al.,1993b) 抑制氧化發生, 還可以進一步穩定細胞膜結構, 避免膜內液

通過，達到保水之功效(Asghar et al., 1991; Monahan et al., 1994)。而將維生素 E 利用噴霧或是添加於火雞肉中，可降低肌紅蛋白的氧化，穩定肉色(Sante and Lacourt, 1994)。另外一項研究指出：作者將不同種類之抗氧化劑添加於西式法蘭克福香腸中，經過貯存 35 天後發現添加維生素 E 的香腸的氧化作用明顯降低，但在色澤的部份，有無添加維生素 E 的香腸則無顯著性差異(Resurreccion and Reynold, 1990)。綜觀以上研究，維生素 E 用於單一種類肉品應用有其功效，但對於肉製品例如：雞肉、豬肉、肥肉混合製品之效果，是否仍有安定脂質及色澤功效，以及能否延長貯存之時間，則有待進一步研究。

## 五、官能品評(Sensory evaluation)

### (一)定義

根據美國食品科技學會(Institute of Food Technology, IFT)對食品之官能品評(sensory evaluation)所下的定義：以科學的方法藉由人的視、嗅、嘗、觸、及聽等五種感覺，來測量與分析食品或其他物品之性質的一種科學。例如：質地(texture)是由觸覺，色澤(color)或外觀(appearance)是由視

覺，味道(taste)是由味覺，風味(flavor)是由味覺及嗅覺來決定(IFT,1975)。

## (二)種類與條件

所有的官能品評方法均有優缺點，沒有一個方法可以完全取代任何一種方法，成為獨一無二的方式。故設計品評試驗的同時必需認清自己的試驗目的，以作為方法選擇的標準。食品官能品評之方法基本可分為三類，茲分述如下(Larmond,1982):

### (1)喜好性/接受性(preference / acceptance test)

是情感性的方法，遷涉到情感，本身的喜好，測定喜好程度。品評員本身對產品的喜好，直接與他的反應有關，換句話說，消費者之評分是根據對產品的喜好程度，喜好性/接受性試驗是使用於新產品能否被一般消費者接受或喜好之評量分析，品評員是未經過訓練的。

### (2)差異性試驗(discriminatory test)

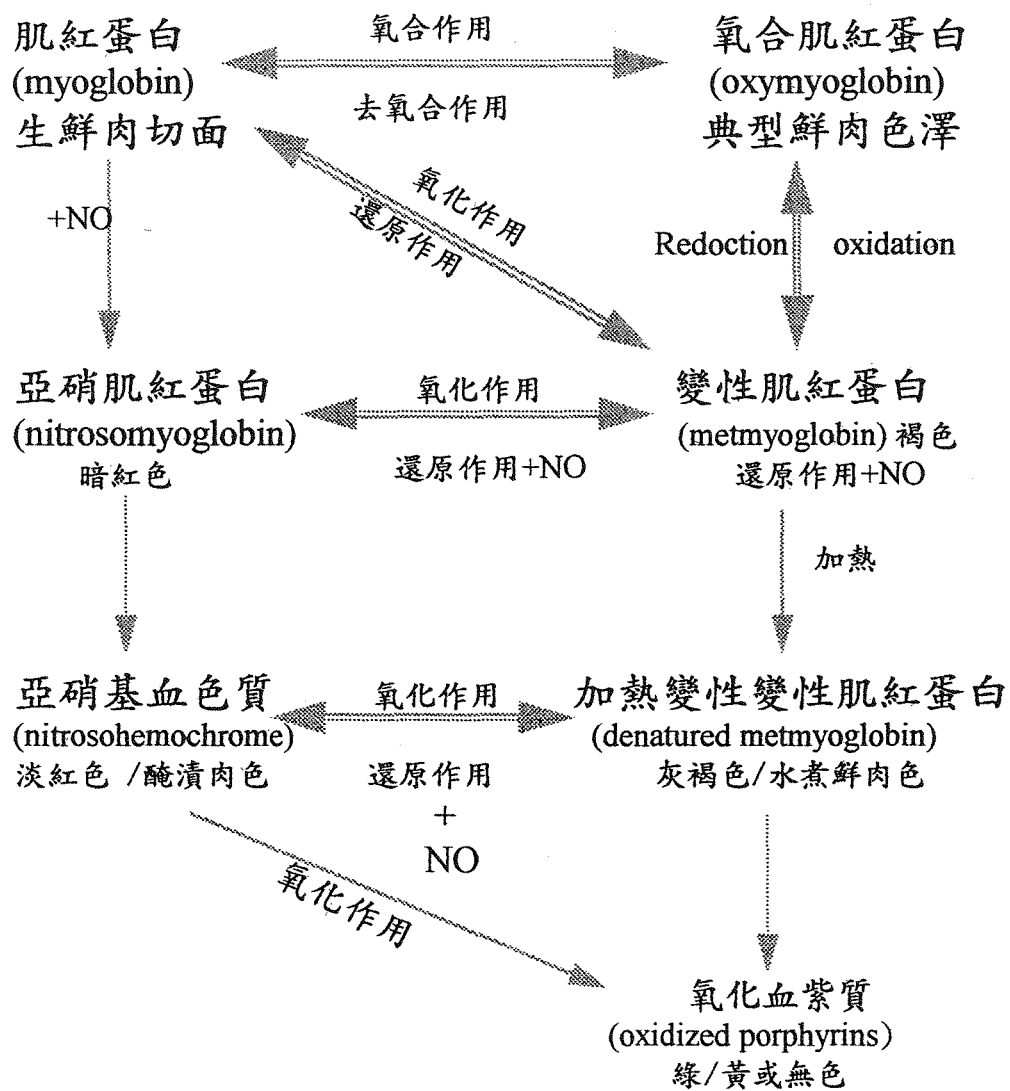
是用來測定產品間是否有差異存在，品評員不能將個人本身喜好影響評分，以受過訓練之品評員利用對比(paired-comparison)或三角試驗(triangle test)進行對產品間的差異評估，或以不同程度、不

同差異的試驗建立官能特性之差別，例如：外觀、性質、質地、味道等，以等級方式，例如：順位(ranging)、評分(scoring)、比例(ratio)等試驗進行產品特性的強弱，與呈味之長短。差異性的分析包括三角法(triangle test)、對比試驗(paired comparison)、一、二點試驗(duo-trio test)、順位法(ranging)、評分法(scoring test)及比例法(ratio test)。在三角法品評試驗進行的方式是，利用三項樣品中，其中的兩項是相同，另一項不同，經過品評後，將不同的圈選出來；而對比試驗是，兩種產品間的比較，經過品評員品評後，指示出三種產品之中的一種在某特性較強之方式；一、二點試驗是圈選出兩項產品中與標準品不同之樣品；順位試驗是品評員在眾多產品中，以排名的方式找出產品在某項特性最強者，依序排名；評分試驗是品評員品嚐各項樣品，以圈選每樣產品的喜好程度，例如：喜歡、非常喜歡、不喜歡；在比例試驗中，將一個樣品標準化後，將其他的產品與此標準品比較後，予以適當之分數。

### (3)描述性試驗(descriptive test)

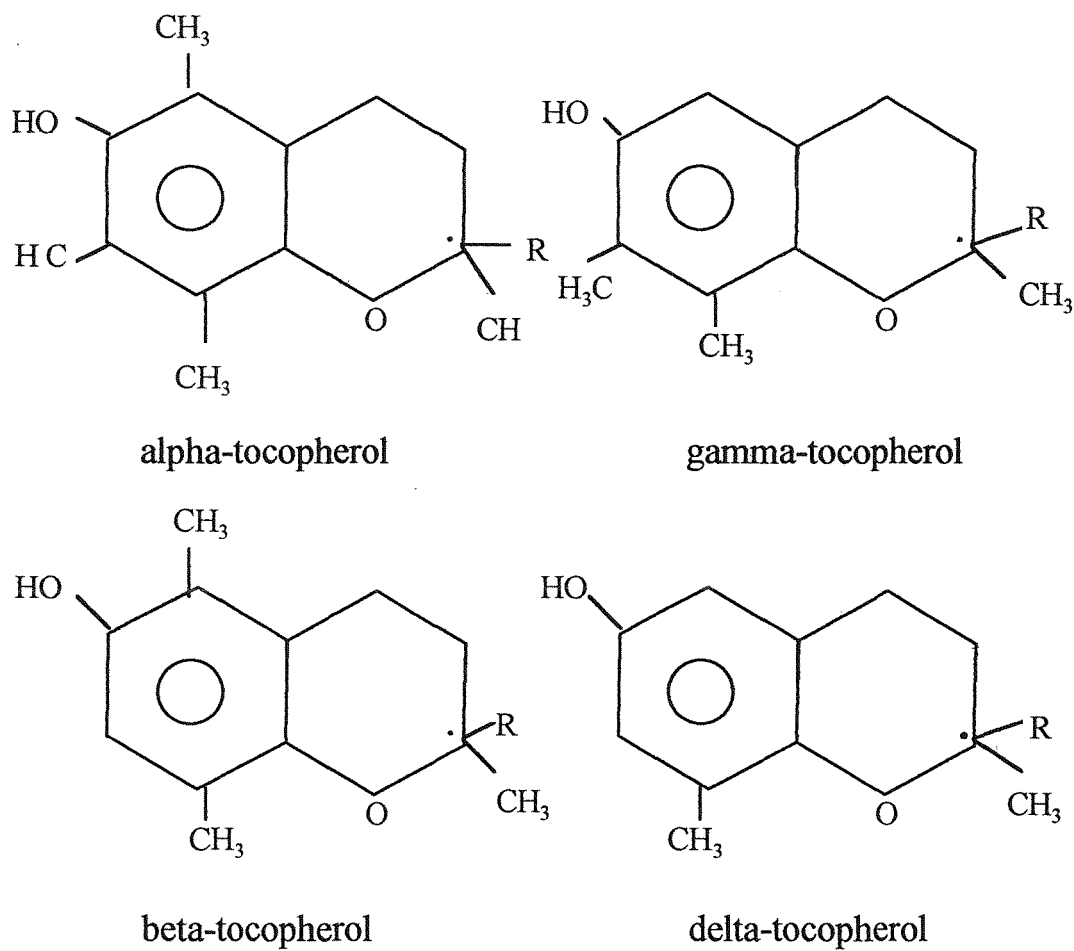
是用來描述食品在官能品質方面所表現出的特性，強弱，以及與每個特性間之相互關係。例如：

用差異性試驗只能測得樣品間是否有差異性存在，但是那一方面的差異就無法得知，必須採用描述性試驗，它能完整地描述產品間之不同，以提供研發者在產品中改良指南，迎合消費者之需求。描述性試驗是藉由定性差異分析，包括風味(flavor)、稀釋(dilution)、質地(texture)等剖析及定量描述(quantitative descriptive)與標準差離描述分析(deviation-from-reference descriptive)。然而差異性與描述性試驗的品評員必需經訓練後，才能擔任品評。



附圖一：鹽漬肉色的形成及變化（陳明造, 1994）





R:Side chain identical for all tocopherols.

附圖二、 Structures of tocopherol isomers. (Chan et al.,1994)

## 參、材料與方法

### 一、實驗材料

本研究中，製作雞豬肉香腸之原料如下：

1. 豬肉(pork): 豬後腿肉(porkshank)
2. 雞肉(chicken): 雞胸肉(chicken breast)
3. 腸衣(film): 豬腸衣(chitterlings)
4. 豬肥肉(pork fat): 豬背脂肪(loin fat)

以上四項原料皆購自傳統市場

### 二、香腸製作

#### (一) 原料肉組成比例

本研究中，製作雞豬肉香腸之原料組成如下：

- (A) 70%(w/w) 豬後腿肉； 30%(w/w) 豬背肥肉；  
0%(w/w) 雞胸肉
- (B) 70%(w/w) 豬後腿肉； 20%(w/w) 豬背肥肉；  
10%(w/w) 雞胸肉
- (C) 70%(w/w) 豬後腿肉； 10%(w/w) 豬背肥肉；  
20%(w/w) 雞胸肉
- (D) 70%(w/w) 豬後腿肉； 0%(w/w) 豬背肥肉；  
30%(w/w) 雞胸肉

#### (二) 雞豬肉香腸之香辛料組成與添加量

中文名稱	英文名稱	添加量 (g/Kg meat)
食 鹽	sodium chloride	20
味 精	monosodium-L-glutamate	10
白 砂 糖	sugar	50
花椒、八角		0.5
抗壞血酸鈉	L-sodium ascorbate	1
聚合磷酸鹽	dipotassium hydrogenphosphate & potassium dihydrogenphosphate	1.2
亞硝酸鹽/硝酸鹽	nitrite/nitrate	
維生素 E	$\alpha$ -tocopherol	6mg/Kg meat (最終製品)

### (三)製作方式

參考陳明造(1994)方法，取市售新鮮豬後腿肉，豬背脂肪及去皮去骨之雞胸肉，除去豬後腿肉之可見脂肪及結締組織，豬瘦肉切成 1.6 公分粗粒，肥肉切成 0.8 公分之立方顆粒，雞胸肉則切成 0.8 公分細肉粒，分別以 0%、10%、20%、及 30%之碎雞肉取代

肥肉部份，與瘦豬後腿肉，辛香料充份混合，置於 4 °C 下，冰醃一天，灌入腸衣中約 5cm 一節，置於通風乾燥陰涼處。

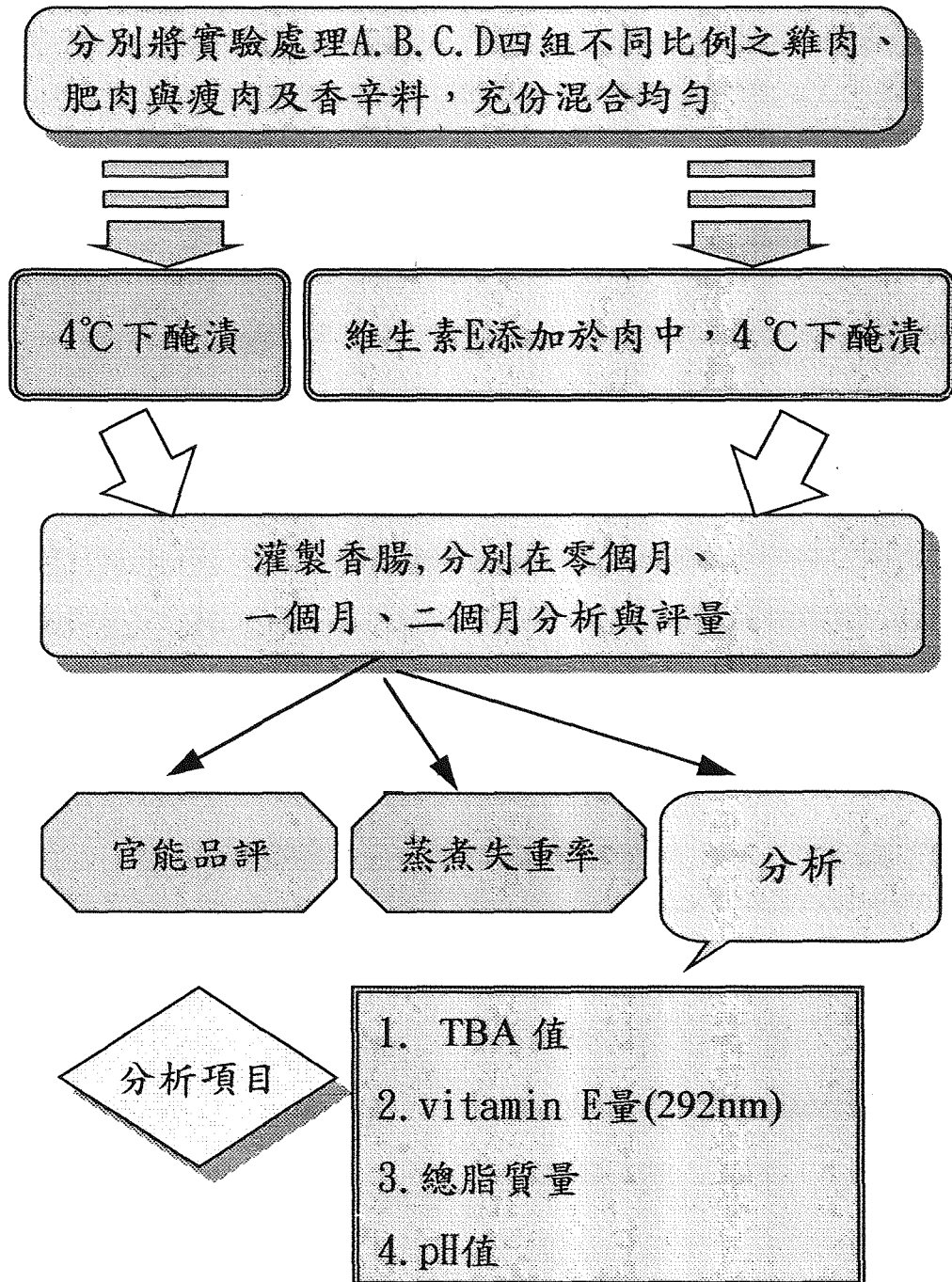
### 三、化學試藥

名稱	純度	廠牌
Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)	99.4%	美國 Sigama
2-Thiobarbituric acid (TBA)	98%	美國 Sigama
L-Ascorbate sodium (Vitamin C)	98%	台灣
$\alpha$ -Tocopherol (vitamin E)	99.5%	美國 Nutral
Methanol	100%	美國 Sigama
Trichloroacetic acid (TCA)	99%	英國 Lancaster
n-Heptane	99%	日本和光
Dichloroformetane (DCM)	99.9%	日本和光
KOH	85%	日本昭和化學
1. 2. 3. Trihydrobenzene(pyrogallor)	98%	日本東京化成

### 四、儀器設備

(一)分光光度計(UV-Vis Spectrophotometer):JASCO 800, JAPAN

## 五、實驗流程



## 六、成分分析

### (一) TBA 值

參考 Schemedes 等人(1989)方法，利用脂質過氧化產物 malondialdehyde (MDA)，在酸性的環境下、可與二分子之 thiobarbituric acid(TBA) 縮合成一紅色質(TBA reactive substances)之原理。

#### 1. 樣品製備

取 50 公克生香腸樣品，加入 45 毫升蒸餾水，50 毫升 20%trichloroacetic acid (TCA)，及 5 毫升 1% ethylenediaminetetraacetic acid(EDTA)後，均勻混合後再經 TOYO No.1 濾紙過濾，以除去肉渣部份。取 5 毫升濾液，並加入 5 毫升 0.02M 2-thiobarbituric acid (TBA)。將樣品置於黑暗中 20 小時使之呈色，呈色越深表示脂質氧化愈高。

#### 2. 樣品分析：

##### (1) 空白試液

將混合於香腸製品之香辛料(0.025g)，加入 45 毫升蒸餾水，50 毫升 20% TCA，5 毫升 1% EDTA 後，充分混合融解，再經 TOYO No.1 濾紙過濾後，取 5 毫升濾液，置於黑暗中 20 小時，使之呈色，作為空白試劑。

## (2) 樣品分析

樣品分析以分光光度計在吸光波長 532 nm 測得一吸光值，以 TBA-No. 記錄之，樣品分別在零個月、一個月、二個月分析香腸中 TBA 值。

## (二) 維生素 E 分析(, 1993)

參考蘇正德(1993)方法再修飾後方法。

### 1. 樣品製備

取 15 公克生香腸樣品，加入 4 毫升 60% KOH 及 6 毫升 3% 之 1,2,3, trihydrobenzene (pyroga-llor)，50 毫升蒸餾水，經均勻混合後以 TOYO No.1 濾紙過濾，除去肉渣。取 1 毫升濾液於試管中加熱 70 °C，維持恆溫 20 分鐘，以 n-heptane 連續萃取三次，收集上清液。

### 2. 樣品分析：

### (1) 空白試液

將混合於香腸製品之香辛料(0.375g)，加入 4 毫升 60% KOH、6 毫升 3% 1,2,3, trihydronzene(progallor)，50 毫升蒸餾水，均勻混合後以 TOYO No.1 濾紙過濾，除去肉渣。取 1 毫升濾液於試管中，加熱至 70 °C，維持恆溫 20 分鐘，以 n- heptane 萃取三次作為空白試液。

### (2) 樣品分析

樣品分析以分光光度計在吸光波長 292 nm 測得一吸光值，樣品分別在零個月、一個月及二個月分析香腸中 vitamin E 的含量變化。

### (三) pH 值

參考 Whang 等人(1986)方法。

#### 1. 樣品製備

取 10 公克的生香腸樣品，加入 50 毫升蒸餾水以攪拌機攪拌，並混合均勻，以 TOYO No.1 濾紙過濾，除去肉渣，取出濾液部份，再以 pH meter 測得香腸中的 pH 值。



## 2. 樣品分析

樣品分別在零個月、一個月、二個月以 pH meter 測知。

### (四) 蒸煮失重率 (cooking loss)

參考 (Mitsumoto 等人方法 (1995))。

#### 1. 樣品製備：

取生的香腸樣品精確稱重 100 公克，置於已知重量的鋁盤上，蒸煮至熟後，置於室溫下，直到完成冷卻後，取出精稱重量。

#### 2. 樣品蒸煮失重率計算：

$$\text{cooking loss}(\%) = 100 \times \frac{\text{蒸煮前生重} - \text{蒸煮後熟重}(\text{g})}{\text{蒸煮前生重}(\text{g})}$$

### (五) 總脂質測定

參考 Bigh 等人方法 (1959)。

#### 1. 樣品製備

取 15 公克生的香腸樣品加入 40 毫升

methanol，20 毫升 dichloroformetane (DCM) 及 6 毫升蒸餾水 (V:V:V=2:1:0.8)，充份混合後，再加入 20 毫升 DCM 及蒸餾水，混合均勻，再以 TOYO No.1 濾紙過濾，將濾液倒入 500 毫升之分液漏斗中，而剩於的肉渣與濾紙再加入 60 毫升 DCM 及 60 毫升之蒸餾水混合，進行抽濾，取得濾液倒入先前 500 毫升之分液漏斗中，將分液漏斗置於 4℃ 下 2 小時，使之分層，分層後上層液倒入預先稱重之圓底燒瓶內，以濃縮機(條件:水浴加熱 35℃)去除有機溶劑後稱重。

#### 1. 樣品分析

樣品在零個月、一個月、二個月進行香腸製品之總脂質量的測定。

## 七、官能品評

參考食品工業研究所食品官能檢查評估方法。官能品評(panel evaluation)每次請 15 位具有購買能力之人員，進行評量。評量的項目包括：質地(texture)、風味(flavor)、色澤(color)、整體的接

受性(over-all-acceptance)及購買意願等。二部份研究之品評分別在零個月、一個月、二個月進行品評。由於品評員皆無經驗，為了明瞭品評員對於本食品之接受性與喜好程度，本品評法採嗜好性試驗(perference and acceptance test)。

能品評之評量表如下(一)(二)所示：

(一)請就下列甲.乙.丙.丁四組生的香腸樣品，就其外觀、色澤評定整體接受性及購買意願，最好者請填 1，依次排名

樣品	整體接受性	購買意願
甲		
乙		
丙		
丁		

(二)請就下列經由烹調後之 A. B. C. D 樣品，依外觀、色澤，風味、整體接受性及購買意願評量，最好者請填 1，依次排名。

樣品	外觀	色澤	風味	整體接受性	購買意願
A					
B					
C					
D					

## 八、統計分析

以統計軟體之 Student's t test 進行組內及組別間分析， $p < 0.05$  具顯著差異，以 SAS 軟體之 One-way ANOVA 進行樣品間於不同貯存時間差異分析， $p < 0.05$  具顯著差異。以 SPSS 進行官能品評之數據分析，本次實驗控制組與所有處理組均為  $n=5$ 。

## 肆、結果與討論

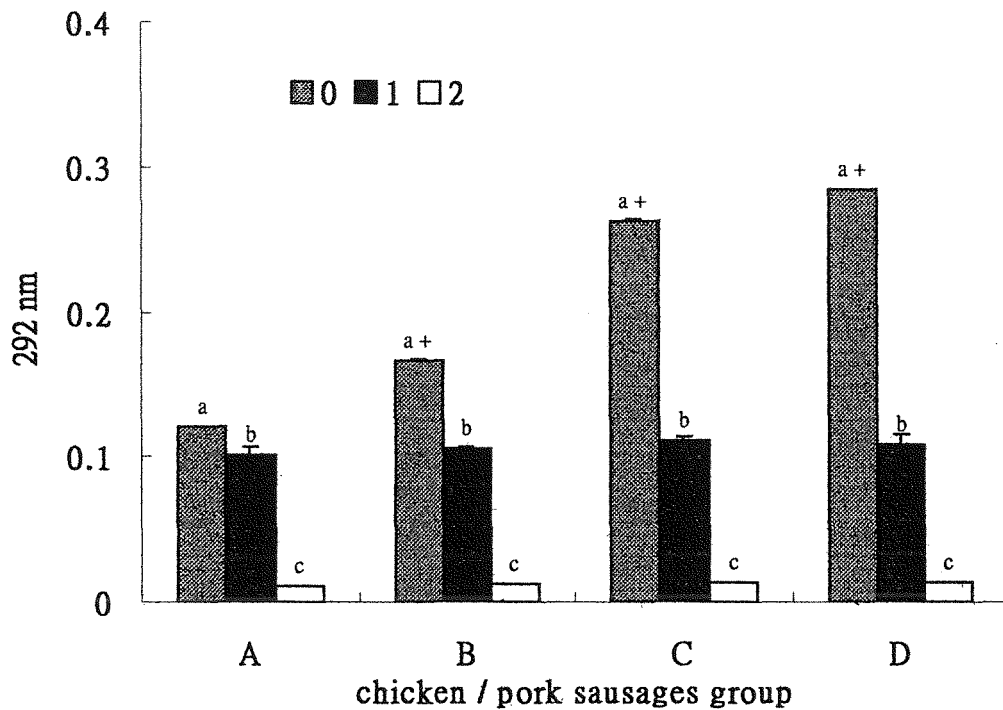
### 一、未添加維生素 E 之雞豬肉香腸

#### (一) 維生素 E 含量

未添加維生素 E 之四組香腸於不同貯存時間維生素 E 含量之變化，如圖一所示：A、B、C、D 四組香腸隨貯存時間的增加，每組中所含的維生素 E 量顯著減少 ( $p < 0.05$ )。香腸在零個月時，雞肉添加之 B、C、D 組香腸中，其維生素 E 的含量顯著高於 A 組香腸 ( $p < 0.05$ )，在貯存於一個月或二個月後，維生素 E 的含量分別與 A 組比較，無顯著差異 ( $p > 0.05$ )。

#### (二) TBA 值

未添加維生素 E 之四組香腸於不同貯存時間之 TBA 值，如圖二所示：A、B、C、D 四組香腸，分別隨貯存時間的增加而 TBA 值顯著的增加 ( $p < 0.05$ )。香腸在零個月時，B、C、D 組香腸的 TBA 值與 A 組比較，無顯著差異 ( $p > 0.05$ )，B、C、D 三組間的 TBA 值，也無顯著差異 ( $p < 0.05$ )，



圖一、未添加維生素E之香腸於不同貯存時間之維生素E含量

Fig 1. The vitamin E value of sausages without vitamin E supplementation at different storage time

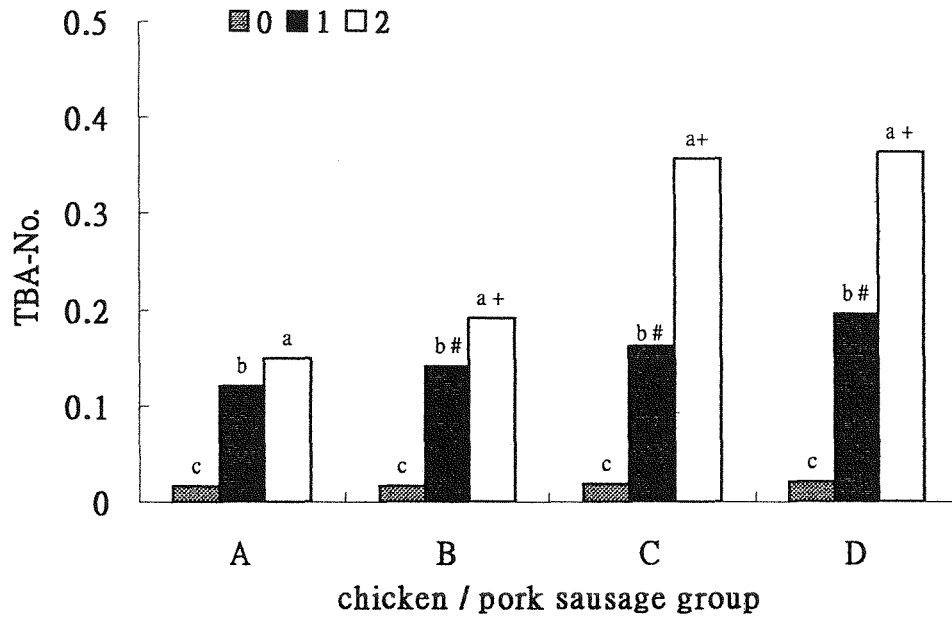
0. 1. 2. : 表示不同貯存時間(月)

A: 70%瘦肉;30%肥肉, B:70%瘦肉;20%肥肉;10%雞胸肉, C:70%瘦肉;10%肥肉;20%雞胸肉,

D: 70%瘦肉;30%雞胸肉

“a” “b” “c”: 同組內香腸於不同貯存時間具顯著差異(P<0.05)

“\*” “#” “+” : B. C. D. 組香腸與A組比較具顯著差異(p<0.05)



圖二、未添加維生素E之香腸於不同貯存時間之TBA 值

Fig 2. The TBA value of sausages without vitamin E supplementation at different storage time

0.1.2.: 如圖一

A.B.C.D.: 如圖一

“a” “b” “c”: 如圖一

“#” “+”: 如圖一

但貯存一個月或是二個月後，添加 10%、20%及 30%雞肉之 B、C、D 組香腸其 TBA 值與 A 組比較，顯著增加 ( $p < 0.05$ )，而在一個月時，四組 TBA 值為  $D > C > B > A$ ，二個月時，亦獲得相同的結果。

Bradly 和 Min(1992)研究得知：肉品或其製品在貯存過程中，脂質是最容易氧化的成份之一，而造成脂質氧化的原因是細胞膜上所鍵結的不飽和脂肪酸起始氧化發生，進而導致一連串之氧化連鎖反應(Niki,1991)。已知氧化敏感性與脂肪酸不飽和的雙鍵數目呈正相關。Marasich 等人(1975)的研究指出，雞肉中脂肪酸組成多以不飽和脂肪酸為主，故較易發生氧化作用。除脂肪酸影響之外，另外的因素是雞肉比肥豬肉含有較多的還原肌紅蛋白、或氧合肌紅蛋白，根據 Rhee(1996)研究指出，雞肉中的肌紅蛋白含量約為每克樣品中含  $5.29\mu\text{g}$ 。在氧化過程中，其所含的二價鐵轉換成三價鐵，而電子之間轉移過程，產生自由基，會攻擊正常之脂質與蛋白質分子加速氧化作用進行(Kanner et al.,1992)。並且肌紅蛋白的含量多，相對增加氧化之潛力(Rhee,1996)。於本研究中，B.C.D 三組因雞肉的添加使得香腸中不飽和脂肪酸及肌紅蛋白的量增加，因而增加氧化作用之潛



力。本研究結果支持前人之研究。

根據衛生署八十二年公佈臺灣地區食品成份分析得知：雞肉所含的維生素 E ( $\alpha$ -tocopherol) 比肥肉或豬瘦肉多，並且雞肉所含的不飽和脂肪酸也比肥肉多，由本實驗結果得知(圖一)，四組香腸中維生素 E 含量分別隨貯存時間增加而減少，顯示維生素 E 是因脂質氧化而被消耗，然而在香腸貯存一個月或二個月後，維生素 E 含量在 B、C、D 三組與 A 組比較後無顯著差異 ( $p < 0.05$ )，其可能的原因是：在零個月時 B、C、D 組香腸因雞肉取代肥肉使得維生素 E 含量高於 A 組，但又因雞肉中含較多之不飽和脂肪酸而氧化敏感性高於肥肉，維生素 E 易因氧化而消耗，故導致 B、C、D 組香腸在貯存一個月或二個月後，維生素 E 含量分別與 A 組比較，無顯著差異。Monhan 等人 (1990) 指出，生豬肉與熟豬肉，隨貯存時間增加而維生素 E 含量逐漸減少，此結果與本研究之結果相符合。Pearson (1983) 等人指出，維生素 E 因可以清除自由基，以保護脂質分子，可穩定組織，是避免脂質氧化之重要因子。Kanner 等人 (1985) 指出，維生素 E 對於保護細胞膜上鍵結之不飽和脂肪酸氧化有明顯效用，這是因為維生素 E 清除

自由基，而自己本身會形成一穩定的維生素 E 自由基，進而抑制氧化持續的發生，此外 Asghar(1991) 等人研究指出，維生素 E 的含量與細胞膜上之脂質氧化作用有著負關係，而脂質氧化作用與脂肪酸組成及雙鍵數目呈正相關 (Gosgrove et al.,1987)，因而當氧化發生時，相對地維生素 E 開始消耗，以延緩氧化作用的進行。本實驗結果與先前學者研究一致。

### (三)pH 值

未添加維生素 E 之香腸於不同貯存時間之 pH 值變化，由表一所示:A、B、C、D 四組香腸，分別隨著貯存時間增加，pH 值顯著降低 ( $p < 0.05$ )。在最初零個月時，B、C、D 三組香腸的 pH 值與 A 組比較，無顯著差異 ( $p > 0.05$ )，B、C、D 三組之間，也無顯著差異 ( $p < 0.05$ )，在貯存於一個月或二個月後，也獲得相同之結果。

Yasosky 等人(1984)的研究指出，食肉組織的脂質氧化作用，會降低食肉中的 pH 值。pH 值降低的原因可能為，食肉在貯存過程中，發生氧化作用，而其終產物為醛、酮、低級酸等二級氧化產物(Nawar,1985)。吾人推測這些產物可能導致

表一、四種未添加維生素E的香腸於不同貯存時間之 pH 值

Table1. The pH value of four types sausages without vitamin E supplementation at different storage time

storage time#	pH value			
	sausage group◇			
	A	B	C	D
0	5.79 <sup>a</sup>	5.73 <sup>a</sup>	5.63 <sup>a</sup>	5.69 <sup>a</sup>
1	5.59 <sup>b</sup>	5.58 <sup>b</sup>	5.49 <sup>b</sup>	5.42 <sup>b</sup>
2	5.31 <sup>c</sup>	5.25 <sup>c</sup>	5.29 <sup>c</sup>	5.28 <sup>c</sup>

#表示不同貯存時間(月)

◇A:70%瘦肉;30%肥肉, B:70%瘦肉;20%肥肉 ;10%雞胸肉, C:70%瘦肉;10%肥肉; 20%雞胸肉, D:70%瘦肉;30%雞胸肉

“a” “ b” “c” :同組之香腸於不同貯存時間具顯著差異(p<0.05)

食肉中 pH 的降低。本實驗結果得知：四組香腸是隨貯時間的增加而 pH 值顯著降低( $p < 0.05$ )，此外，推測另一因素可能是香腸原料中含糖物質受到微生物的利用，而發酵後產酸，進一步導致製品之 pH 降低，然而是否是微生物作用則需進一步研究。在 Carballo(1995)的研究中，製作含不同比例之脂肪與蛋白質的香腸，並檢測其 pH 值之變化，其結果顯示，pH 值未受不同比例之脂肪與蛋白質而有所影響，此結果與本研究之結果(表三)，B、C、D 三組香腸因脂質含量不同與 A 組比較無顯著差異的結果相符合。

#### (四)總脂質含量

未添加維生素 E 之香腸於不同貯存時間之總脂質含量之變化，由表二結果所示：四組香腸，分別隨貯存時間之增加而總脂質量雖有減少，但未達統計上顯著差異( $p > 0.05$ )。此外雞肉添加之 B、C、D 組香腸與 A 組比較，其總脂質含量顯著低於 A 組香腸( $p < 0.05$ )。由於雞肉中所含的脂質低於肥肉，故添加雞肉比例之增加相對地降低總脂質量。

Dimick 等人(1970)指出，食肉貯存中 carbonyls

表二、四種未添加維生素E的香腸於不同貯存時間之總脂質

Table 2. The total fat value of four types sausages without vitamin E supplementation at different storage time

storage time#	total fat content (g/100g sausage)			
	sausage group◇			
	A	B	C	D
0	37.33	27.60*	19.87*	15.93*
1	37.20	25.33#	19.13#	14.47#
2	36.33	24.47+	17.13+	13.73+

# 如表一

◇ 如表一

“+” “#” “\*” 如圖一

形成減少，並且脂肪酸組成會改變，暗示不飽和脂肪酸例如：亞麻油酸(C16:2)、花生四烯酸(C20:4)作為氧化反應之受質。Kanner(1994)和 Gray(1987)指出，食肉於貯存的過程中易發生氧化。而氧化反應受質是以多元不飽和脂肪酸為主，一旦氧化，生成脂質過氧化物再經由裂解後產生具揮發性之二級產物，例如：乙醛(aldehyde)等。而於本研究中以雞肉取代肥肉，加上適當之瘦肉，香腸中不飽和脂肪酸的含量相對地增加，易引起氧化作用。香腸經貯存後脂肪酸因氧化而含量減少，致使總脂質量亦有減少之趨勢，但未達統計上顯著差異。

## 二、添加維生素 E 之雞豬肉香腸

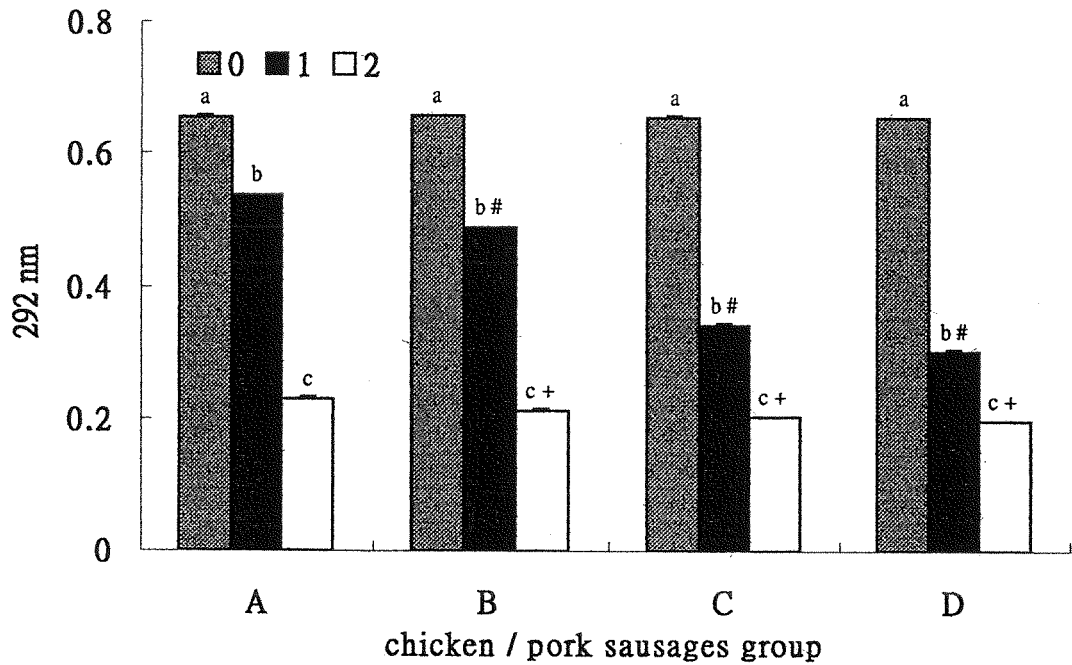
### (一) 維生素 E 含量

添加維生素 E 之香腸於不同貯存時間之維生素 E 含量之變化，由圖三所示：四組香腸中的維生素 E 之含量隨著貯存時間增加而顯著減少 ( $p < 0.05$ )。四組香腸經由維生素 E 的添加後，在最初的零個月時，四組香腸之維生素 E 含量相同，在貯存於一個月或二個月後，維生素 E 含量則是

B、C、D 三組均顯著低於 A 組( $p < 0.05$ )。由結果得知，最初維生素 E 添加到四組香腸至同等劑量，然而因為雞肉的添加，雞肉中富含多元不飽和脂肪酸(每 100 公克可食部份，脂質有 0.9 公克其中不飽和脂肪酸佔有 24%，以亞麻油酸含量最多)加上肌肉中少量的肌紅蛋白，使得 B、C、D 三組香腸氧化作用增加，而加速維生素 E 之消耗。

## (二)TBA 值

添加維生素 E 之香腸於不同貯存時間之脂質安定性，由圖四結果得知：四組香腸分別隨著貯存時間的增加，TBA 值顯著增加( $p < 0.05$ )，最初零個月時，四組香腸之 TBA 值，無顯著差異( $p > 0.05$ )，當貯存於一個月時，只有在 C、D 組香腸的 TBA 值顯著高於 A 組( $p < 0.05$ )，而 B 組添加 10% 之雞肉香腸與 A 組比較，無顯著差異( $p > 0.05$ )，這表示維生素 E 的添加有效延緩香腸的氧化速率。貯存於二個月時，B、C、D 組香腸之 TBA 值均顯著高於 A 組。



圖三、添加維生素E之香腸於不同貯存時間之維生素E含量

Fig 3. The vitamin E value of sausages with vitamin E supplementation at different storage time

0.1.2.:如圖一

A.B.C.D.:如圖一

“a” “b” “c”:如圖一

“\*” “#” “+”:如圖一



Kanner(1987)指出:脂質氧化作用主要發生於細胞膜上的多元不飽和脂肪酸，在動物飼料中添加維生素 E，可以延緩膜脂質之氧化速率。Buckley 等人 (1995)指出，給予動物飼料添加維生素 E(200mg/kg)，顯著地抑制脂質氧化作用，並且貯存於 4℃，可長達 8 天。Asghar(1991)等人也指出，餵食豬飼料中添加維生素 E，豬肉的氧化反應受到抑制。而由以上的研究可發現，維生素 E 的添加可有效減緩氧化反應，但維生素 E 投予的方式皆是添加於動物的飼料中，然而對於外在添加維生素 E 後，其抗氧化效果又如何？Whang (1986) 指出，添加 100 或 200ppm 之  $\alpha$ -tocopherol 於豬肉及未加熱的絞肉中，貯存於 4℃ 或 -20℃，可降低脂質氧化速率並延長展售 (shelf-life) 時間。Brekke(1975)等人指出，以 *in vitro* 方式添加維生素 E 較 *in vivo* 方式添加，對於禽肉脂肪更有促進安定作用之功效。Bendict (1975)和 Miles (1986) 等人指出，添加維生素 E 於豬肉、絞牛肉也可增進脂質之安定性。此結果與本研究之結果相符合。但在 Mitusmoto(1993)等人指出，內生性之維生素 E(添加於動物飼料中) 對於穩定牛肉中肌紅蛋白及脂質分子，其功效優於外生性維生素 E

的添加方式。而由圖四結果得知，在 B 組含雞肉的香腸貯存於一個月後，其氧化程度與 A 組比較無顯著差異( $p>0.05$ )，因此維生素 E 的添加可延緩此香腸製品之氧化作用。此結果與本研究之結果相符合。在本研究之結果亦顯示，維生素 E 以外投方式添加，仍有助於延緩脂質氧化作用。

### (三)pH 值

添加維生素 E 之香腸於不同貯存時間 pH 值的變化，由表三所示：B、C、D 三組香腸，不論貯存於零個月、一個月或二個月，其香腸之 pH 值與 A 組比較均無顯著差異( $p>0.05$ )。四組香腸貯存於一個月或二個月，其 pH 值顯著高於貯存零個月時之 pH 值( $p<0.05$ )，而貯存於一個月、二個月的 pH 值彼此間無顯著差異( $p>0.05$ )。

Keskinel 等人(1964)指出，肉品中的 pH 值與脂質氧化呈負相關。Yasosky 等人(1984)指出，減少食肉的脂質氧化，其食肉的 pH 是增加的。Winne(1996)指出，維生素 E 有效抑制雞肉之氧化作用。吾人推測可能是直接減少酸性物質丙二醛(MDA)之生成，使得 pH 值未降低。Asgar(1991)等人指出，豬肉中 pH 值改變或許是因游離脂肪酸

表三、四種添加維生素E的香腸於不同貯存時間之 pH 值

Table3. The pH value of four types sausages with vitamin E supplementation at different storage time

storage time#	pH value			
	sausage group◇			
	A	B	C	D
0	5.67 <sup>b</sup>	5.70 <sup>b</sup>	5.66 <sup>b</sup>	5.61 <sup>b</sup>
1	5.97 <sup>a</sup>	5.95 <sup>a</sup>	5.85 <sup>a</sup>	5.87 <sup>a</sup>
2	5.95 <sup>a</sup>	5.90 <sup>a</sup>	5.93 <sup>a</sup>	5.89 <sup>a</sup>

# 如表一

◇ 如表一

“a” “b” “c” :如表一

及過氧化物之生成，影響食肉之保水。額外添加維生素 E，抑制氧化作用以減少游離脂肪酸及過氧化物之生成，而減少 pH 值之降低。

### 三、有無添加維生素之雞豬肉香腸之比較

#### (一) TBA 值

有無添加維生素 E 之雞豬肉香腸之 TBA 值，由附錄一所示：最初零個月時，有無添加維生素 E 之四組香腸彼此間無顯著差異 ( $p > 0.05$ )，當貯存於一個月或二個月時，添加維生素 E 之四組香腸，其 TBA 值顯著低於未添加維生素 E 之組別 ( $p < 0.05$ )。由此結果得知，經由維生素 E 的添加後，可以有效減緩雞肉香腸製品之氧化作用。

#### (二) 維生素 E 的含量

有無添加維生素 E 之雞豬肉香腸之維生素 E 的含量變化，由附錄二結果得知：四種香腸經由維生素 E 之添加後，其中維生素 E 的含量皆顯著高於未添加之組別 ( $p < 0.05$ )。在未添加維生素 E 之四組香腸在貯存二個月後，其維生素 E 的含量幾乎耗盡(如圖一所示)，而添加維生素 E 之四組香

腸，在貯存過程中，也有維生素E耗損現象(如圖三所示)，但是在貯存二個月後，四組仍有相當量的維生素E(如圖三所示)。

### (三)pH值的變化

有無添加維生素E之雞豬肉香腸之pH值變化，由表六所示：最初零個月時，有無添加維生素E之四組香腸，其pH值彼此間無顯著差異( $p>0.05$ )，貯存於一個月及二個月後，添加維生素E之四組香腸其pH值顯著高於未添加之組別( $p<0.05$ )，而未添加維生素E之組別，隨貯存時間的增加，其pH值顯著降低。

Cannon(1996)等人指出，餵食動物維生素E(100mg/Kg feed)，對於pH值的變化與控制組(未添加維生素E)無顯著差異，而此結果與本研究之結果不同，其原因可能是，學者的實驗中，香腸製品是利用polyvinyl chloride所製作成之塑膠腸衣灌製，並以真空包裝貯存，相對地減少所處環境因子例如貯存溫度、光、氧等因子的影響。

### (四)蒸煮失重率(cooking loss)的變化

有無添加維生素E之雞豬肉香腸蒸煮失重

表四、四組有無添加維生素 E 的香腸於不同貯存時間之蒸煮失重率

Table4.The water cooking loss value with and without vitamin E supplementation at different storage time

組別◇	cooking loss value % (storage 0 month)	
	未添加 vitamin E	添加 vitamin E*
A	24.45	13.84
B	21.80 <sup>+</sup>	13.76
C	19.12 <sup>+</sup>	12.55
D	13.16 <sup>+</sup>	10.50

組別◇	cooking loss value % (Storage 1 month)	
	未添加 vitamin E	添加 vitamin E*
A	27.35	14.21
B	24.10 <sup>+</sup>	14.13
C	21.30 <sup>+</sup>	13.41
D	16.29 <sup>+</sup>	11.36

組別◇	cooking loss value% (storage 2 month)	
	未添加 vitamin E	添加 vitamin E*
A	29.18	14.62
B	26.39 <sup>+</sup>	14.48
C	22.98 <sup>+</sup>	13.63
D	19.12 <sup>+</sup>	11.61

◇如表一

\*各組別間添加與未添加維生素 E 相比較具顯著差異(p<0.05)

+B.C.D.組香腸與 A 比較具顯著差異(p<0.05)

率的變化，由表四所示：未添加維生素 E 之香腸，B、C、D 三組分別貯存於零個月、一個月、二個月、其蒸煮失重率顯著低於 A 組 ( $p < 0.05$ )。經由維生素 E 添加後，四組香腸之蒸煮失重率顯著低於未添加維生素 E 組別 ( $p < 0.05$ )。故由結果得知維生素 E 的添加有助於降低製品烹調後水份的流失。

Carballo(1995)指出，香腸中蛋白質增加可使得保水性增加，再經由加熱後，加強蛋白質之萃出而增加多 鍊作用位置之數目，以形成更穩定之膠狀混合物 (protein gel mixture)，進而減少水份的流失。此外，維生素 E 添加後，可有效保護雞肉中的脂質及蛋白質，減少氧化物與具保水性質之蛋白質的作用，並穩定細胞膜，減少水份的流失 (Asghar et al., 1991)。Buckley (1995) 等人指出，維生素 E 的添加可助於保水增加；Mitsumoto(1995)等人也指出，動物飼料中給予維生素 E 的補充有助於貯存烹調後水份的保留，此結果與本實驗結果一致，此外吾人推測維生素 E 的添加保護細胞膜之完整性，進而增加保水性。

#### 四、官能品評

本次研究以不同比例之雞肉取代傳統中式香腸中肥肉的部份，藉由官能品評之評量來了解雞肉取代肥肉之最佳比例。評量的過程中，藉由風味、色澤、質地、整體接受性等因素進行評估。如表五所示：色澤方面是  $B>A>C>D$ ，質地與整體接受性為  $B>C>D>A$ 。由此得知 B 組香腸的接受性較高，而由於雞肉之添加，因富含多元不飽和脂肪酸而增加氧化之敏感性，使得脂質安定性降低，於是添加維生素 E 於四組香腸中，由結果得知：不論色澤、風味、及整體接受性皆以 B 組香腸的接受性較高，故雞豬肉香腸是可被消費者所接受的，其中以 B 組的接受性較高。然而將有無添加維生素 E 於雞豬肉香腸中在風味、色澤、質地、及整體接受性之比較，結果如附錄四所示：添加維生素 E、10% 雞肉之 B 組香腸製品在色澤、質地、及整體接受性皆優於其他之組別，在整體接受性是  $BE>CE=B>C=DE>D=AE>A$ ，質地、色澤方面為  $BE>CE>B>C>DE=D>AE=A$ ，在風味部分，則為  $CE>B>BE>C=DE>D=AE>A$ 。由結果可得知添加維生素 E、10% 之雞肉的 B 組香腸，其接受性優於其他組別，而添加維生素 E 之 20%



表五、四種有無添加維生素 E 之香腸之官能品評

Table 5. The panel evaluation with and without vitamin E supplementation of four types sausages

未添加 vitamin E 之香腸	panel evaluation
風味	$C > B > D > A$
色澤	$B > A > C > D$
質地	$B > C > D > A$
整體接受性	$B > C > D > A$

添加 vitamin E 之香腸	panel evaluation
風味	$C > B = D > A$
色澤	$B > C > A > D$
質地	$B > C > D = A$
整體接受性	$B = C > D = A$

A.B.C.D. : 如表一

雞肉的 C 組香腸，也獲得不錯的接受性。

Cannon(1996)指出，以官能品評評估，有無添加維生素 E 之豬肉官能品評之評估，發現維生素 E 之添加在於可口性與接受性的評分不受維生素 E 的添加而有所影響，但研究中亦發現食肉經由貯存後，維生素 E 的添加是有助於食肉風味之維持。Chan(1996)指出，給予牛每頭 200IU/day 之維生素 E，比較牛肉三個部份 Longissimus lumborum(LL)、gluteus medius (GM) 及 Psoas major(PM)之官能品評，結果發現，維生素 E 的給予有助於接受性之提升而未添加維生素 E 之牛肉仍可被接受，此研究是使用單一肉品進行評估，但結果與本品評的結果符合，維生素 E 的添加有助於消費者接受性之提升。

## 伍、結論

由本實驗的結果得知，香腸製品中，以雞肉取代部份的肥肉，可被消費者接受，如此可以降低香腸中脂質的含量，但是由於雞肉中含有較多的不飽和脂肪酸，易引起脂質氧化，進而影響產品保存期限與消費者之接受性。而將維生素E添加於香腸製品中，可以改善雞豬肉香腸因脂質氧化而引起的負面效應，達成開發合乎健康、接受性高的中式香腸的目的。

## 陸、參考文獻

1. 子宜.1993.鹿角菜膠與肉品. 現代肉品.19: 19.
2. 王炳烈.1996.有高品質的機械去骨雞肉才有好的雞肉香腸.現代肉品 25:47.
3. 台灣地區食品成份分析表.1993.行政院衛生署.
4. 林高塚.1987.中式香腸、西式火腿、法蘭克福香腸之製造規範.現代肉品.8: 28.
5. 紀學斌.1994.為什麼肉製品要添加亞硝酸鹽.現代肉品.22:15.
6. 郭俊欽.1986.低鈉鹽與肉製品.現代肉品.6:12.
7. 郭俊欽.1994年.低飽和脂肪酸、低膽固醇中式香腸之探討.禽畜加工研究成果發表會.
8. 陳教民.1993.低脂肉品的研發.現代肉品.19:14.
9. 陳明造.1994. 肉品加工理論與應用. 藝軒出版社.
10. 陳明造.1996 肉類與健康.藝軒出版社.
11. 黃加成.1994.低脂中式香腸之開發. 83年禽畜加工研究成果發表會.
12. 彭秋妹.王家仁.1984.食品官能檢查手冊.食品工業研究所.新竹.
13. 蔡弘聰.劉登城.陳明造.1989.低硝中式香腸及臘肉之研究.國立中興大學農林學報.38:2.
14. 劉慧明.1994.我國中式香腸及西式火腿市場現況. 食品市場資訊.8307:5.
15. 賴滋漢.金安兒.1995.食品加工(製品篇).金華出版社.
16. 蘇正德.1993.維生素 E 快速檢測法及其在食品上的應用研究. J. Food and Drug Analysis. 1:67.
17. Ahmed, P.O., Miller, M.F., Lyon, C.E., Vaughters,

- H.M. and Reagan, J.O. 1990. Physical and sensory characteristics of low-fat fresh pork sausage processed with various levels of added water. *J. Food Sci.* 55: 625.
18. Akamittath, J.G., Brekke, C.J. and Schanus, E.G. 1990. Lipid oxidation and color stability in restructured meat system during frozen storage. *J. Food Sci.* 55:1513.
19. Allen, C.E. and Foegeding, E.A. 1981. Some lipid characteristics and interaction in muscle food-Review. *Food Technol.* 35:253
20. Aronld, R.N., Arp, S.N., Scheller, K.K., Williams, S.N. and Schaeffe, D.M. 1993. Tissue equilibration and subcellular distribution of vitamin E relative to myoglobin and lipid oxidation in displayed beef. *J. Anim. Sci.* 71:105.
21. Asghar, A., Gray, J.I., Buckley, D.J., Pearson, A.M. And Boorden, A.M. 1988. Perspectives on warmed-over flavor. *Food Technol.* 42:102.
22. Asghar, A., Gray, J.I., Brown, E.A., Gomaa, E.A., Abouzied, M.M., Miller, E.R., and Buckley, D.J. 1991. Effect of supranutritional dietary vitamin E level on subcellular deposition of  $\alpha$ -tocopherol in the muscle and on pork quality. *J. Sci. Food Agric.* 57:31.
23. Astiasaran. I., Redin, R., Cid, C., Iriarte, J. and Bello, J. 1993. Comparison of dry sausage produced by different method: Addition of nitrite/nitrate salts and sodium chloride at different phase. *Meat Sci.* 34:255.
24. Bartsch, H., Ohshima, H., Pignatelli, B. and Calmels,

- S. 1992. Endogenously formed N-nitroso compounds and nitrosating agents in human cancer etiology. *Pharmacogenetics*. 2:272.
25. Benedict, R. C., , Strange, E.D., and Swift, C. E. 1975. Effect of lipid oxidations on the stability of meat during storage. *J. Agr. Food Chem.* 23: 167.
26. Berry, B.W. and Leddy, K.F. 1984. Effect of fat level and cooking method on sensory and texture properties of ground beef patties, *J. Food Sci.* 45; 791.
27. Bligh, E.G. and Dyer, W.J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiology*. 37:911.
28. Bradley, D.G. and Min, D.B. 1992. Singlet oxygen oxidation of Food. *Crit. Rev. Food Sci. Nut.* 31: 211.
29. Brekke, C.J., Al-Hakim, S.H., Highlands, M.E. and Hogan, J.M. 1975. The relation of in vivo and vitro tocopherol supplementation to stability of fowl fat. *Poultry Sci.* 54:2019.
30. Brewer, M.S., Mckeith, F.K. and Britt, K. 1992. Fat, soy and carrageenan effects on sensory and physical characteristics of ground beef patties. *J. Food Sci.* 57:1051.
31. Buchowski, M.S., Mahoney, A.W., Carpenter, C.E. and Cornforth, D.P. 1988. Heating and the distribution of total and heme iron between meat and broth. *J. Food Sci.* 53 :43.
32. Buckley, DJ, Morrissey, P.A., and Gray, J.I. 1995. Influence of dietary vitamin E on the oxidation stability and quality of pig meat. *J. Anim. Sci.*

73:3122.

33. Canon, J.E., Morgan, J.B., Schmide, G.R., Tatum, J.D., Sofos, J.N., Smith, G.C., Delmore, R.J. and Williams, S.N. 1996. Growth and fresh meat quality characteristics of pig supplementation with vitamin E. *J. Anim. Sci.* 74:98.
34. Carballo, J., Gavestany, M. and Jimenez-Colmenero, F. 1990. Effect of light on color and reaction of nitrite in sliced pork bologna under different chilled storage temperature. *Meat Sci.* 30: 235.
35. Carballo, J., Mota, N., Barreto, G., Jimenez, F. and Colmenero, F. J. 1995. Binging properties and color of Bologna sausage made with varying fat level, protein levels and cooking temperature. *Meat Sci.* 41: 301.
36. Cassens, R.G. 1995. Use of sodium nitrite in cured meat today. *Food Techno.* 7:72.
37. Chan, K.M. and Decker, E.A. 1994. Endogenous skeletal muscle antioxidants. *Crit. Rev. Food Sci. Nut.* 34: 403.
38. Chan, W.K.M., Hakkarainen, K., Faustman, C., Scha-efer, M., Scheller, K.K. and Liu, Q. 1996. Dietary vitamin E effect on color spoilage in three beef muscle. *Meat Sci.* 42: 387.
39. Cheah, k.S., Cheah, A.M. and Krausgrill, D.I. 1995. Effect of dietary supplementation of vitamin E on pig meat quality. *Meat Sci.* 39;255.
40. Chen, C. C., Pearson, A.M., Gray, J.I., Fooladi, M.M., and Ku, P.K. 1984. Some factors influencing the

nonheme iron content of meat and its implication in oxidation. *J. Food Sci.* 49:581.

41. Cort, W.M. 1982. Antioxidation properties of ascorbic acid in food. In "Ascorbic acid : Chemistry, Metabo-lism, and Uses." Seib, P.A. and Tolbert, B.M. (Ed.), p533. American Chemical Society, Washington,D.C..
42. Cross, H.R., Berry, B.W. and Wells, L.H. 1980. Effect of fat level and cooking properties of ground beef patties. *J. Food Sci.* 45: 791.
43. Decker, E.A. and Welch, B. 1990. Role of ferritin as a lipid oxidation catalyst in muscle food. *J. Agric. Food Chem.* 36:674.
44. Decker, E.A. and Hultin, H.O. 1992. Lipid oxidation in muscle food via redox iron, American Chemical Society Symposium Series, Vol. 500, Angelo, A.J., (Ed.), American Chemical Society, Washington, D.C.
45. Decker, E.A., Crum, A.D., Shantha, N.C. and Morri-ssey, P.A. 1993. Catalysis of lipid oxidation by iron from an insoluble fraction of beef diaphragm muscle. *J. Food Sci.* 58: 233.
46. Demos, B.P., Gerrard, D.E., Mandigo, R.W., Gao, X. and Tan, J. 1996. Mechanically recovered neck bond lean and ascorbic acid improve color stability of ground beef patties. *J. Food Sci.* 61: 656.
47. Dimick, P.S. and Neil, J.H.M. 1970. Poultry product quality. 2. Storage Time-temperature effect on carbonyl composition of cooked turkey and chicken skin fraction. *J. Food Sci.* 35:186.



48. Doba, T., Burton, G.W. and Ingold, K.U. 1985. Antioxidation and co-antioxidation activity of vitamin C. The effect of vitamin C, either alone or in the presence of vitamin E or a water-soluble vitamin E analogus, upon the peroxidation of aqueous multilamellar phospholipid liposome. *Biochem. Biophys. Acta.* 835:298.
49. Dugan, L.R. 1980. Natural antioxidation. Ch.17. In.: "Autoxidants in Food and Biological system." Simic, M.G. and Karel M. (Ed.) ,p261. Plenum press, New York, N.Y.
50. Eilert, S.J. and Mandigo, R.W. 1996. Use of phosphates and salt to improve lean meat water retention in high-moisture preblends. *J. Muscle Food.* 7: 1.
51. Faustman, C., Cassens, R.G., Schaefer, D.M., Buege, D.R. Williams, S.N. and Scheller, K.K. 1989. Improvement of pigment and lipid stability in Holstein Steer beef by diet supplementation with vitamin E. *J Food Sci.* 54:858.
52. Feldhusen, F., Erdmann, R., Warnatz, A and Wenzel, S. 1995. Influence of storage time on parameters of color stability of beef. *Meat Sci.* 40: 235.
53. Foegeding, E.A. and Ramsey, S.R. 1986. Effect of gums on low fat meat batters. *J. Food Sci.* 51: 33.
54. Forrest, J.C., Aberle, E.D., Hedrick, H.B., Judge, M.D. and Markel, R.A. 1975. *Principles of Meat Science.* W.H. Freeman and Co., San Francisco, C.A.
55. Flores, L.M., Peter, D.L., Sumner, S.S., and Mandigo, R. 1996. Evaluation of phosphate to control pathogen growth in fresh and processed meat products. *J. Food*

Prot. 59: 356.

56. German, J.B., Zhang, H., and Berger, R. 1992. Role of lipooxy-genase in lipid oxidation in food, American Chemical Society Symposium Series, Vol.500, Angelo, A.J. (Ed.), American Chemical Society, Washington, D.C.
57. Gosgrove, J.P., Church, D.F. and Pryol, W.A. 1987. The kinetics of the antioxidation of polyunsaturated fatty acid. *Lipid*. 22: 299.
58. Goutefongea, R., Cassens, R.G. and Woolford, G. 1977 Distribution of sodium nitrite in adipose tissue during curing. *J. Food Sci.*42:1637.
59. Gray, J.I. and Pearson, A.M. 1987. Rancidity-over flavor. *Adv. Meat RES.*3:2321.
60. Greene, B.E. 1969. Lipid oxidation and pigment changes in raw beef. *J. Food Sci.* 34:110.
61. Halliwell, B. and Gutteridge, J.M.C. 1990. Role of free radicals and catalytic metal iron in human disease : An overview. *Meth. in Enzymol.* 186:1.
62. Harel, S. and Kanner, J. 1985. Muscle membrane lipid peroxidation by H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-activated metmyoglobin. *J. Agric. Food Chem.* 33:1188.
63. Hood, D.E. and Riordan, E.B. 1973. Discoloration in prepackaged beef: measurement by reflectance spectrophotometry and shopper discrimination. *Food Technol.* 8:3.
64. Hutchins, B. K., Liu, T.H.P. and Watts, B.M. 1967. Effect of additives and refrigeration on reducing activity, myoglobin, and malonaldehyde of raw

- ground beef. *J. Food Sci.* 34; 214.
65. Hsieh, R.J., and Kinsella, J.E. 1989. Oxidation of polyunsaturated fatty acid: Mechanisms, products and inhibition with emphasis on fish. *Adv. Food Nutr. Res.* 33: 233.
  66. Igene, J.O. and Pearson, A.M. 1979. Role of phospholipid and triglycerides in warmed-over flavor development in meat model system. *J. Food Sci.* 44: 1285.
  67. Igene, J.O., Pearson, A.M. and Gray, J.I. 1981. Effect of length of frozen storage, cooking and holding temperature upon component phospholipid triglycerides and phospholipids. *Food Chem.* 7:289.
  68. Kanner, J. and Mendel, H. 1977. Prooxidation and antioxidation effects of ascorbic acid and metal salts in a  $\beta$ -carotene-linoleate model system. *J. Food Sci.* 51: 1293.
  69. Kanner, J. and Harel, S. 1985. Lipid peroxidation and oxidation of several compounds by  $H_2O_2$  activated metmyoglobin. *Lipid.* 20: 625.
  70. Kanner, J. and Harel, S. and Hazan, B. 1986. Muscle membranal lipid peroxidation by an "iron-redox cycle" system: initiation by oxy radicals and site-species mechanism. *J. Agric. Food Chem.* 34: 506.
  71. Kanner, J., German, J.B., and Kinsella, J.E. 1987. Initiation of lipid peroxidation in biological system. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 25:317.
  72. Kanner, J., Hazan, B. and Doll, L. 1988a. Catalytic "free" iron ions in muscle food. *J. Agric. Food*

Chem.36:412.

- 73.Kanner, J., Shegalovich, I., Harel, S. and Hazan, B. 1988. Muscle lipid peroxidation dependent on oxygen and free metal ions. *J. Agric. Food Chem.* 36: 409.
- 74.Kanner, J., Harel S., and Granit, R. 1992. Oxidative processes in meat and meat products: Quality Implication. In: *proc.38th Clermont-Ferrand, France.*
- 75.Kanner, J. 1994. Oxidative procrsses in meat and meat products: Quality implications. *Meat Sci.* 36: 169.
- 76.Kinsella, J. E. 1988. Food lipids and fatty acid; Importance in food quality, nutrition, and health. *Food Technol.* 42: 124.
- 77.Keskinel, A., Ayres, J.C. And Snyder, H.B. 1964. Determination of oxidative changes in raw meats by the 2-thiobarbituric acid method. *Food Technol.* 18:223.
- 78.Korycka-Dahl, M.B. and Richardson, J. 1978. Activated oxygen species and oxidation of food constituents. *Crit. Rev. Food Sci.Nutr.* 10:209.
- 79.Koskas, J.P., and Cillard, P. 1984. Autoxidant of linoleic acid and behavior of its hydroperoxides with and without  $\alpha$ -tocopherol. *J. Am. Chem. Soc.* 61:1466.
- 80.Kripe, C.L., Olson, D.G., amd Rust, R.E. 1985. Effect of sodium hydroxide and selected inorganic phos-phates on the characteristics of reduced sodium meat emulsion. *J. Food Sci.* 50: 1017.
- 81.Lanari M.C., Cassens, R.G., Schaefer D.M. and

- Scheller, K.K. 1993a. Dietary vitamin E enhances color and display life of frozen beef from Holstein steer. *J. Food Sci.* 58: 701.
82. Lanari, M.C., Cassens, D.M., Schaefer, D.M. and Scheller, K.K. 1993. Effect of dietary vitamin E on pigment and lipid stability of frozen beef: A Kinetic analysis. *Meat Sci.* 38;3.
83. Larmond, E. 1977. Laboratory Methods for sensory evaluation of food. Research Branch Canada Department of Agriculture, Publication 1637.
84. Lentz, C.P. 1971. Effect of light and temperature on color and flavor of prepackaged frozen beef. *Can. Inst. Food Technol. J.* 4:166.
85. Little, C. and O' Brain P.J. 1968. The effectiveness of a peroxide in oxidizing protein and non-protein thiols. *Biochem J.* 106 :419.
86. Liu, Q., Lanari, M.C. and Schaefer D.M. 1995. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. *J. Anim. Sci.* 73:3131.
87. Liu, Q., Lanari, M.C. and Schaefer, D.M. 1995. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. *J. Anim. Sci.* 73: 3131.
88. Liu, Q., Scheller, K.K. and Arp, D.M. 1996. Titration of fresh meat color stability and malondialdehyde development with Holstein steers fed vitamin E-supplemented diet. *J. Anim. Sci.* 74:117.
89. Livingston, D.J. and Brown, W.D. 1981. The chemistry of myoglobin and its reaction. *Food Technol.* 35:244.

90. Maguire, J., Wilson, D.S. and Packer, L. 1989. Mitochondrial electron transport linked tocopheroxyl radical reduction. *J. Biol. Chem.* 264: 21426.
91. Marusich, W.L., Deritter, E., Ogrinz, E.F., Keating, J., Mitrovic, M. and Bunnell, R.H. 1975. Effect of supplemental vitamin E in control of rancidity in poultry meat. *Poult. Sci.* 54: 831.
92. Miller, M.F., David, G.W., Seidemann, S.C., Ramsey, C.B. and Rolan, T.L. 1986. Effect of various phosphate on the palatability, appearance and storage traits of flaked and formed restructured beef steak. *J. Food Sci.* 51:1986.
93. Miles, R.S., Mckeith, F.K., Bechtel, P.J. and Novakofski, J. 1986. Effect of Processing, packaging and various antioxidations on lipid oxidation of structured pork. *J. Food Protec.* 49:222.
94. Minotti, G., and Aust S.D. 1992. Redox cycling of iron and lipid peroxidation. *Lipid.* 27:219.
95. Mitsumoto, M., Faustman, C., Cassens, R.G., Arnold, R.N., Schaefer, D.M., and Scheller, K.K. 1991. Vitamin E and vitamin C improve pigment and lipid stability in ground beef. *J. Food Sci.* 56: 194.
96. Mitsumoto, M., Arnold, R.N., Schaefer, D.M. and Cassens, R.G. 1993. Dietary versus postmortem supplementation of vitamin E on pigment and lipid stability in ground beef. *J. Anim. Sci.* 71:1812.
97. Mitsumoto, M., Arnold, R.N., Schaefer, M. and Cassens, R.G. 1995. Dietary vitamin E supplementation shifted weight loss from drip to cooking loss in

- fresh beef longissimus during display. *J. Anim. Sci.* 73:2289.
98. Mohoney, J.R. and Graf, E. 1986. Role of alpha-tocopherol, Ascorbic acid, citric acid and EDTA as oxidants in model system. *J. Food Sci.* 51:1293.
  99. Monahan, F.J., Buckley, D.J., Gray, J.I., Morrissey, P.A., Asghar, A., Hanrahan, T.J. and Lynch P.B. 1990. Effect of dietary vitamin E on the stability of raw and cooked pork. *Meat Sci.* 37:99.
  100. Monahan, F.J., Crackel, R.L., Gray, J.I., Buckley, D.J. and Morrissey, P.A. 1993. Catalysis of lipid oxidation in muscle model system by haem and inorganic iron. *Meat Sci.* 34: 95.
  101. Monahan, F.J., Asghar, A., Gray, J. and Buckley, D.J., Morrissey, P.A. 1994. Effect of oxidized dietary lipid oxidation and vitamin E on the color stability of pork chop. *Meat Sci.* 37:205.
  102. Monahan, F.J., Gray, J.I., Asghar, A., Hung, A., Strasburg, G.M., Buckley, D.J. and Morrissey, P.A. 1994. Influence of diet on lipid oxidation and membrane structure in porcine muscle microsome. *J. Agric. Food Chem.* 42; 599.
  103. Nawar, W.W., 1985. p139. *Lipid, Food chemistry* Fennema, O.R.(Ed.). Department of Food Science University of Wisconsin- Madison Madison, Wisconsin.
  104. Niki, E., Yamamoto, Y., Komuro, E. and Sato, K. 1991. Membrane damage due to lipid oxidation. *Am. J. Clin. Nutr.* 53: 2011s.

105. Nolan, N.L., Bower, J.A. and Kropf, D.H. 1989. Lipid oxidation and sensory analysis of cooked pork and turkey stored under modified atmospheres. *J. Food Sci.* 54: 846.
106. O'Brien, P.J. 1969. Intracellular mechanisms for the decomposition of a lipid peroxide. I. Decomposition of a lipid peroxidation by metal iron, heme compounds and nucleophiles. *Can. J. Biochem.* 47; 486.
107. Ockerman, H.W. and Crespo, F.L. 1981. Stability of precured beef blends. *J. Food Sci.* 46:1944.
108. Pearson, A.M., Gray, J.I., Wolzak, A.M. and Horenstein N.A. 1983. Safety implication of oxidized lipid in muscle food. *Food Technol.* 37:121.
109. Reitmeier, C.A. and Prusa, K.J. 1987. Cholesterol content and sensory analysis of ground pork as influenced by fat level and heating. *J. Food Sci.* 52: 916.
110. Renerre, M. 1990. Review: Factors involved in the discoloration of beef meat. *Int. J. Food Sci. Technol.* 25:613.
111. Resurreccion, A.V.A. and Reynolds, A.E. 1990. Evaluation of natural antioxidation in Frankfurters containing chicken and pork. *J. Food Sci.* 55: 629.
112. Rhee, K.S. and Smith, G.C. 1983. Retardation glandless cottonseed flour of lipid oxidation and discoloration raw ground beef containing salt. *J. Food Sci.* 48:351.
113. Rhee, K.S., Seideman, S.C. and Cross, H.R. 1986.



- oxidation in raw beef muscle. *J. Agric. Food Chem.* 34:308.
114. Rhee, K.S., Ziprin, Y.A. and Ordonez, G. 1987. Catalysis of oxidation in raw and cooked beef by metmyoglobin-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, heme iron and enzyme system. *J. Agric. Food Chem* 35:101.
115. Rhee, K.S. 1988. Enzymic and nonenzymic catalysis of lipid oxidation in muscle food. *Food Technol.* 6: 127.
116. Rhee, K.S. Anderson, L.M. and Sams, A.R. 1996. Lipid oxidation potential of beef, chicken, and pork. *J. Food Sci.* 61: 8.
117. Sante, V.S. and Lacourt, A. 1994. The effect of dietary  $\alpha$ -tocopherol supplementation and oxidation of turkey meat. *J. Sci. Food Agric.* 65: 503.
118. Sakuria, T., Kimura, S., Nakano, M., and Kimura, H. 1991. Oxidation modification of glycated low density lipoprotein in the presence of iron. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 77: 433.
119. Scarpa, M., Rigo, A., Maiorino, M., Ursini, F. and Gregolin, C. 1984. Formation of alpha-tocopherol radical and recycling of alpha-tocopherol by ascorbate during peroxidation of phosphatidylcholine liposome. *Biochem. Biophys. Acta.* 801: 215.
120. Schaich, K.M. 1992. Metal and lipid oxidation. *Contemporary issues. Lipid.* 27: 209.
121. Schmedes, A. and Holmer, G. 1989. A new thiobarbituric acid (TBA) method for determination of free malonaldehyde (MDA) and hydroperoxides self-

- tively as a measure of lipid peroxidation. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 66:813.
122. Seman, D.L., Decker, E.A. and Crum, A.D. 1991. Factors affecting catalysis of lipid oxidation by ferritin-containing extract of beef muscle. *J. Food Sci.* 56: 356.
123. Shahidi F. 1992. Prevention of lipid oxidation in muscle foods by nitrite and nitrite-free composition. American Society Symposium Series, Vol.500. Angelo, A.J.(Ed.), American Chemical Society, Washington, D.C..
124. Siu, G.M. and Draper, H.H. 1978. A survey of the malonaldehyde content of retail meat and fish. *J. Food Sci.* 43:1147.
125. Sinclair, A.J., Slattery, W.J. and O' Dea, K. 1982. The analysis of polyunsaturated fatty acid in meat by capillary gas-liquid chromatography. *J. Sci. Food Agric.* 33: 771.
126. Snyder, H.E. and Skrdlant, H.B. 1966. The influence of metallic ions on the autooxidation of oxymyoglobin. *J. Food Sci.* 31:468.
127. Sylvia, S.F., Claus, J.R., Marriott, N.G. and Eigel, W.N. 1994. Low-fat, high-moisture frankfurtes: Effect of temperature and water during extend mixing. *J. Food Sci.* 59:937.
128. Tajima, G. and Shikama, K. 1987. Autoxidation of myoglobin. An overall stoichiometry including subsequent side reactions. *J. Biol. Chem.* 262: 12603.
129. The Sensory Evaluation Division of the Institute of

129. The Sensory Evaluation Division of the Institute of Food Technologists. Sensory Evaluation Guide for Testing Food and Beverage Products. Food Technol. 11: 50.
130. Tris, A., Sebranek, J.G., Rust, R.E. and Carn, J.M. 1994. Low-fat bologna and breaker sausage: Effect of carrageenans and chloride salts. J. Food Sci. 59:941.
131. Whang, K., Aberle, E.D., Tudge, M.D. and Peng, I.C. 1986. Antioxidation activity of  $\alpha$ -tocopherol in cooked and uncooked ground pork. Meat Sci. 17:235.
132. Whitburn, K.D. 1987. The interaction of oxymyoglobin with hydrogen peroxide: the formation of ferryl-myoglobin at moderate excesses of hydrogen peroxide. Arch. Biochem. Biophys. 253:419.
133. Wilson, B.P., Pearson, A.M., and Shorland, F.B. 1976. Effect of total lipid, phospholipid on warmed-over flavor in red and white muscle from several species as measured by thiobarbituric acid analysis. J. Agric. Food Chem. 24: 7.
134. Winne, A.D. and Dirinck, D. 1996. Studies on vita-min E and meat quality. 2. Effect of feeding high vitamin E level on chicken meat quality. J. Agric. Food Chem. 44: 1961.
135. Yasosky, J.J., Aberle, E.D., Peng, I.C., Mills, E.W. and Judge, M.D. 1984. J. Food Sci. 49:1510.
136. Yin, M.C. and Faustman, C. 1993. The influence of temperature, pH and phospholipid composition upon the stability of myoglobin and phospholipid: A

137. Yin, M.C., Faustman, C., Riesen, J.W. and Willians, S.N. 1993a.  $\alpha$ -Tocopherol and ascorbate delay oxy-myoglobin and phospholipid oxidation in vitro. J. Food Sci. 58: 1273.
138. Zachariah, N.Y. and Satterlee, L.D. 1973. Effect of light, pH and buffer strength on the antioxidation of porcine, ovine and bovine myoglobin at freezing temperature. J. Food Sci. 38:418.

## 附錄

附錄一、四種有無添加維生素E的香腸於不同貯存時間之TBA值

組別◇	TBA-No. (storage 0 month)	
	未添加 vitamin E	添加 vitamin E
A	0.0165	0.0270
B	0.0170	0.0250
C	0.0180	0.0246
D	0.0200	0.0243

組別◇	TBA-No. (storage 1 month)	
	未添加 vitamin E	添加 vitamin E*
A	0.1205	0.0374
B	0.1410	0.0389
C	0.1625	0.0412
D	0.1950	0.0423

組別◇	TBA-No. (storage 2 month)	
	未添加 vitamin E	添加 vitamin E*
A	0.1495	0.0521
B	0.1905	0.0584
C	0.3575	0.0601
D	0.3635	0.0636

◇如表一

\*各組別間添加與未添加 vitamin E 相比較具顯著差異 ( $p < 0.05$ )

附錄二、四種有無維生素E添加的香腸於不同貯存時間之維生素E含量(292 nm)

組別◇	292 nm Abs (storage 0 month)	
	未添加 vitamin E	添加 vitamin E*
A	0.1205	0.6560
B	0.1665	0.6567
C	0.2613	0.6557
D	0.2850	0.6555

組別◇	292 nm Abs (storage 1 month)	
	未添加 vitamin E	添加 vitamin E*
A	0.1020	0.5370
B	0.1060	0.4880
C	0.1120	0.3420
D	0.1090	0.3030

組別◇	292 nm Abs (storage 2 month)	
	未添加 vitamin E	添加 vitamin E*
A	0.0115	0.2301
B	0.0129	0.2122
C	0.0137	0.2020
D	0.0141	0.1960

◇如表一

\* 如附圖一

附錄二、四種有無維生素E添加的香腸於不同貯存時間之維生素E含量(292 nm)

組別◇	292 nm Abs (storage 0 month)	
	未添加 vitamin E	添加 vitamin E*
A	0.1205	0.6560
B	0.1665	0.6567
C	0.2613	0.6557
D	0.2850	0.6555

組別◇	292 nm Abs (storage 1 month)	
	未添加 vitamin E	添加 vitamin E*
A	0.1020	0.5370
B	0.1060	0.4880
C	0.1120	0.3420
D	0.1090	0.3030

組別◇	292 nm Abs (storage 2 month)	
	未添加 vitamin E	添加 vitamin E*
A	0.0115	0.2301
B	0.0129	0.2122
C	0.0137	0.2020
D	0.0141	0.1960

◇如表一

\* 如附圖一

附錄三、四種有無添加維生素E的香腸於不同貯存時間之  
pH 值

組別◇	pH value (storage 0 month)	
	未添加 vitamin E	添加 vitamin E
A	5.79	5.67
B	5.73	5.70
C	5.63	5.66
D	5.69	5.61

組別◇	pH value (storage 1 month)	
	未添加 vitamin E	添加 vitamin E*
A	5.59	5.97
B	5.58	5.95
C	5.49	5.85
D	5.42	5.87

組別◇	pH value (storage 2 month)	
	未添加 vitamin E	添加 vitamin E*
A	5.28	5.95
B	5.25	5.90
C	5.29	5.93
D	5.31	5.89

◇如表一

\*如附圖一



附錄四、四種有無添加維生素E的香腸之官能品評比較

品評項目	panel evaluation
風味	CE>B>BE >C=DE>D=AE>A
色澤	BE>CE>B>C>DE=D>AE=A
質地	BE>CE=B >C>DE=D>AE=A
整體接受性	BE>B>CE>C=DE>D=AE>A

AE, BE, CE, DE: 添加維生素E香腸 A, B, C, D