

高附加價值畜產品之開發與利用--添加乳鐵蛋白於肉製品之研究

93 農科-5.1.4-牧-U1(4)

中文摘要

本研究旨在探討分別利用不同濃度的乳鐵蛋白：一、以濃度分別為0.5、1、1.5%噴灑處理豬里脊肉，二、以0.05、0.1%浸泡處理豬里脊肉，以及三、添加濃度分別為0.05、0.1及0.15%加入中式香腸及西式乳化香腸中，對其風味與保存性之影響。試驗採完全逢機裂區設計(split plot design)。豬里脊肉以模擬展售之方式貯存於4°C展售櫃，並進行6天的保存性分析；產品則貯存於4°C，並進行8週的保存性分析。結果顯示：一、豬里脊肉以乳鐵蛋白溶液噴灑或浸泡處理對於各組之間一般成分並無顯著影響($p > 0.05$)。乳鐵蛋白處理組其a值顯著較高($p < 0.05$)，並隨著添加濃度的增加而有增加的趨勢。以乳鐵蛋白溶液噴灑及浸泡處理豬里脊肉可顯著降低豬里脊肉的TBA值($p < 0.05$)；亦即對於減緩豬里脊肉貯存期間之氧化酸敗情形效果顯著。以乳鐵蛋白溶液處理豬里脊肉能有效降低總生菌數、大腸桿菌群數及低溫菌數目($p < 0.05$)。對於感官品評各項目並無顯著影響($p > 0.05$)。二、中式香腸及啤酒香腸添加乳鐵蛋白同樣不影響產品一般成分($p > 0.05$)。對於產品的色澤亦無顯著影響。中式香腸及啤酒香腸添加乳鐵蛋白可顯著降低TBA值($p < 0.05$)。中式香腸添加乳鐵蛋白能有效降低總生菌數、大腸桿菌群數及低溫菌數目($p < 0.05$)。在啤酒香腸則無顯著差異。綜合上述，以乳鐵蛋白處理原料肉，能增加肉品品質，提升外觀顏色；添加乳鐵蛋白於中式香腸、啤酒香腸等肉製品，亦能增加產品特性。而以低濃度、低成本的添加即有較佳的效果。乳鐵蛋白的添加可作為天然抗菌及抗氧化之物質，亦可降低國人對於人工添加物之恐懼；更是有利於提高傳統肉製品價值，提供消費者更符合需求、更多樣化的產品。

關鍵詞：乳鐵蛋白、抗菌作用、抗氧化性

Development of processed meat product with high potential market value —

Effects of lactoferrin in meat products

Abstract

The purpose of this study is to investigate the effect of different concentration of lactoferrin solution spray (0.5, 1 and 1.5%) and rinse (0.05 and 0.1%) on flavor, color and keeping quality of fresh pork loin, and the effect of different concentration of lactoferrin addition (0.05, 0.1 and 0.15%) of Chinese-style sausages and bierwurst sausages. Complete random design with split plot treatment arrangement was used. Samples of loin and processed products were taken for proximate analysis and the

keeping quality test in 6 days and 8 weeks of storage at 4°C, respectively. The results showed that the lactoferrin spraying or rinsing treatments had no effects on proximate composition ($p > 0.05$) of loin. The a-value of loin was increased ($p < 0.05$) as lactoferrin concentration increased. Loin with lactoferrin treated had decreased TBA-value significantly ($p < 0.05$). Antioxidative capacity of lactoferrin was observed during storage period. The treatment of lactoferrin had lower number of total plate count, psychrotrophic microorganism and Coliform ($p < 0.05$). In sensory evaluation, no significant difference ($p > 0.05$) were found among treatments. Sausages products with lactoferrin added had decreased TBA-value significantly ($p > 0.05$). Chinese-style sausages with lactoferrin added had decreased the number of total plate count, psychrotrophic microorganism and Coliform ($p < 0.05$). In conclusion, meats and meat products (Chinese-style sausage, bierwurst sausages etc.) with better quality and appearance were observed with lactoferrin treated. The lactoferrin treatments increased the values of traditional meat products. Furthermore, it provided more variety and suitable products for consumers.

Key words: Lactoferrin、Bactericidal Activity、Antioxidant

前言

台灣加入世界貿易組織之後，消費者對於肉製品除了追求美味之外，更開始注重產品的衛生安全及健康營養。乳鐵蛋白是一個78-80 kDa，與鐵結合的糖蛋白，主要分佈於哺乳動物之體液中，包括母乳、唾液、眼淚及黏膜分泌液，亦可由發炎反應中活化之嗜中性白血球所釋放。已被證實可有效對抗沙門氏菌、大腸桿菌O157:H7、李斯特菌等多種害菌，並具有強烈抗氧化功能，可有效清除體內自由基，為一種天然的抗氧化劑。美國食品藥物管理局(FDA)及美國農部(USDA)已核准在生牛肉上面噴灑乳鐵蛋白，來防止如大腸桿菌O157:H7等致病細菌的污染。本研究旨在探討以乳鐵蛋白噴灑處理豬里脊肉，對其衛生安全之影響；以及添加乳鐵蛋白於中西式肉製品，對風味、保存性之影響，以提高傳統肉製品之潛力，提供消費者更符合需求、更多樣化的產品，以拓展台灣肉品市場之競爭力，因應加入世界貿易組織之衝擊。

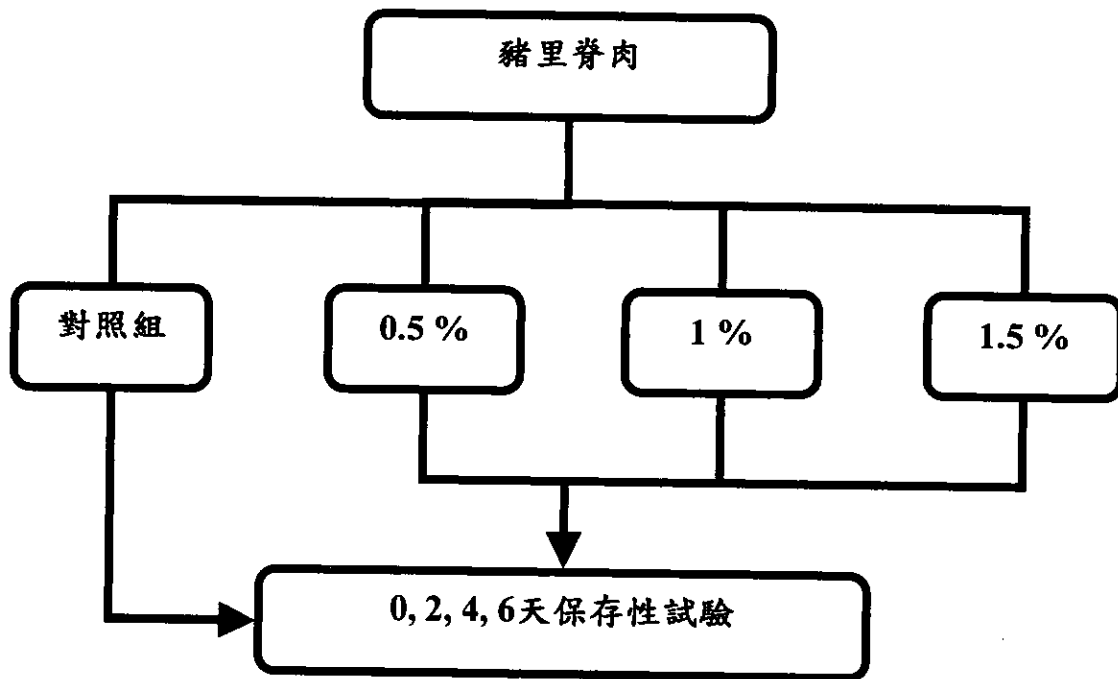
材料與方法

一、試驗方法

(一)、豬里脊肉噴灑處理流程

豬里脊肉(香里肉品公司，台灣南投)，利用酒精消毒完畢之切片機(HITACHI, LH30, Japan)切成厚度約 1 公分的肉片，以高壓噴槍噴灑乳鐵蛋白溶液處理肉

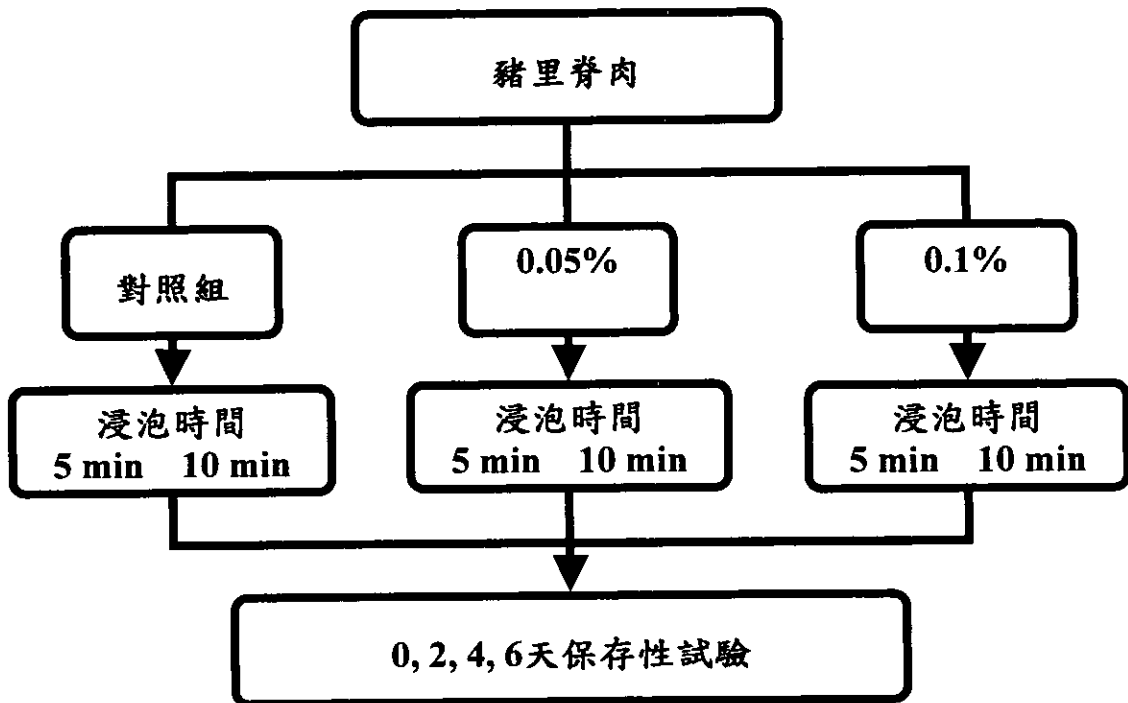
片，置於紫外線殺菌完畢之發泡淺盤(polystyrene foam)上，以 PE 保鮮膜進行包裝。然後置於展售櫃(SANYO, Model: FPW-PA 865, Japan)中，模擬超市之展售方式與展售時間，及早上 8 點開啟展售櫃電燈並拉起展售窗簾，晚上 8 點關閉電燈並拉下展售窗簾。開啟展售櫃電燈時，展售櫃內部的溫度為 4~7°C，關閉展售櫃電燈時，展售櫃內部的溫度為 2~4°C。實驗樣品分切進行展售後立即採樣進行各項分析，並於第 0、2、4 和 6 天分析其微生物、色澤、酸鹼值、氧化酸敗值、感官品評等，比較其風味、質地和保存性。試驗設計如圖一。



圖一、豬里脊肉噴灑處理試驗設計流程圖。

(二)、豬里脊肉浸泡處理流程

豬里脊肉(香里肉品公司，台灣南投)，利用酒精消毒完畢之切片機(HITACHI, LH30, Japan)切成厚度約 1 公分的肉片，以乳鐵蛋白溶液浸泡處理肉片，不同濃度分別浸泡 5 分鐘及十分鐘，置於紫外線殺菌完畢之發泡淺盤(polystyrene foam)上，以 PE 保鮮膜進行包裝。然後置於展售櫃(SANYO, Model: FPW-PA 865, Japan)中，模擬超市之展售方式與展售時間，及早上 8 點開啟展售櫃電燈並拉起展售窗簾，晚上 8 點關閉電燈並拉下展售窗簾。開啟展售櫃電燈時，展售櫃內部的溫度為 4~7°C，關閉展售櫃電燈時，展售櫃內部的溫度為 2~4°C。實驗樣品分切進行展售後立即採樣進行各項分析，並於第 0、2、4 和 6 天分析其微生物、色澤、酸鹼值、氧化酸敗值、感官品評等，比較其風味、質地和保存性。試驗設計如圖二。



圖二、豬里脊肉浸泡處理試驗設計流程圖。

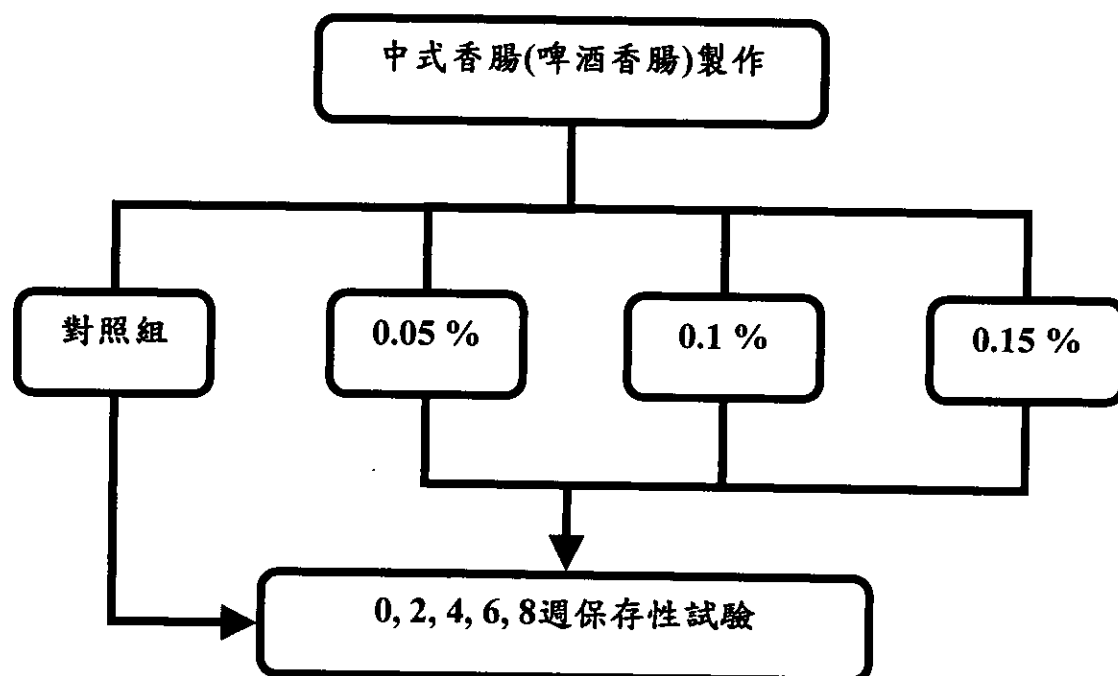
(三)、中式香腸製程

自傳統市場購買豬後腿肉與背脂，豬後腿肉去除多餘筋腱膜後以 12.5mm 孔目絞碎，加入配料(以豬里脊肉為 100%計算；磷酸鹽 0.2%、亞硝酸鹽 0.016%、食鹽 1.8%、精緻砂糖 10.0%、味精 0.4%、異抗壞血酸鈉鹽 0.036%)加入背脂(25% ,0.5 cm³)後加入香料(白胡椒粉 0.18%、五香粉 0.15%、蒜粉 0.12%、甘草粉 0.15%)。乳鐵蛋白則購自億元食品公司，添加濃度為 0.05、0.1 及 0.15%；混和均勻之後一起充填至天然腸衣內，以 50°C(昇陽實業，台灣)烘乾 4 小時製成中式香腸，再以真空包裝機(MULTIVAC A300/16, Germany)用不透氣真空袋(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)真空包裝貯存於 4°C 冷藏櫃(TL-520R, TIT, Taiwan)；進行一般成分分析、官能品評及物性測定，並於第 0、2、4、6 和 8 週分析其微生物、色澤、酸鹼值、氧化酸敗值、感官品評等，比較其風味、質地和保存性。試驗設計如圖三。

(四)、啤酒香腸製程

自傳統市場購買豬後腿肉與背脂，豬後腿肉去除多餘筋腱膜後，一半後腿肉以 10mm 孔目絞碎，加入配料(以豬里脊肉為 100%計算；磷酸鹽 0.2%、亞硝酸鹽 0.016%、食鹽 1.8%、精緻砂糖 10.0%、味精 0.4%、異抗壞血酸鈉鹽 0.036%)

混合，後加入香料(白胡椒粉 0.18%、荳蔻粉 0.04%、胡荽粉 0.04%、蒜粉 0.02%)，置於冰箱預醃一天。其餘後腿肉及背脂(30%)以 3.5mm 孔目絞碎，後腿肉置入乳化機(Stephan, UM60E, Germany)以低速混合 30 秒後，加入配料(以豬里脊肉為 100%計算；磷酸鹽 0.2%、亞硝酸鹽 0.016%、食鹽 1.8%、精緻砂糖 10.0%、味精 0.4%、異抗壞血酸鈉鹽 0.036%)，低速細切混合 30 秒，後加入背脂、香料(白胡椒粉 0.18%、荳蔻粉 0.04%、胡荽粉 0.04%、蒜粉 0.02%)，乳鐵蛋白則購自億元食品公司，添加濃度為 0.05、0.1 及 0.15%；加入預醃塊肉混和均勻之後一起充填至人造腸衣(Nippi casing#250, Nippi, Japan)內，移入燻煙室(KA-1990/220E, ASCA, Germany)以 40°C 乾燥 40 分鐘後燻煙(40°C)20 分鐘，接著以 72°C 加熱蒸煮約 1 小時，使產品達到中心溫度 70°C 製成啤酒香腸，再以真空包裝機(MULTIVAC A300/16, Germany)用不透氣真空袋(規格為 Ny15、PE20 及 LL70，厚度分別為 15 μ m/LDPE、20 μ m/LDPE 及 70 μ m，總厚度為 105 μ m，財德彩藝有限公司，台灣)真空包裝貯存於 4°C 冷藏櫃(TL-520R, TIT, Taiwan)；進行一般成分分析、官能品評及物性測定，並於第 0、2、4、6 和 8 週分析其微生物、色澤、酸鹼值、氧化酸敗值、感官品評等，比較其風味、質地和保存性。試驗設計如圖三。



圖三、產品試驗設計流程圖。

(五)、試驗項目

1. 一般成分分析(**Proximate analysis**)：依 A.O.A.C.(A.O.A.C., 1999)方法，分別對於豬里脊肉與產品做水分、粗蛋白、粗脂肪及灰分之重量百分比分析。
2. 產率(**Yield %**)：依黃(1992)的方式測定之。產品蒸煮之前先行秤重，之後以燻煙室(KA-1990/220E ASCA, Germany)燻煙並加熱蒸煮，使產品達到中心溫度 70°C 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：
$$\text{產率}(\%) = \frac{\text{蒸煮後之重量}(g)}{\text{蒸煮前之重量}(g)} \times 100\%$$
3. 總生菌數(**total plate count, TPC**)：取 11 克樣品與 99 毫升滅菌水，利用樣品處理器(Stomacher, Model 400, England)混合 2 分鐘後稀釋成適當倍數，以 plate count agar (Difco) 做培養基，於 37°C 下培養 48 小時，計算菌落形成數(FDA, 1992)。
4. 低溫菌數(**psychrotrophic microorganism**)：取 11 克樣品與 99 毫升滅菌水，利用樣品處理器(Stomacher, Model 400, England)混合 2 分鐘後稀釋成適當倍數，以 plate count agar (Difco) 做培養基，於 7°C 下培養 10 天，計算菌落形成數(FDA, 1992)。
5. 大腸桿菌(**Coliform**)：取 11 克樣品與 99 毫升滅菌水，利用樣品處理器(Stomacher, Model 400, England)混合 2 分鐘後稀釋成適當倍數，以 Chromocult coliform agar (Mreck) 做培養基，於 35°C 下培養 24 ± 2 小時。Chromocult coliform agar 內含 Salmon-Gal 酵素受質而與 Coliform 專一的 Galactosidase 反應而產生紅色菌落；此外，X-Gluc 酵素受質與 E.coli 專一的 Glucuronidase 反應產生深藍色至紫色菌落，其餘腸內菌皆為無色，計算紅色和深藍色至紫色菌落形成數(FDA, 1992)。
6. 色澤(**CIE Lab**)：樣品經適當之細碎後，直接以色差計(Color and color difference meter, Model TC-1, Nippon)測定其亮度值(L^*)和紅色值(a^*)、黃色值(b^*)。
7. 酸鹼值(**pH value**)：依 Ockerman (1985)方法測定之，取 10 克樣品加入 90 毫升蒸餾水細碎混合 2 分鐘後以 pH meter(Mettler Toledo MP320, Swiss)直接測定之。
8. 氧化酸敗值(**TBA value**)：取 10 克樣品加入 50 毫升蒸餾水，經細碎混合 2 分鐘後再加入 46 毫升蒸餾水及 3 毫升經稀釋($HCl:H_2O=1:2$)之 HCl、1 毫升磺胺劑、5 滴消泡劑和數顆沸石，於 Kjeldahl flash 中蒸餾之，收集其蒸餾液。取 5 毫升之蒸餾液加入 5 毫升之 TBA 試劑，於沸水浴中反應 35 分鐘。流水冷卻 10 分鐘後以分光光度計(Spectrophotometer, HITACHI U-200, Japan)在 538nm 下測其吸光值(Ockerman, 1985)以吸光值表示。
9. 剪力值(**shear value**)：以質地分析儀(Texture analyzer TA-XT-plus, Stable micro system, England)配合附件 HDP/BP 之刀型接頭，以 6 cm/min 之速

度對樣品做模擬咬切，測定剪切之最高抗力值(kg/cm^2)。

10. 感官品評 (sensory evaluation)：樣品經切割成相同大小後，由經過訓練之品評六人對其顏色、氣味、嫩度、多汁性、風味和總接受度進行評分 (Cardeillo *et al.*, 1983)。
- A. 豬里脊肉噴灑及浸泡處理 樣品經適當加熱之後，切割成相同大小後，於保存試驗第四天，進行評分。評分採九分制，顏色 (redness) 為以肉眼評估肉塊之色澤，1 分為極淺紅色，9 分為極深紅色；氣味 (odor) 以嗅覺來評斷氣味，1 分為非常不好，9 分為非常好；嫩度 (tenderness) 為以門齒咬切所需之力量，1 分為非常乾硬，9 分為非常柔嫩；多汁性 (juiciness) 白齒咬切時，肉塊中之水分和脂質釋出而形成肉汁之情況，1 分為非常乾澀，9 分為非常多汁；風味 (flavor) 風味包括以嗅覺和味覺來評估肉塊之氣味與口味，1 分為非常淡薄，9 分為非常濃郁；總接受度 (total acceptability) 則是對品評的整體做統整評估，1 分為非常不喜歡，9 分為非常喜歡。
- B. 中式香腸 評分採九分制，各項目之代表意義如下：氣味 (odor)：1 分為非常淡薄，9 分為非常濃郁；顏色 (redness)：1 分為極淺紅色，9 分為極深紅色；產品組織 (texture)：1 分為結合力差，9 分為結合力佳；嫩度 (tenderness)：1 分為非常乾硬，9 分為非常柔軟；多汁性 (juiciness)：1 分為非常乾澀，9 分為非常多汁；風味：(flavor) 1 分為非常淡薄，9 分為非常濃郁；總接受度 (total acceptability)：1 分為非常不喜歡，9 分為非常喜歡。
- C. 啤酒香腸 評分採九分制，各項目之代表意義如下：氣味 (odor)：1 分為非常淡薄，9 分為非常濃郁；顏色 (redness)：1 分為極淺紅色，9 分為極深紅色；產品組織 (texture)：1 分為結合力差，9 分為結合力佳；嫩度 (tenderness)：1 分為非常乾硬，9 分為非常柔軟；風味：(flavor) 1 分為非常淡薄，9 分為非常濃郁；總接受度 (total acceptability)：1 分為非常不喜歡，9 分為非常喜歡。

二、統計分析

試驗採完全隨機試驗 (completely randomized design; CRD) 之裂區設計 (split plot design)。以不同乳鐵蛋白濃度為主區 (main plot)，以貯存週數為裂區 (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。

結果與討論

● 豬里脊肉噴灑處理

一、一般成份分析(Proximate analysis)

噴灑乳鐵蛋白溶液，噴灑濃度為 0.5、1 及 1.5%於豬里脊肉；表一為一般成分分析結果。噴灑乳鐵蛋白處理對於豬里脊肉粗蛋白、粗脂肪、水份及灰份皆無顯著影響 ($p > 0.05$)。以一般組成結果而論，噴灑乳鐵蛋白並不會對豬里脊肉有任何太大的影響。

表一、噴灑不同濃度之乳鐵蛋白溶液對豬里脊肉一般組成之影響

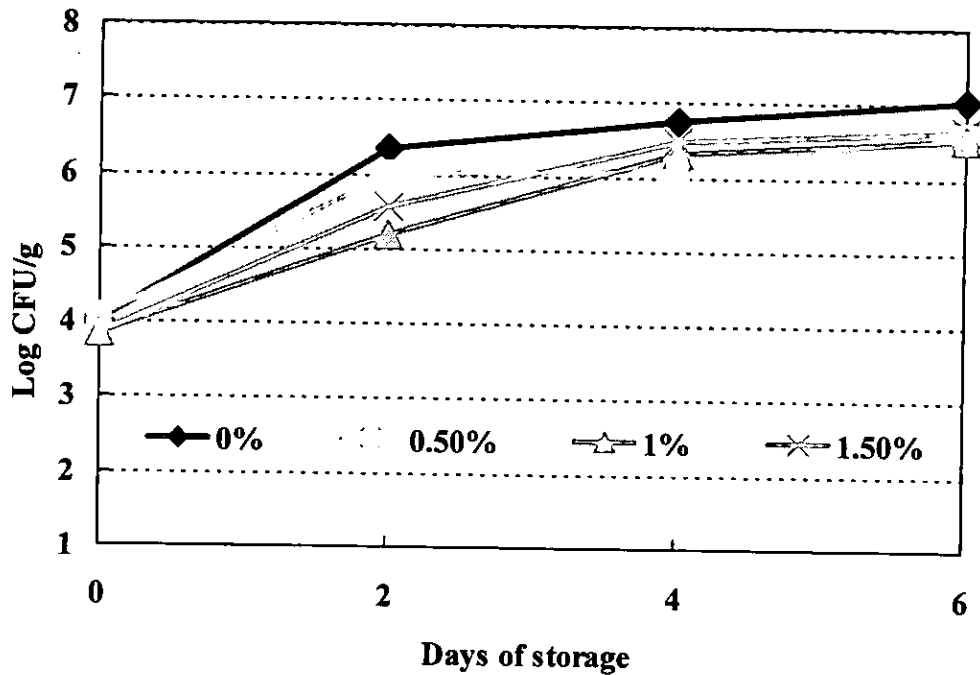
處理					
濃度(%)	粗蛋白(%)	粗脂肪(%)	水份(%)	灰份(%)	
對照組 ^A	21.25 ^a	3.37 ^a	74.53 ^a	1.87 ^a	
0.5	21.19 ^a	3.12 ^a	74.23 ^a	1.82 ^a	
1	21.50 ^a	3.31 ^a	74.18 ^a	1.88 ^a	
1.5	21.16 ^a	3.23 ^a	74.48 ^a	1.91 ^a	

^A：對照組表示未添加乳鐵蛋白的處理組。

^a：同行中不同字母表示有顯著差異($p > 0.05$)。

二、微生物之變化

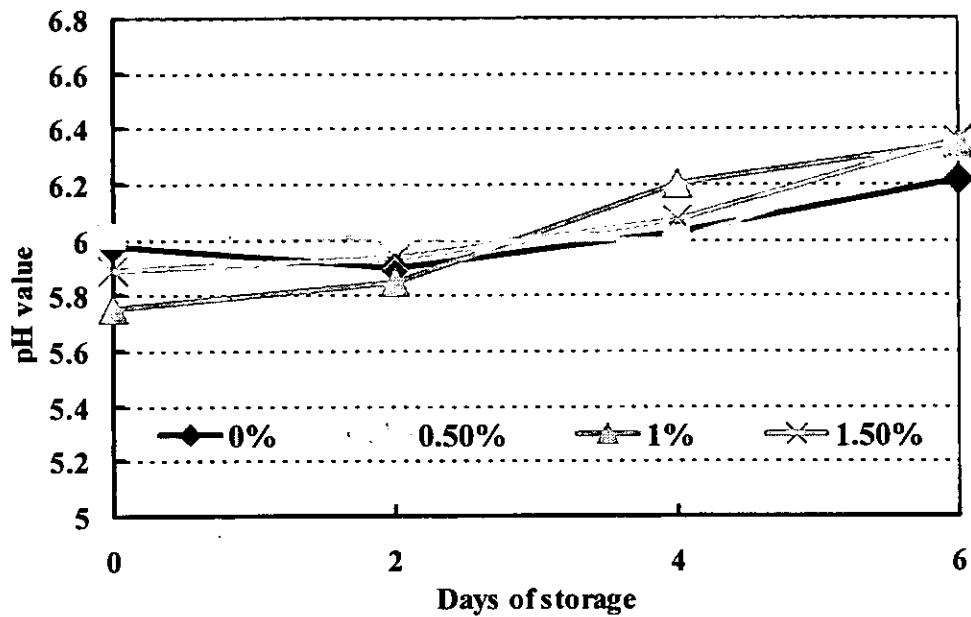
以乳鐵蛋白噴灑處理豬里脊肉，經過六天保存後其對微生物含量的影響。各個處理組不論濃度高低，豬里脊肉的總生菌數(圖四)會隨著保存時間的增加而顯著上升($p < 0.05$)；其中又以對照組之微生物含量較高且與其他處理組達顯著差異($p < 0.05$)。而處理間以濃度 1 及 1.5%有較好的抑菌效果($p < 0.05$)，在第四天後處理組間則差異不顯著($p > 0.05$)，但仍以對照組有較高的微生物含量($p < 0.05$)。乳鐵蛋白溶液的處理，在豬里脊肉上可抑制微生物的生長，進而增加產品的保存期限。



圖四、不同濃度乳鐵蛋白噴灑對豬里脊肉於貯存期間的總生菌數變化

三、酸鹼值(pH value)

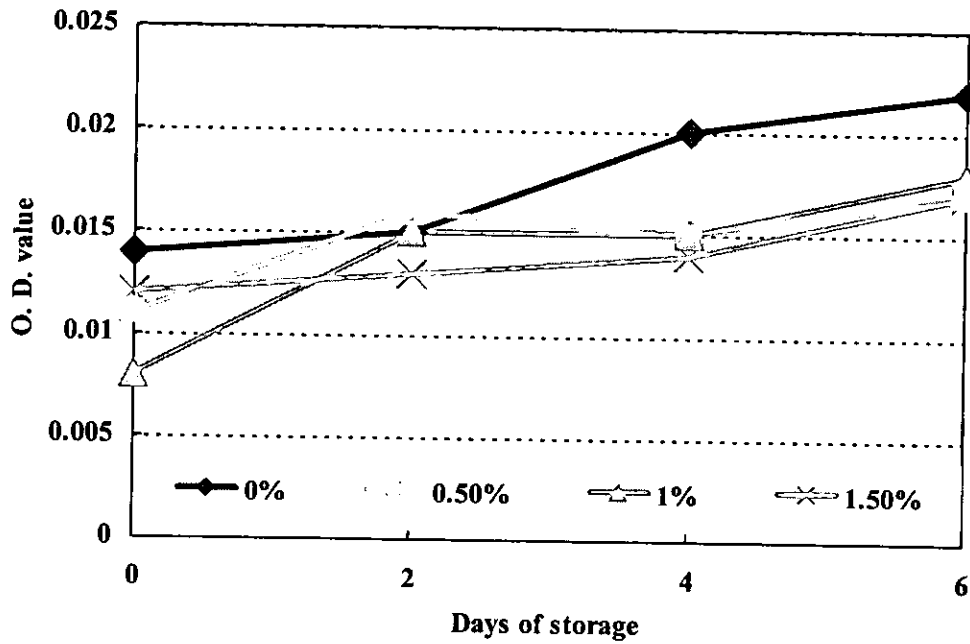
以乳鐵蛋白噴灑處理豬里脊肉，經過六天保存後其對豬里脊肉酸鹼值的影響。結果表示於圖五。各個處理組不論處理濃度高低，豬里脊肉的酸鹼值會隨著保存時間的增加而顯著上升($p < 0.05$)；但處理組間並無顯著差異。



圖五、不同濃度乳鐵蛋白噴灑對豬里脊肉於貯存期間的酸鹼值變化

四、氧化酸敗值(TBA-value)

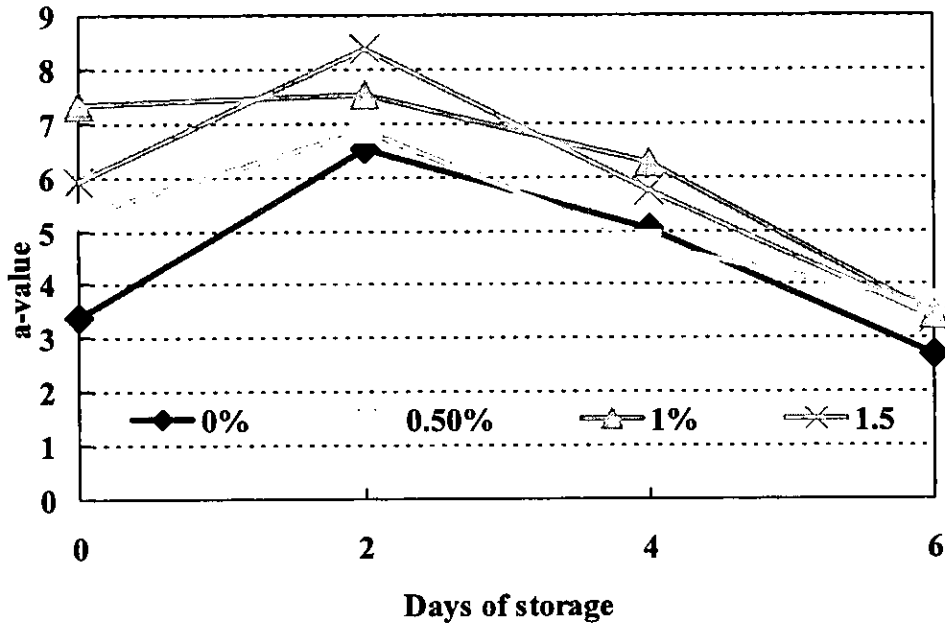
TBA 值為脂質氧化酸敗程度之指標，值愈高表示氧化酸敗愈嚴重，並且為一中間產出物；因此會隨著時間的增加爾後逐漸減少。噴灑乳鐵蛋白溶液於豬里脊肉可顯著降低豬里脊肉的 TBA 值($p < 0.05$)。噴灑不同濃度乳鐵蛋白對於豬里脊肉於 4°C 展售 6 天期間 TBA 值之影響顯示於圖六。結果顯示，處理組與對照組間於第四天保存試驗中達到差異顯著($p < 0.05$)，而各處理組間並無顯著差異($p > 0.05$)，顯示以乳鐵蛋白噴灑豬里脊肉能有效延緩氧化增加保存的期限，而就成本考量則以低濃度處理即有良好效果。



圖六、不同濃度乳鐵蛋白噴灑對豬里脊肉於貯存期間的硫巴比妥酸值變化。

五、色澤之變化

在色澤方面，以 a 值為主要討論對象，以不同濃度乳鐵蛋白溶液噴灑處理在 4°C 貯存期間對豬里脊肉 a 值的影響表示如圖七。a 值表示紅色值，值越大表示產品呈現較紅之顏色。結果顯示，以乳鐵蛋白處理豬里脊肉，於第 0 天貯存試驗中，其紅色值顯著較對照組高 ($p < 0.05$)；而於整個貯存試驗中，1 及 1.5% 處理組皆有較高的紅色值 ($p < 0.05$)。因此，由紅色值變化可知，以乳鐵蛋白溶液處理豬里脊肉，對產品紅色值有提升的效果；且可保持豬里脊肉貯存期間有較鮮紅之肉色。



圖七、不同濃度乳鐵蛋白噴灑對豬里脊肉於貯存期間的紅色值變化。

六、感官品評(Sensory evaluation)

表二為噴灑不同濃度之乳鐵蛋白溶液對豬里脊肉之感官品評的影響。樣品經適當加熱之後，切割成相同大小後，於貯存試驗第四天分別由受過基本品評訓練的東海大學畜產與生物科技學系碩士班學生六名擔任品評員，對其顏色、氣味、嫩度、多汁性、風味和總接受度進行評分(Cardeillo *et al.*, 1983)。評分採九分制，顏色 (redness) 為以肉眼評估肉塊之色澤，1 分為極淺紅色，9 分為極深紅色；氣味 (odor) 以嗅覺來評斷氣味，1 分為非常不好，9 分為非常好；嫩度 (tenderness) 為以門齒咬切所需之力量，1 分為非常乾硬，9 分為非常柔嫩；多汁性 (juiciness) 以齒咬切時，肉塊中之水分和脂質釋出而形成肉汁之情況，1 分為非常乾澀，9 分為非常多汁；風味 (flavor) 風味包括以嗅覺和味覺來評估肉塊之氣味與口味，1 分為非常淡薄，9 分為非常濃郁；總接受度 (total acceptability) 則是對品評的整體做統整評估，1 分為非常不喜歡，9 分為非常喜歡。

表二、不同濃度乳鐵蛋白噴灑對豬里脊肉感官品評比較

濃度	項目					
	顏色	氣味	嫩度	多汁性	風味	總接受度
對照組 ^A	5.50 ^c	5.17 ^b	5.33 ^a	5.33 ^a	5.17 ^a	5.50 ^a
0.5%	3.83 ^a	4.83 ^a	5.83 ^b	6.33 ^b	5.83 ^b	6.33 ^b
1%	4.50 ^b	4.67 ^a	6.33 ^c	6.50 ^b	6.17 ^c	6.50 ^b
1.5%	4.67 ^b	4.67 ^a	6.83 ^d	7.00 ^c	6.33 ^c	7.17 ^c

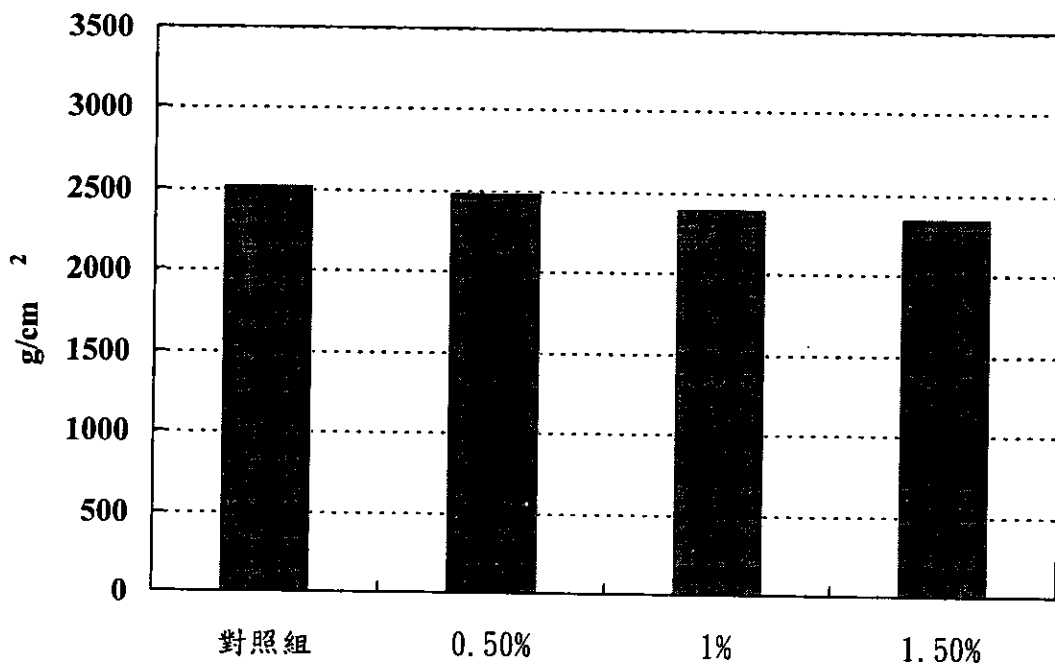
^A：對照組表示未添加乳鐵蛋白的處理組。

^{a-d}：同行中不同字母表示有顯著差異($p > 0.05$)。

結果顯示，於貯存試驗第4天進行品評，不論風味、嫩度、多汁性及總接受度，皆隨乳鐵蛋白處理濃度升高而增加($p < 0.05$)。顯示乳鐵蛋白有延長肉品保存期限的功效。

七、剪力值(Shear value)

剪力值所指的是儀器模擬門齒咬斷產品所需的總力。以不同濃度之乳鐵蛋白溶液處理對於豬里脊肉剪力值之影響表示於圖八。結果顯示，以乳鐵蛋白溶液噴灑處理豬里脊肉對於豬里脊肉剪力值有下降的趨勢($p > 0.05$)，而已1.5%處理組有較低之剪力值($p < 0.05$)。



圖八、不同濃度乳鐵蛋白噴灑對豬里脊肉於剪力值的變化。

●豬里脊肉浸泡處理

一、一般成份分析(Proximate analysis)

分別以乳鐵蛋白浸泡處理豬里脊肉五分鐘及十分鐘，乳鐵蛋白溶液濃度為

0.05、0.1 及 0.15%；表三～表四分別為以乳鐵蛋白浸泡處理豬里脊肉五分鐘及十分鐘，其一般成分分析結果。浸泡乳鐵蛋白處理對於豬里脊肉粗蛋白、粗脂肪及灰份皆無顯著影響($p > 0.05$)，但浸泡十分鐘處理，不論對照組或處理組，其水份含量較浸泡五分鐘處理組高($p < 0.05$)。以一般組成結果而論，浸泡乳鐵蛋白並不會對豬里脊肉有任何太大的影響。

表三、浸泡不同濃度之乳鐵蛋白溶液五分鐘對豬里脊肉一般組成之影響

處理		粗蛋白 (%)	粗脂肪 (%)	水份 (%)	灰份 (%)
濃度 (%)					
對照組 ^A		21.36 ^a	3.15 ^a	74.73 ^a	1.89 ^a
0.05		21.41 ^a	3.18 ^a	74.81 ^a	1.93 ^a
0.1		21.29 ^a	3.31 ^a	74.64 ^a	1.87 ^a

^A：對照組表示未添加乳鐵蛋白的處理組。

^a：同行中不同字母表示有顯著差異($p > 0.05$)。

表四、浸泡不同濃度之乳鐵蛋白溶液十分鐘對豬里脊肉一般組成之影響

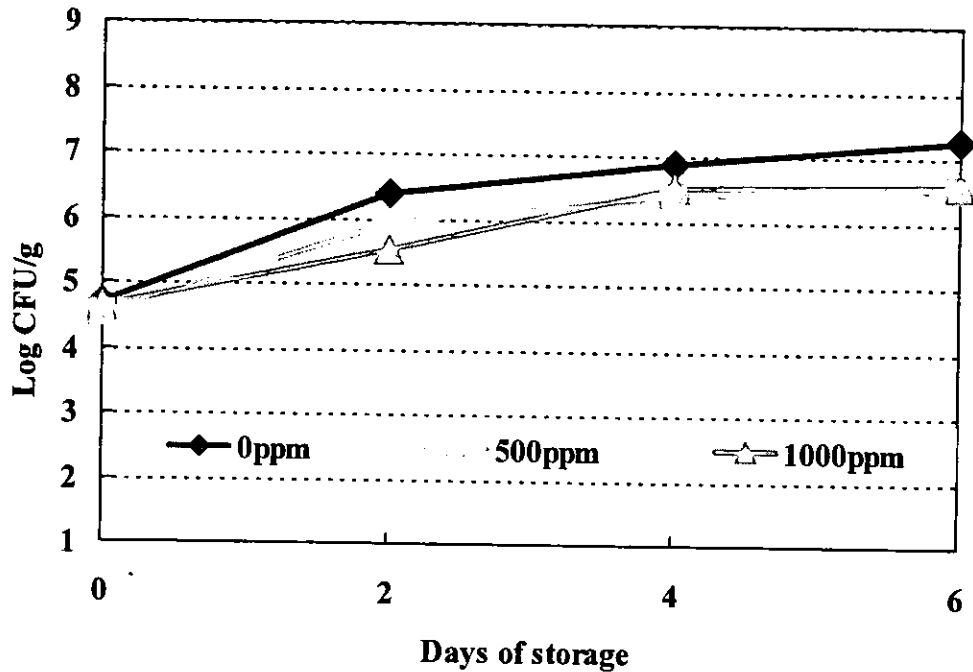
處理		粗蛋白 (%)	粗脂肪 (%)	水份 (%)	灰份 (%)
濃度 (%)					
對照組 ^A		21.18 ^a	3.24 ^a	74.93 ^a	1.92 ^a
0.05		21.42 ^a	3.27 ^a	74.88 ^a	1.98 ^a
0.1		21.39 ^a	3.25 ^a	74.89 ^a	1.91 ^a

^A：對照組表示未添加乳鐵蛋白的處理組。

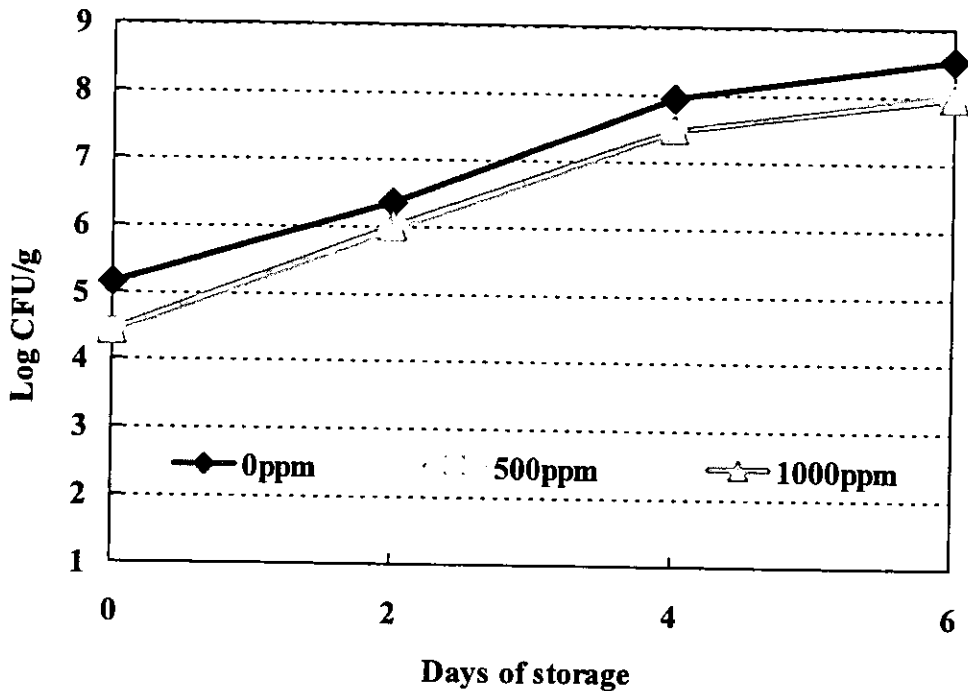
^a：同行中不同字母表示有顯著差異($p > 0.05$)。

二、微生物之變化

以乳鐵蛋白浸泡處理豬里脊肉，經過六天保存後其對微生物含量的影響。各個處理組不論濃度高低，豬里脊肉的總生菌數(圖九～圖十)會隨著保存時間的增加而顯著上升($p < 0.05$)；整個貯存期間，不論浸泡五分鐘及十分鐘的處理，又以對照組之微生物含量較高且與其他處理組達顯著差異($p < 0.05$)。而浸泡濃度對於微生物的生長並無顯著影響($p > 0.05$)。貯存試驗第4天後，浸泡十分鐘處理之對照組與處理組之微生物皆較浸泡五分鐘之對照組及處理組高($p < 0.05$)，可能與浸泡十分鐘處理的水份含量較高有關。



圖九、不同濃度乳鐵蛋白浸泡五分鐘對豬里脊肉於貯存期間的總生菌數變化。

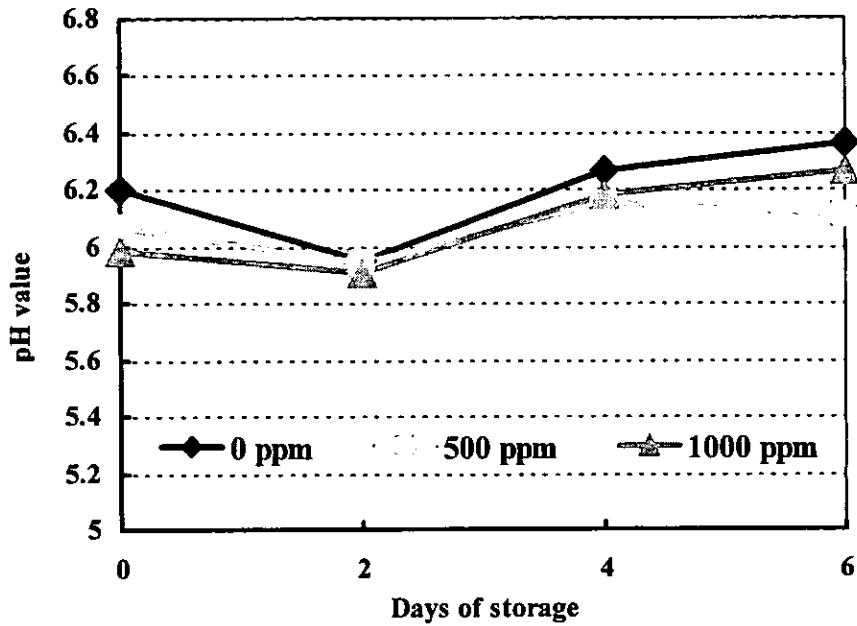


圖十、不同濃度乳鐵蛋白浸泡十分鐘對豬里脊肉於貯存期間的總生菌數變化。

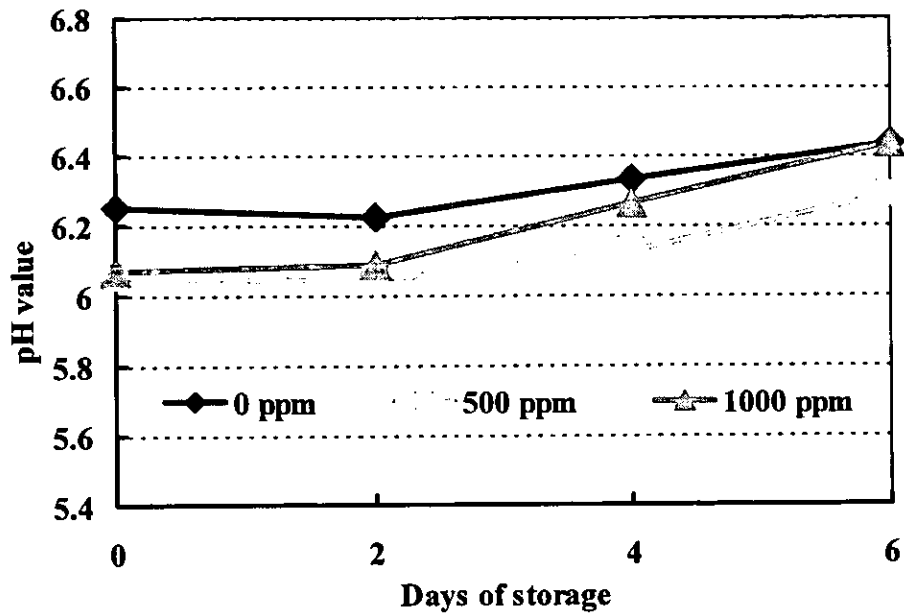
三、酸鹼值(pH value)

以乳鐵蛋白浸泡處理豬里脊肉，經過六天保存後其對豬里脊肉酸鹼值的影響。結果表示於圖十一～圖十二。各個處理組不論處理濃度高低，豬里脊肉的酸鹼值會隨著保存時間的增加而顯著上升($p < 0.05$)；經過乳鐵蛋白浸泡處理的處理

組，不論浸泡五分鐘或十分鐘於保存期間內皆有較低的酸鹼值($p < 0.05$)。



圖十一、不同濃度乳鐵蛋白浸泡五分鐘對豬里脊肉於貯存期間的酸鹼值變化。



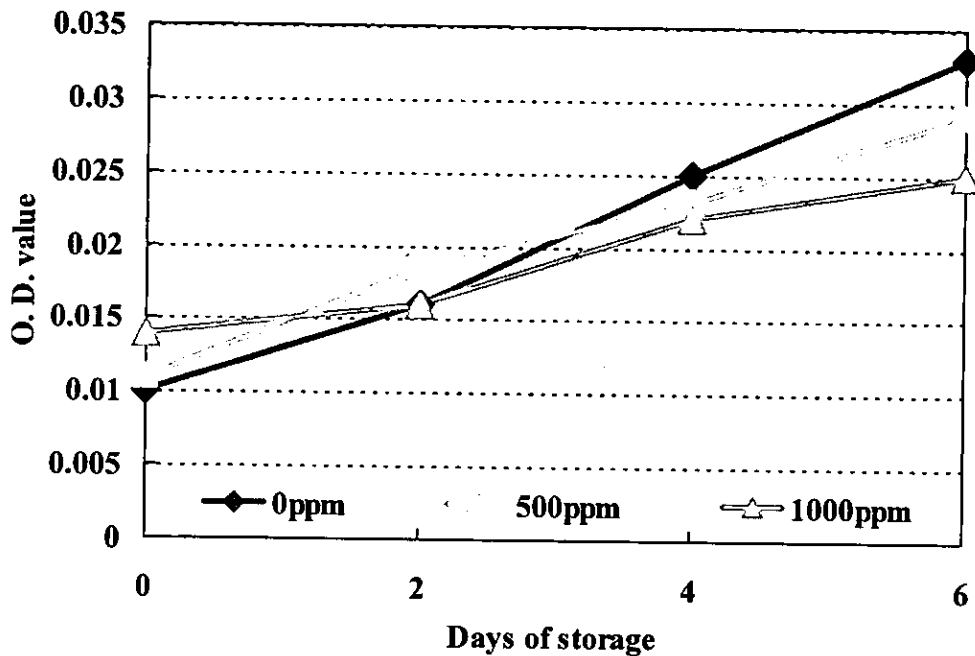
圖十二、不同濃度乳鐵蛋白浸泡十分鐘對豬里脊肉於貯存期間的酸鹼值變化。

四、氧化酸敗值(TBA-value)

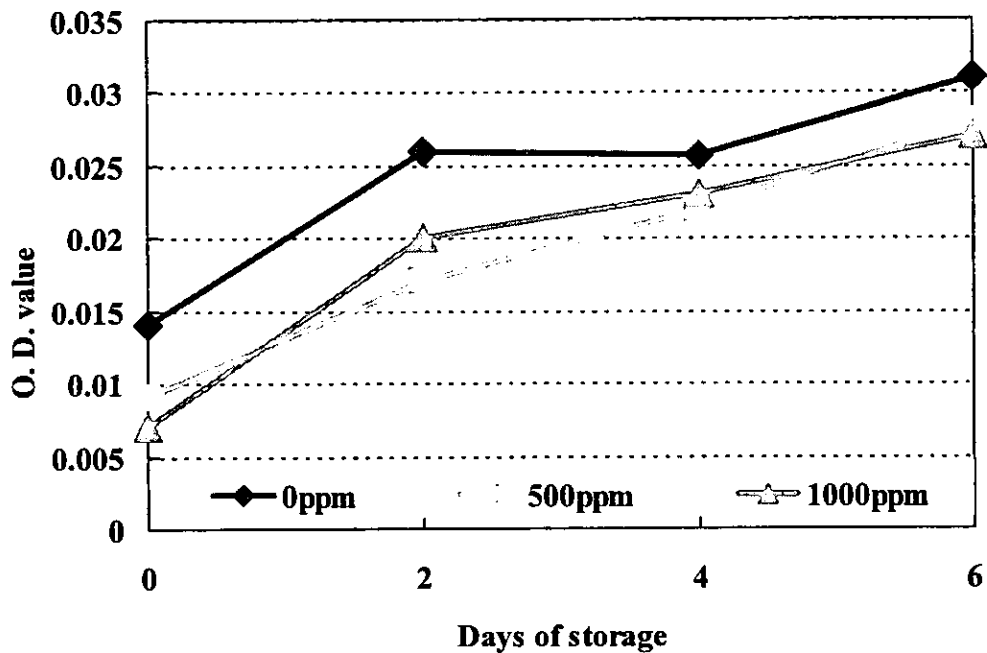
TBA 值為脂質氧化酸敗程度之指標，值愈高表示氧化酸敗愈嚴重。圖十三～圖十四分別為以乳鐵蛋白浸泡處理豬里脊肉對貯存期間氧化酸敗值之影響。各個處理組不論浸泡時間及濃度高低，豬里脊肉的氧化酸敗值會隨著保存時間的增加而顯著上升($p < 0.05$)。

豬里脊肉浸泡五分鐘處理對對照組於貯存試驗第 0 天至第 4 天，其氧化酸敗值皆差異不顯著($p > 0.05$)，但於第 4 天後對照組有較高的趨勢；在貯存試驗第 6 天對照組之氧化酸敗值顯著高於處理組($p < 0.05$)，而處理組間以濃度越高有越低的氧化酸敗值($p < 0.05$)。

豬里脊肉浸泡十分鐘處理則以對照組於整個貯存期間皆有較高的氧化酸敗值($p < 0.05$)，但處理組間則差異不顯著($p > 0.05$)。



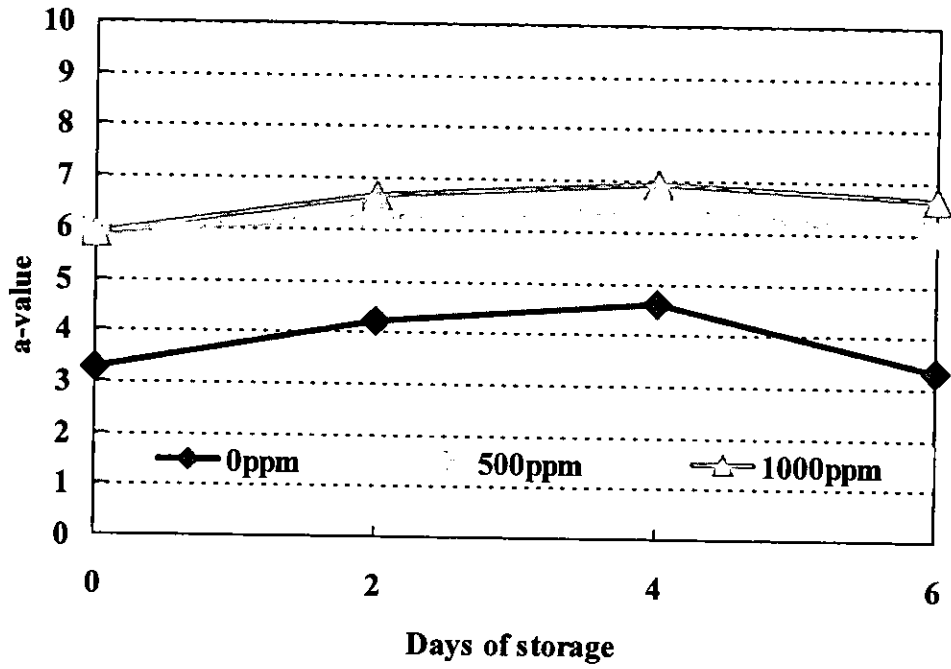
圖十三、不同濃度乳鐵蛋白浸泡五分鐘對豬里脊肉於貯存期間的硫巴比妥酸值變化。



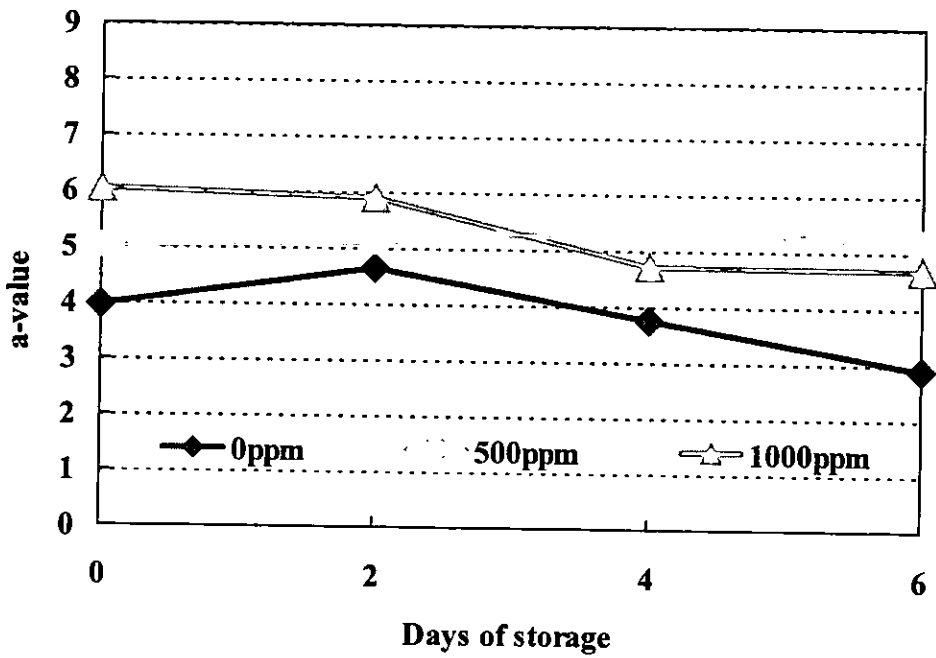
圖十四、不同濃度乳鐵蛋白浸泡十分鐘對豬里脊肉於貯存期間的硫巴比妥酸值變化。

五、色澤之變化

在色澤方面，以 a 值為主要討論對象，分別浸泡不同濃度乳鐵蛋白溶液於豬里脊肉，經過六天保存後其對豬里脊肉色澤的影響，結果表示於圖十五～圖十六。以乳鐵蛋白溶液浸泡處理豬里脊肉，不論浸泡時間，於整個貯存期間，皆有較高的紅色值($p < 0.05$)。而浸泡濃度則不會對於紅色值有太大影響($p > 0.05$)。



圖十五、不同濃度乳鐵蛋白浸泡五分鐘對豬里脊肉於貯存期間的紅色值變化



圖十六、不同濃度乳鐵蛋白浸泡十分鐘對豬里脊肉於貯存期間的紅色值變化。

●中式香腸

一、一般成份分析(Proximate analysis)

分別添加乳鐵蛋白濃度 0.05、0.1、0.15% 為於中式香腸；表五為一般成分分析結果。添加乳鐵蛋白對於中式香腸灰份無顯著影響($p > 0.05$)，而粗蛋白、粗脂肪及水份的差異則可能來自於香腸本身質地不均勻所照成的採樣差異。以一般組成結果而論，添加乳鐵蛋白並不會對中式香腸有任何太大的影響。

表五、添加不同濃度之乳鐵蛋白對中式香腸一般組成之影響

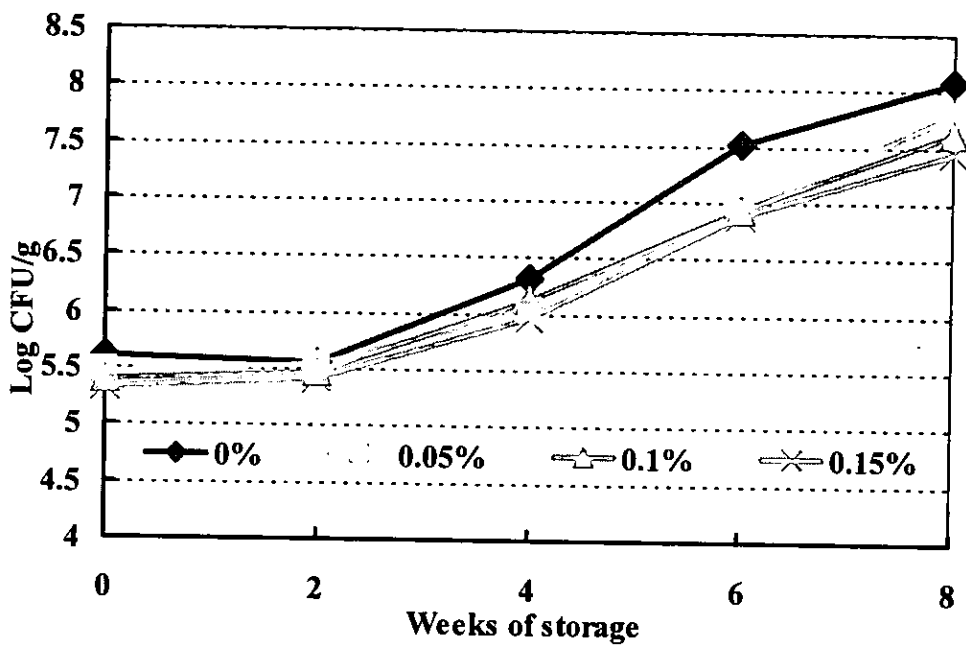
處理					
濃度(%)	粗蛋白(%)	粗脂肪(%)	水份(%)	灰份(%)	產率(%)
對照組 ^A	18.20 ^a	22.92 ^{ab}	60.93 ^b	3.04 ^a	79.57
0.05	18.60 ^b	22.77 ^a	60.25 ^a	2.99 ^a	77.91
0.1	18.17 ^a	22.52 ^a	60.58 ^{ab}	2.91 ^a	78.25
0.15	18.30 ^{ab}	23.04 ^b	60.68 ^{ab}	3.02 ^a	78.81

^A：對照組表示未添加乳鐵蛋白的處理組。

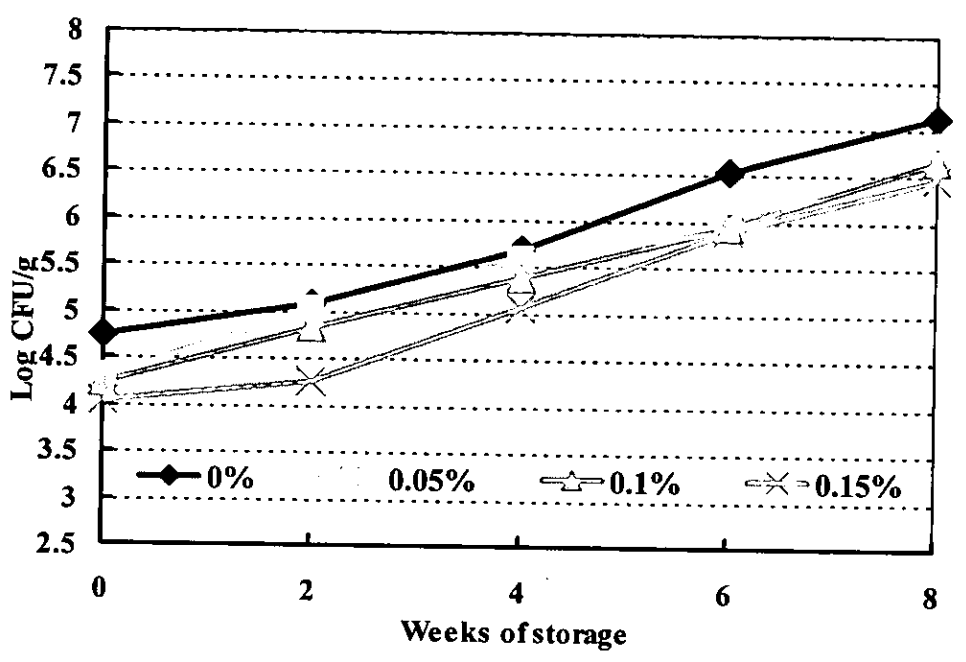
^{a-b}：同行中不同字母表示有顯著差異($p > 0.05$)。

二、微生物之變化

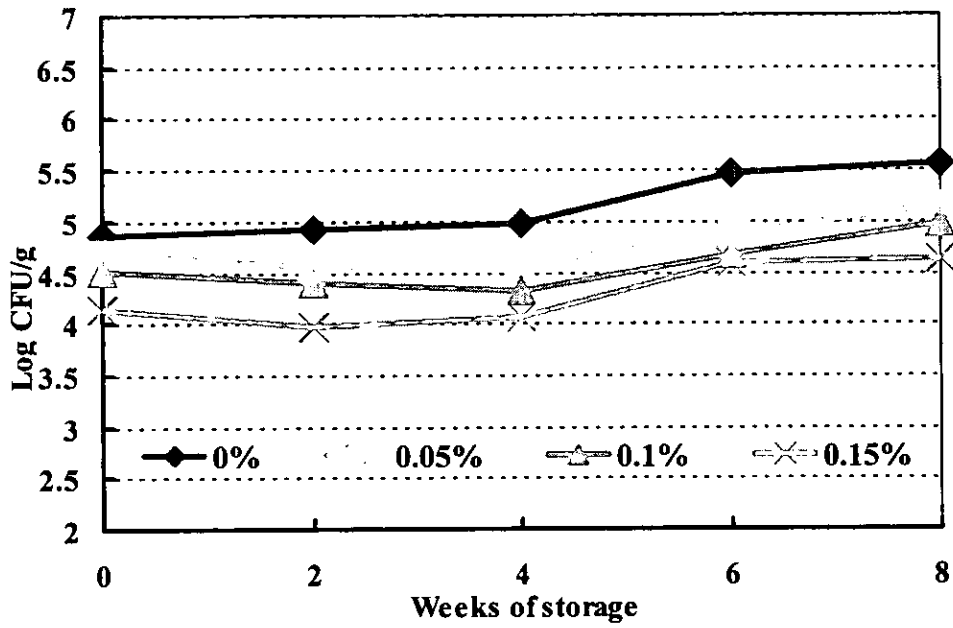
添加乳鐵蛋白(0.05、0.1、0.15%)於中式香腸，經過八週保存後其對微生物含量的影響，結果顯示於圖十七~圖二十。各個處理組不論濃度高低，產品的微生物數會隨著保存時間的增加而顯著上升($p < 0.05$)。結果顯示，乳鐵蛋白添加進入中式香腸內，於整個保存期間，對於產品的總生菌數、低溫菌數及大腸桿菌數皆有良好的抑制效果($p < 0.05$)。但對於乳酸菌數則無明顯抑制效果($p > 0.05$)，此結果可能為添加處理組於貯存期間其酸鹼值隨添加濃度上升而快速增加之原因。



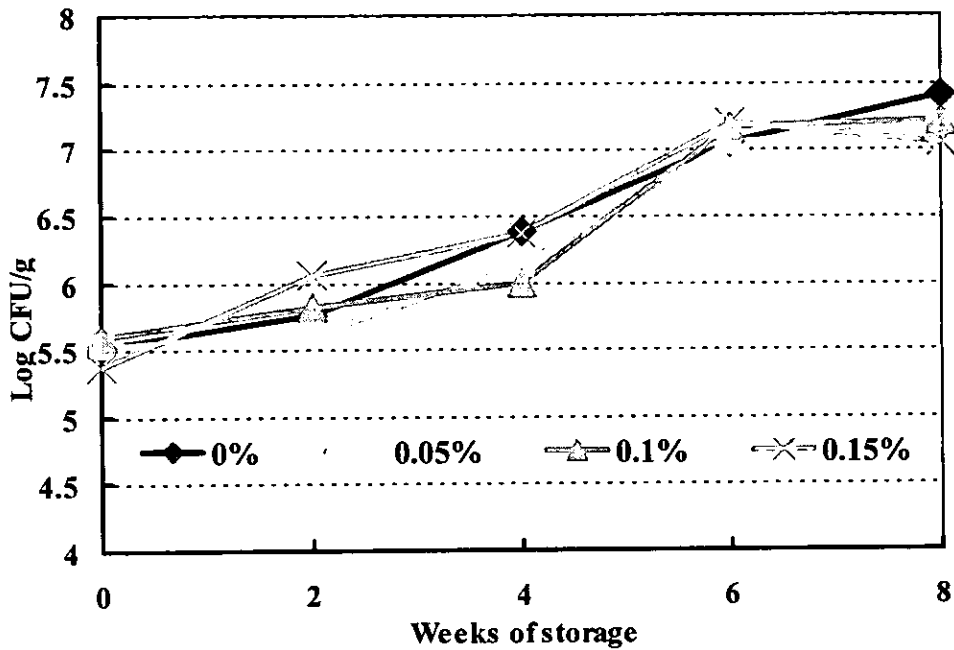
圖十七、不同濃度乳鐵蛋白添加對於中式香腸貯存期間的總生菌數變化。



圖十八、不同濃度乳鐵蛋白添加對於中式香腸貯存期間的低溫菌數變化。



圖十九、不同濃度乳鐵蛋白添加對於中式香腸貯存期間的大腸桿菌數變化。

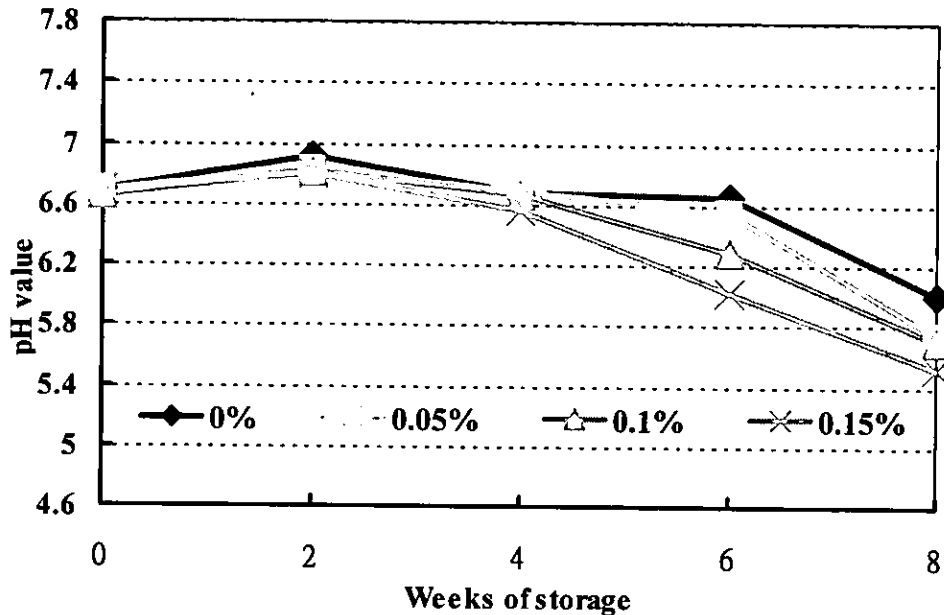


圖二十、不同濃度乳鐵蛋白添加對於中式香腸貯存期間的乳酸菌數變化。

三、酸鹼值(pH value)

添加乳鐵蛋白(0.05、0.1、0.15%)於中式香腸，經過八週保存後其對產品酸

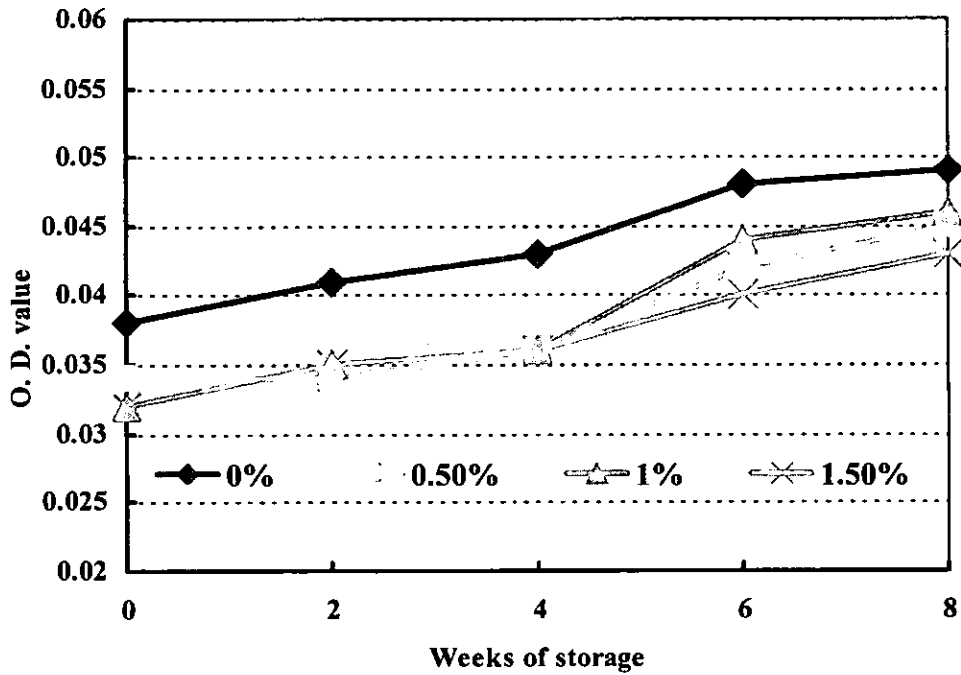
鹼值的影響，結果表示於圖二十一。中式香腸添加乳鐵蛋白之後，會使產品的 pH 值較對照組低並隨著貯存時間的增加而降低。而貯存過程中，隨著添加濃度上升，其酸鹼值下降越快，並於於第 4 週貯存試驗中，各處理組與對照組間達到差異顯著($p < 0.05$)，這可能與乳鐵蛋白無法有效抑制乳酸菌生長有關。



圖二十一、不同濃度乳鐵蛋白添加對中式香腸於貯存期間的酸鹼值變化。

四、氧化酸敗值(TBA-value)

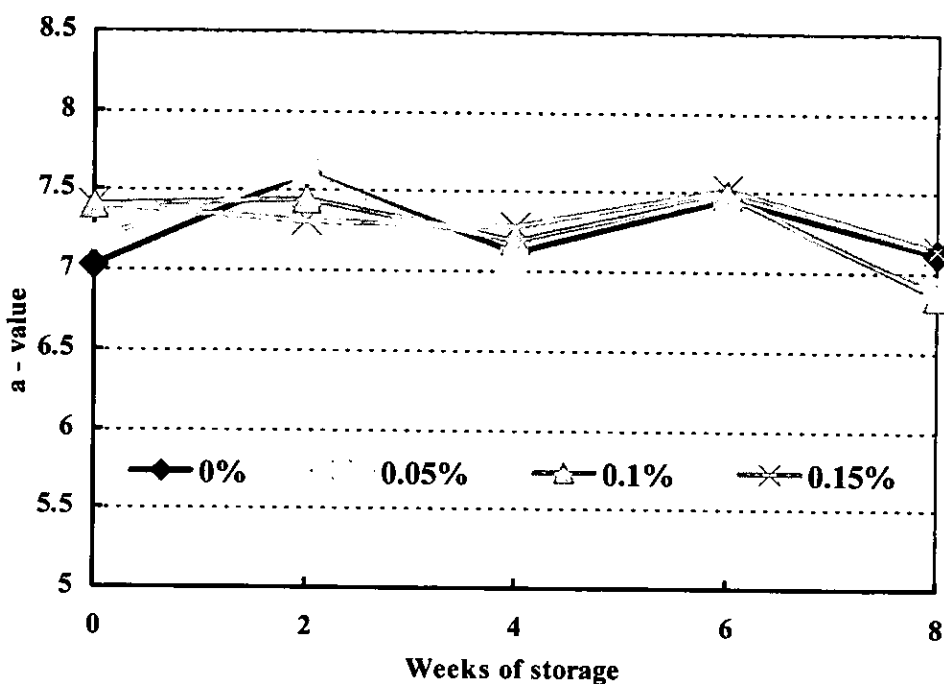
TBA 值為脂質氧化酸敗程度之指標，值愈高表示氧化酸敗愈嚴重，並且為一中間產物；因此會隨著時間的增加爾後逐漸減少。添加乳鐵蛋白於中式香腸之中可顯著降低產品的 TBA 值($p < 0.05$)。不同濃度乳鐵蛋白對於香腸於 4°C 冷藏貯存 8 週期間 TBA 值之影響顯示於圖二十二。結果顯示，在整個貯存期間，對照組皆有較高的氧化酸敗值($p < 0.05$)，而處理組間則不因濃度增加而有差異($p > 0.05$)。添加乳鐵蛋白於中式香腸中，能有效延緩氧化增加保存的期限，而就成本考量則以低濃度處理即有良好效果。



圖二十二、不同濃度乳鐵蛋白添加對於中式香腸貯存期間的硫巴比妥酸值變化。

五、色澤之變化

在色澤方面，以 a 值為主要討論的對象，添加不同濃度之乳鐵蛋白對於啤酒香腸在 4°C 貯存期間的 a 值之影響表示於圖二十三。結果顯示，添加乳鐵蛋白於 5 中式香腸對於 a 值無顯著影響 ($p > 0.05$)。以色澤變化之結果而論，添加乳鐵蛋白並不會對產品色澤不會產生任何太大的影響。



圖二十三、不同濃度乳鐵蛋白添加對於中式香腸貯存期間的紅色值變化。

六、感官品評(Sensory evaluation)

表六為添加不同濃度之乳鐵蛋白對中式香腸之感官品評的影響。樣品經適當加熱之後，切割成相同大小後，於保存試驗後分別由受過基本品評訓練的東海大學畜產與生物科技學系碩士班學生六名擔任品評員，對其氣味、顏色、產品組織、嫩度、多汁性、風味和總接受度進行評分(Cardeillo *et al.*, 1983)。評分採九分制，氣味(odor)以嗅覺來評斷氣味，1分為非常淡薄，9分為非常濃郁；顏色(redness)為以肉眼評估中式香腸之色澤，1分為極淺紅色，9分為極深紅色；產品組織(texture)：1分為結合力差，9分為結合力佳；嫩度(tenderness)為以門齒咬切所需之力量，1分為非常乾硬，9分為非常柔嫩；多汁性(juiciness)白齒咬切時，產品中之水分和脂質釋出而形成肉汁之情況，1分為非常乾澀，9分為非常多汁；風味(flavor)風味包括以嗅覺和味覺來評估香腸之氣味與口味，1分為非常淡薄，9分為非常濃郁；總接受度(total acceptability)則是對品評的整體做統整評估，1分為非常不喜歡，9分為非常喜歡。

表六、不同濃度乳鐵蛋白添加對於中式香腸感官品評比較

濃度	項目					
	顏色	氣味	嫩度	多汁性	風味	總接受度
對照組 ^A	4.75 ^b	4.88 ^a	5.63 ^b	5.75 ^{ab}	6.25 ^a	6.13 ^a
0.05%	4.63 ^a	5.00 ^a	5.50 ^b	5.50 ^a	6.00 ^a	6.00 ^a
0.1%	4.88 ^b	5.13 ^a	5.25 ^a	5.88 ^{ab}	6.13 ^a	6.13 ^a
0.15%	4.88 ^b	4.88 ^a	5.75 ^b	6.63 ^b	6.38 ^b	6.25 ^a

^A：對照組表示未添加乳鐵蛋白的處理組。

^{a-c}：同行中不同字母表示有顯著差異($p > 0.05$)。

結果顯示，添加 1.5% 乳鐵蛋白於中式香腸中，對於產品的多汁性及風味皆有較高的評分。就感官品評結果而言，添加乳鐵蛋白於產品中，並不會造成不良的影響。假使將乳鐵蛋白添加於中式產品當中，同樣具有相當的接受性。

●啤酒香腸

一、一般成份分析(Proximate analysis)

分別添加乳鐵蛋白濃度 0.05、0.1、0.15% 為於啤酒香腸；表七為一般成分分析結果。添加乳鐵蛋白對於啤酒香腸粗蛋白及灰份皆無顯著影響($p > 0.05$)，而粗脂肪及水份的差異則可能來自於香腸本身質地不均勻所照成的採樣差異。以一般組成結果而論，添加乳鐵蛋白並不會對啤酒香腸有任何太大的影響。

表七、添加不同濃度之乳鐵蛋白對啤酒香腸一般組成之影響

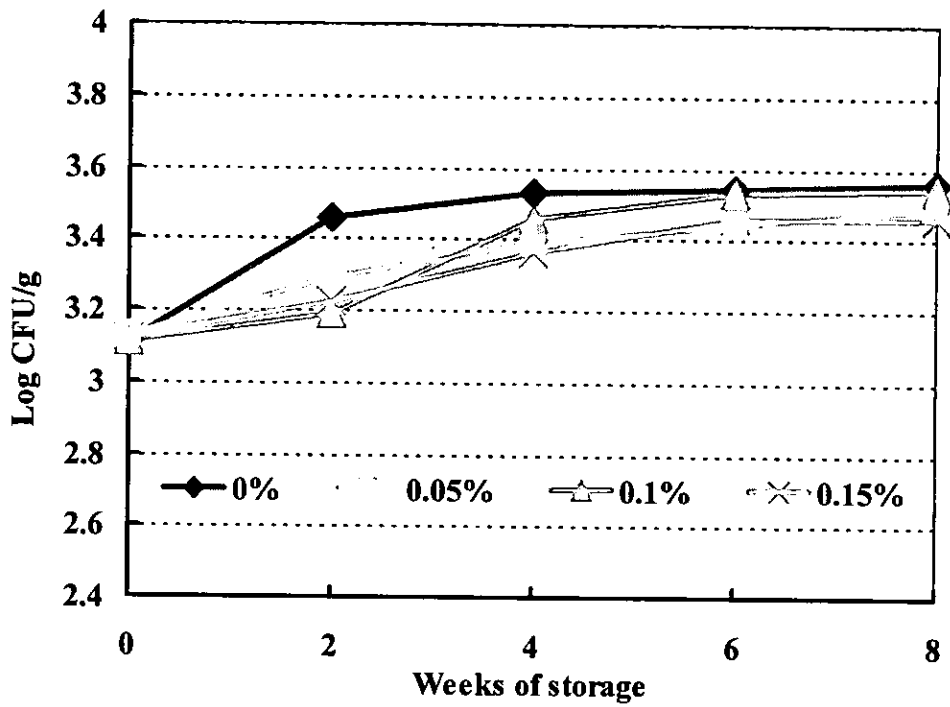
處理		粗蛋白(%)	粗脂肪(%)	水份(%)	灰份(%)	產率(%)
濃度(%)						
對照組 ^A		18.45 ^a	13.92 ^a	40.51 ^b	3.04 ^a	89.52
0.05		18.27 ^a	14.04 ^{ab}	39.62 ^a	2.90 ^a	88.50
0.1		18.17 ^a	15.67 ^b	41.25 ^{ab}	2.95 ^a	89.73
0.15		18.22 ^a	15.74 ^b	40.42 ^b	2.94 ^a	89.00

^A：對照組表示未添加乳鐵蛋白的處理組。

^{a-b}：同行中不同字母表示有顯著差異($p > 0.05$)。

二、微生物之變化

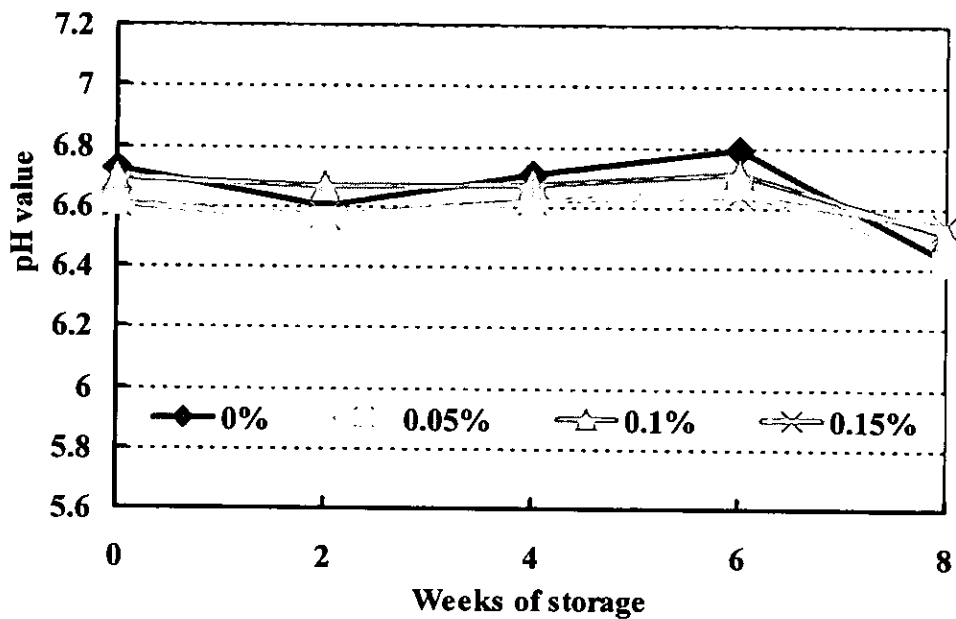
添加乳鐵蛋白(0.05、0.1、0.15%)於啤酒香腸，經過八週保存後其對微生物含量的影響。各處理組不論添加濃度高低，產品的總生菌數(圖二十四)會隨著保存時間的增加而上升，至第四週後差異不顯著($p > 0.05$)。結果發現，添加乳鐵蛋白對於加熱產品的總生菌數雖沒有顯著的影響，但是經添加處理組的總生菌數較對照組低。



圖二十四、不同濃度乳鐵蛋白添加對於啤酒香腸貯存期間的總生菌數變化。

三、酸鹼值(pH value)

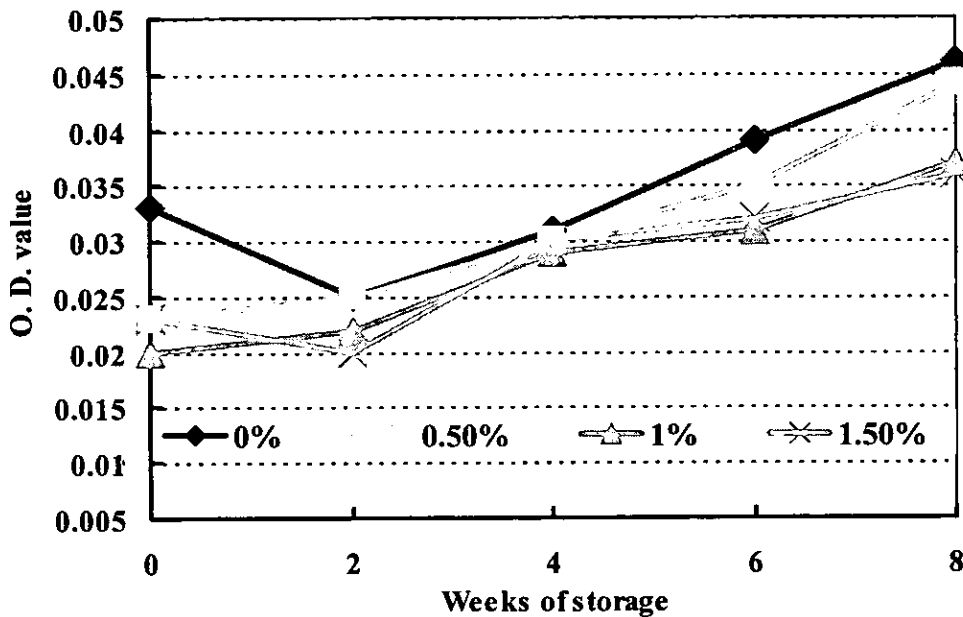
圖二十五為添加乳鐵蛋白(0.05、0.1、0.15%)於啤酒香腸，經過八週保存後其對酸鹼值的影響。添加乳鐵蛋白處理對於啤酒香腸的酸鹼值無顯著影響 ($p > 0.05$)。顯示添加乳鐵蛋白並不會對產品有任何太大的影響。



圖二十五、不同濃度乳鐵蛋白添加對啤酒香腸於貯存期間的酸鹼值變化。

四、氧化酸敗值(TBA-value)

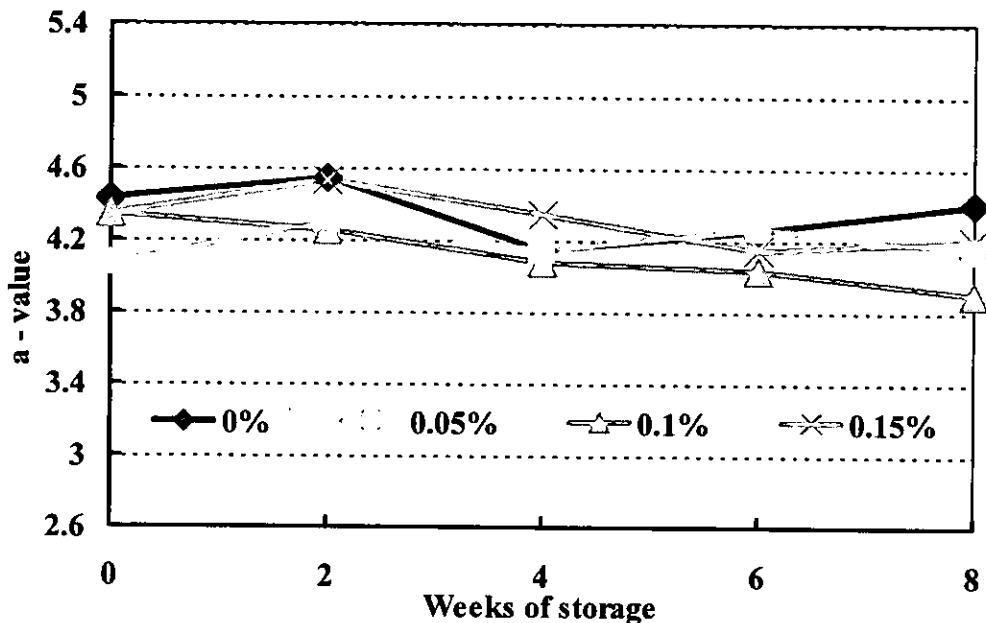
圖二十六為添加加乳鐵蛋白於啤酒香腸，經過八週保存後其對產品氧化酸敗值的影響。TBA 值為脂質氧化酸敗程度之指標，值愈高表示氧化酸敗愈嚴重。結果顯示，添加乳鐵蛋白於啤酒香腸，經過八週保存後其對產品氧化酸敗值的影響，以添加濃度 0.1 及 0.15% 延緩氧化程度較佳($p < 0.05$)。



圖二十六、不同濃度乳鐵蛋白添加對於啤酒香腸貯存期間的硫巴比妥酸值變化。

五、色澤之變化

在色澤方面，以 a 值為主要討論的對象，添加不同濃度之乳鐵蛋白對於啤酒香腸在 4°C 貯存期間的 a 值之影響表示於圖二十七。結果顯示，添加乳鐵蛋白於啤酒香腸對於 a 值無顯著影響($p > 0.05$)。以紅色值變化之結果而論，添加乳鐵蛋白並不會對產品色澤不會產生任何太大的影響。



圖二十七、不同濃度乳鐵蛋白添加對於啤酒香腸貯存期間的紅色值變化。

六、感官品評(Sensory evaluation)

表八為添加不同濃度之乳鐵蛋白對啤酒香腸之感官品評的影響。樣品經適當加熱之後，切割成相同大小後，於保存試驗後分別由受過基本品評訓練的東海大學畜產與生物科技學系碩士班學生六名擔任品評員，對其氣味、顏色、產品組織、嫩度、風味和總接受度進行評分(Cardeillo *et al.*, 1983)。評分採九分制，氣味(odor)以嗅覺來評斷氣味，1分為非常淡薄，9分為非常濃郁；顏色(redness)為以肉眼評估中式香腸之色澤，1分為極淺紅色，9分為極深紅色；產品組織(texture)：1分為結合力差，9分為結合力佳；嫩度(tenderness)為以門齒咬切所需之力量，1分為非常乾硬，9分為非常柔嫩；風味(flavor)風味包括以嗅覺和味覺來評估香腸之氣味與口味，1分為非常淡薄，9分為非常濃郁；總接受度(total acceptability)則是對品評的整體做統整評估，1分為非常不喜歡，9分為非常喜歡。

啤酒香腸經過品評之後，所有處理組間各項品評項目並無顯著差異，亦即添加乳鐵蛋白於啤酒香腸中並不會顯著影響產品整體最終結果。假使將乳鐵蛋白添加於西式產品當中，同樣具有相當的的接受性。

表八、不同濃度乳鐵蛋白添加對於啤酒香腸感官品評比較

濃度	項目					
	顏色	氣味	產品組織	嫩度	風味	總接受度
對照組 ^A	4.88 ^a	5.88 ^a	5.88 ^a	5.55 ^a	6.38 ^a	6.25 ^a
0.05%	4.75 ^a	5.75 ^a	6.00 ^a	5.55 ^a	6.13 ^a	6.38 ^a
0.1%	4.63 ^a	5.63 ^a	6.25 ^a	5.55 ^a	6.25 ^a	6.25 ^a
0.15%	4.75 ^a	5.63 ^a	6.13 ^a	5.63 ^a	6.25 ^a	6.25 ^a

^A：對照組表示未添加乳鐵蛋白的處理組。

^a：同行中不同字母表示有顯著差異($p > 0.05$)。

結論

本實驗分別利用不同濃度的乳鐵蛋白：一、以濃度分別為 0.5、1、1.5 % 噴灑處理豬里脊肉，二、以 0.05、0.1% 浸泡處理豬里脊肉，以及三、添加濃度分別為 0.05、0.1 及 0.15 % 加入中式香腸及西式乳化香腸中；發現乳鐵蛋白的處理及添加對於豬里脊肉與肉製品的一般成分不會有顯著的影響($p > 0.05$)。以噴灑處理豬里脊肉，經過 6 天保存性試驗，其總生菌數、大腸桿菌群數及低溫菌數會隨著時間的增加而上升，但以噴灑處理組能有效降低總生菌數、大腸桿菌群數及低溫菌數目($p < 0.05$)。TBA 值隨著時間的增加而上升，但是以噴灑處理組能有效降低 TBA 值($p < 0.05$)。噴灑乳鐵蛋白對於豬里脊肉顏色外觀有顯著影響。對於 a 值而言，乳鐵蛋白的添加對於其影響較大；隨著添加濃度的提升其 a 值顯著上升($p < 0.05$)。在酸鹼值方面，會隨保存時間的增加而上升，但處理間差異不顯著($p > 0.05$)。感官品評的結果，噴灑乳鐵蛋白的處理組有促進豬里脊肉品質的趨勢，對於風味及接受度皆有提升的現象；其中以 1.5% 組接受度最高。在浸泡處理豬里脊肉部分，其微生物、TBA 與色澤之結果皆與噴灑處理有相同之趨勢。在酸鹼值方面，酸鹼值亦是隨著保存時間的增加而上升，其中以對照組一直維持於較高的狀態($p < 0.05$)。官能品評方面，以乳鐵蛋白浸泡處理對豬里脊肉亦無不良影響。而中式香腸經過貯存時間 8 週後其產品總生菌數、大腸桿菌群數及低溫菌數會隨著時間的增加而上升，但以添加處理組能有效降低總生菌數、大腸桿菌群數及低溫菌數目($p < 0.05$)。中式香腸的酸鹼值亦是隨著時間的增加而下降，其中以對照組一直維持於較高的狀態($p < 0.05$)。同樣的，TBA 值隨著時間的增加而上升，但是以添加處理組能有效降低 TBA 值($p < 0.05$)。添加乳鐵蛋白對於產品顏色外觀無顯著影響。對於 L、a、b 值而言，處理間差異皆不顯著($p > 0.05$)。感官品評所得的結果對於中式香腸添加乳鐵蛋白處理後並不影響風味及組織($p > 0.05$)，而總接受度亦與對照組無異($p > 0.05$)。經由上述結果得知，添加乳鐵蛋白於中式香腸中能提升產品的品質、保存性；對香腸本身的組織影響亦不大。並以添加濃度較低者即有良好的效果。另一方面，添加不同濃度的乳鐵蛋白，添加濃度分別為 0.05、0.1、0.15% 加入西式乳化香腸中；對於乳化香腸的一般成份及產

率影響不大($p > 0.05$)。同樣的經過 8 週保存時間後，總生菌數上升緩慢，處理間差異亦不顯著($p > 0.05$)。在酸鹼值方面，經過 8 週後，各組的酸鹼值並無太大的變化($p > 0.05$)，乳化香腸品質維持在良好的狀態。但是在 TBA 值的部分，以添加乳鐵蛋白處理組有較佳的結果($p < 0.05$)，其中又以添加濃度 1.5% 的乳鐵蛋白效果為佳($p < 0.05$)。TBA 值隨著時間的增加有增加的現象，而且對照組有顯著的較處理組高($p < 0.05$)。在產品外觀顏色的部分，添加乳鐵蛋白對於色澤的影響並不顯著($p > 0.05$)。感官品評的結果，添加乳鐵蛋白對於西式乳化香腸之風味、特性等並無不良影響。總合添加乳鐵蛋白於西式乳化香腸的結果得知：添加乳鐵蛋白於其中對於產品的組成並無影響，但在抗氧化的效果方面，同樣的以添加較低濃度的添加即可有良好的效果。綜觀上述，以乳鐵蛋白處理豬里脊肉及添加乳鐵蛋白於中式香腸、西式乳化香腸等肉製品，能增加肉品特性。然而，以脂肪含量較高的產品(如：中式香腸)更能凸顯乳鐵蛋白抗氧化效果；且以低濃度的添加即有效果。經過感官品評試驗，亦不會對產品產生不良風味。乳鐵蛋白價格約每公克 20 元，以噴灑及浸泡而言，乳鐵蛋白噴灑溶液一公升，約可處理 15 至 20 公斤豬里脊肉，成本增加約為每公斤豬里脊肉最多增加 15 至 20 元；浸泡處理之成本則更為低廉，而添加乳鐵蛋白至中西式肉製品，每公斤成本最多增加約為 20 元，因此不論以乳鐵蛋白溶液處理豬里脊肉及添加至肉製品中，皆不會造成成本過度增加，且可以延長肉品保存期限，增加附加價值。乳鐵蛋白的添加除了作為一機能性添加物之外，對於肉品加工可作為抗菌及抗氧化物質之來源，減少人工添加物的使用。如此一來，不但降低了國人對於人工添加物之恐懼；乳鐵蛋白具有提昇產品品質能力，是為機能性的添加物有利於提高傳統肉製品價值，提供消費者更符合需求、更多樣化的產品。對於肉品產業因應國外進口產品的壓力，無不是一大良益。

致謝

本研究承蒙行政院農委會〔計畫編號：93 農科-5.1.4-牧-U1(4)〕經費補助；謹致謝忱。

參考文獻

- 佑生公司。1995。乳鐵蛋白—天然的保護性蛋白。飼料營養雜誌，第十一期，82-87 頁。
- 唐傳核、曹勁松、彭志英。2000。乳鐵蛋白最新研究發展。中國乳品工業。Vol.28,44-47.
- Aguila, A., A. G. Herrera, D. Morrison., B. Cosgrove, P. Alicia, I. Montesinos, J. Perez, G. Sierra, C. G. Gemmell, and J. H. Brock. 2001. Bacteriostatic activity of human lactoferrin against *Staphylococcus aureus* is a function of its iron-binding

- properties and is not influenced by antibiotic resistance. *FEMS Immunol. Med. Microbiol.* 31: 145-152.
- Arnold, R. R., Cole, M. F., and McGree, J. R. 1977. A bactericidal effect for human lactoferrin. *Science.* 197: 263 - 265.
- A. O. A. C. 1986. "Office Methods of Analysis." 14th ed. Association of official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Bellamy, W. R., H. Wakabayashi, M. Takase, K. Kawase, S. Shimamura and M. Tomita. 1993. Role of cell-binding in the antibacterial mechanism of lactoferricin B. *J. Appl. Bacteriol.* 75:478-484.
- Berkhout, B., Floris, R., Recio, I. and Visser S. 2003. Antibacterial effects of the milk protein lactoferrin. *AGRO food industry hi-tech.* May/June.
- Bihel, S., and I. Birlouez-Aragon. 1998. Inhibition of tryptophan oxidation in the presence of iron-vitamin C by bovine lactoferrin. *Int. Dairy J.* 8: 637-641.
- Brock, J. 1995. Lactoferrin: a multifunctional immunoregulatory protein? *Immunol.* 16: 417-419.
- Brock, J. H. 2002. The physiology of lactoferrin. *Biochem. Cell. Biol.* 80: 1-6.
- Dionysius, D. A., P. A. Grieve, and J. M. Milne. 1993. Forms of lactoferrin: their antibacterial effect on enterotoxigenic *Escherichia coli*. *J. Dairy Sci.* 76: 2597-2606.
- Elliott, J. G. 1999. Application of antioxidant vitamins in foods and beverages. *Food Technol.* 53: 46-48.
- Facon, M. J., and B. J. Skura. 1996, Antibacterial activity of lactoferricin, lysozyme and EDTA against *Salmonella enteritidis*. *Int. Dairy J.* 6: 303-313.
- FDA. 1992. *Bacteriological Analytical Manual.* Association of official chemists. Washington, D.C.
- FDA. 2000. *Surveillance fo foodborne disease outbreaks – United States, 1993-1997.*
- Gomez, H. F., T. J. Ochoa, I. Herrera-Insua, L. G. Carlin, and T. G. Cleary. 2002. Lactoferrin protects rabbits from *Shigella flexneri*-induced inflammatory enteritis. *Infect. Immun.* 70: 7050-7053.
- Huang, S. W., M. T. Satue-Gracia, E. N. Frankel and J. B. German. 1999. Effect of lactoferrin on oxidative stability of corn oil emulsions and liposomes. *J. Agric. Food Chem.* 47:1356-1361.
- John, M. C. G., K. P. Suzanne, W. S. Anthony and H. Barry. 1981. Inhibition of lipid peroxidation by the iron-binding protein lactoferrin. *Biochem. J.* 199:259-261.
- Kanyshkova, T. G., V. N. Buneva, and G. A. Nevinsky. 2001. Lactoferrin and Its Biological Functions. *Biochemistry (Moscow)*, 66: 5 - 13.
- Locke, L. L., J. B. Morgan, J. Tulpinski, A. S. Naidu. 2003. Activated lactoferrin - Antimicrobial spray enhances sensory and shelf life characteristics of case-ready

- fresh beef. *Proc. Internat. Cong. Meat Sci. Tech* 49:493.
- Masschalck, B., R. V. Houdt and C. W. Michiels. 2001. High pressure increases bactericidal activity and spectrum of lactoferrin, lactoferricin and nisin. *Int. J. Food Microbiol.* 64:325-332.
- McIntosh, G. H., P. J. Royle, R. K. Le Leu, G. O. Regester, M. A. Johnson, R. L. Grinsted, R. S. Kenward and G. W. Smithers. 1998. Whey proteins as functional food ingredients? *Int. Dairy J.* 8: 425 - 434.
- Naidu, A. S., 2002. Activated lactoferrin - A new approach to meat safety. *Food Technol.* 56: 40 - 50.
- Naidu, A. S., J. Tulpinski, K. Gustilo, R. Nimmagudda, J. B. Morgan. 2003. Activated lactoferrin part 1: A novel antimicrobial formulation. *AGROFood industry hi-tech* March/April
- Naidu, A. S., J. Tulpinski, K. Gustilo, R. Nimmagudda, J. B. Morgan. 2003. Activated lactoferrin part 2: Natural antimicrobial for food safety. *AGROFood industry hi-tech* May/June.
- Ockermen, H. W. 1985. Quality Control of Post-mortem Muscle Tissue. *Animal Science Dept., The Ohio State Univ., Columbus, OH.*
- Pakkanen, R. and J. Aalto. 1997. Growth factors and antimicrobial factors of bovine colostrum. *Int. Dairy J.* 7:285-297.
- Payne, K. D., P. M. Davidson, S. P. Oliver, and G. L. Christen. 1990. Influence of bovine lactoferrin on the growth of *Listeria monocytogenes*. *J. Food Prot.* 53: 468-472.
- SAS Ins. Stat. Anal. System. 2002. SAS procedure guide for personal computers. Version 6th ed. SAS Institute Inc. Cary, NC. U.S.A.
- Satue-Gracia M.T., E. N. Frankel, R. Nagendra, and J. B. German. 2000. Lactoferrin in infant formulas: effect on oxidation. *J. Agric. Food Chem.* 48: 4984-4990.
- Yamauchi, K., M. Tomita, T. J. Giehl and R. T. Eillison III. 1993. Antibacterial activity of lactoferrin and a pepsin-derived lactoferrin peptide fragment. *Infect. Immun.* 61:719-728.
- Ye, X. Y., H. X. Wang, F. Liu and T. B. Ng. 2000. Ribonuclease, cell-free translation-inhibitory and superoxide radical scavenging activities of the iron-binding protein lactoferrin from bovine milk. *Int. J. Biochem. Cell. Biol.* 32:235-241.