

壹、摘要

本實驗旨在探討不同幾丁聚醣去乙醯度及濃度對法蘭克福香腸保存性與風味、質地的影響。試驗採完全逢機裂區設計 (split plot design), 影響因子為幾丁聚醣去乙醯度、濃度與貯存時間。法蘭克福香腸添加去乙醯度為 85 % 與 95 %、濃度為 1000ppm、2000ppm 與 3000ppm 粉末狀的幾丁聚醣, 真空包裝貯存於 4 進行 0 至 6 週之貯存性試驗。並探討其對法蘭克福香腸風味與質地的影響。

研究結果顯示, 添加幾丁聚醣對總生菌數與低溫菌數有顯著抑制效果 ($p < 0.05$), 且隨幾丁聚醣的去乙醯度與濃度的增加而有較佳抑菌效果的趨勢 ($p > 0.05$)。在色澤方面, 添加幾丁聚醣於法蘭克福香腸之中會顯著增加法蘭克福香腸的亮度值與降低紅色值 ($p < 0.05$), 添加去乙醯度 95 % 之組別比起去乙醯度 85 % 的處理組亮度值顯著較高, 而紅色值與黃色值顯著較低 ($p < 0.05$)。而添加幾丁聚醣濃度對色澤之影響差異並不顯著 ($p > 0.05$)。添加幾丁聚醣於法蘭克福香腸中會顯著提高法蘭克福香腸之酸鹼值 ($p < 0.05$), 法蘭克福香腸之酸鹼值會隨著幾丁聚醣去乙醯度與濃度的增加而顯著上升 ($p < 0.05$)。幾丁聚醣對於減緩法蘭克福香腸貯存期間之氧化酸敗情形效果顯著 ($p < 0.05$), 且去乙醯度、濃度越高有較佳的趨勢 ($p > 0.05$)。官能品評結果顯示, 在嫩度、多汁性、法蘭克福香腸風味與總接受度方面, 各處理組與對照組之間並無差異 ($p > 0.05$)。而

對於剪力值與質地描述試驗添加幾丁聚醣於法蘭克福香腸中無不良影響 ($p > 0.05$)。顯示添加幾丁聚醣於法蘭克福香腸之中可有效的提高法蘭克福香腸的保存性，而且對於法蘭克福香腸之風味與質地並不會造成不良的影響。

關鍵語：幾丁聚醣、去乙醯度、法蘭克福香腸

貳、前言

隨著經濟的成長，健康意識抬頭，消費者對於肉製品的要求除了美味之外，更注意衛生安全及營養的均衡。一般市面上常見之肉製品如法蘭克福香腸等，脂肪含量偏高，因脂肪含量對肉製品之組織、風味均十分重要。Sofos *et al.* (1977) 發現降低脂肪含量，在官能評估上將造成產品嫩度下降，且其多汁性、風味、接受性均下降 (Cross *et al.*, 1980)。但脂肪攝取過多會導致肥胖、腦血管疾病與冠狀動脈心臟病罹患率增加 (Muzzarelli, 1996)。

幾丁聚醣 (Chitosan, 2-deoxy-2-amino glucose polymer) 為節足動物如蝦、蟹、昆蟲等外殼的主成分幾丁質 (Chitin)，經去乙醯化作用而得 (袁, 2000)。幾丁聚醣為新興的食品添加物，在食品工業上有抗菌、保水、乳化、增稠、降低脂肪吸收等功能 (Knorr, 1984)。在自然界來源豐富，為天然食品添加劑 (陳, 2001)。被視為「動物性膳食纖維」，可在消化道中包覆油滴阻絕與消化酵素的接觸而排出體外，能有效的降低脂肪的吸收 (Muzzarelli, 1996)，經臨床試驗有減少人類血中膽固醇和三酸甘油酯的功能 (Veneroni *et al.*, 1996)。而且幾丁聚醣具有多價陽離子的特性，對病源性及腐敗性微生物有抑制的效果，被稱為「天然的抑菌劑」，在生肉中添加幾丁聚醣對於金黃色葡萄球菌、大腸桿菌、革蘭氏陰性菌和微球菌有顯著抑菌效果 (Sudarshan *et al.*, 1999)，而且隨著幾丁聚醣添加量的增加，抑菌

效果愈佳，且可降低脂肪的氧化酸敗的程度與蛋白質分解的速度。在食品上廣泛的被應用於果汁（羅，1996；林，1997；Soto-Peralta, 1989）、蜜餞（方，1989）或抑菌包材（Ouattara *et al.*, 2000）等產品，但應用於肉製品的例子不多，並且多侷限於生鮮肉（Darmadji and Izumimoto, 1994）或是未煮熟之肉製品（趙，2000）。

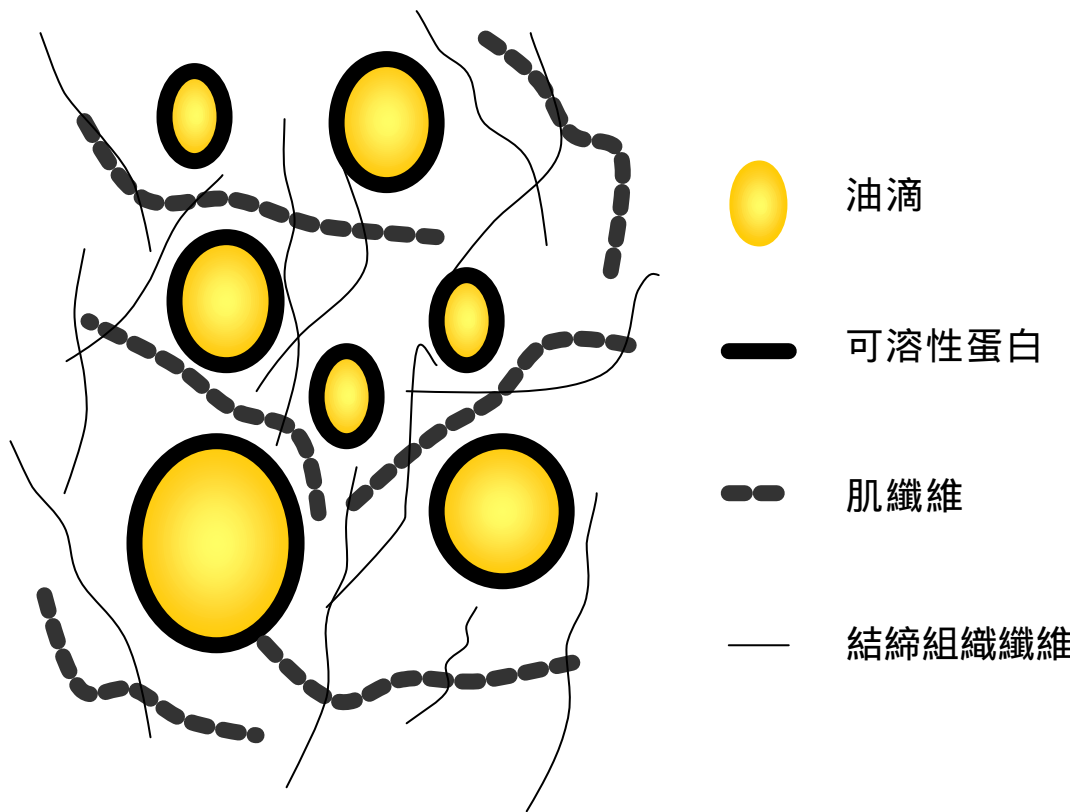
本實驗之目的即添加不同去乙醯度（85% 與 95%）與不同濃度（1000ppm、2000ppm、3000ppm）的幾丁聚醣進入法蘭克福香腸中，探討其對產品保存性與質地、風味的影響。

參、文獻回顧

一、法蘭克福香腸之簡介

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（Schut, 1976）。而肉的乳化並不完全適用於此定義。根據 Hanson（1960）和 Helmer and Saffle（1963）之報告中指出肉的乳化並不只如此單純，如圖一所示。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）。

一般而言，乳化的形式分為水包油（oil-in-water emulsion）與油包水（water-in-oil emulsion）兩種。前者是以油為分散相，水為連續相。後者則是以水為分散相，油為連續相。要形成穩定的乳化狀態需要添加適當的乳化劑，而肉的乳化以肉的蛋白質為乳化劑，屬於水包油的形式（Helmer and Saffle, 1963）。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



圖一、肉類乳化物之結構。

Fig. 1. Structure of meat emulsion.

(Schut, 1976)

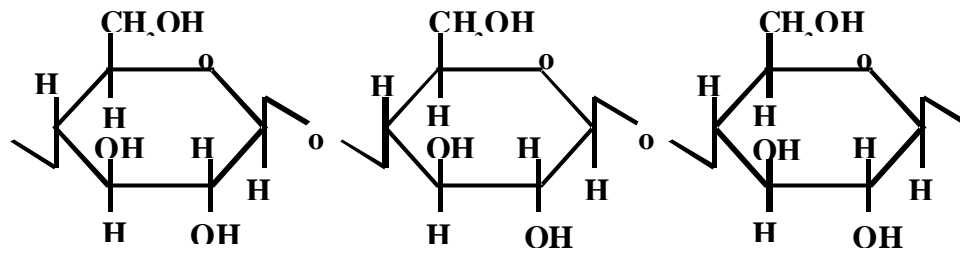
腸衣游離性甲醛 (free formaldehyde) 與結合性甲醛 (combined formaldehyde) 含量在 10ppm 以下。在感官品質方面，必須要 (1) 表面無嚴重滲出之汁液及油脂者，且汁液不得呈混濁狀。(2) 無污物、黴斑或其他異物附著。(3) 色澤正常、氣味與風味良好。(4) 組織結著性良好 (行政院農委會，1995)。

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)。

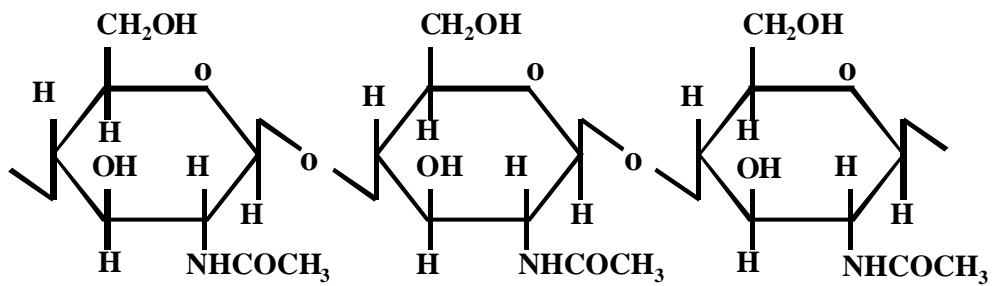
二、幾丁質與幾丁聚醣之結構與來源

幾丁質 (chitin) 主要是由 2000~3000 個 N-乙醯葡萄糖胺 (N-acetyl-D-glucosamine)，以 -1,4 醣甘鍵結合而成之直鏈狀高分子聚合物，分子量約為 2×10^6 dalton (Knorr, 1984)。結構類似纖維素 (Shahidi *et al.*, 1999)，不同處為在 C-2 位置上所接的是一個胺基 ($-NH_2$) 或乙醯胺基 ($-NHCOCH_3$)。圖二為纖維素、幾丁質與幾丁聚醣之結構。

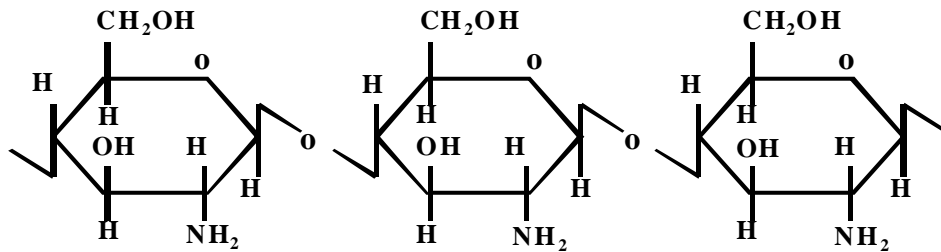
幾丁質存在於無脊椎動物如節肢、軟體和環節類動物與藻類、真菌與酵母菌等菌體的細胞壁中 (表一)。為自然界中僅次



Cellulose



Chitin



Chitosan

圖二、纖維素、幾丁質與幾丁聚醣的結構圖。

Fig. 2. Simplified structure of cellulose, chitin and chitosan.

(Ravindra *et al.*, 1998)

表一、一些甲殼類 (crustacea) 昆蟲、軟體動物的器官與真菌的幾丁質含量

Table 1. Chitin content in some organs of crustacea, insects, malacostracan and fungi

Type	Chitin Content (%)	Type	Chitin Content (%)
Crustacea		Insects (continued)	
Cancer (crab)	72.1 ^c	Colocoptera (bettle)	5-15 ^b
Carclnus (crab)	0.4-3.3 ^a		27-35 ^c
	8.29 ^b	Tenebrio (bettle)	2.1 ^a
	64.2 ^c		4.9 ^b
			31.3 ^c
Paralithodes (King crab)	35 ^b	May beetle	1.6 ^b
Callinectes (blue crab)	14 ^a	Diptera (true fly)	54.8 ^c
Pleuroncodes (red crab)	1.3-1.8 ^b	Pieris (sulfur butterfly)	64 ^c
Crangon (shrimp)	5.8 ^b	Grasshopper	2-4 ^c
	69.1 ^c		20 ^c
Alaskan shrimp	28 ^d	Bombyx (silkworm)	44.2 ^c
Nephrops (lobster)	69.8 ^c		
	6.7 ^b	Calleria (wax worm)	33.7 ^c
Homarus (lobster)	60.8-77.0 ^c	Molluscan	
Lepas (branacles)	58.3 ^b	Organs	
		Clamshell	6.1
		Oyster shell	3.6
Insects		Squid, skeletalpen	41.0
Periplaneta (cockroach)	2.0 ^c	Krill,deprotenized shell	40.2±5.2
Blatella (cockroach)	18.4 ^c		
	10 ^b	Fungi	
	35 ^b	Aspergillus niger	42.0 ^e
		Penicillium notatum	18.5 ^e

(continue on next page)

Type	Chitin Content (%)	Type	Chitin Content (%)
Fungi (continued)		Mucor rouxlii	44.5
Penicillium	20.1 ^e	Lactarius vellereus	19.0
Chrysogenium		(mushroom)	
Saccharomyces Cerevisiae (bakers yeast)	2.9 ^e		

^aWet body weight.

^bDry body weight.

^cOrganic weight of cuticle.

^dTotal dry weight of cuticle.

^eDry weight of the cell wall.

(Knorr, 1984)

於纖維素 (cellulose) 之天然化合物。生產幾丁質所用的原料多來自於魚蝦加工及發酵工業等的廢棄物。

幾丁聚醣 (chitosan) 是幾丁質以高濃度之熱鹼處理，進行去乙醯作用以去除部分乙醯基而生成之產物的總稱，亦存在於少數生物體如真菌細胞壁中(Orłowski, 1991) Muzzarelli(1985) 認為總氮量占聚合物的百分之七 (w/w) 以上者，即稱為幾丁聚醣。

三、幾丁質與幾丁聚醣之物化性質

(一) 幾丁質

幾丁質一般呈淡黃色至褐色的棉絮狀或絲狀固體，具有高彈性及延展性。不溶於一般的無機酸或有機酸中，且不溶於鹼液中，化學反應性低。幾丁質具有強吸濕性，保濕效果亦相當好，並具有吸附重金屬離子之功能，在自然狀況下不易變性 (陳，2001)。

(二) 幾丁聚醣

幾丁聚醣是一種無毒 (non-toxic)、白色帶淡黃色之粉末狀固體，具有生物分解性 (biodegradable) 與生物活性 (biological function)，可溶於酸性或弱酸性溶液中包括稀鹽酸等無機酸與甲酸、醋酸、乳酸、丙酸、蘋果酸、琥珀酸等有機酸。其中甲酸是溶解幾丁聚醣最好的溶劑，而

乙酸則常被選為幾丁聚醣溶液性質測定的標準溶液。此外，幾丁聚醣不溶於中性及鹼性溶劑（Knorr, 1984；吳，2001）。

幾丁聚醣溶於酸性溶劑會形成黏狀的非牛頓溶液，而溶液的黏度視分子量大小、去乙酰程度、聚合物濃度、溶劑的濃度與種類以及溫度而定。而幾丁聚醣可與多價負電荷聚合物反應而形成膠（林，1997）。

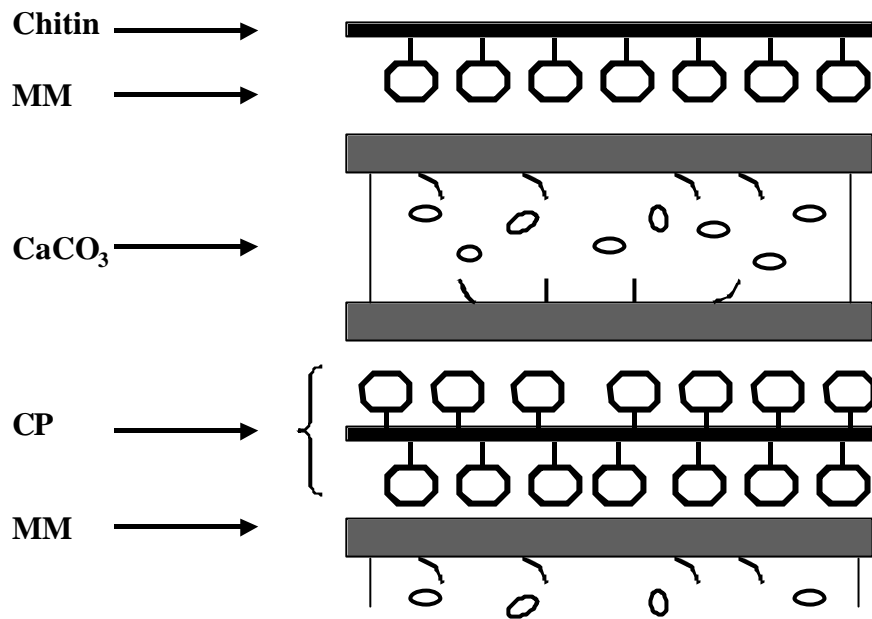
在酸性環境下，幾丁聚醣為一線性且帶有多價正電荷的聚合物（linear cation polyelectrolytes），對含陰離子性吸附質之處理尤為特出，可作為吸附劑，且具有螯合金屬的作用（Shahidi *et al.*, 1999）。

幾丁聚醣具有良好的熱安定性，一般的加熱方法如水煮、油炸與燒烤等對幾丁聚醣結構並不會造成影響，其粉末在 250℃ 無氧狀態下也無分解現象（林，1999）。

四、幾丁質與幾丁聚醣之製備

（一）幾丁質

蝦、蟹外殼的幾丁質與蛋白質、碳酸鈣及磷酸鈣等緊密結合。圖三為幾丁質與蛋白質及碳酸鈣結合之模式圖（Poulicek *et al.*, 1986），幾丁質被兩層片狀或層狀且與鈣離子不具親和力之幾丁質蛋白質複合物夾住，稱為 carrier protein（CP），而此蛋白質外另有一與鈣離子鍵結較強的蛋白質層，稱為 mineralization matrix（MM），可



MM : mineralization matrix
 (acidic polypeptide chain)

CP : carrier protein
 (chitin-protein complex)

圖三、幾丁質與蛋白質及碳酸鈣結合之模式圖。

Fig. 3. The model of chitin combined with protein and CaCO_3 .

(Poulicek *et al.*, 1986)

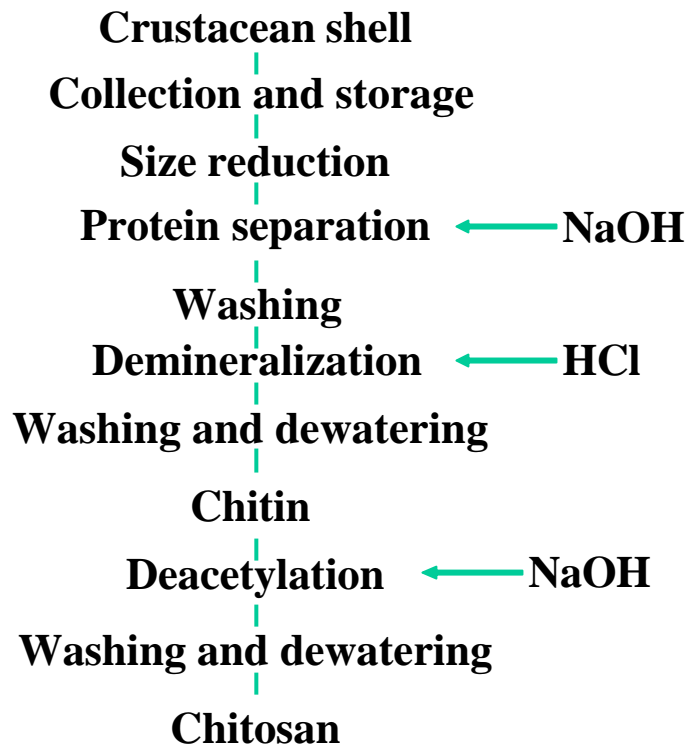
溶於去碳酸鈣溶液，當礦物質（如 CaCO_3 ）沉積在兩 MM 層間使 CP 層夾在兩 MM 層而成為穩定之結構。因此從甲殼類動物的殼抽取幾丁質，要先去除蛋白質及礦物質(Knorr, 1984)。

1.碳酸鈣去除

一般去除碳酸鈣的方法是以無機酸處理，藉由其與碳酸根反應產生二氧化碳而去除。最常用的是鹽酸（ Knorr, 1984 ），但是使用的濃度太高或處理時間太長，易造成幾丁質分子降解，因此後來有學者改用亞硫酸、醋酸等弱酸，或金屬螯合劑 EDTA 等來去除碳酸鈣(Brine and Austin, 1981)。張（ 1987 ）研究指出以 2N 之鹽酸在室溫之下攪拌至無二氧化碳產生，為去除草蝦殼中碳酸鈣的最佳條件。

2.蛋白質去除

蛋白質的去除方法一般為酵素法、鹼液處理法以及微生物法（ Knorr, 1984 ； Brine and Austin, 1981 ）。鹼液法較為簡便、作用時間短且效果佳，故較常使用。然而以鹼液處理會受到鹼液濃度、處理溫度及處理時間不同而產生不同的去蛋白質的效果，並會造成分子去乙酰化。圖四為一般由蝦、蟹殼製造幾丁質的方法。另外，Stanley 等人（ 1975 ）為減低去乙酰化的發生，採取二段式鹼液處理；



圖四、幾丁質與幾丁聚醣之製造流程。

Fig. 4. Simplified manufacturing processes of chitin and chitosan.

(Knorr, 1984)

前段以 0.5N 苛性鈉反應過夜，去除大部分蛋白質之後，再去除碳酸鈣，後段再以 5N 苛性鈉以蒸汽浴加熱三小時，以去除殘留之蛋白質。

(二) 幾丁聚醣

幾丁聚醣是由幾丁質去除部分乙醯基而生成，去乙醯作用的方法有二：

1. 鹼液法

將幾丁質粉末以熱鹼處理而進行去乙醯作用製備幾丁聚醣，製備條件表示於表二。影響幾丁聚醣去乙醯的程度的因素有三；一為氫氧化鈉的濃度，一般採用的濃度為 40~60% 濃度高會加速去乙醯作用的進行，可是廢液的處理是一大問題（李，1988）。第二個因素為反應溫度與時間；幾丁聚醣到達相同去乙醯度在 60 時反應所需之時間約為用 110 反應的兩倍，但反應溫度過高會造成分子降解而得到分子量較低之產品。而反應時間越久去乙醯程度越大，但並非成正比，例如以 110 處理一小時去乙醯程度為 78% 而反應時間延長至四小時去乙醯度僅達 82%（Mima *et al.*, 1983）。第三項則是反應環境；在空氣中或氮氣中反應，以在氮氣中有較大之分子量，原因可能是在空氣中反應會造成氧化裂解（李，1988）。

表二、不同去乙醯程度幾丁聚醣之製備條件

Table 2. Conditions for preparing chitosan of different degrees of deacetylation

Degree of deacetylation (%)	Treatment conditions needed
30-40	30 % NaOH, 6-8hr 40 % NaOH, 0.5hr
40-50	40 % NaOH, 1hr
60-70	50 % NaOH, 0.5hr
70-75	40 % NaOH, 2.5hr 50 % NaOH, 1hr 60 % NaOH, 0.5hr
75-80	40 % NaOH, 4hr 60 % NaOH, 1hr
80-85	40 % NaOH, 6hr 50 % NaOH, 4hr 60 % NaOH, 2.5hr
85-90	50 % NaOH, 8hr 60 % NaOH, 4hr

(李 , 1988)

2. 酵素法

由 *Mucor rouxii* 菌系提煉去乙醯酵素來處理幾丁質，或者將幾丁質投入含有去乙醯酵素之微生物 (*Aeromonas spp.*) 培養液中培養八天可達到去 50% 去乙醯程度(陳等, 1999)。

五、幾丁質與幾丁聚醣之利用

幾丁質與幾丁聚醣應用非常廣泛如表三、表四。

(一) 廢水處理

幾丁聚醣在廢水處理方面大多應用於污泥去水以及食品工業廢水處理之去除金屬離子等方面 (*Shahidi et al.*, 1999)。幾丁聚醣含有大量氨基官能基，對於金屬離子具有螯合能力，最早之用途即為重金屬如 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 及 Hg^{2+} 等之螯合劑 (林, 2001)，減少廢水中的重金屬 (*Hirano et al.*, 1984)。在蔬果加工所產生的廢水中加入幾丁聚醣溶液 (10 mg/mL, pH 4.0)，其混濁度從 85 FTU 降至 8.7 FTU，化學需氧量(chemical oxygen demand; COD)，從 2394mg/L 降至 951 mg/L，固形物從 1624mg/L 降至 6mg/L，淨化廢水的效果良好 (*Bough*, 1975)。

應用於纖維工業之廢水處理的染料吸附方面，幾丁聚醣可以和纖維素 (cellulose) 混合並用，對活性染料和酸性染料之吸附率分別為 264mg/g 及 421mg/g，遠較活性碳之 80mg/g 高出許多 (*Shinagawa et al.*, 1979)。

表三、幾丁質及幾丁聚醣之應用

Table 3. Applications of chitin and chitosan

應用型態	用途
一、廢水處理	
1. chitin/ chitosan	降低廢水中 Hg, Pb, Zn, Cu 等重金屬
2. chitosan/glucan	吸附廢水中 Hg, Pb, Cu, Cr, Co, Ni, Mn 等重金屬
3. chitosan	整合 Fe, Co, Ni, Cu 等金屬
4. chitosan	處理蔬菜罐頭廠廢水
5. chitosan	處理家禽肉加工廢水
6. chitosan	處理蛋加工廠廢水
7. chitosan	處理乳清加工廢液
8. chitin	回收番茄加工廢水中蛋白質
9. chitosan	處理各種食品加工廢水(洋菇殺菁水等)
10. chitosan	處理污泥
11. chitosan	處理魚漿廢水
二、生化方面	
1. chitin	固定 lactase
2. chitin	固定 gluose isomerase
3. chitin	固定 invertase
4. chitin	固定 amylase
5. chitin	分離 trypsin 及 chymotrypsin
6. chitin	固定 5-phosphodiesterase
7. chitosan	固定 a-chymotrypsin 及 phosphatase
8. chitosan	純化 lysozyme
9. deaminated chitin	純化 lysozym
10. chitosan	TLC 材料
11. benzyl chitosan	陰離子交換樹脂
三、食品方面	
1. chitin	熱分解後產生 pyrazines , 可加強食物香氣
2. chitin/ chitosan	吸附紅色 4 號色素
3. chitosan	當作防腐劑、增稠劑等食品添加物

續下頁

應用型態	用途
四、醫藥方面	
1. chitin/ chitosan modification	外科手術縫合線、抗凝血劑、膠囊材料、 療傷藥
五、其他	
1. chitosan	逆滲透膜
2. chitosan	紙力增強劑
3. chitosan	隱形眼鏡
4. chitin/ chitosan	人造纖維工業
5. chitin	改良香菸捲紙
6. chitosan	膜之代用品

(李, 1988)

表四、幾丁質與幾丁聚醣及其衍生物在食品工業上的應用
 Table 4. Application of chitin and chitosan and their derivatives in food industry

應用領域	範例
抗菌物質	細菌 真菌 測量農產原料之黴菌污染
可食用膜工業	食品與周圍環境間控制水分傳遞 控制抗菌物質之釋放 控制抗氧化物之釋放 控制養分、香氣與藥劑之釋放 降低氧分壓 控制呼吸率 控制溫度 控制水果之褐變 還原滲透膜
添加物	水果與飲料之澄清與去酸 天然香氣之擴展 組織性 (texture) 控制劑 乳化劑 模擬食品 增稠劑與穩定劑 色素穩定作用
營養品質	膳食纖維 降膽固醇之影響 畜產與魚類飼料添加物 降低脂肪之吸收 生產單細胞蛋白質 抗胃炎劑 嬰兒食品成分

續下頁

應用領域	範例
食品加工廢棄物 回收固形物	親和性絨毛作用 (Affinity flocculation) 凝膠分餾法 (Fractionation of agar)
純化水	回收金屬離子、殺蟲劑、酚以及 PCB's 脫色
其它	酵素固定化 營養素膠囊 色層分析 分析試劑

(Shahidi *et al.*, 1999)

(二) 生化方面

酵素固定化是指將酵素固定在明確的界面 (distinct phase) 而能區分於周圍界面，並允許二界面間物質之交換 (袁，1999)。幾丁質或幾丁聚醣可作為酵素之擔體，藉由交鏈劑 (cross linking agent) 如戊二醛等進行固定化酵素，如此一來酵素固定在幾丁質上就不易脫落，並且可以重複使用，能夠降低生產成本 (葉，1999)。一些酵素如 Lactase、Glucose isomerase、chitosanase 等之固定化皆被研究過 (Stanley *et al.*, 1975; 1976 ; 林，1995)。

(三) 食品方面

幾丁質與幾丁聚醣應用在食品工業上有抗菌、保水、乳化、增稠、降低脂肪吸收等功能，在自然界的來源豐富，為一種天然食品添加劑 (Shahidi *et al.*, 1999)。表五為幾丁質與幾丁聚醣在食品工業上的功能特性與應用。

1. 抑菌劑

幾丁類物質之抑菌機制表示於圖五，一般認為是由於幾丁聚醣具多價陽離子之特性，會干擾細胞表面之負電荷分子，以靜電作用互相吸引而附著，形成凝集作用。而幾丁聚醣與其他聚胺類 (polyamines) 影響細胞膜之通透性 (Young *et al.*, 1982)。例如，幾丁聚醣在 pH5.8 的情況下會誘發 *Pythium paroecandrum* 菌體內蛋白質漏損(leakage)

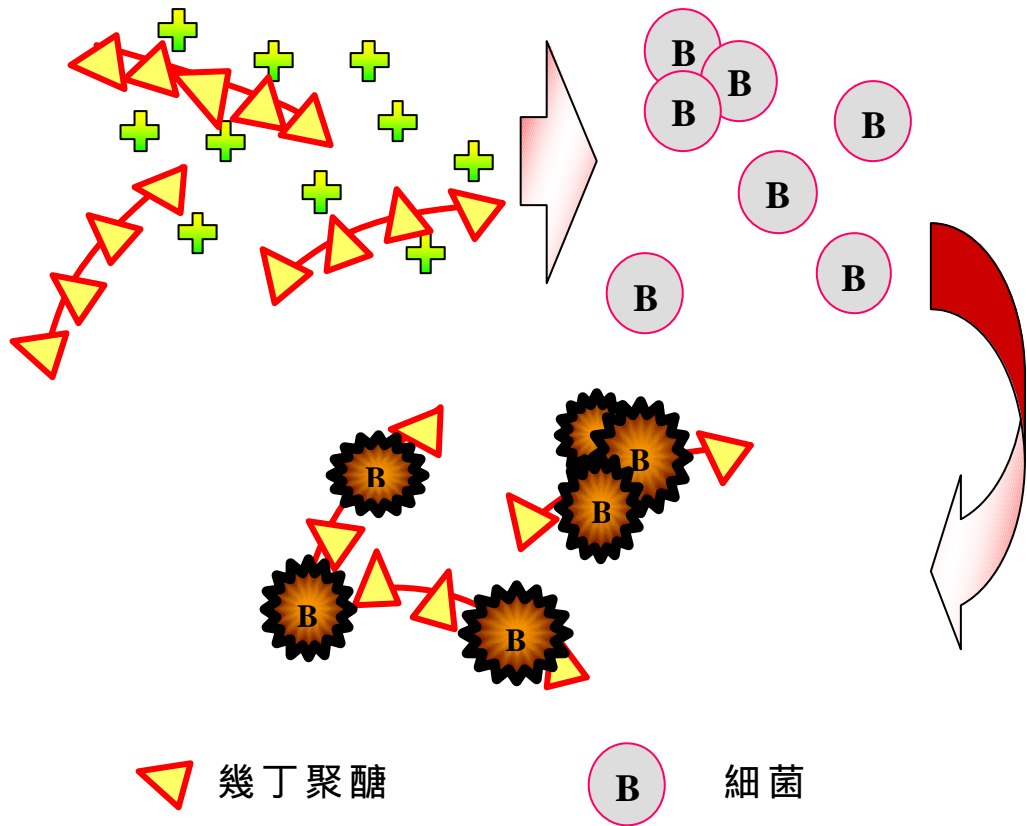
表五、幾丁質與幾丁聚醣之功能性及其在食品工業上之應用
 Table 5. Functional properties of chitin and chitosan and their applications in food industry

功能性	應用
1.電解質複合體之形成	食品加工廠的廢水中水溶性蛋白質之回收(食品的再利用或充當肥料或飼料之用), 飲用水之淨化, 果汁、啤酒及清酒等之澄清作用。
2.降低膽固醇	高膽固醇及動脈硬化症的預防和治療用食品材料。
3.抗菌和抗黴菌	防止食品的腐敗, 提高食品保存性。
4.促進 <i>Bifidobacterium spp.</i> 之增殖	添加於嬰兒用乳品和病人用食品之中。
5.錯合物之形成	幾丁聚醣和重要營養性金屬元素形成錯合物作為食品添加、硬水之軟化、重要金屬之去除。
6.徐放性	可添加於固定化食品中當作香料和營養元素之徐放劑。
7.制酸性	用於食品加工過程的酸中和或脫酸。
8.吸著性	改善食品色素之吸著性、食品加工過程的脫色、過濾、促進脫水、單寧及咖啡因之去除。
9.保水性	可當作食品添加物中的保水劑。
10.分子專一性	食品中特異蛋白質的回收或去除。
11.膠體化	可作為低熱量食品的食品材料、營養成分和酵素及有用微生物等的固定化單體、食品賦形劑之材料。

續下頁

功能性	應用
12.乳化性	可當作食品添加物之乳化劑。
13.膜化性	用於食品加工中作為逆滲透及超過濾之材料。
14.細胞賦活性	增加抗體的產生、促進代謝、食品用佐劑。
15.熱分解	食品用香味成分之製造。

(板井, 1989)



圖五、幾丁聚醣抑菌機制簡圖。

Fig. 5. Schematic illustration of the antimicrobial activity of chitosan.

(Young *et al.*, 1982)

(Leuba and Stossel, 1985)。另一可能的機制牽涉到幾丁聚醣與 DNA 結合，而抑制 mRNA 合成 (Hadwiger *et al.*, 1985)。

Wang (1992) 以 0、 0.5、 1.0、 1.5、 2.0 和 2.5% 幾丁聚醣濃度，以 2% 醋酸調整 pH 值至 5.5 與 6.5 測試五株食品病原菌，其中在 pH5.5 時有較佳之抑菌效果。對各種不同之病原菌抑制效果依次為 *S.aureus* > *S. typhimurium* > *E. coli*。Darmadji and Izumimoto (1994) 在液態培養基中添加 0.01% 幾丁聚醣可有效的抑制 *Bacillus subtilis* IFO 3025, *E. coli* RB, *Pseudomonas fragi* IFO 3458, *S.aureus* IAM 1011。於添加較高幾丁聚醣濃度時 (0.1% 和 1.0%) 會抑制 *Lactobacillus plantarium* IAM 1216, *Pediococcus pentosaceus* IAM 12296 和 *Micrococcus varians* IFO 3765。而於牛絞肉中添加 0.5% 到 1.0% 之幾丁聚醣於 4 貯存 10 天期間內對於致病菌有抑制之效果，並可降低脂肪的氧化程度與獲得較高之感官品評分數。林(1995) 的研究發現，幾丁聚醣去乙醯度的不同會影響其抑菌力的大小；即幾丁聚醣去乙醯度為 80% 與 60%，其對於 *Shigella sonnei* 的抑制能力分別為 32.7% 及 11.4%，而對於 *Pseudomonas fluorescens* 則為 30.5% 及 13.4%，顯示幾丁聚醣之去乙醯度的增加對於此兩株菌的抑制能力隨之增加。

Simpson 等人於 1997 年將整隻及去殼鮮蝦 (*Pandalus borealis*) 浸於 1% 及 2% 之幾丁聚醣溶液中，然後真空包

裝，於 4~7 冷藏，總菌數無論去殼與否，貯存 8 天均比對照組低一個對數值左右，而對於 *P. fluorescens*, *E. coli*, *P. vulgaris*, *S. typhimurium* 有良好的抑制效果。

趙 (2000) 的研究發現，添加低分子量幾丁聚醣於減脂中式香腸中在 9 週貯存期間內菌數變化不大且低於未添加幾丁聚醣的組別，顯示微生物生長受到抑制或有減緩的現象。

在羅 (1996) 的研究中發現添加幾丁聚醣水解物於貢丸中有抑菌之效果，其中添加 20% 水解程度之幾丁聚醣 2000ppm 於貢丸中於 5 貯存 10 天，其總生菌數為 $10^2 \sim 10^3$ CFU/g 而控制組為 $10^5 \sim 10^6$ CFU/g; 而幾丁聚醣水解物對於貢丸的 pH 值、保水性、物性與感官品評等方面均無明顯影響。

2. 食用膜之應用

近年已有許多研究指出，利用可食用膜 (edible film) 包覆，可延長食品貯存期，促進食品之新鮮與冷凍時之品質。Kitter (1998) 等人報導幾丁聚醣膜具可調節水分之滲透性的價值，可延長許多生鮮或水活性高之產品的貯存期。以幾丁聚醣製造的抑菌包膜對於 bologna 和 pastrami 在 4 與 10 貯存 21 天對產品腸內菌 (Enterobacteriaceae) 有顯著抑制的效果 (Ouattara, *et al.*, 2000)。

3. 添加物

(1) 果汁之澄清與去酸

幾丁聚醣在酸性溶液中為帶正電荷分子，當與帶負電荷懸浮物接近時即會產生靜電引力，使帶負電荷的小懸浮物沉降下來，因此可藉由此來去除飲料中的單寧、有機酸及懸浮粒子，幫助飲料的澄清。Soto-Peralta (1989) 等人以 Golden Delicious 蘋果汁為材料，添加水溶性幾丁聚醣與傳統之澄清劑 (silica sol/gelatin/bentonite) 比較時，發現水溶性幾丁聚醣濃度 $0.5\text{kg}/\text{m}^3$ 時可達到相當之效果，提高幾丁聚醣之濃度至 $0.5\sim 1.0\text{kg}/\text{m}^3$ 時亮度值 (L value) 顯著高於傳統澄清劑，證明幾丁聚醣可作為果汁之澄清劑。林 (1997) 以不同水解程度之幾丁聚醣進行梅汁之澄清，結果以分子量較大之幾丁聚醣 (0% 水解程度) 之澄清效果最佳。

(2) 保水劑

Knorr (1982) 的報導指出幾丁質、幾丁聚醣和微結晶 (microcrystalline) 幾丁質可增加水結合力 (water binding capacity) $230\sim 440\%$ (w/w)，其保水力之大小依次為幾丁聚醣 > 幾丁質 > 微結晶幾丁質 > 纖維素。而脂肪之結合力 (fat binding capacity) 方面可增加 $170\sim 315\%$ (w/w)，以幾丁聚醣最低，幾丁質最高。

(3) 乳化劑

在乳化效果方面 Lee (1996) 研究幾丁聚醣對蛋黃乳化的影響，結果顯示添加 0.1% 幾丁聚醣可提高蛋黃乳力 (約 10%)，而幾丁聚醣濃度增加至 0.2%，對乳化的影響與添加 0.1% 幾丁聚醣試驗組沒有顯著差異。作者同時提到，添加幾丁聚醣 0.1% 可增加蛋黃醬(mayonnaise) 的乳化安定性與黏度，但在色澤方面則與對照組相似。

(4) 香味料

幾丁質經過熱裂解之後會產生具有芳香氣味之吡嗪 (pyrazines)，可作成自然香味混合劑或香味增強劑(Knorr, 1984)。

(5) 抗氧化作用

幾丁類物質抑制油脂氧化，一般認為是幾丁類物質能螯合肉類於熱加工時由血紅蛋白 (hemoglobin) 釋放之游離亞鐵，並隨之抑制亞鐵離子的催化活性。更進一步實驗證實幾丁聚醣的胺基能與肌肉食品中脂肪分解產生的揮發性醛類，如丙二醛 (malondialdehyde) 形成穩定物質 (袁，1999)。St. Angelo and Vercellotti (1989) 發現添加 5000ppm 之 N-羧甲基幾丁聚醣 (N-carboxymethylchitosan, NCMC) 於碎牛肉能抑制製品油脂氧化，並且降低產品中

99% hexanal 含量，而且能避免加熱氧化臭(WOF; warmed-over favor) 之產生。Darmadji and Izumimoto (1994) 報導添加幾丁聚醣 (0.2%、0.5%和 1.0%) 可抑制牛肉於貯藏期間油脂氧化 (TBA 值) 的速率，且抑制的能力隨幾丁聚醣濃度的增加而較佳。李等 (1996) 報導中也指出添加 N-羧甲基幾丁聚醣 (NCMC) 於煮熟的絞碎豬肉中，可有效抑制脂質的氧化酸敗，而且產品的總接受性亦佳。在羅 (1996) 的研究發現添加幾丁聚醣水解物於貢丸中於 5 貯存 10 天，在貯存過程中貢丸之氧化酸敗情形，除了添加 30%幾丁聚醣水解物無法抑制貢丸的氧化酸敗外，其餘各組皆具有抑制的效果。

4.營養品質

(1)膳食纖維

膳食纖維 (dietary fiber) 為人體的消化酵素不能消化之食物中難消化性成分總稱，食後具飽食感、人體難以吸收利用且不提供熱量，故可作為減肥食品。除此，膳食纖維亦可降低血中膽固醇、增加糞便體積、稀釋毒物、促進腸蠕動、幫助排便及防止便秘等功用 (Roberfroid, 1993)。幾丁聚醣化學結構和植物之纖維素相似，同樣不被人體消化吸收且具備上述膳食纖維之功能，故可視為動物性膳食纖維的來源，亦可利用此特性將其添加到食品中吸附色素而排出，以降低色素可能造成的毒性 (方，1990; Knorr,

1984)。

(2)降低膽固醇之影響

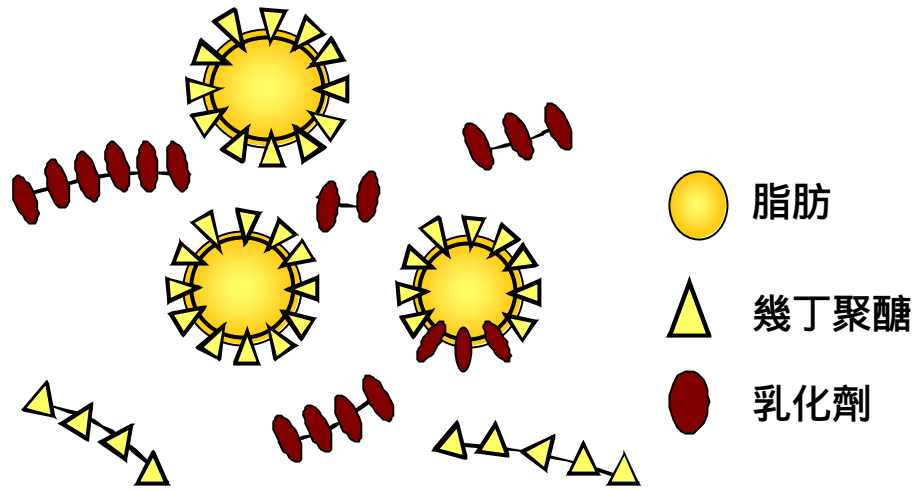
在兔子飼糧中額外添加 0.7%之膽固醇並再添加 0%、1%和 2%幾丁聚醣 39 天後，血中總膽固醇的量隨幾丁聚醣的量增加而下降 (Hirano *et al.*, 1990)。而在人類的試驗中，顯示攝食幾丁聚醣能有效降低血液中之膽固醇。80 位成年人被提供高熱量之飲食而發現額外食用幾丁聚醣的人比食用安慰劑的組別於 4 週之後血中的總膽固醇、低密度脂蛋白與三酸甘油脂均有顯著的降低，而高密度脂蛋白則會增高 (Veneroni *et al.*, 1996)。

(3)抑制脂肪吸收

幾丁聚醣抑制脂肪的機制表示於圖六和圖七，於胃中，胃酸溶解幾丁聚醣並與脂肪混合並乳化，當食糜進入到腸道中時接觸到鹼性的腸液，幾丁聚醣凝固成膠狀將油滴包覆住，而阻斷與酵素的接觸，使得脂肪未被完全的消化即排出體外而減低脂肪之吸收 (Muzzarelli, 1996)。於老鼠飼糧中添加幾丁聚醣可顯著降低脂肪的消化率 (Shahidi *et al.*, 1999)。

(四)醫藥方面

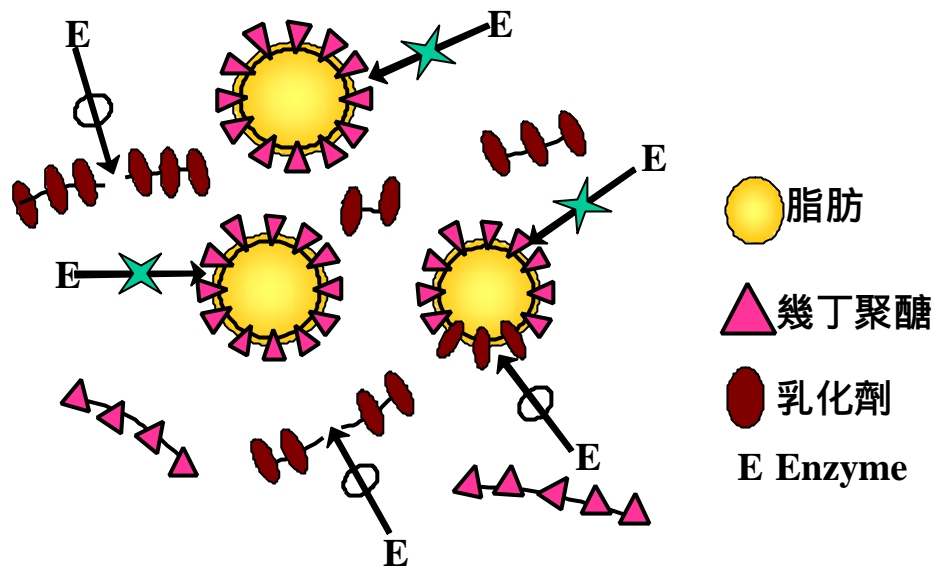
幾丁質及幾丁聚醣在醫學上的研究顯示有許多的功能，例如強化免疫能力、抑制腫瘤與降低膽固醇等 (Suzuki



圖六、幾丁聚醣抑制脂肪吸收機制簡圖（胃中）。

Fig. 6. Schematic illustration of the chitosan-promoted inhibition of fat digestion (in the stomach).

(Muzzarelli, 1996)



圖七、幾丁聚醣抑制脂肪吸收機制簡圖（腸中）。

Fig. 7. Schematic illustration of the chitosan-promoted inhibition of fat digestion (in the intestine).

(Muzzarelli, 1996)

et al., 1990; Tsukada *et al.*, 1990; Razdan and Pettersson, 1994)。Knorr (1984) 指出在飼料中添加幾丁聚醣，會增加雞腸內有益菌 bifido-bacteria 的生長。袁 (1999) 指出餵食添加幾丁質之飼料能增加雞的腸道中原生保健菌雙歧桿菌之數量。幾丁質和幾丁聚醣還可以製成外科手術所使用之縫合線，可增加韌度 (賴，1979 ;李，1988)，若作成 sulfonated chitin 或 sulfonated chitosan，可作為抗凝血劑使用；而合成 N-ary-carbamoyl-D-gtucosamin 及 N-arylthlocarbamoyl-D-glucosam-ine，可作為繃帶形式的療傷藥，以促進傷口癒合；亦可當成藥物膠囊材料，以改善崩散性 (disintegraton) 及控制藥物之釋出速率 (Knorr, 1984)。

(五) 其它

以幾丁聚醣製造隱形眼鏡具備氧的通透性高、保濕性好與張力高等優點 (Allan, 1985)。幾丁聚醣並可應用於紡織工業中之抗菌衣材與造紙工業之抗菌紙和添加於香煙濾嘴降低焦油之吸入等。

六、幾丁質與幾丁聚醣之安全性與營養評估

日本於 1983 年已將幾丁聚醣列入食品添加劑的項目中，又於 1989 年將幾丁質及幾丁聚醣列入合法的安定劑與增稠劑。美國食品藥物管理局 (FDA) 允許幾丁聚醣為一合法的食品及飼料添加物，幾丁聚醣及其衍生物為一種碳水化合物，可用來當

作食品加工蔬果之蛋白質的沉澱劑(Mccurdy, 1992)。 Bough and Landes (1978) 於飼料中添加 5% 幾丁聚醣，發現對大白鼠成長率、器官及血清組成與對照組比較並無顯著差異。 Hirano(1990) 研究指出飼料添加 0.8 及 1.4 g/kg bw/d，餵食雞和兔子 239 天，無不良症狀發生。以幾丁聚醣作為飼料蛋白質之凝結促進劑，並不影響蛋白質效率比 (PER)，也無任何毒性。兔子經口服給與之半致死量 (LD₅₀) 大於 16g/kg bw。小白鼠腹腔注射之 LD₅₀ 大於 350g/kg bw。 Arai *et al.*(1968) 指出餵食大白鼠 18 g/kg bw/d 以上之幾丁聚醣才會產生傷害。

財團法人生物技術開發中心 (1996) 報告指出幾丁質是無毒的，若將幾丁聚醣餵食老鼠，結果發現體重 1kg 的老鼠食用 18g 以下，雞 6.5g 以下，兔子 0.8g 以下時均無毒性，而體重 60kg 的人每天食用 48g 時也沒有問題。目前幾丁聚醣在食品中添加的比率在 2~5% 之間。

七、幾丁質與幾丁聚醣在膳食醫療使用時應注意事項

雖然許多數據顯示在安全的使用劑量下，幾丁質與幾丁聚醣是無毒的，但若使用其作為長期膳食補充劑時，對於以下幾點應特別注意。

(一) 對骨骼及礦物質與維生素吸收之影響

袁 (2000) 與 Koide (1998) 指出只需短期 (二週) 攝取幾丁質、幾丁聚醣，即明顯造成礦物質吸收的障礙及

降低骨骼礦物質含量。它可能使骨質疏鬆症提早發生，或已有之症狀更為惡化。對更年期後之婦女與老年男性而言，鈣的補充是必需的，但它卻會減少脂溶性維生素 D 的吸收而導致鈣的缺乏。長期服用此膳食補充劑亦可能減少硒與鎂的吸收，而這些礦物質為細胞正常代謝的必要因子。雖然在短期的攝取幾丁質和幾丁聚醣後，鋅的吸收與骨質成分仍未改變，但應研究長期攝取後對鋅代謝的影響。

Deuchi *et al.* (1995) 研究長期大量攝取幾丁聚醣與抗壞血酸鹽對大白鼠礦物質與脂溶性維生素之影響。結果顯示含幾丁聚醣試驗組較對照組粗脂肪消化率低，且礦物質之吸收與骨骼中礦物質含量亦減少。幾丁聚醣與抗壞血酸鹽的攝食顯著地降低肝臟中維生素 A 與血清維生素 E 之濃度，除此幾丁聚醣亦會降低鈣、鐵及鎂的吸收，可能因幾丁聚醣具有螯合作用，因此易與礦物質結合而影響礦物質之吸收。

攝食幾丁聚醣會降低脂溶性維生素 (A, D, E, K) 的吸收。在高脂飼料中，餵食幾丁聚醣和維生素 C 兩週之雄鼠，礦物質之吸收與骨中礦物質含量明顯下降，且血液中維生素 E 之含量亦顯著減少。而餵食 5% 幾丁聚醣之老鼠，其體內鈣含量由於幾丁聚醣膠的吸附而明顯下降，並可能導致維生素 D 之減少 (Deuchi *et al.*, 1995)。因此適當之維生素應與此膳食補充劑一起服用。

(二) 生長遲緩

Sugano *et al.* (1980) 與 Tanaka *et al.* (1997) 指出添加 10% 中等顆粒的幾丁聚醣至雄鼠飼料中，會造成老鼠生長遲緩。而以精緻顆粒的幾丁聚醣餵食老鼠，其添加量只需 2% 即可造成老鼠生長遲緩。若小鼠每日餵食 5mg，5 週之內體重明顯減輕且有怠惰無力之情形。故使用此營養補充劑對兒童生長及老年人功能之影響應小心監測。

(三) 懷孕時注意

由於幾丁質、幾丁聚醣會減少鈣及維生素 D 之吸收，進而影響骨骼之代謝，且其會減少脂肪之利用率與熱量之攝取 (Deuchi *et al.*, 1995)，因此懷孕婦女服用幾丁質、幾丁聚醣作為膳食補充劑時，具有某種程度的潛在危機。

(四) 營養吸收障礙症狀 (malabsorption syndrome)

八位健康男性，每天攝取含 3~6 克幾丁聚醣之餅乾兩週，並未發現有腹瀉或便秘之情形。但是幾丁質、幾丁聚醣在腸道會形成膠狀物，能吸收脂肪造成輕微的營養吸收障礙或類似口炎性腹瀉情形。雖然在實驗的動物中，並未發生腹瀉或便秘的情形，但仍可能在人類身上發生。測試者若潛在有營養吸收障礙症狀或脂溢情形者，應避免這種營養補充劑，以免其病癥進一步惡化 (袁，2000)。

肆、材料與方法

一、法蘭克福香腸之製備

(一) 原料處理

自傳統市場購買豬後腿肉與背脂，將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 6.5mm 孔目之絞盤)後，以 PE 袋分裝並儲存於 4℃ 之冰箱(TL-520R, TIT, Taiwan)備用。背脂分切成小塊以絞肉機予以絞碎(使用 3.5mm 孔目之絞盤)儲存於 -20℃ 之冷凍櫃(Medical Freezer, Sanyo, Japan)備用。幾丁聚醣則購自凱得生科技公司，分別為去乙醯度 85% 與 95% 兩種，分子量控制在 150kD，為白色帶淡黃色之粉末。詳細規格列於表六。

所有添加物按原料肉(腿肉與背脂之總和)重之百分比加入，詳細配方比例如表七所示。本實驗包括對照組(無添加幾丁聚醣)、去乙醯度 85% 之幾丁聚醣 1000ppm、2000ppm 與 3000ppm 三種不同添加量，與去乙醯度 95% 之幾丁聚醣 1000ppm、2000ppm 與 3000ppm 三種添加量共七組。試驗設計如圖八。

(二) 加工過程

將乳化機(Stephan, UM 12, 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。將

表六、幾丁聚醣之規格

Table 6. The specification of chitosan

Chemical parameters :

Molecular weight	150,000~160,000
Dry matter	> 90%
Ash	< 0.5%
Degree of deacetylation	85~88% and 95%
Solubility	> 90%(in 1% acetic acid)
Turbidity	< 50NTUs
Viscosity	< 500cps(in 1% acetic acid)

Feature

Powder	180mesh
--------	---------

Microbiological parameters

Total plate count	< 100cfu/g
Escherichia Coli	ND
Coliform Bacteria	ND
Mould and yeast	ND

Toxicological Data

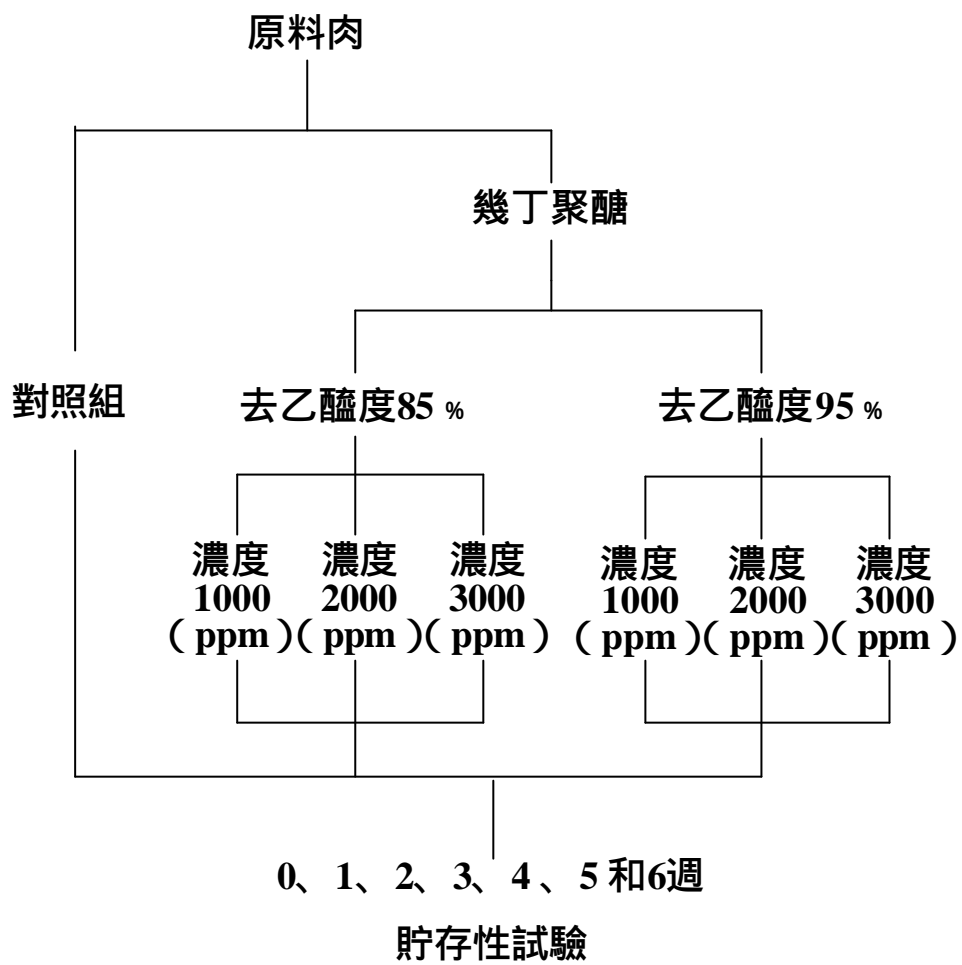
LD ₅₀	18g/Kg
------------------	--------

(凱得生科技股份有限公司 , 2002)

表七、法蘭克福香腸配方

Table 7. Frankfurter sausage formulation

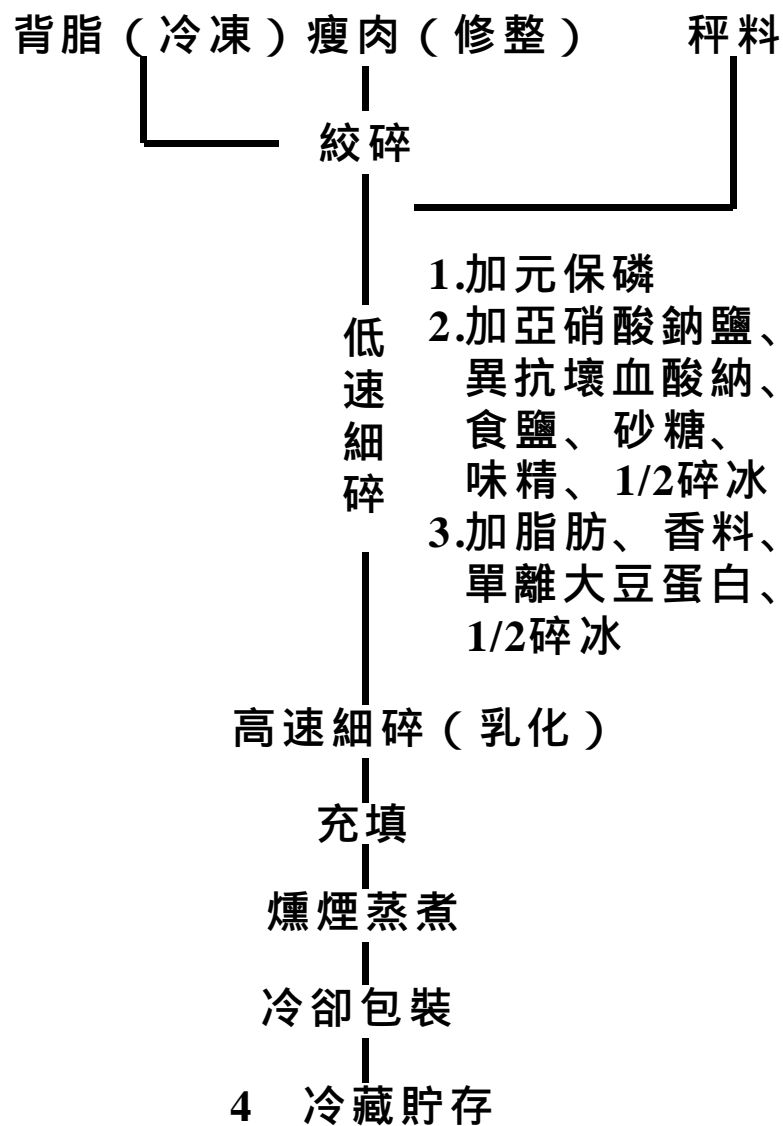
原料	百分比%
原料肉	100%
(瘦肉:脂肪=4:1)	
碎冰	25 %
食鹽	2.0%
特級砂糖	3.0%
味精	0.4%
亞硝酸鈉	120ppm
異抗壞血酸	400ppm
元保磷	0.3%
單離大豆蛋白	2%
香料 - 白胡椒粉	0.2%
薑粉	0.2%
蒜粉	0.1%
荳蔻粉	0.1%



圖八、試驗設計流程圖。

Fig. 8. The flow chart of experimental design.

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、特級砂糖、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、單離大豆蛋白及其餘二分之一的碎冰，低速細切混合 30 秒後，以高速細切乳化 2 分鐘。製作過程中溫度均維持在 12℃ 以下。隨即以人造腸衣（Nippi casing #250, Nippi, Japan）充填，並予以稱重。產品移入燻煙室（KA-1990/220E, ASCA, Germany）以 40-42℃ 乾燥 40 分鐘後燻煙（40-42℃）20 分鐘，接著以溫度 75℃ 溼度 98% 蒸煮約 60 分鐘，使產品達到中心溫度 70℃ 止。法蘭克福香腸主要製造流程如圖九所示。完成產品後秤重以計算產率，再以真空包裝袋（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）真空包裝（MULTIVAC, A300/16, Germany），冷藏貯存於 4℃ 冰箱（TL-520R, TIT, Taiwan）於第 0、1、2、3、4、5 和 6 週取樣，測定總生菌數（total plate count, TPC）、低溫菌數（Psychrotrophic bacteria）、沙門氏菌數（*Salmonella spp.*）、大腸桿菌群（Coliform）、色澤（Lab）、酸鹼值（pH value）及硫巴比妥酸值（thiobarbituric acid value, TBA value）等。此外針對產品做一般成份分析（proximate analysis）、感官品評（sensory evaluation）、剪力值（shear value）與質地描述分析（texture profile analysis）。



圖九、法蘭克福香腸製造流程圖。

Fig. 9. The flow chart of frankfurter sausage processing.

二、分析項目

1. 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。每個處理均重複二次。

2. 產率 (Yield %)

依黃 (1992) 的方式測定之。法蘭克福香腸蒸煮之前先行秤重，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 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：

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

3. 總生菌數 (Total plate count, TPC)

取 11 克之樣品與 99 毫升之滅菌水，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)，於 37 下培養 48 小時，計算菌落形成數 (FDA, 1978)。

4. 低溫菌數 (Psychrotrophic bacteria)

取 11 克的樣品與 99 毫升之滅菌水，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)，於 7 °C 下培養 10 天，計算菌落形成數 (FDA, 1978)。

5. 沙門氏桿菌數 (*Salmonella spp.*)

取 11 克樣品加入 99 毫升之滅菌水，利用樣品處理器 (Stamacher, Model 400, England) 混合 2 分鐘後稀釋成適當倍數，以 *Salmonella shigella* agar (Merck)，於 35 °C 下培養 48 ± 2 小時。若為可疑 *Salmonella* 之菌落，在培養基上菌落會產生黑色中心，且菌落周圍會轉變成黃色；而非 *Salmonella* 為紅色菌落，計算菌落形成數 (FDA, 1978)。

6. 大腸桿菌群 (Coliform)

取 11 克樣品加入 99 毫升之滅菌水，利用樣品處理器 (Stamacher, Model 400, England) 混合 2 分鐘後稀釋成適當倍數，以 Chromocult coliform agar (Merck)，於 35 °C 下培養 24 ± 2 小時。Chromocult coliform agar 內含 Salmon-Gal 酵素受質，會與 Coliform 專一的 Galactosidase 反應而產生紅色；X-Gluc 酵素受質與 *E. coli* 專一的 Glucuronidase 反應，會產生深藍色至紫色菌落，其餘腸內菌為無色，計算紅色和深藍色至紫色菌落形成數 (FDA, 1978)。

7. 色澤 (Coloring difference test)

依 Mean *et al.* (1987) 的方式修正後測定之。各處理

組之樣品以色差計 (Color and color difference meter, Model TC-1, 東京電色株式會社, 日本), 測定其表面之亮度值 (L value)、紅色值 (a value) 和黃色值 (b value), 每組處理做二次重複, 每次測不同四點。

8. 酸鹼值 (pH value)

依 Ockerman (1985) 方法測定之, 取 10 克樣品加入 90 毫升之蒸餾水細碎混合 2 分鐘後以 pH meter (MP320, Mettler Toledo, Switzerland) 直接測定之。

9. 硫巴比妥酸值 (Thiobarbituric acid value, TBA value)

依 Ockerman (1985) 方法測定之。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 ($\text{HCl}:\text{H}_2\text{O}=1:2$) 之 HCl 、1 毫升磺胺試劑 (0.5% sulfanilamide (Sigma) 溶於 20% HCl (v/v))、5 滴消泡劑 (Antiform A (Sigma)) 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 (0.288g TBA 溶於 100ml 90% 之冰醋酸), 於沸水浴中反應 35 分鐘, 接著流水冷卻 10 分鐘後再以分光光度計 (Spectrophotometer, HITACHI U-200, Japan) 在波長 538nm 下測其吸光值 (Optical density, O.D.), 試驗結果以 O.D. 值表示。

10. 感官品評 (Sensory evaluation)

以修改自 Cardello *et al.* (1983) 的方式分析之。樣品經熱水浴加熱 10 分鐘後切割成相同長度 (2cm) 後，分別經固定品評員對其顏色、嫩度、多汁性、法蘭克福香腸風味和總接受度進行評分。評分方式為嗜好評分試驗 (hedonic scale test) 評分採七分制，各項目之代表意義如下：顏色 (紅)：1 分為極淺，7 分為極深；嫩度：1 分為極硬，7 分為極嫩；多汁性：1 分為極乾，7 分為極多汁；風味：1 分為極淡，7 分為極明顯；總接受度：1 分為極討厭，七分為極喜歡。

11. 剪力值 (Shear value)

樣品以沸水浴加熱 10 分鐘後，去頭尾並切成 2cm 長之相同大小法蘭克福香腸段，以物性測定儀 (Rheometer, Model NRM-2010J-CW, 不動工業株式會社, 日本) 配合附件 31 號之刀型接頭，以 6 cm/min 之速度對樣品做模擬咬切，以物性測定紀錄器 (Rheometer, Model FR-801, 不動工業株式會社, 日本) 紀錄之，測定切斷產品時之最高抗力值 (kg/cm^2)。

12. 質地描述分析 (Texture profile analysis)

食肉質地影響嗜口性 (palatability) 甚鉅，而剪力值普遍用於代表食肉的客觀嫩度，但只是樣品受剪切斷裂之單

一抗力值，類似門齒之咬切型態，並不能完整描述樣品的質地特性（Gonez-Guillen and Montero, 1996）。

依 Gonez-Guillen and Montero (1996) 及楊 (1992) 的方式修改後分析之。樣品以物性測定器 (Rheometer, Model NRM-2010J-CW, 不動工業株式會社, 日本) 之第四項咀嚼試驗 (Chewing test) 紀錄兩次咬切所產生之抗力曲線，計算出樣品的硬度 (Toughness)、內聚性 (Cohesiveness)、彈性 (Elasticity) 及咀嚼性 (Chewiness)。

圖十為產品咀嚼試驗時的抗力曲線圖。在試驗的設定上，感應器的範圍 (Range) 為 10000g，測試的極限高度為 20cm，齒形接頭的速度 (Test speed) 為 60cm/min，退出速度 (Sweep speed) 為 60cm/min。在圖形中，H' 為第一次擠壓產品所繪成的抗力曲線的最高距離，A₁ 及 A₂ 為兩次擠壓所繪成的抗力曲線圍成的面積，B₁ 及 B₂ 為兩次擠壓樣品所花的時間，測定中的內在因子 (Factor, F) 為 10000g/20cm。各項測定計算方式如下：

$$\text{硬度 (Toughness)} : H = H' \times F$$

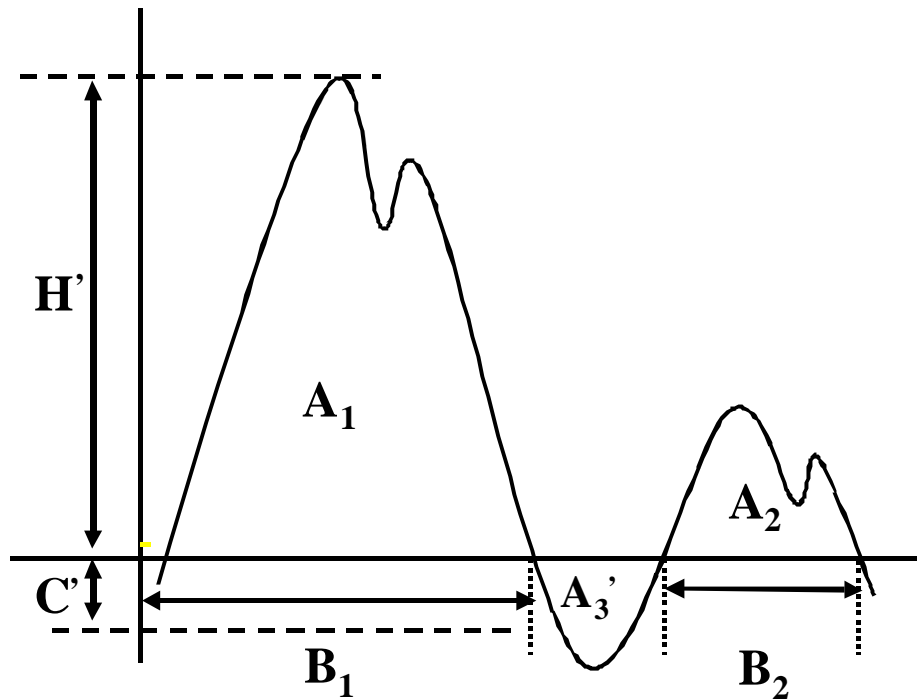
$$\text{內聚性 (Cohesiveness)} = A_2/A_1$$

$$\text{彈性 (Elasticity)} = B_2/B_1$$

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

三、試驗設計及統計分析

試驗設計如圖所示。實驗採完全逢機試驗 (completely randomized design; CRD) 之裂區設計 (split-split plot design)。以不同去乙醯度與不同濃度為主區 (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。



Range=10000g **Sweep speed = 60 cm/min**

Test speed = 60 cm/min **F = range/20 cm**

Toughness: $H = H' \times F$

Cohesiveness = A_2/A_1

Elasticity = B_2/B_1

Chewiness = $H \times (A_2/A_1) \times (B_2/B_1)$

Adhesion: $A_3 = A_3' \times F \times \text{test speed/sweep speed}$

Viscosity: $C = C' \times F$

圖十、質地描述試驗之標準抗力曲線。

Fig. 10. Standard curve of texture profile analysis.

(Szczesniak, 1975)

伍、結果與討論

一、一般成分

法蘭克福香腸水分以對照組 58.94% 最少，其餘組別在 60.14~61.58% 之間（表八）。添加幾丁聚醣的處理在水分含量與對照組比較起來有較高的趨勢（ $p > 0.05$ ），而添加去乙醯度 85% 幾丁聚醣 3000ppm 的處理則顯著高於對照組（ $p < 0.05$ ）。顯示添加幾丁聚醣於法蘭克福香腸之中除水分較對照組有較高的趨勢外，對於法蘭克福香腸之一般成分並不會造成影響。法蘭克福香腸脂肪含量（15.25~17.82%）、蛋白質含量（15.26~16.14%）與灰份含量（2.51~2.95%），各處理組之間並無顯著差異（ $p > 0.05$ ）（表八）。在趙（2000）的報告中亦指出，添加 0.2% 不同分子量之幾丁聚醣於減脂中式香腸之中對於其水分、粗脂肪與粗蛋白質含量並不會造成影響，與本實驗結果類似。

產率代表產品在加熱時所損失水分的程度，產率的多寡會直接影響到產品的品評表現，如產品的多汁性與嫩度等（陳，1992）。而且在加工過程中如何減少水分的損失會直接影響到產品的重量及利潤。添加幾丁聚醣於法蘭克福香腸中產率介於 81.32~84.10% 之間，且各個處理組與對照組之間並無差異。顯示添加幾丁聚醣對於法蘭克福香腸之產率無不良影響。

產品的水分含量與產率應與其保水力有關。肉品的保水力（water-holding capacity）定義為 - 應用任何方式、力量，如加壓、絞碎及加熱等，肉品本身可保留水分之力量（陳，1991）。

表八、添加幾丁聚醣對法蘭克福香腸一般組成之影響

Table 8. Effect of chitosan additions on proximate composition of frankfurter sausage

Treatments		Moisture (%)	Crude Protein (%)	Crude fat (%)	Ash (%)	Yield (%)
Degree of deacetylation (%)	Concentration (ppm)					
	Control ^A	58.94 ^a	15.44 ^a	16.48 ^a	2.95 ^a	82.73 ^a
dd85	1000	61.02 ^{ab}	16.14 ^a	16.67 ^a	2.77 ^a	83.84 ^a
	2000	60.55 ^{ab}	15.41 ^a	15.25 ^a	2.68 ^a	84.10 ^a
	3000	61.58 ^b	15.32 ^a	17.82 ^a	2.51 ^a	83.70 ^a
dd95	1000	60.14 ^{ab}	15.80 ^a	16.80 ^a	2.73 ^a	81.32 ^a
	2000	60.99 ^{ab}	15.78 ^a	16.51 ^a	2.74 ^a	82.18 ^a
	3000	60.64 ^{ab}	15.26 ^a	16.05 ^a	2.71 ^a	82.57 ^a

^A : Control 表示未添加幾丁聚醣的處理組。

^{a-b} : 同行中不同字母表示有顯著差異 ($p < 0.05$)

^A : Control means without chitosan addition.

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

Knorr(1982)在幾丁聚醣保水功能實驗中以 1.5g 幾丁聚醣、幾丁質與纖維素添加 30mL 去離子水，所得之結果為幾丁聚醣優於幾丁質而纖維素最差，顯示幾丁聚醣有保水之效果。本實驗幾丁聚醣之添加量並不高，故表現於產品產率之影響並不明顯，僅在水分含量上，添加幾丁聚醣之處理組有較高的趨勢。

二、微生物之變化

1.總生菌數

添加幾丁聚醣對於法蘭克福香腸之總生菌數有顯著抑制的效果 ($p < 0.05$) 表示於圖十一。隨著幾丁聚醣去乙醯度與濃度的增加法蘭克福香腸之總生菌數較低。添加去乙醯度 85%的幾丁聚醣處理組與對照組比較，添加 2000ppm 與 3000ppm 組別菌數顯著較低 ($p < 0.05$)，而添加 1000ppm 則有較低的趨勢 ($p > 0.05$)。抑菌效果隨添加量增加而較佳。對於去乙醯度 95%之處理組而言，添加量增加其抑菌效果亦隨之較佳。添加 2000ppm 與 3000ppm 之組別比起對照組其對總生菌有顯著抑制的效果($p < 0.05$)，而添加 1000ppm 比對照組總生菌數有較低的趨勢 ($p > 0.05$)。Wang(1992)在培養基中添加幾丁聚醣 0.0%、0.5%、1.0%、1.5%、2.0%和 2.5%對於 *S. aureus* *E. coli* *L. monocytogenes* 和 *S. typhimurium* 有抑制的效果，並且較高的濃度抑菌效果較強。在各個不同添加量處理中，去乙醯度 95%組別菌數均低於去乙醯度 85%處理組。蔡等 (1993) 指出幾丁聚醣去乙醯度對於細菌抑制力有顯著影響，去乙醯度越高，抑菌效果越好。

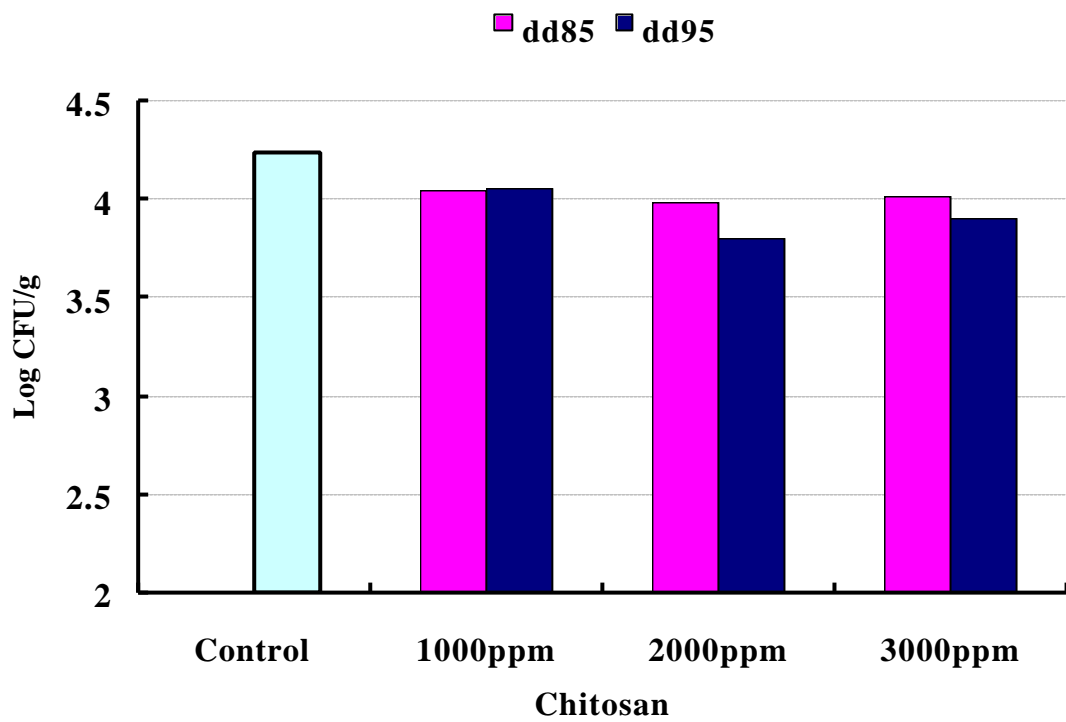
幾丁聚醣的去乙醯度不同對於法蘭克福香腸在貯存期間之總生菌數影響如圖十二所示。去乙醯度 95% 的處理組菌數比起去乙醯度 85% 的組別在第零週與第三週菌數顯著較低 ($p < 0.05$)，在整個貯存期間亦有較低的趨勢 ($p > 0.05$)。去乙醯度 85% 之組別比起對照組在六週貯存期間菌數有較低的趨勢 ($p > 0.05$)。而在貯存期間內總生菌數隨著貯存時間增加而顯著上升 ($p < 0.05$)。在林 (1995) 的研究結果顯示，幾丁聚醣去乙醯度 80% 處理組比起 60% 處理組，對於 *Shigella sonnei* 的抑制力分別為 32.7% 及 11.4%，而對 *Pseudomonas fluorescens* 則為 30.5% 及 13.4%。與本實驗結果有相同的趨勢。

不同濃度幾丁聚醣在貯存期間總生菌數之影響表示於圖十三。結果顯示，添加幾丁聚醣在貯存期間對於總生菌數有抑制效果。對照組在整個貯存期間均維持較高的總生菌數。抑菌效果隨著幾丁聚醣添加量增加而較佳。添加 2000ppm 幾丁聚醣的處理組比起添加 1000ppm 之組別在第零週與第三週菌數顯著較低 ($p < 0.05$)，添加 1000ppm 之組別於整個貯存期間有較佳抑菌效果的趨勢 ($p > 0.05$)。所有處理組總生菌數皆隨貯存時間增加而上升。Darmadji and Izumimoto (1994) 添加不同濃度幾丁聚醣於生鮮碎牛肉之實驗結果也指出，添加幾丁聚醣可有效提高產品之保存性。而且隨添加量增加 (0.2%~1.0%) 總生菌數有較低的趨勢。

添加不同濃度去乙醯度 85% 之幾丁聚醣對於總生菌數之影響表示於圖十四。在整個貯存期間對照組有較高之生菌數，而

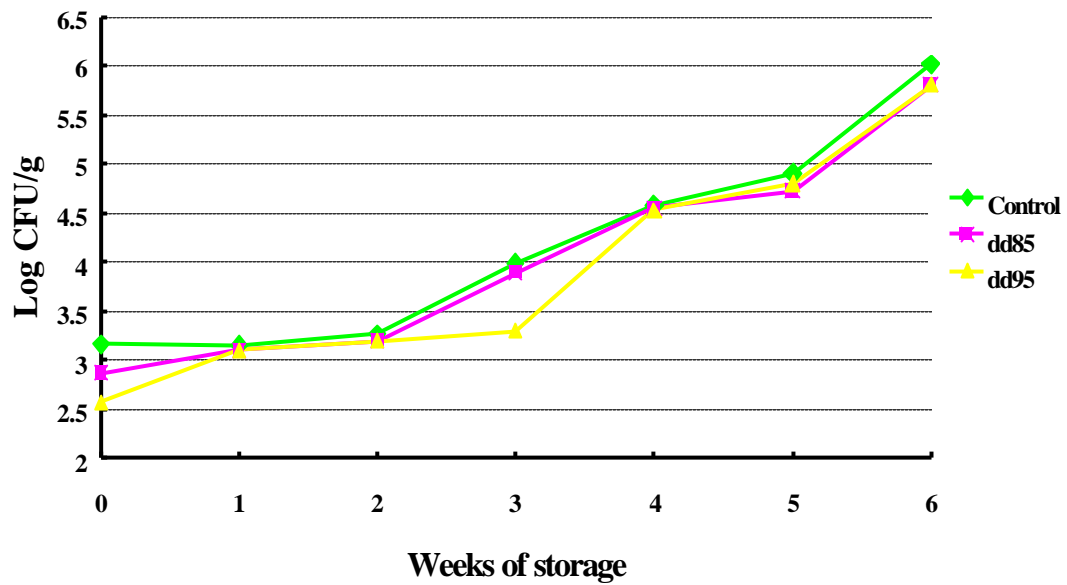
添加幾丁聚醣各處理組菌數較低。添加 2000ppm 之組別菌數在第零週時顯著低於對照組，在第三週時菌數顯著低於 1000ppm 處理組 ($p < 0.05$)。添加 3000ppm 之組別在第五週時菌數顯著低於 2000ppm 處理組 ($p < 0.05$)。隨去乙醯度 85% 之幾丁聚醣添加量之增加，其抑菌效果有較佳的趨勢 ($p > 0.05$)。

而去乙醯度 95% 幾丁聚醣的添加對總生菌數有顯著抑制的效果 ($p < 0.05$) (圖十五)。添加 1000ppm 之幾丁聚醣在第零與第三周菌數顯著低於對照組 ($p < 0.05$)，而添加 2000ppm 之處理組在第零和第三週菌數顯著低於對照組 ($p < 0.05$)；在第零和第一週菌數顯著低於 1000ppm 組 ($p < 0.05$)。而 3000ppm 之處理組菌數在第零和第三週菌數顯著低於對照組 ($p < 0.05$)；第一和第三週菌數顯著低於 1000ppm 處理組 ($p < 0.05$)。貯存期間菌數比起添加幾丁聚醣 2000ppm 處理組有較低之趨勢 ($p > 0.05$) 抑菌效果隨添加量增加而較好。結果與 Jo *et al.* (2001) 添加 0.2% 幾丁寡糖於豬肉香腸的結果相似，添加幾丁寡糖處理組在三週貯存期間內總生菌數比起對照組有較低之趨勢。而在趙 (2000) 的報告中，添加不同分子量幾丁聚醣於減脂中式香腸之中對於總菌數比起對照組亦有較低的趨勢。而羅 (1996) 添加 20% 水解程度之幾丁聚醣 2000ppm 於貢丸之中 5 貯存 10 天後，其生菌數為 $10^2 \sim 10^3$ CFU/g 而控制組為 $10^5 \sim 10^6$ CFU/g，顯示添加幾丁聚醣有抑菌效果。



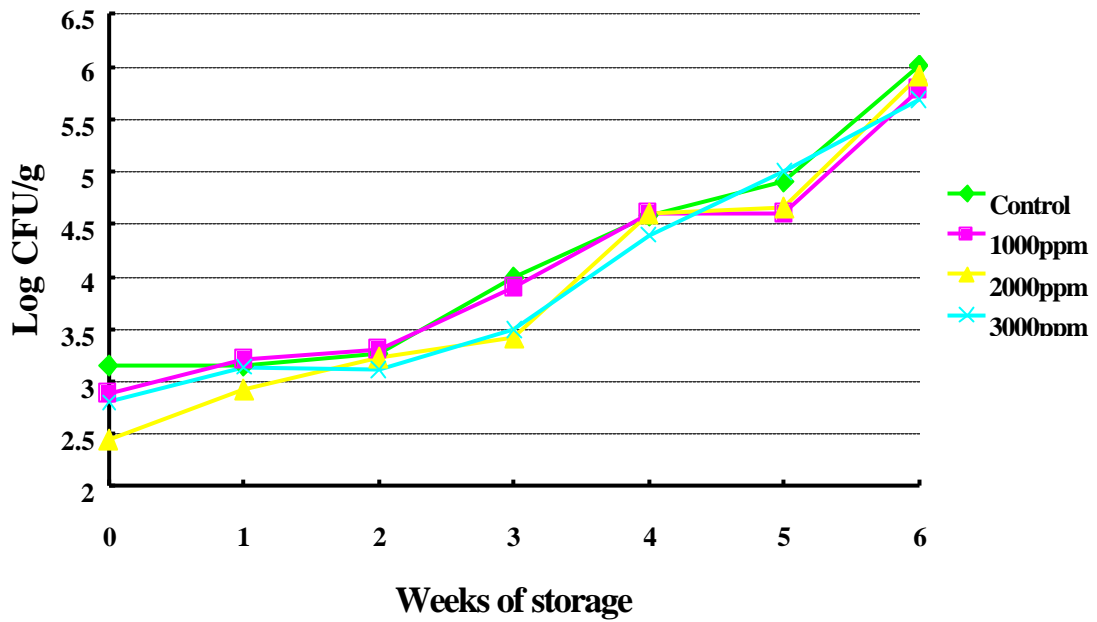
圖十一、不同去乙醯度與濃度之幾丁聚醣對法蘭克福香腸總生菌數之影響。

Fig. 11. Effect of degrees of deacetylation and concentrations of chitosan on total microbial counts of frankfurter sausage.



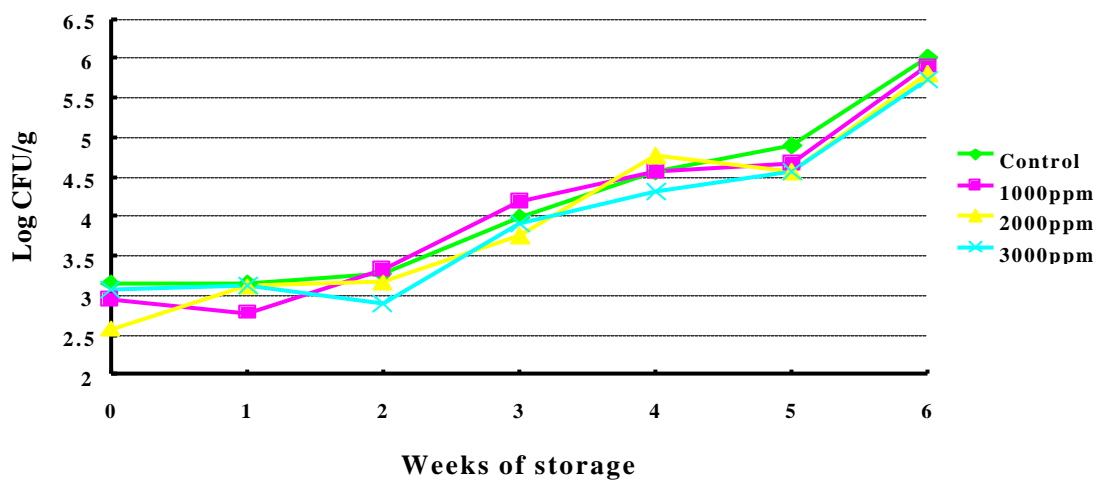
圖十二、不同去乙醯度之幾丁聚醣在4 °C 下貯存6週對法蘭克福香腸總生菌數之影響。

Fig. 12. Effect of degrees of deacetylation of chitosan on total microbial counts of frankfurter sausage during storage at 4 °C .



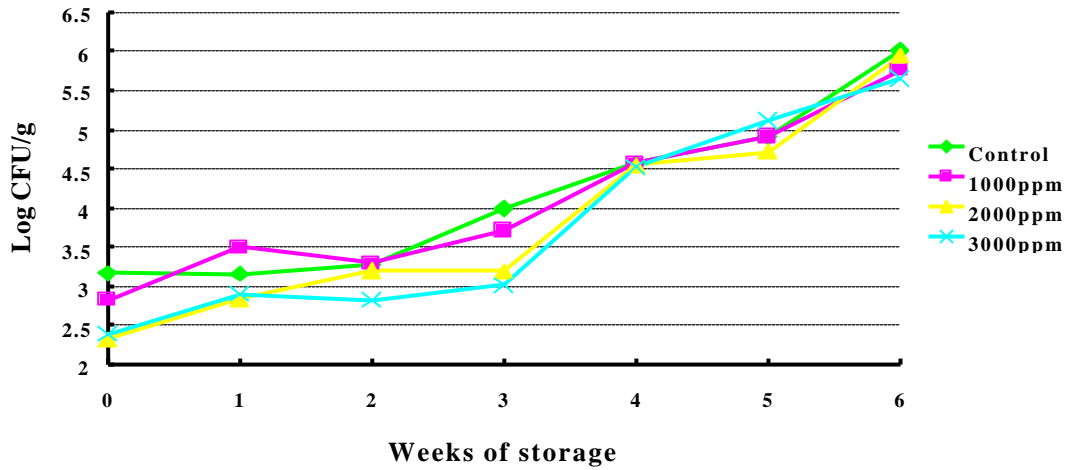
圖十三、不同濃度之幾丁聚醣在4 °C下貯存6週對法蘭克福香腸總生菌數之影響。

Fig. 13. Effect of chitosan additions on total microbial counts of frankfurter sausage during storage at 4 °C.



圖十四、不同濃度之去乙醯度85%幾丁聚醣在4℃下貯存6週對法蘭克福香腸總生菌數之影響。

Fig. 14. Effect of dd85% chitosan additions on total microbial counts of frankfurter sausage during storage at 4℃.



圖十五、不同濃度之去乙醯度95%幾丁聚醣在4 下貯存6週對法蘭克福香腸總生菌數之影響。

Fig. 15. Effect of dd95% chitosan additions on total microbial counts of frankfurter sausage during storage at 4 .

2. 低溫菌數

低溫菌的定義為在 7 以下的環境仍可生長的微生物，多為造成產品腐敗之細菌如假單胞菌 (*Pseudomonas*) 等 (王, 1994)。添加幾丁聚醣於法蘭克福香腸之中對於低溫菌有抑制的效果 (圖十六)。添加去乙醯度 85% 之幾丁聚醣 3000ppm 比起對照組有顯著抑菌的效果 ($p < 0.05$)，而添加 1000 與 2000ppm 比起對照組有較低的現象。抑菌效果隨添加量增加而有較佳之趨勢。而去乙醯度 95% 添加 3000ppm 菌數顯著低於對照組與 1000ppm 和 2000ppm 處理組 ($p < 0.05$)。低溫菌數隨添加量的增加而有較低之趨勢。而隨去乙醯度較高抑菌效果也隨之較佳。

添加不同去乙醯度之幾丁聚醣對於法蘭克福香腸之低溫菌數的變化表示於圖十七，去乙醯度 85% 與 95% 之處理組在貯存期間內菌數均小於對照組。去乙醯度 95% 的組別在貯存期間，比起去乙醯度 85% 組別有較低的趨勢 ($p > 0.05$)。

添加不同濃度幾丁聚醣於法蘭克福香腸之中對於低溫菌均有抑制之效果。而添加 2000ppm 與 3000ppm 幾丁聚醣的處理組比起添加 1000ppm 之組別菌數顯著較低 ($p < 0.05$)。在貯存期間內 (圖十八)，不同濃度之幾丁聚醣對於法蘭克福香腸低溫菌之菌數均小於對照組。且其抑菌之效果隨添加量增加而有較佳的趨勢 ($p > 0.05$)。在貯存期間內低溫菌數隨時間增加而顯著上升 ($p < 0.05$)。Darmadji and Izumimoto (1994) 添加不同濃度 (0.0%、0.2%、0.5% 和 1.0%) 幾丁聚醣於生鮮碎牛肉對其保存性之影響實驗的結果指出，幾丁聚醣對於假單胞菌有抑制的

效果，在十天貯存後，添加幾丁聚醣 0.5%假單胞菌菌數低於對照組約有兩個對數值。

添加去乙醯度 85%之幾丁聚醣對於低溫菌而言有抑制的效果（圖十九）。在整個貯存期間添加幾丁聚醣之組別菌數均低於對照組，且隨添加量增加低溫菌數有較低之趨勢（ $p > 0.05$ ）。添加不同濃度之去乙醯度 95%之幾丁聚醣對於低溫菌而言有顯著抑制效果（圖二十），添加量 3000ppm 對低溫菌在第一週與第六週比起對照組菌數有顯著較低；而在第一週時對 1000ppm 與 2000ppm 菌數也顯著較少（ $p < 0.05$ ）。在貯存期間內隨著添加量的增加抑菌效果有較佳的趨勢（ $p > 0.05$ ）。而本實驗中總生菌數與低溫菌數兩者之間相關係數 $r=0.93$ ，有顯著高度的正相關（ $p < 0.05$ ）。顯示添加濃度較高與去乙醯度增加對總菌數與低溫菌數均有較好的抑制效果兩者結果類似。而在貯存期間兩者菌數均隨貯存時間增加而升高。

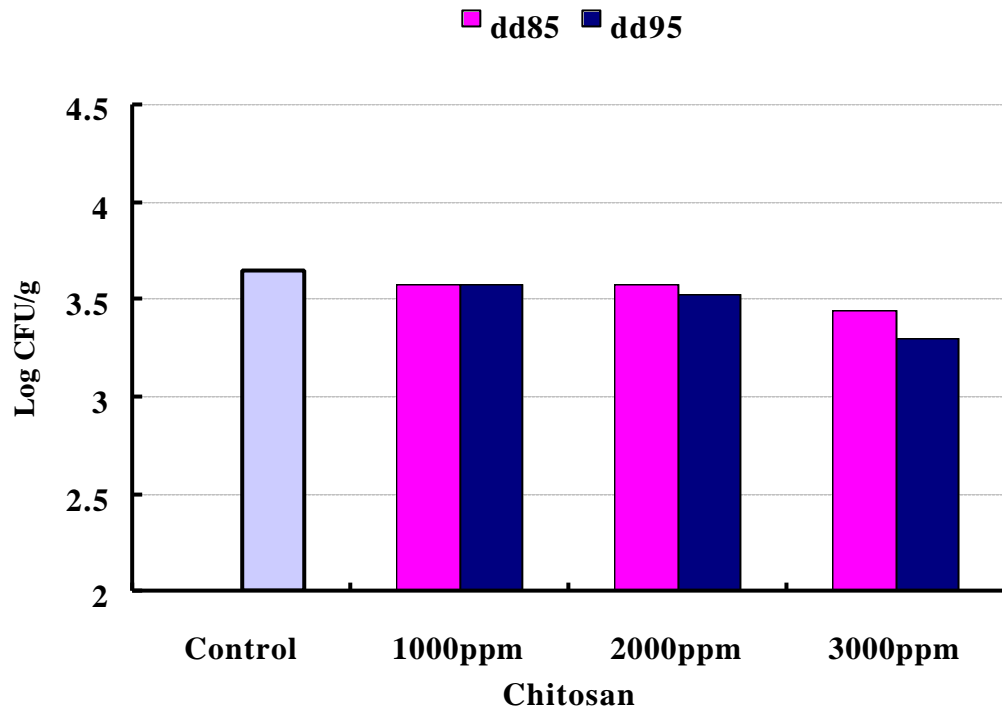
3.沙門氏桿菌數與大腸桿菌群

沙門氏桿菌是引起食物中毒的嗜中性病源性微生物，為一革蘭氏陰性菌。腸胃感染症狀為噁心、嘔吐與腹瀉等，進一步會頭痛、發冷。嚴重時亦會導致死亡（陳，1992）。大腸桿菌主要存在於人及動物腸道中，產品中存在與否可作為產品有無受到糞便等的污染之指標（王，1994）。本實驗之法蘭克福香腸為全熟類肉製品，加熱蒸煮後包裝冷藏保存，在 CAS 優良食品標誌肉品類微生物檢驗項目與標準中，沙門氏桿菌應為陰性而大

腸桿菌群的規定為 $< 10\text{MPN/g}$ 。本實驗結果各個處理組與對照組所測得之沙門氏桿菌與大腸桿菌群均符合標準，顯示製造過程有到達適當加熱溫度並未二次污染，符合食品衛生要求。與 Jo *et al.* (2001) 添加 0.2% 幾丁寡糖於豬肉香腸的實驗中，並無測出大腸桿菌之結果相似。Darmadji and Izumimoto (1994) 添加不同濃度 (0.0%、0.2%、0.5% 和 1.0%) 幾丁聚醣於生鮮碎牛肉之實驗結果指出，對於假單胞菌、微球菌、葡萄球菌與大腸桿菌群等腐敗菌與致病菌在生牛肉貯存期間，有抑制的效果。

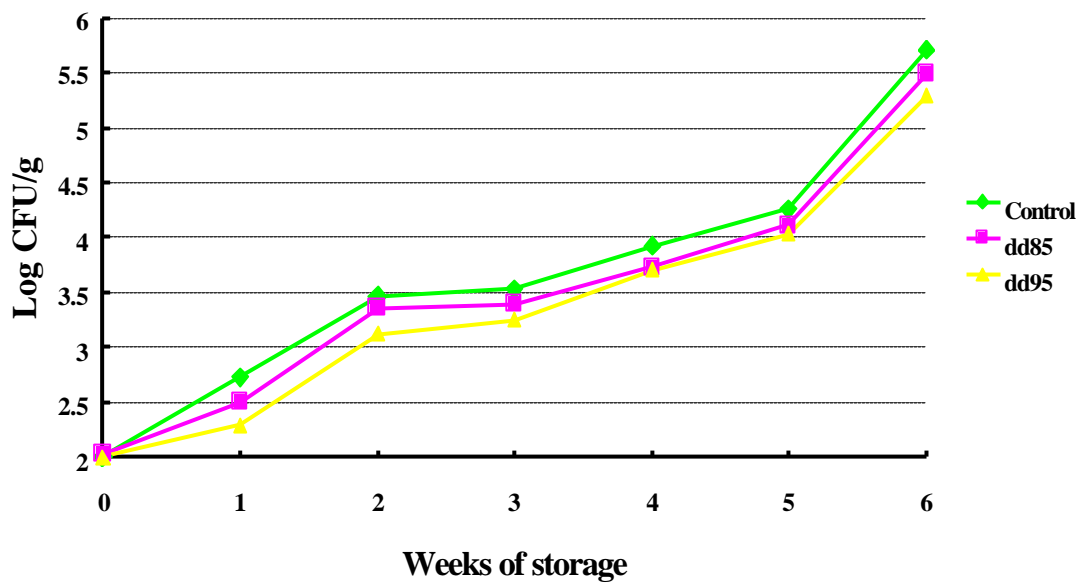
Young *et al.* (1982) 報告中指出，幾丁類物質之抑菌機制是由於幾丁聚醣具多價陽離子之特性，會干擾細胞表面之負電荷分子，以靜電作用互相吸引而附著，形成凝集作用。Leuba and Stossel (1985) 指出幾丁聚醣與其他聚胺類 (polyamines) 影響細胞膜之通透性，使菌體內蛋白質產生漏損。故添加幾丁聚醣濃度越高、去乙醯度越高，抑菌效果越強。

添加幾丁聚醣對於法蘭克福香腸之總生菌數與低溫菌數有顯著抑制的效果 ($p < 0.05$)，而去乙醯度 95% 之組別比起去乙醯度 85% 之組別總生菌數與低溫菌數有較低的趨勢 ($p < 0.05$)。隨著添加量的增加其抑菌之效果有較佳之趨勢 ($p < 0.05$)。在貯存期間內，總生菌數與低溫菌數會隨時間增加而顯著上升 ($p < 0.05$)。而對於沙門氏菌與大腸桿菌而言，各個處理組均未被檢出。



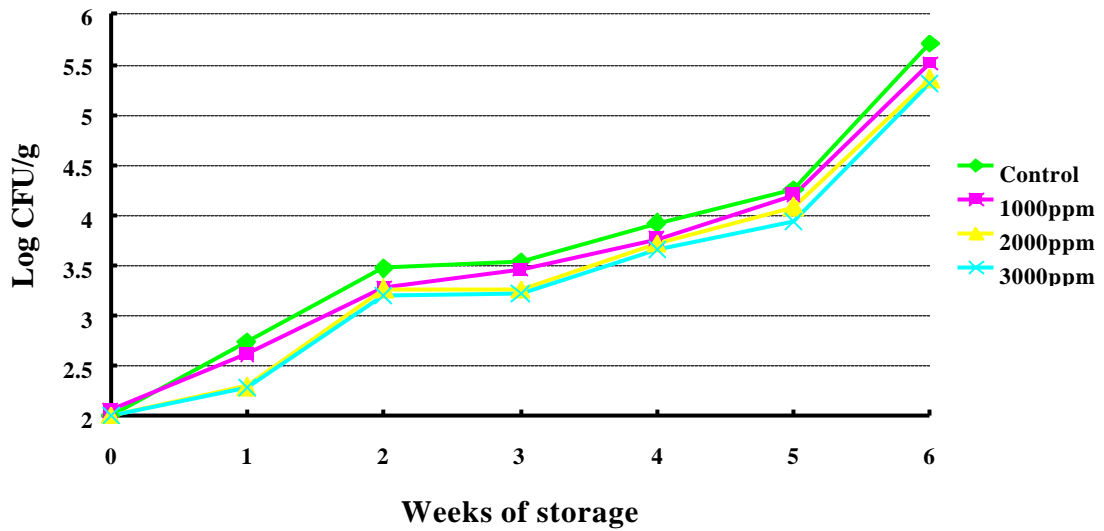
圖十六、不同去乙醯度與濃度之幾丁聚醣對法蘭克福香腸低溫菌數之影響。

Fig. 16. Effect of degrees of deacetylation and concentrations of chitosan on psychrotrophic bacteria of frankfurter sausage.



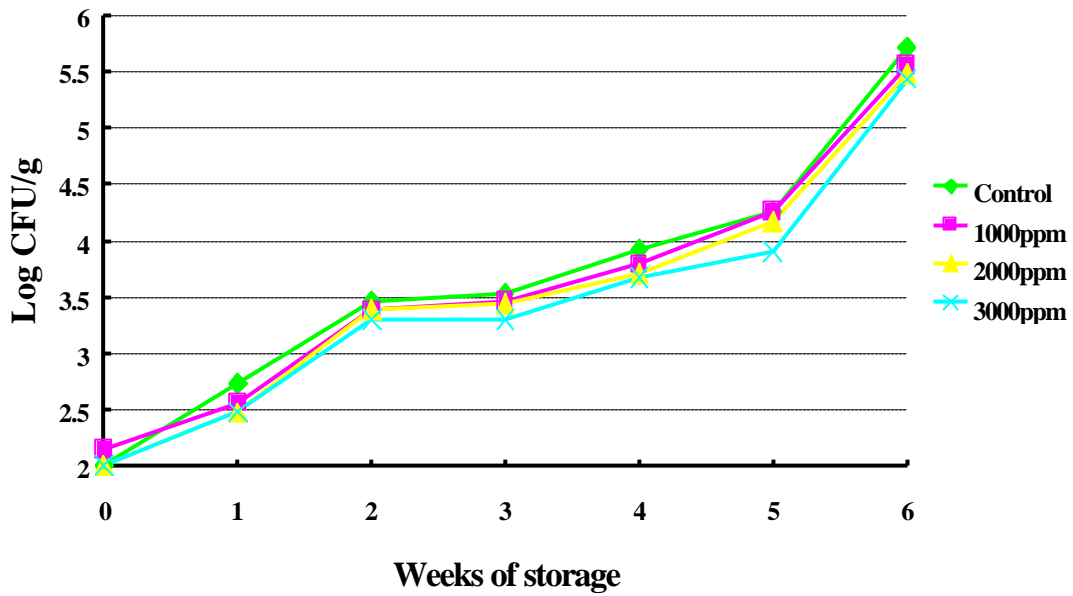
圖十七、不同去乙醯度之幾丁聚醣在4℃下貯存6週對法蘭克福香腸低溫菌數之影響。

Fig. 17. Effect of degrees of deacetylation of chitosan on psychrotrophic bacteria of frankfurter sausage during storage at 4℃.



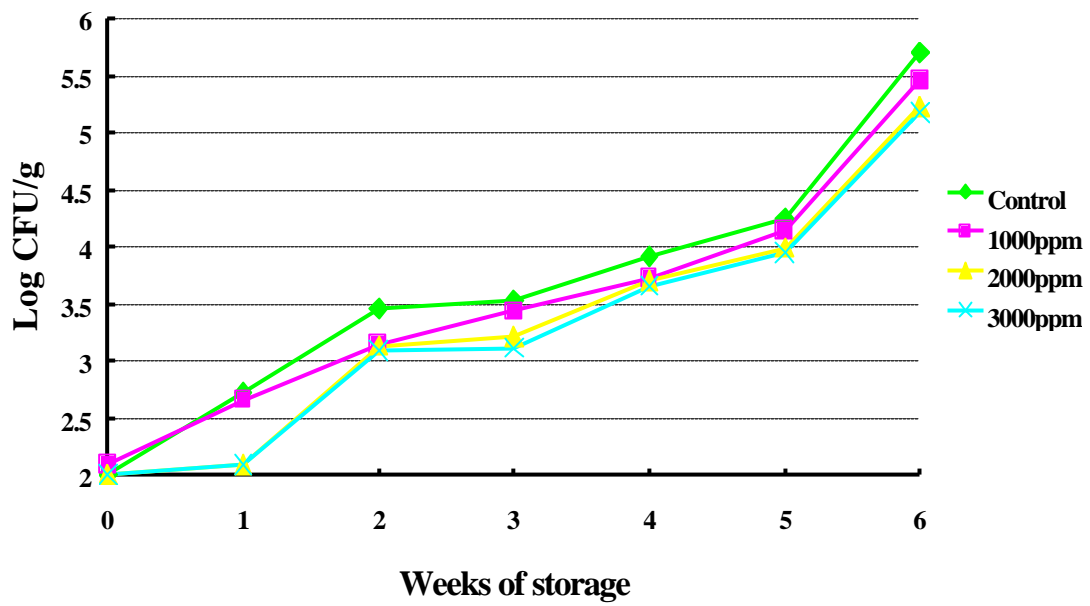
圖十八、不同濃度之幾丁聚醣在4 °C下貯存6週對法蘭克福香腸低溫菌數之影響。

Fig. 18. Effect of chitosan additions on psychrotrophic bacteria of frankfurter sausage during storage at 4 °C.



圖十九、不同濃度之去乙酰度85%幾丁聚醣在4℃下貯存6週對法蘭克福香腸低溫菌數之影響。

Fig. 19. Effect of dd85% chitosan additions on psychrotrophic bacteria of frankfurter sausage during storage at 4℃.



圖二十、不同濃度之去乙醯度95%幾丁聚醣在4 °C下貯存6週對法蘭克福香腸低溫菌數之影響。

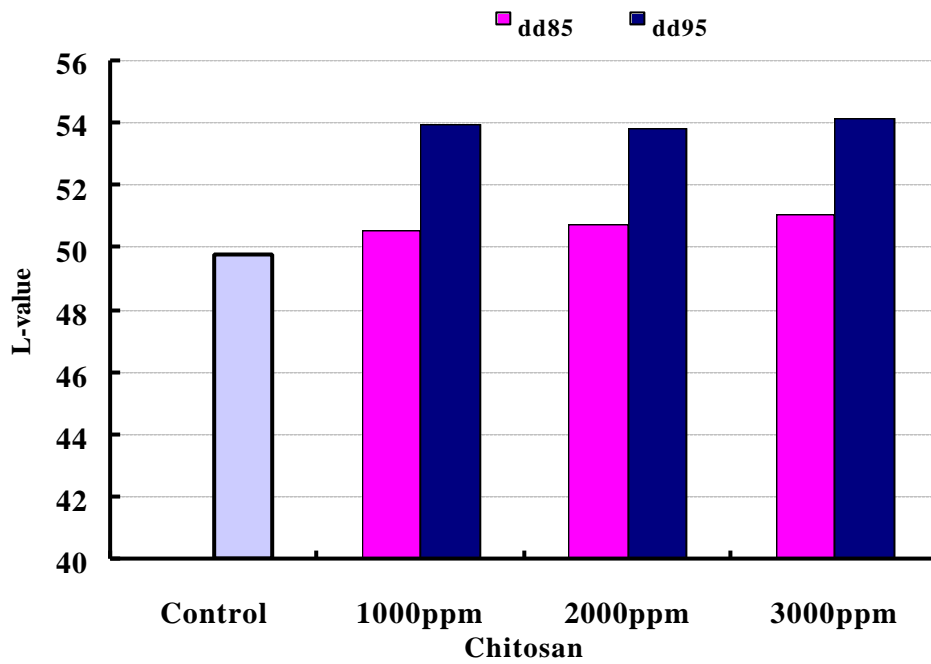
Fig. 20. Effect of dd95% chitosan addition on psychrotrophic bacteria of frankfurter sausage during storage at 4 °C.

三、色澤

在色澤 (L, a, b value) 方面，添加幾丁聚醣對於法蘭克福香腸之色澤有顯著之影響 (圖二十一~圖二十三)。L 值表亮度值，當 L 值愈大時，表示產品顏色越淡；a 值表示紅色值，值越大表示產品呈現較紅之顏色。而 b 值為黃色值，b 值越高則是產品顏色較偏黃色。在 L 值方面，添加幾丁聚醣處理組其 L 值均顯著高於對照組 ($p < 0.05$)，而去乙醯度 95% 之組別 L 值顯著高於去乙醯度 85 % 之處理組 ($p < 0.05$)。不同濃度處理差異並不顯著。

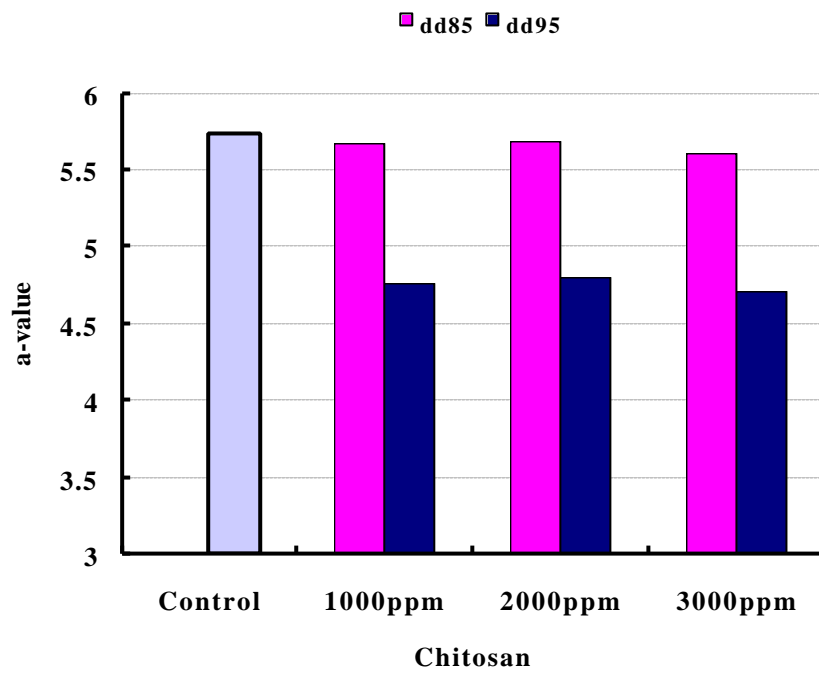
在 Darmadji and Izumimoto (1994) 添加不同濃度 (0.0%、0.2%、0.5% 和 1.0%) 幾丁聚醣於絞碎生牛肉的實驗中對色澤也有影響，但是添加幾丁聚醣的組別 L 值低於對照組，乃是因為添加幾丁聚醣可以增加生肉之保水力而減少滲水，故 L 值較低。

添加去乙醯度 95% 之幾丁聚醣會使法蘭克福香腸之 a 值顯著降低 ($p < 0.05$)，而去乙醯度 85% 幾丁聚醣組別對於法蘭克福香腸之 a 值影響並不顯著。去乙醯度 95% 組別比去乙醯度 85% 之處理組 a 值顯著較低 ($p < 0.05$)。各不同添加量之間並無顯著差異 ($p > 0.05$)。對 b 值而言，添加幾丁聚醣法蘭克福香腸之 b 值有上升之現象。去乙醯度 85% 幾丁聚醣之組別在 2000ppm 與 3000ppm 添加量時 b 值顯著高於去乙醯度 95% 之組別 ($p < 0.05$)，顯示去乙醯度較低之處理組其 b 值較高。添加去乙醯度 85% 之幾丁聚醣 2000ppm 與 3000ppm 之 b 值顯著高於對照組與



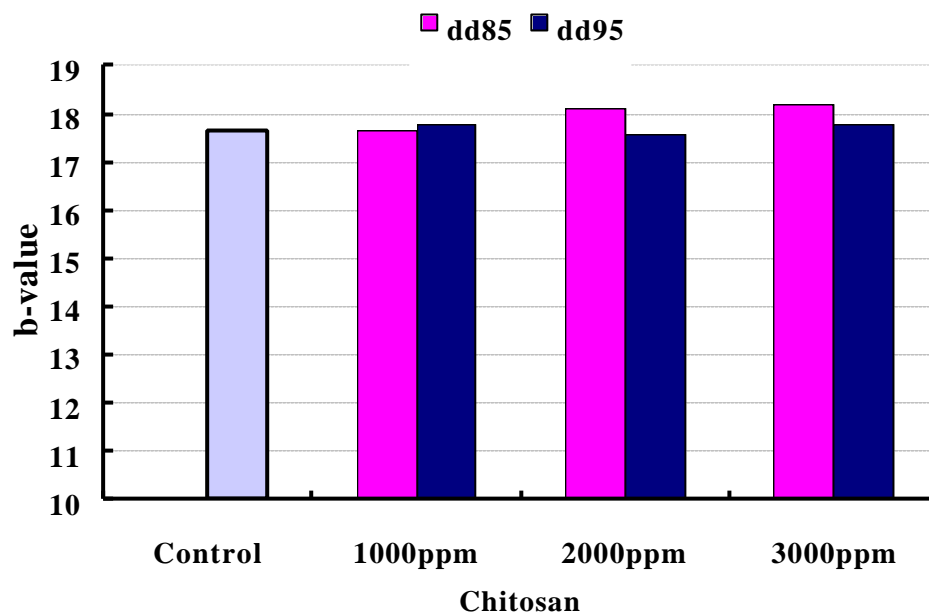
圖二十一、不同去乙醯度與濃度之幾丁聚醣對法蘭克福香腸亮度值之影響。

Fig. 21. Effect of degrees of deacetylation and concentrations of chitosan on L-value of frankfurter sausage.



圖二十二、不同去乙醯度與濃度之幾丁聚醣對法蘭克福香腸紅色值之影響。

Fig. 22. Effect of degrees of deacetylation and concentrations of chitosan on a-value of frankfurter sausage.



圖二十三、不同去乙醯度與濃度之幾丁聚醣對法蘭克福香腸黃色值之影響。

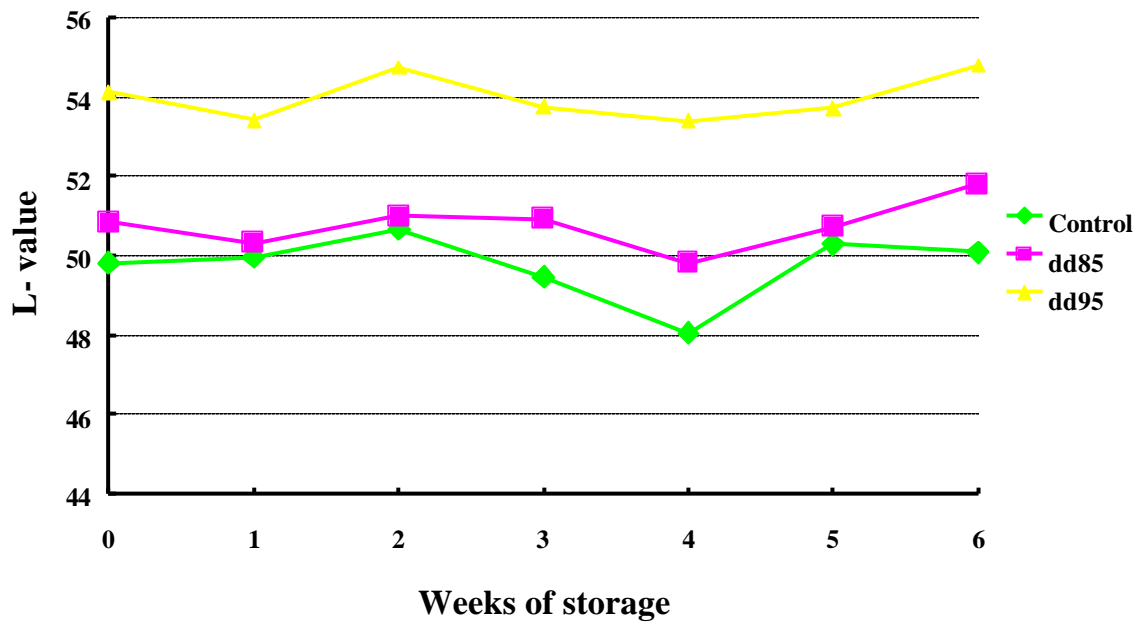
Fig. 23. Effect of degrees of deacetylation and concentrations of chitosan on b-value of frankfurter sausage.

1000ppm 處理組 ($p < 0.05$)。b 值隨添加量增加有上升之趨勢。而去乙醯度 95% 之處理組各不同添加量對 b 值並無顯著影響。

本實驗為經過亞硝酸鈉處理之熟製產品，影響顏色之因素較多，一般與酸鹼值有關，亞硝酸鹽分解的產物為一氧化氮，可與肌紅蛋白結合形成典型的醃漬肉色，而 pH 值降低可加速亞硝酸鹽還原成一氧化氮。本實驗 pH 值與 a 值之相關為 $r = -0.30$ ，有顯著負相關 ($p < 0.05$)，顯示在 pH 值較高時，所產生之醃漬肉色較淡而使紅色值較低。

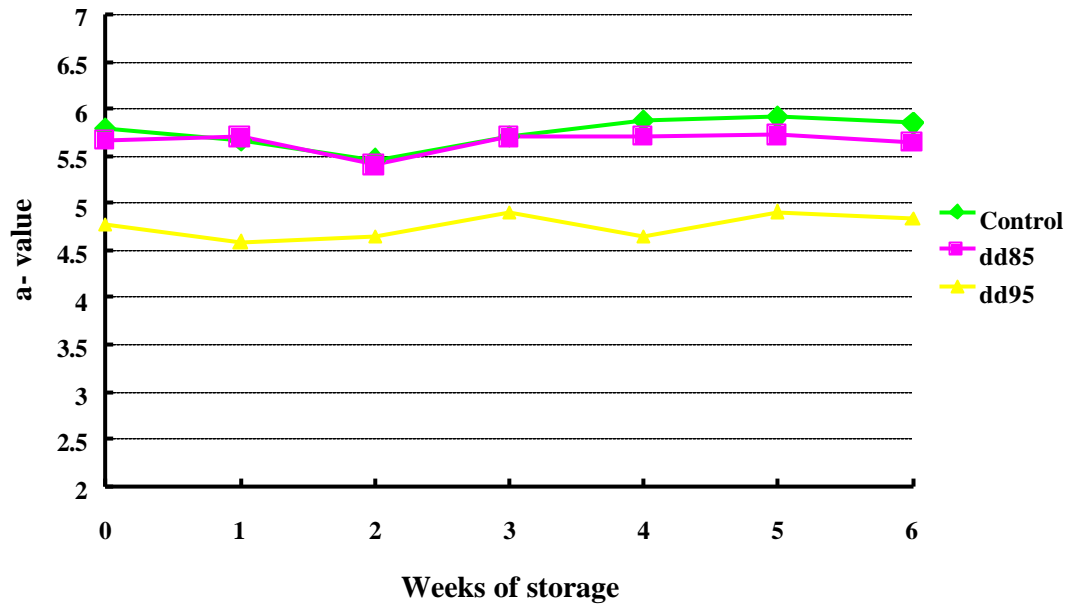
添加不同去乙醯度幾丁聚醣對法蘭克福香腸 L、a 和 b 值之影響表示於圖二十四~圖二十六，添加去乙醯度 95% 之幾丁聚醣處理組之 L 值顯著較去乙醯度 85% 為高 ($p < 0.05$)，兩者均高於對照組。而在 a 值方面則是去乙醯度 85% 顯著高於去乙醯度 95% 處理組 ($p < 0.05$)。b 值則是去乙醯度 95% 顯著低於去乙醯度 85% 處理組。在貯存期間，L、a 和 b 值均保持相同的情形並無明顯的改變 ($p > 0.05$)。

添加不同濃度之幾丁聚醣對於法蘭克福香腸在 4 貯存期間 L、a 和 b 值的影響表示於圖二十七~圖二十九。結果顯示，添加幾丁聚醣之組別 L 值均高於對照組。添加 2000ppm 處理組在第三週時 L 值顯著高於 1000ppm 之組別，而添加 3000ppm 幾丁聚醣在第六週時 L 值顯著高於添加 2000ppm 幾丁聚醣組別 ($p < 0.05$)，L 值隨添加量增加而有較高的趨勢 ($p > 0.05$)。而在貯存期間內各組之 L 值在前四週並無改變，而在第四週之後有略為上升的趨勢。對 a 值而言，添加幾丁聚醣之組別不論添加



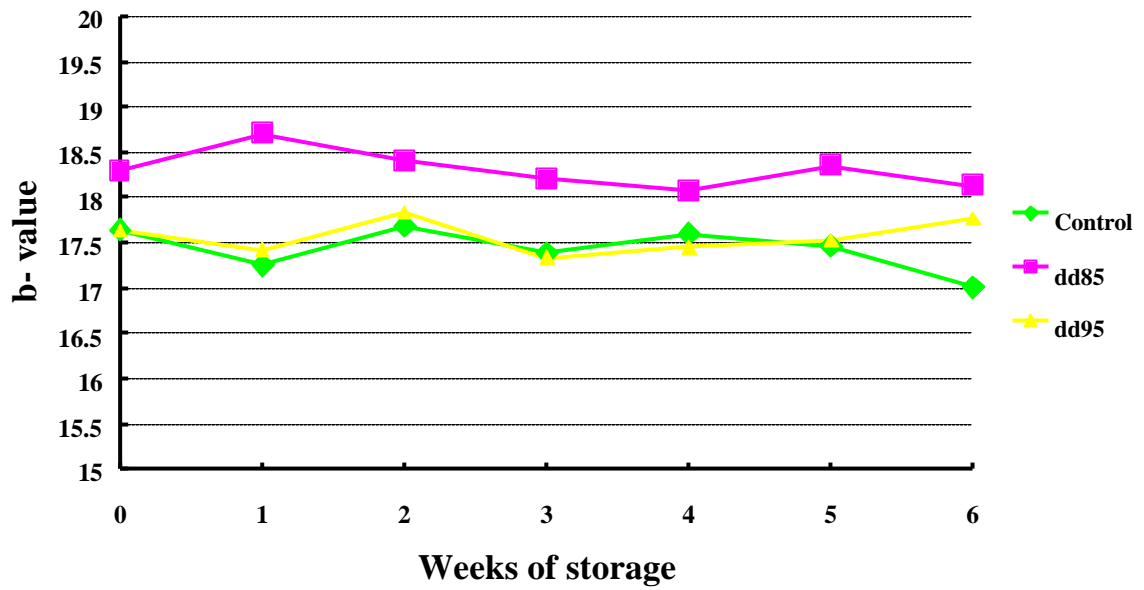
圖二十四、不同去乙醯度之幾丁聚醣在4 下貯存6週對法蘭克福香腸亮度值之影響。

Fig. 24. Effect of degrees of deacetylation of chitosan on L-value of frankfurter sausage during storage at 4 .



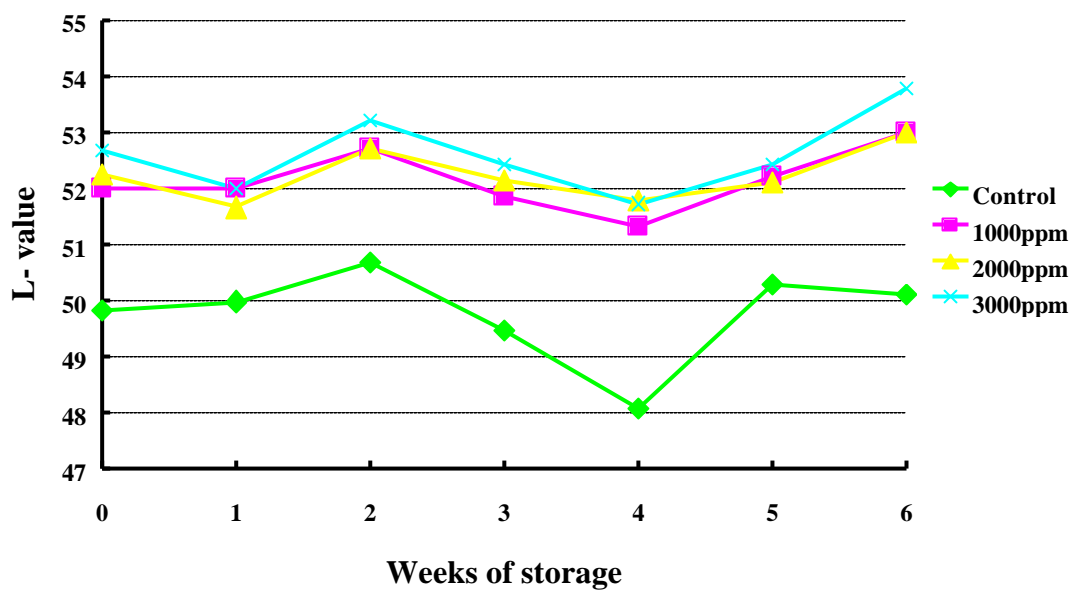
圖二十五、不同去乙醯度之幾丁聚醣在4 °C下貯存6週對法蘭克福香腸紅色值之影響。

Fig. 25. Effect of degrees of deacetylation of chitosan on a-value of frankfurter sausage during storage at 4 °C.



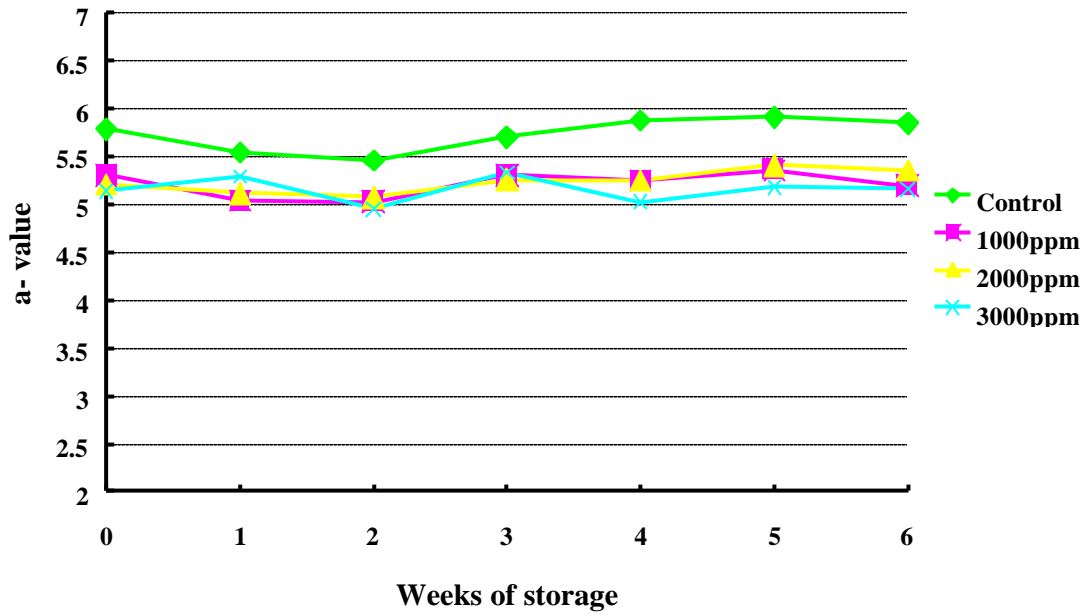
圖二十六、不同去乙醯度之幾丁聚醣在4 °C下貯存6週對法蘭克福香腸黃色值之影響。

Fig. 26. Effect of degrees of deacetylation of chitosan on b-value of frankfurter sausage during storage at 4 °C.



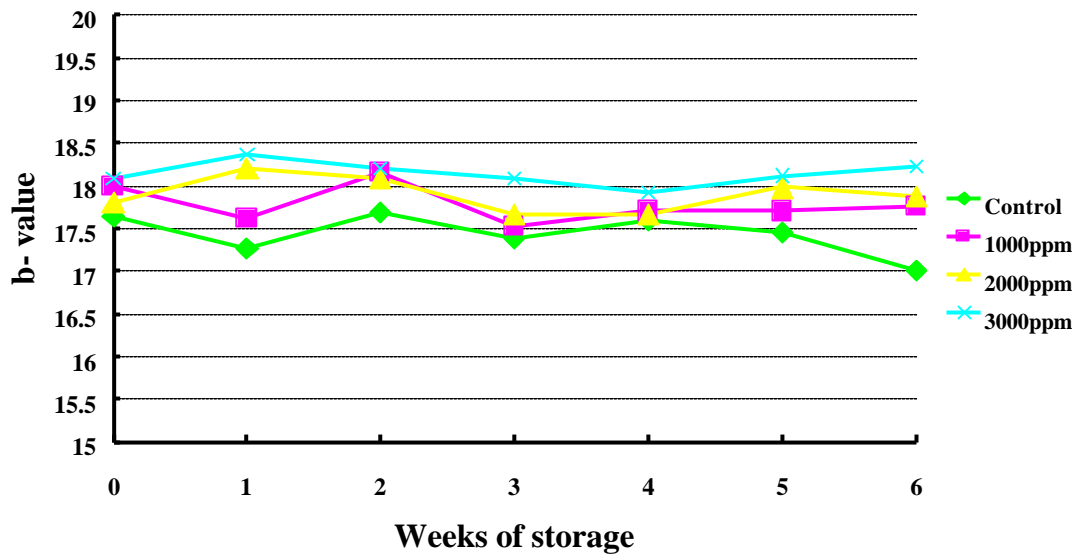
圖二十七、不同濃度之幾丁聚醣在4 °C下貯存6週對法蘭克福香腸亮度值之影響。

Fig. 27. Effect of chitosan additions on L-value of frankfurter sausage during storage at 4 °C.



圖二十八、不同濃度之幾丁聚醣在4 °C下貯存6週對法蘭克福香腸紅色值之影響。

Fig. 28. Effect of chitosan additions on a-value of frankfurter sausage during storage at 4 °C.



圖二十九、不同濃度之幾丁聚醣在4 °C下貯存6週對法蘭克福香腸黃色值之影響。

Fig. 29. Effect of chitosan additions on b-value of frankfurter sausage during storage at 4 °C.

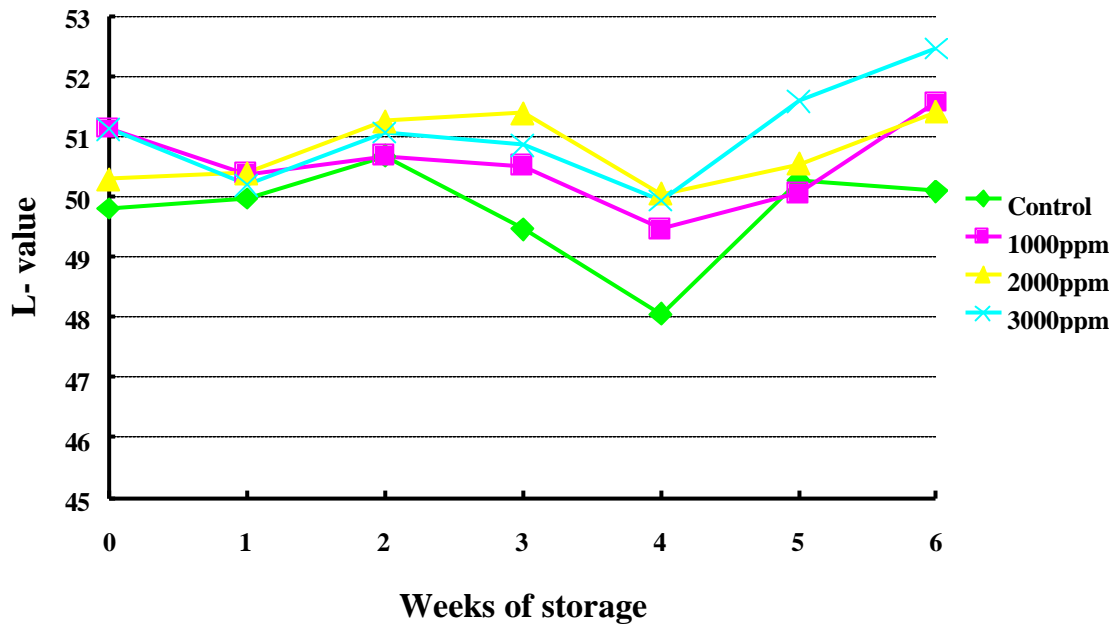
量高低其 a 值均低於對照組。各不同添加量之處理組之間並無顯著差異 ($p > 0.05$)。在貯存期間 a 值並無隨時間增加而改變。添加幾丁聚醣處理組其 b 值均高於對照組，且添加量 2000ppm 處理組在第一週顯著高於添加 1000ppm 之處理組 ($p < 0.05$)，而添加幾丁聚醣 3000ppm 的組別在第一、三和五週顯著高於 1000ppm 處理組 ($p < 0.05$)。

添加去乙醯度 85% 之幾丁聚醣於法蘭克福香腸之中對於 L 值而言有添加幾丁聚醣之組別 L 值較高 (圖三十)，添加 1000ppm 處理組在第零、四和六週 L 值顯著高於對照組 ($p < 0.05$) 而 2000ppm 處理組則在第三、四和六週 L 值顯著高於對照組 ($p < 0.05$)；添加 3000ppm 之組別在第零週與第三週之後 L 值均顯著高於對照組並於第五週時顯著高於 1000ppm 處理組 ($p < 0.05$) L 值有隨去乙醯度 85% 之幾丁聚醣添加量上升有較高之趨勢。a 值方面，添加去乙醯度 85% 之幾丁聚醣處理組比起對照組有較低之趨勢 (圖三十一)，而各添加量之間差異不顯著 ($p > 0.05$)。而添加去乙醯度 85% 之幾丁聚醣會提高法蘭克福香腸之 b 值 ($p < 0.05$) (圖三十二)。添加 1000ppm 處理組在第一、二和六週顯著高於對照組 ($p < 0.05$)。而 2000ppm 處理組則在第一週之後 b 值均顯著高於對照組並於一、三和五週顯著高於 1000ppm 處理組 ($p < 0.05$)；添加 3000ppm 之組別在整個貯存期間 b 值均顯著高於對照組與 1000ppm 處理組 ($p < 0.05$)。b 值隨去乙醯度 85% 之幾丁聚醣添加量上升有較高之趨勢 ($p > 0.05$)。

添加不同濃度去乙醯度 95%之幾丁聚醣對於法蘭克福香腸於貯存期間 L、a 和 b 值的影響表示於圖三十三~圖三十五。添加幾丁聚醣處理組比起未添加幾丁聚醣的對照組 L 值顯著較高 ($p < 0.05$), 隨著添加量升高其 L 值有較高的趨勢, 在整個貯存期間有相同的現象。而對 a 值而言, 添加幾丁聚醣的組別則顯著低於對照組 ($p < 0.05$), 而去乙醯度 95%之幾丁聚醣添加量較高者 a 值有較低的趨勢 ($p > 0.05$), 在整個貯存期間內保持相同的情況。b 值各去乙醯度 95%之幾丁聚醣處理組對於對照組則無顯著差異 ($p > 0.05$)。在 Jo *et al.* (2001) 添加 0.2%幾丁寡糖於豬肉香腸的報告中也有類似的結果, 在貯存期間比起對照組有較高的 L 值與較低的 a 值。

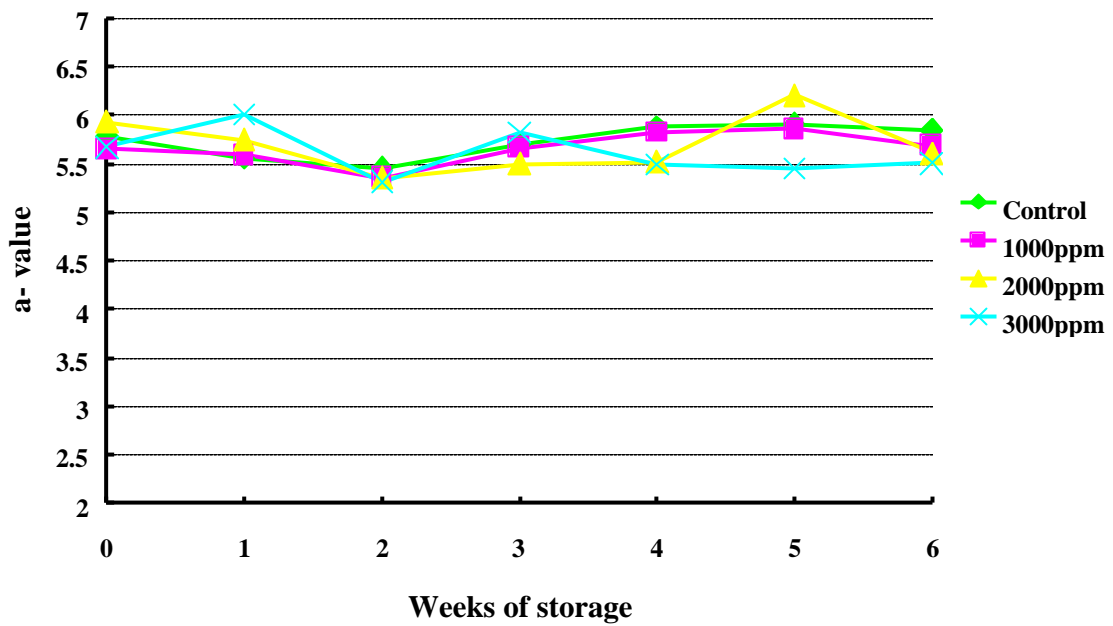
綜合以上結果顯示, 添加濃度越高與去乙醯度較高, 法蘭克福香腸之色澤 L 值會上升而 a 值下降, b 值差異不顯著。L 值與 a 值之間有顯著的負相關 ($r = -0.89$), b 值與 a 值兩者之間有顯著正相關, 相關係數為 $r = 0.35$ ($P < 0.05$)。顯示 a 值較高其 b 值也會較高, L 值增加 a 值和 b 值會下降而使得整體顏色變淡

添加幾丁聚醣於法蘭克福香腸之中會顯著增加法蘭克福香腸的亮度值與降低紅色值 ($p < 0.05$)。影響較大的因素是去乙醯度, 添加去乙醯度 95%幾丁聚醣之組別比起去乙醯度 85%幾丁聚醣的處理組亮度值顯著較高, 而紅色值與黃色值顯著較低 ($p < 0.05$)。而添加幾丁聚醣的濃度對於色澤影響不顯著 ($p < 0.05$)。整體而言, 添加幾丁聚醣於法蘭克福香腸之中, 法蘭克福香腸的顏色會較對照組淡。



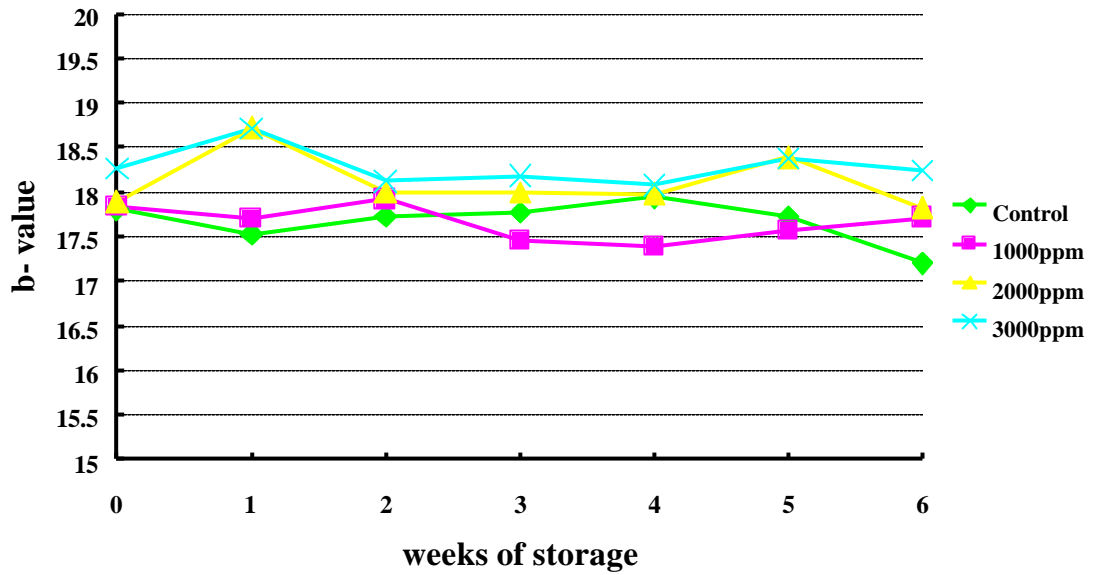
圖三十、不同濃度之去乙醯度85%幾丁聚醣在4 下貯存6週對法蘭克福香腸亮度值之影響。

Fig. 30. Effect of dd85% chitosan additions on L-value of frankfurter sausage during storage at 4 .



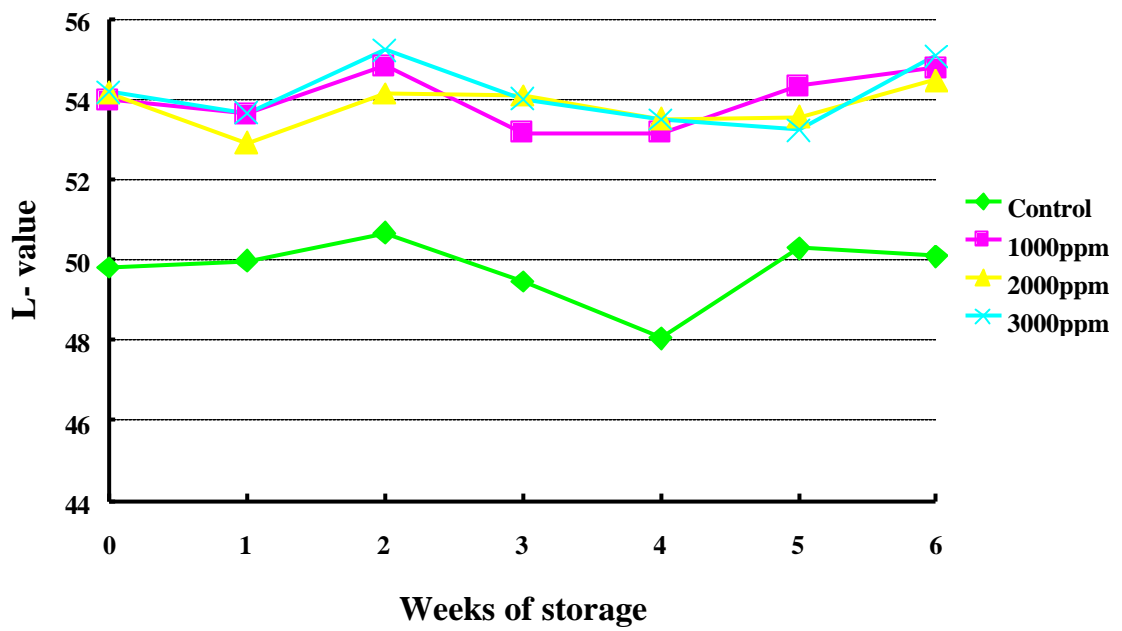
圖三十一、不同濃度之去乙醯度85%幾丁聚醣在4 °C下貯存6週對法蘭克福香腸紅色值之影響。

Fig. 31. Effect of dd85% chitosan additions on a-value of frankfurter sausage during storage at 4 °C.



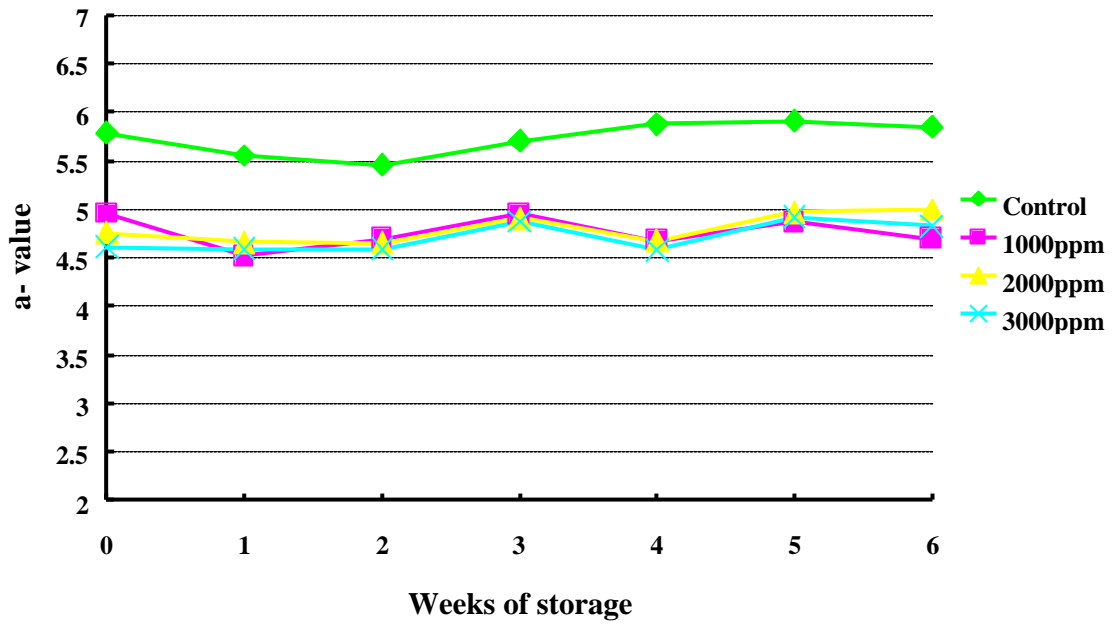
圖三十二、不同濃度之去乙酰度85%幾丁聚醣在4 °C下貯存6週對法蘭克福香腸黃色值之影響。

Fig. 32. Effect of dd85% chitosan additions on b-value of frankfurter sausage during storage at 4 °C.



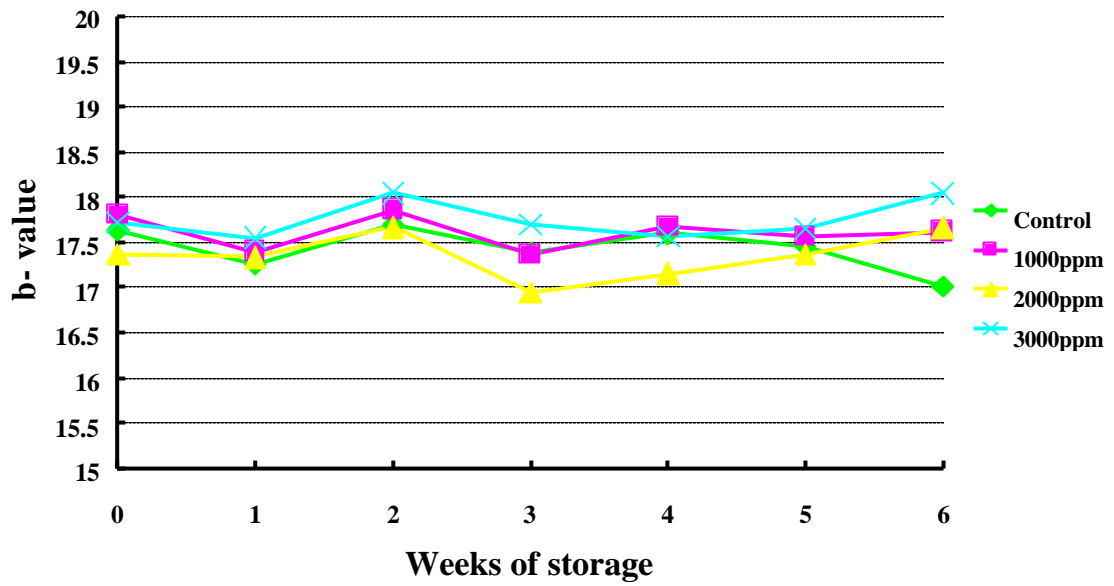
圖三十三、不同濃度之去乙醯度95%幾丁聚醣在4 下貯存6週對法蘭克福香腸亮度值之影響。

Fig. 33. Effect of dd95% chitosan additions on L-value of frankfurter sausage during storage at 4 .



圖三十四、不同濃度之去乙醯度95%幾丁聚醣在4℃下貯存6週對法蘭克福香腸紅色值之影響。

Fig. 34. Effect of dd95% chitosan additions on a-value of frankfurter sausage during storage at 4℃.



圖三十五、不同濃度之去乙醯度95%幾丁聚醣在4 °C下貯存6週對法蘭克福香腸黃色值之影響。

Fig. 35. Effect of dd95% chitosan additions on b-value of frankfurter sausage during storage at 4 °C.

四、酸鹼值

添加幾丁聚醣於法蘭克福香腸中會顯著提高法蘭克福香腸之酸鹼值 (pH value) ($p < 0.05$) 表示於圖三十六。法蘭克福香腸之 pH 值會隨著幾丁聚醣去乙醯度與濃度的增加而顯著上升 ($p < 0.05$)。不同去乙醯度在各個不同添加量處理時，去乙醯度 95% 之組別均顯著高於去乙醯度 85% 之處理組 ($p < 0.05$)。而法蘭克福香腸之 pH 值均隨幾丁聚醣添加量增加而上升，各組之間差異顯著 ($p < 0.05$)。

不同去乙醯度幾丁聚醣在 4 °C 下貯存 6 週 pH 值的變化表示於圖三十七。去乙醯度 95% 處理組其 pH 值顯著高於去乙醯度 85% 之處理組 ($p < 0.05$)。在貯存前三週添加幾丁聚醣處理組 pH 值均高於對照組，且去乙醯度 95% 處理組顯著高於去乙醯度 85% 處理組 ($p < 0.05$)，而在第四周之後各組之間差異不顯著 ($p > 0.05$)。

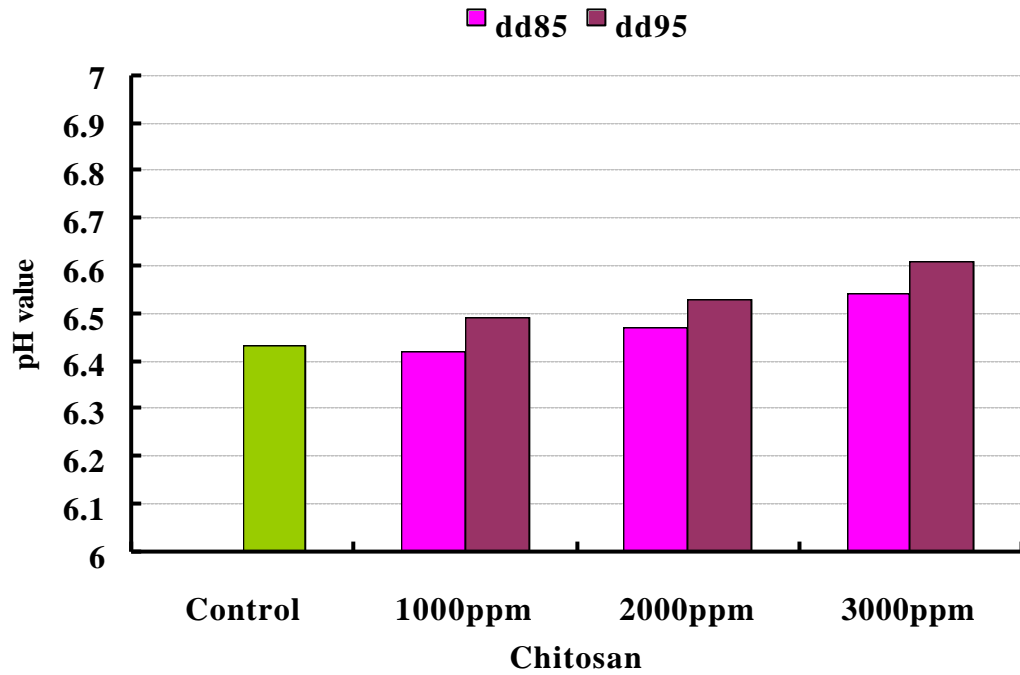
不同濃度幾丁聚醣在 4 °C 下貯存 6 週對法蘭克福香腸 pH 值的變化表示於圖三十八。法蘭克福香腸中添加幾丁聚醣其 pH 值均高於對照組，並隨著幾丁聚醣添加的濃度增加而顯著較高 ($p < 0.05$)。添加 2000ppm 處理組在貯存前三週顯著高於添加 1000ppm 處理組。而添加 3000ppm 之組別則在整個貯存期間 pH 值均顯著大於添加 1000ppm 與 2000ppm 處理組 ($p < 0.05$)。可能是因為幾丁聚醣具有脫酸的功能，去乙醯度較高之幾丁聚醣其脫酸效果較佳，因為幾丁聚醣之去乙醯度愈高，所露出之 NH_3^+ 基愈多，可吸附更多酸。故可使 pH 值較高 (Rwan and Wu,

1996)。在整個貯存期間內 pH 值隨貯存時間增加而下降 ($p < 0.05$)。各組之間有相同的現象，是因為在於真空包裝貯存之醃漬肉製品中，生長之微生物以乳酸菌為主 (陳，1991)，而乳酸菌產生乳酸而使產品 pH 值下降。

添加不同濃度之去乙醯度 85% 的幾丁聚醣於法蘭克福香腸中於 4℃ 下貯存 6 週對其 pH 值之影響表示於圖三十九，貯存期間內 1000ppm 幾丁聚醣處理組在第一和第五週 pH 值顯著高於對照組 ($p < 0.05$)，而 2000ppm 處理組則是在第零、三和五週顯著高於對照組且在前三週顯著高於 1000ppm 的組別 ($p < 0.05$) 而添加 3000ppm 之組別則於整個貯存期間均顯著高於其他處理組 ($p < 0.05$)。

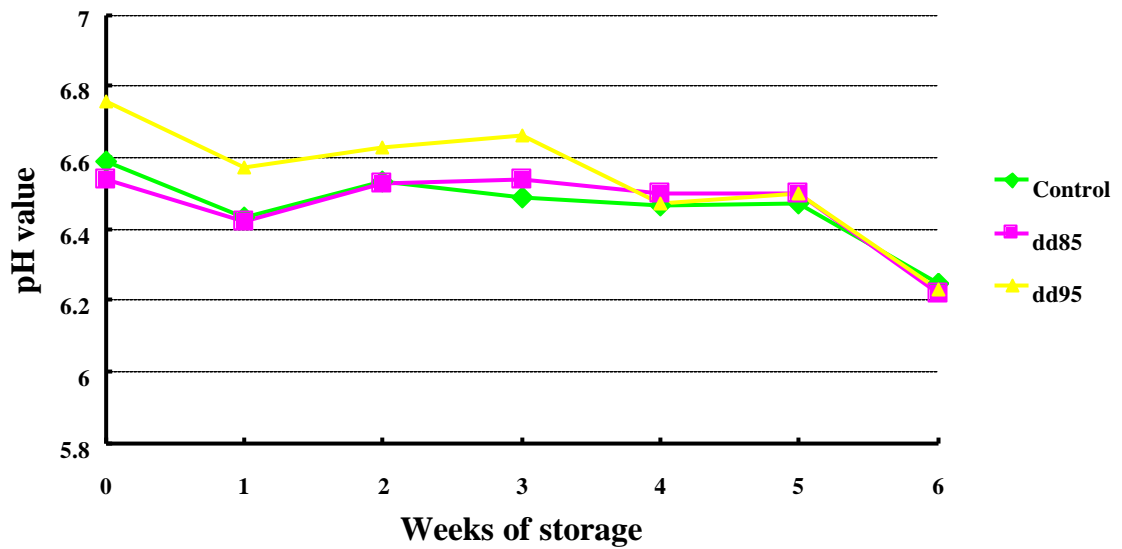
不同濃度之去乙醯度 95% 的幾丁聚醣在 4℃ 下貯存 6 週對法蘭克福香腸 pH 值之影響表示於圖四十。添加 1000ppm 幾丁聚醣處理組在前三週與第六週顯著高於對照組 ($p < 0.05$)，而 2000ppm 處理組在前三週顯著高於對照組且於第零、一和六週顯著高於 1000ppm 處理組 ($p < 0.05$)，3000ppm 處理組則於整個貯存期間 pH 值均顯著高於其他處理組 ($p < 0.05$)。法蘭克福香腸之 pH 值隨著去乙醯度 95% 之幾丁聚醣添加量的上升顯著較高 ($p < 0.05$)。在貯存期間，前三週各組 pH 值維持穩定無顯著變化，三週之後有隨時間增加而下降的趨勢。

本實驗結果中添加幾丁聚醣處理組在貯存期間 pH 值均保持高於對照組，與幾丁聚醣之抑菌效果有關。且 pH 值隨貯存時間增加而降低，是因為在貯存期間總生菌數與低溫菌數增加產



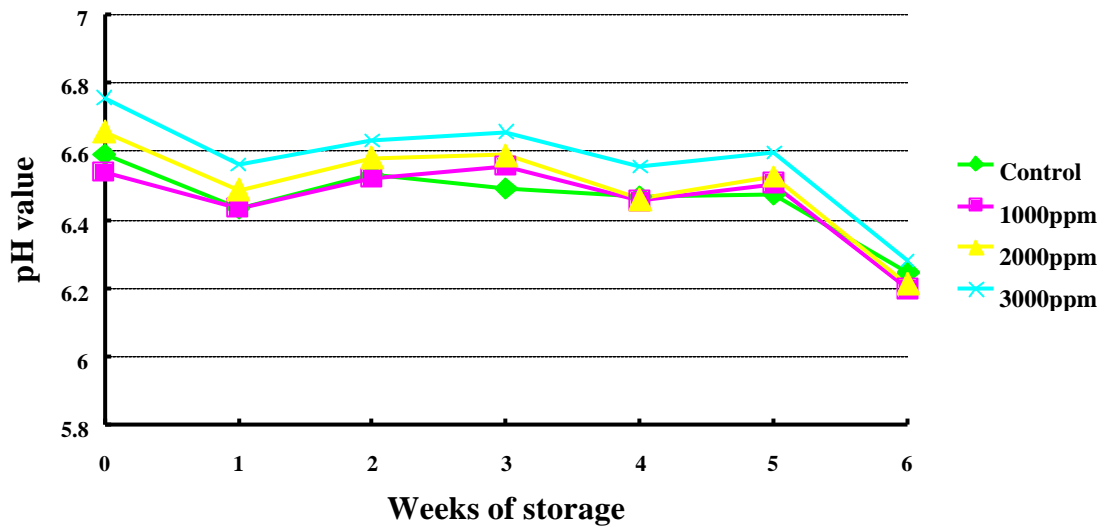
圖三十六、不同去乙醯度與濃度之幾丁聚醣對法蘭克福香腸酸鹼值之影響。

Fig. 36. Effect of degrees of deacetylation and concentrations of chitosan on pH value of frankfurter sausage.



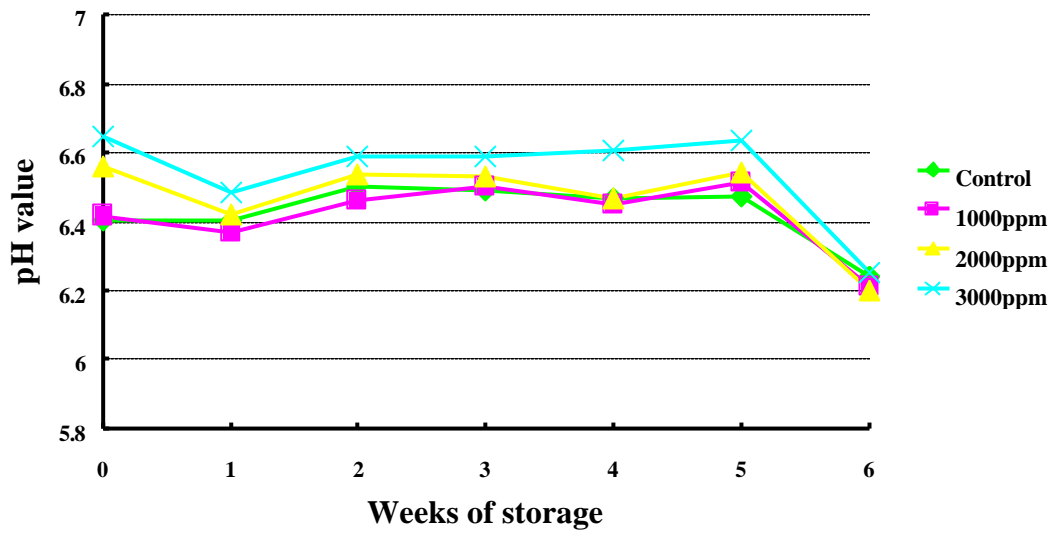
圖三十七、不同去乙醯度之幾丁聚醣在4 °C下貯存6週對法蘭克福香腸酸鹼值之影響。

Fig. 37. Effect of different degrees of deacetylation chitosan addition on pH-value of frankfurter sausage during storage at 4 °C.



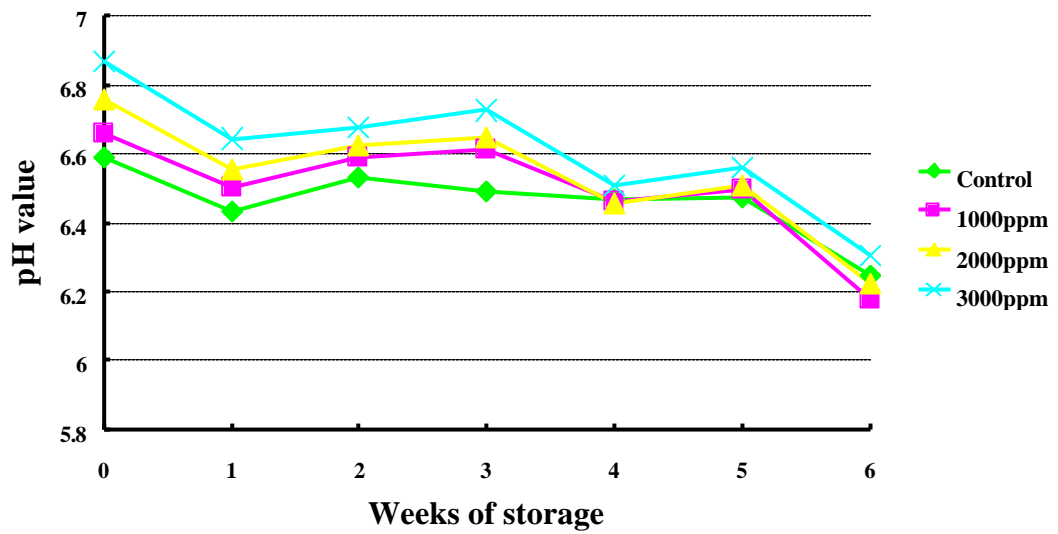
圖三十八、不同濃度之幾丁聚醣在4 下貯存6週對法蘭克福香腸酸鹼值之影響。

Fig. 38. Effect of chitosan additions on pH-value of frankfurter sausage during storage at 4 .



圖三十九、不同濃度之去乙醯度85%幾丁聚醣在4℃下貯存6週對法蘭克福香腸酸鹼值之影響。

Fig. 39. Effect of dd85% chitosan additions on pH-value of frankfurter sausage during storage at 4℃.



圖四十、不同濃度之去乙醯度95%幾丁聚醣在4℃下貯存6週對法蘭克福香腸酸鹼值之影響。

Fig. 40. Effect of dd95% chitosan additions on pH-value of frankfurter sausage during storage at 4℃.

酸的緣故。本實驗 pH 值與總生菌數及低溫菌數之相關係數分別為 $r=-0.70$ 與 $r=-0.69$ ，均有顯著高度的負相關 ($p < 0.05$)。在趙 (2000) 報告中指出添加 150kDa 之幾丁聚醣 0.1% 對於乳酸菌有抑制的效果。且在 Darmadji and Izumimoto (1994) 添加不同濃度幾丁聚醣於生鮮碎牛肉之實驗結果指出幾丁聚醣對產酸的微球菌 (*Micrococci*) 在貯存十天添加 1.0% 幾丁聚醣之處理組較對照組低了兩個對數值，有顯著抑制效果。

添加幾丁聚醣之法蘭克福香腸 pH 值顯著高於對照組 ($p < 0.05$)，且去乙醃度 95% 幾丁聚醣處理組其 pH 值顯著高於去乙醃度 85% 之處理組 ($p < 0.05$)。隨著添加的濃度增加而其 pH 值亦顯著較高 ($p < 0.05$)。在貯存期間，pH 值隨時間增加而下降的趨勢。

五、TBA 值

TBA 值為脂質氧化酸敗程度之指標。主要是在測定油脂中含有三個或以上雙鍵的不飽和脂肪酸經氧化作用後，所產生之二級氧化產物丙二醛 (malonaldehyde) 的量。若產生的丙二醛多則與 TBA 試劑中硫巴比妥酸 (2-thiobarbituric acid) 生成紅色物質較多，經比色計在波長 530nm 下測其吸光值 (O.D. value)，值愈高表示氧化酸敗愈嚴重。

實驗結果顯示添加幾丁聚醣於法蘭克福香腸之中對於減緩法蘭克福香腸之氧化酸敗情形效果顯著 ($p < 0.05$) (圖四十一)。而且去乙醃度較高、添加濃度較高，其 TBA 值有較低之

趨勢 ($p > 0.05$)。添加去乙醯度 85% 幾丁聚醣之組別其 TBA 值均顯著低於對照組, 而添加 2000ppm 幾丁聚醣組別比 1000ppm 處理組其 TBA 值顯著較低 ($p < 0.05$), 添加 3000ppm 處理組比添加 1000ppm 組別 TBA 值亦顯著較低 ($p < 0.05$)。而添加去乙醯度 95% 之處理組無論添加量其 TBA 值均顯著低於對照組 ($p < 0.05$), 且隨添加量增加 TBA 值有較低之趨勢 ($p > 0.05$)。

不同去乙醯度幾丁聚醣對於法蘭克福香腸於 4 冷藏貯存 6 週期間 TBA 值的變化情形表示於圖四十二。對照組在貯存期間內其 TBA 值在前四周與第六週均高於添加幾丁聚醣之組別。而去乙醯度 95% 之組別 TBA 值在第五週時顯著低於去乙醯度 85% 之處理組 ($p < 0.05$)。貯存期間去乙醯度 95% 幾丁聚醣之組別 TBA 值較去乙醯度 85% 處理組有較低的趨勢 ($p > 0.05$)。

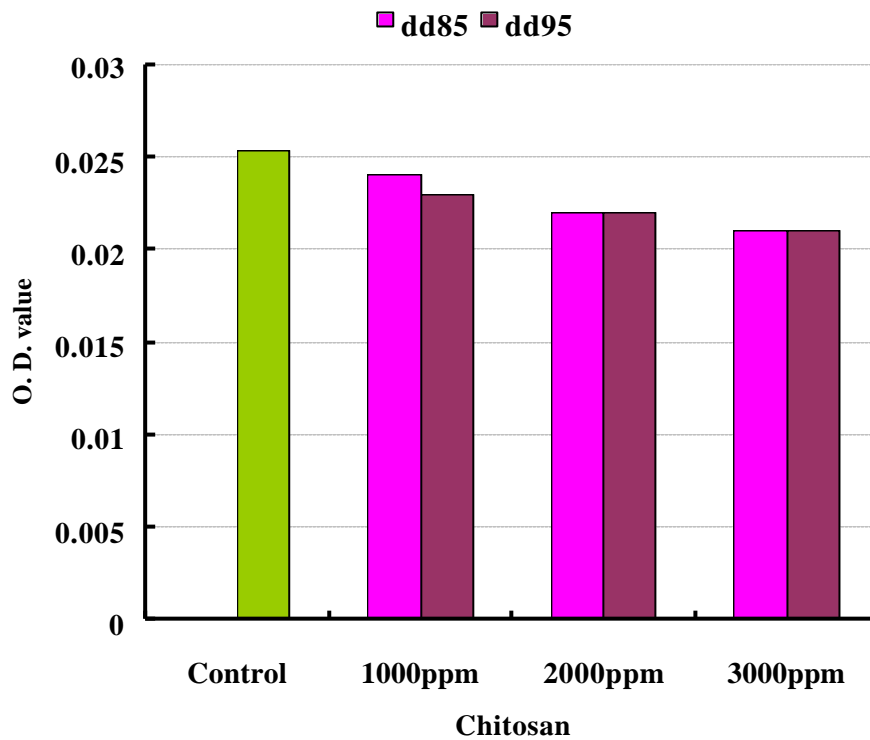
不同濃度幾丁聚醣對於法蘭克福香腸於 4 冷藏貯存 6 週期間其 TBA 值變化表示於圖四十三。在貯存前四週添加幾丁聚醣組別其 TBA 值低於對照組。添加幾丁聚醣 2000ppm 組別在第二週和第六週 TBA 值顯著低於添加 1000ppm 之處理組 ($p < 0.05$), 而添加 3000ppm 幾丁聚醣組別其 TBA 值在第二、五和六週顯著低於添加 1000ppm 組別且於第五週顯著低於 2000ppm 處理組 ($p < 0.05$), 於整個貯存期間內 TBA 值隨幾丁聚醣之濃度增加有較低的趨勢 ($p > 0.05$)。實驗結果與羅 (1996) 添加幾丁聚醣、5% 水解物、10% 水解物及 20% 水解物於貢丸之中, 能有效的降低貢丸中脂肪的氧化酸敗的結果相似。而在 Darmadji and Izumimoto (1994) 添加不同濃度 (0.0%、0.2%、0.5% 和 1.0%) 之幾丁聚醣於絞碎的生牛肉中, 於 30 下貯存

48 小時與於 4 ℃ 下貯存十天所得到的結果也類似，添加幾丁聚醣組別有較低之 TBA 值。而 St. Angelo 與 Vercelloti (1989) 以 5000ppm 之幾丁聚醣衍生物 N-carboxymethylchitosan 處理碎牛肉能抑制 93% 之 TBA 之生成而避免加熱臭(WOF; warmed-over flavour) 之產生。

添加不同濃度之去乙醯度 85% 幾丁聚醣於法蘭克福香腸於 4 ℃ 貯存 6 週期間其 TBA 值變化表示於圖四十四。1000ppm 添加量之處理組比起對照組於第零週 TBA 值顯著低於對照組；而添加 2000ppm 處理組則於第零、二、三和四週顯著低於對照組，而於第二週顯著低於 1000ppm 處理組。而 3000ppm 組別於第零、二、三和四週顯著低於對照組並於第二和第三週顯著低於 1000ppm 處理組。TBA 值有隨去乙醯度 85% 之幾丁聚醣添加量上升而下降之趨勢。

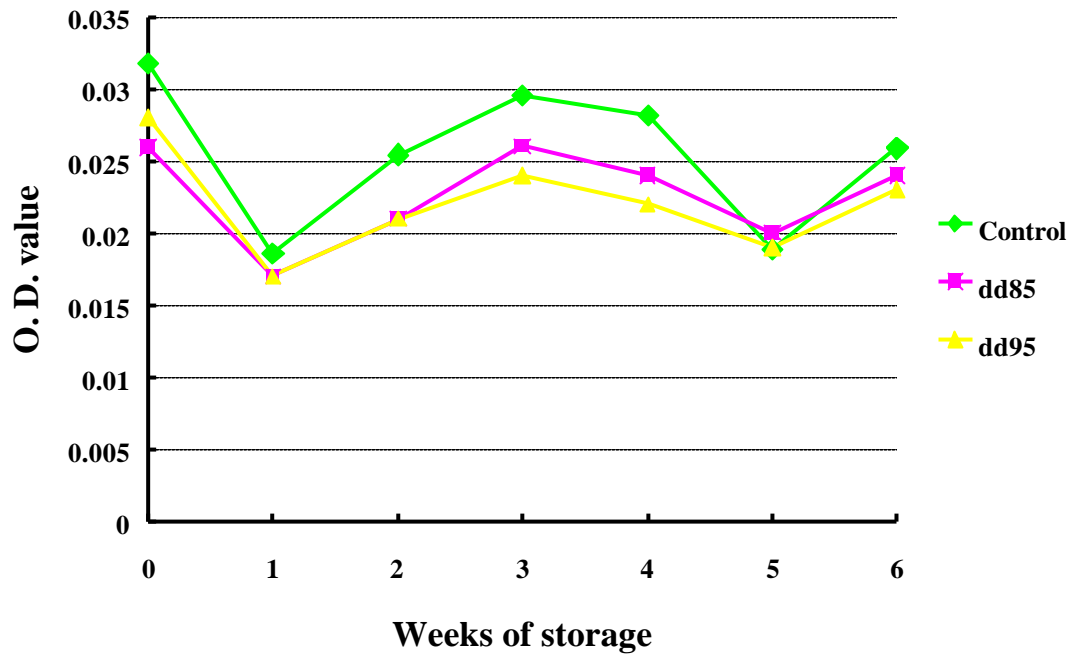
添加去乙醯度 95% 之幾丁聚醣組別對於對照組之 TBA 值均顯著的較低 ($p < 0.05$) (圖四十五)。添加濃度 1000ppm 以上之各處理組 TBA 值在貯存第二、三、四和六週顯著低於對照組，而添加 2000ppm 與 3000ppm 之組別在第五和第六週 TBA 值顯著低於添加 1000ppm 之處理組。在 Jo *et al.* (2001) 添加 0.2% 幾丁寡糖於豬肉香腸的報告中，在 4 ℃ 貯存第三週時添加幾丁寡糖之處理組 TBA 值顯著低於對照組。TBA 值有隨添加量上升而下降之趨勢。

許多報導指出幾丁聚醣具有抗氧化作用 (St. Angelo and Vercellotti, 1989; Darmadji and Izumimoto, 1994), 一般認為是幾丁類物質能螯合肉類熱加工時由血紅蛋白 (hemoglobin) 釋放



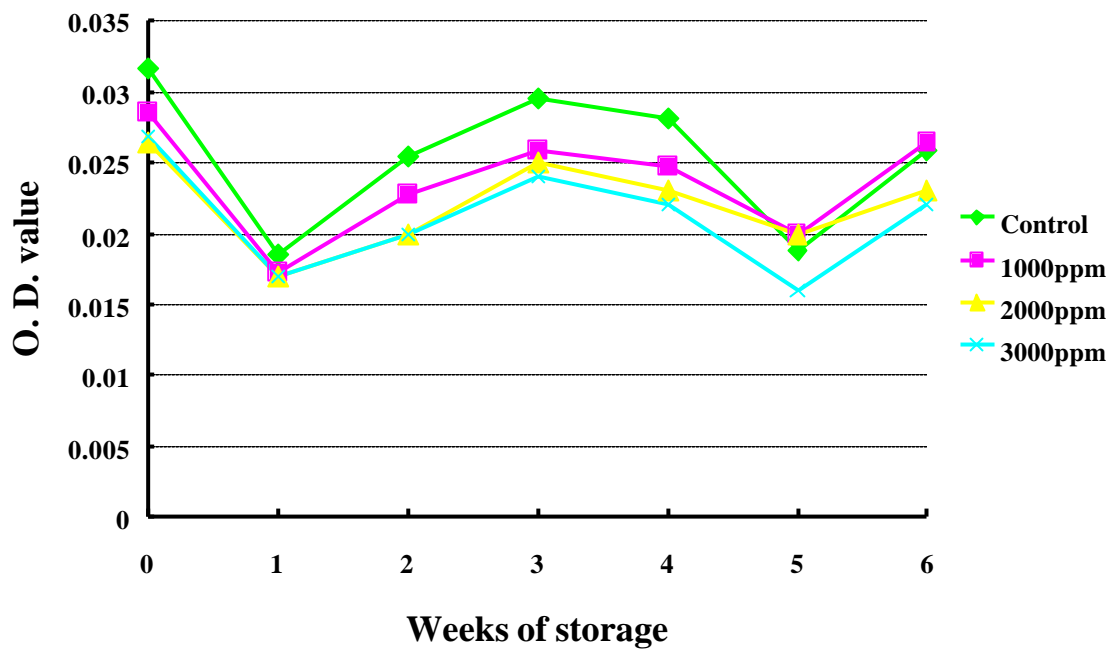
圖四十一、不同去乙醯度與濃度之幾丁聚醣對法蘭克福香腸硫巴比妥酸值之影響。

Fig. 41. Effect of degrees of deacetylation and concentrations of chitosan on TBA value of frankfurter sausage.



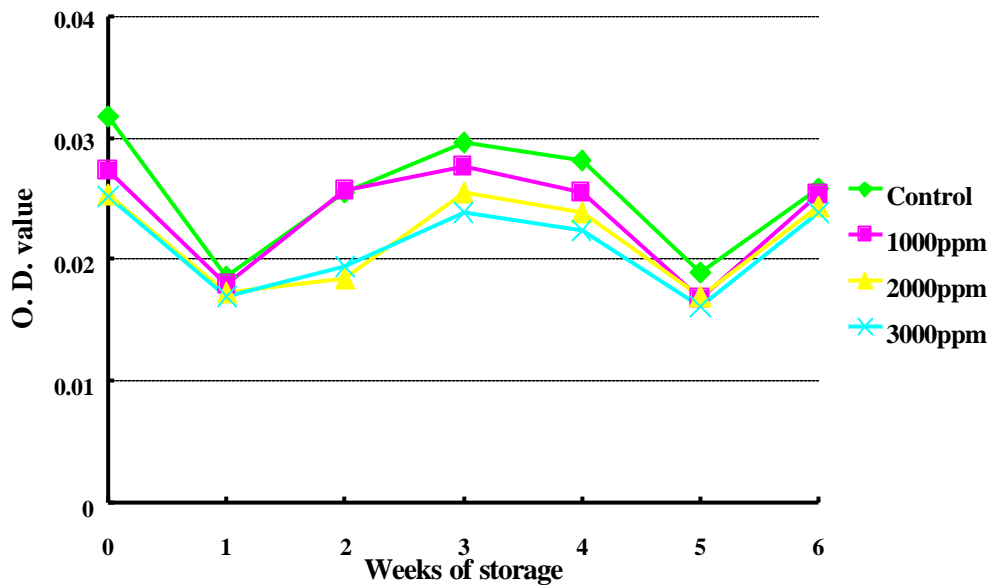
圖四十二、不同去乙酰度之幾丁聚醣在4℃下貯存6週對法蘭克福香腸硫巴比妥酸值之影響。

Fig. 42. Effect of different degrees of deacetylation chitosan addition on TBA-value of frankfurter sausage during storage at 4℃.



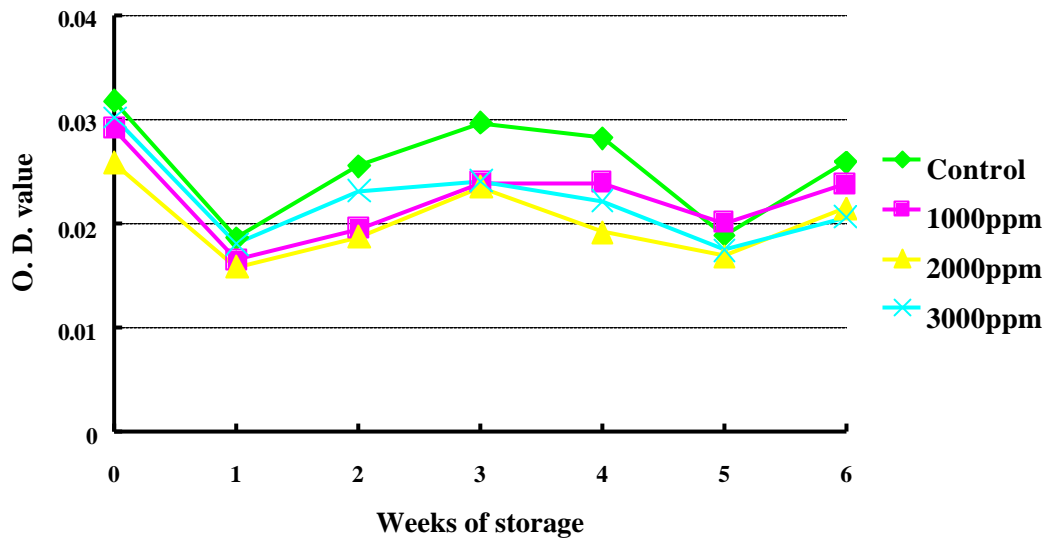
圖四十三、不同濃度之幾丁聚醣在4℃下貯存6週對法蘭克福香腸硫
巴比妥酸值之影響。

Fig. 43. Effect of chitosan additions on TBA-value of frankfurter
sausage during storage at 4℃.



圖四十四、不同濃度之去乙酰度85%幾丁聚醣在4℃下貯存6週對法蘭克福香腸硫巴比妥酸值之影響。

Fig. 44. Effect of dd85% chitosan additions on TBA-value of frankfurter sausage during storage at 4℃.



圖四十五、不同濃度之去乙醯度95%幾丁聚醣在4℃下貯存6週對法蘭克福香腸硫巴比妥酸值之影響。

Fig. 45. Effect of dd95% chitosan additions on TBA-value of frankfurter sausage during storage at 4℃.

之游離鐵有關，並隨之抑制亞鐵離子的催化活性。進一步實驗證實幾丁聚醣的主要胺基能與肌肉食品中脂肪分解產生的揮發性醛類如 malondialdehyde 形成穩定物質。

添加幾丁聚醣處理比起對照組之 TBA 值均顯著的較低 ($p < 0.05$)。在貯存期間內去乙醯度 95% 組別的 TBA 值比去乙醯度 85% 之組別有較低的趨勢 ($p > 0.05$)。添加幾丁聚醣的濃度增加其 TBA 值有較低的趨勢。添加 2000ppm 與 3000ppm 幾丁聚醣其降低氧化酸敗的效果顯著高於 1000ppm 的處理組 ($p < 0.05$)。顯示添加幾丁聚醣於法蘭克福香腸之中對於減緩法蘭克福香腸貯存期間之氧化酸敗情形效果顯著 ($p < 0.05$)。

六、感官品評

表九為添加不同去乙醯度與濃度之幾丁聚醣對法蘭克福香腸之感官品評的結果。評分採七分制，顏色為以肉眼評估法蘭克福香腸之色澤（紅色），1 分為極淺，7 分為極深。而嫩度為以門齒咬切至 75% 所需之力量 1 分為極硬，7 分為極嫩；多汁性為以臼齒咀嚼兩次，口腔感覺產品中之水分和脂質釋出而形成肉汁之情況，1 分為極乾，7 分為極多汁。法蘭克福香腸風味包括以嗅覺和味覺來評估法蘭克福香腸之氣味與口味，1 分為極淡，7 分為極明顯；總接受度則是對品評的整體做統整評估，1 分為極討厭，七分為極喜歡。在顏色方面添加去乙醯度 85% 之組別顏色均顯著較對照組淡 ($p < 0.05$) 而不同添加量之間並無顯著差異 ($p > 0.05$)。而去乙醯度 95% 之組別顏色亦顯著比

對照組淡 ($p < 0.05$), 添加 1000ppm 與 3000ppm 之組別顯著高於去乙醯度 85% 之 2000ppm 與 3000ppm 濃度 ($p < 0.05$)。顯示添加幾丁聚醣於法蘭克福香腸之中對於其顏色有影響且添加愈高去乙醯度影響愈大。此情況與 L 值和 a 值所測得的情況類似, 顏色項目與 L 值和 a 值的相關係數分別為 -0.88 和 0.82 顯示感官品評顏色之結果與 L 值有顯著高度負相關 ($p < 0.05$); 與 a 值則有顯著高度正相關 ($p < 0.05$)。而在嫩度、多汁性、法蘭克福香腸風味與總接受度方面, 各處理組與對照組之間並無差異。顯示添加幾丁聚醣於法蘭克福香腸除了顏色變淡之外對於其他項目並不會造成影響。Jo *et al.* (2001) 的實驗結果也指出, 在顏色項目添加 0.2% 幾丁寡醣的豬肉香腸比對照組略低而其餘風味、質地與總接受度兩者之間差異並不顯著。而趙 (2000) 的報告中, 添加不同分子量的幾丁聚醣於減脂中式香腸中其不良風味、硬度、多汁性與出油性各組之間也無差異。

在感官品評的結果上顯示添加幾丁聚醣於法蘭克福香腸之中對於其顏色均顯著較對照組淡 ($p < 0.05$) 且添加去乙醯度 95% 幾丁聚醣的處理比去乙醯度 85% 幾丁聚醣的組別顏色有較淡的趨勢。而不同濃度之間差異不顯著 ($p > 0.05$)。而對於嫩度、多汁性、法蘭克福香腸風味與總接受度等各個項目, 各不同處理組之間無顯著差異。

七、剪力值

剪力值所指的是儀器模擬門齒咬斷產品所需的總力。添加

表九、添加不同去乙酰度與濃度對法蘭克福香腸感官品評^A之影響

Table 9. Effect of chitosan additions on sensory evaluation^A of frankfurter sausage

Treatment		Color	Tenderness	Juiciness	Hot dog flavor	Overall Acceptability
Degree of deacetylation (%)	concentration (ppm)					
	Control^B	4.63^a	3.50^{ab}	4.13^a	4.25^{ab}	4.75^a
dd85	1000	3.50^{bc}	3.13^{ab}	4.13^a	4.50^a	4.25^a
	2000	4.13^b	4.25^a	3.63^a	4.38^a	4.38^a
	3000	3.63^b	3.63^{ab}	3.75^a	4.00^{ab}	4.00^a
dd95	1000	3.00^c	3.75^a	3.50^a	3.63^b	3.63^a
	2000	3.25^{bc}	3.38^{ab}	4.13^a	4.25^{ab}	4.25^a
	3000	3.00^c	2.88^b	3.38^a	3.88^{ab}	4.00^a

^A : 顏色 : 1 = 淡 , 7 = 深 ; 嫩度 : 1 = 硬 , 7 = 嫩 ; 多汁性 : 1 = 乾 , 7 = 多汁 ; 風味 : 1 = 淡 , 7 = 明顯 ; 總接受度 : 1 = 討厭 , 七 = 喜歡。

^B : Control 表示未添加幾丁聚醣的處理組。

^{a-c} : 同行中不同字母表示有顯著差異 ($p < 0.05$)。

^A : Color : 1 = light, 7 = dark ; Tenderness : 1 = tough, 7 = tender ; Juiciness : 1 = very dry, 7 = very juicy ; Frankfurter sausage flavor : 1 = bland, 7 = intense ; Overall acceptability : 1 = dislike, 7 = like.

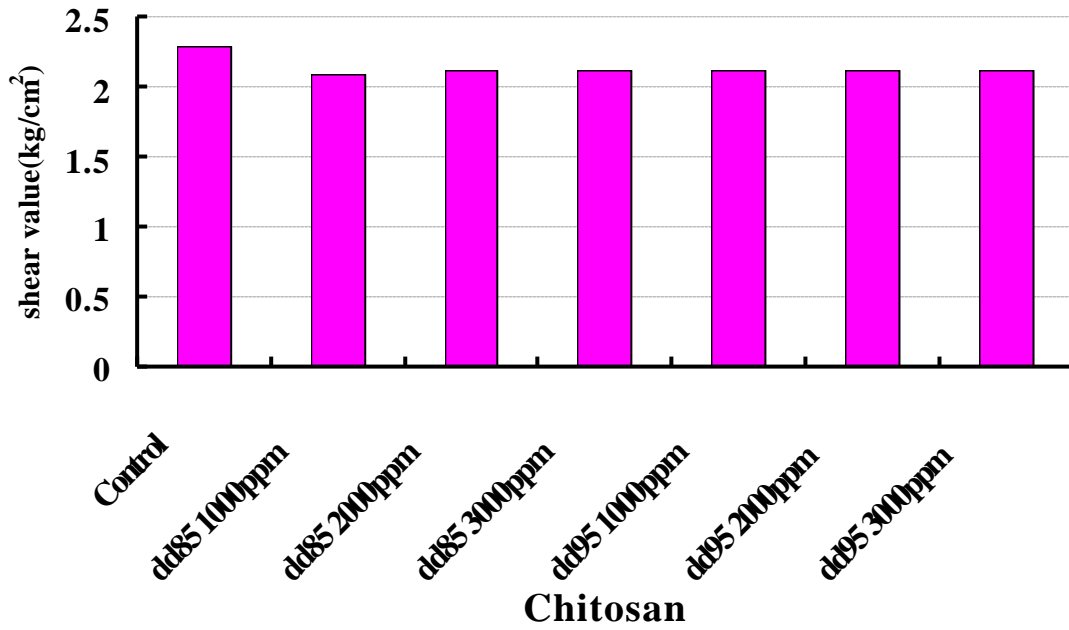
^B : Control means without chitosan addition.

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

不同濃度與去乙醯度之幾丁聚醣對於法蘭克福香腸剪力值之影響表示於圖四十六。結果顯示，無論對照組或是添加去乙醯度 85% 和 95% 之幾丁聚醣在 3000ppm 以下對於法蘭克福香腸之剪力值並無影響 ($p > 0.05$)。與羅 (1996) 添加幾丁聚醣與其水解物 5%、10% 與 20% 於貢丸之中的結果相似，各處理組之間均無差異。而於趙 (2000) 的報告中指出，添加不同分子量 (150kDa、600kDa 與 1,250kDa) 之 0.1% 幾丁聚醣於減脂中式香腸中以油炸方式加熱後，其剪力值各組之間與對照組亦無差異。

八、質地描述試驗

質地描述試驗是以齒形接頭切入樣品內部達 75% 厚度模擬臼齒咬切產品的方式，測其兩次切入過程中所反應出的抗力程度。各個項目分析的意義表示了產品在面對咬切時的表現。整體而言硬度、內聚性、彈性及咀嚼性高，顯示產品有良好的結構 (莊, 1999)。表十為添加不同去乙醯度與濃度之幾丁聚醣對法蘭克福香腸之質地描述試驗的結果。硬度 (toughness) 定義為以齒形接頭切入樣品內部達 75% 時所需的最大力量 (kg)。與剪力值的差異為剪力質是模擬門齒咬切而硬度為模擬臼齒且未咬斷產品時所用的力。而內聚性 (cohesiveness) 則是產品面對擠壓時，可回覆成為一體的程度。彈性 (elasticity) 定義為樣品在擠壓時，可再恢復原來形狀的程度。而咀嚼性 (chewiness) 為硬度、內聚性及彈性三者的乘積 (Cardello *et al.*, 1983)。



圖四十六、不同去乙醯度與濃度對法蘭克福香腸剪力值之影響。

Fig. 46. Effect of chitosan additions on shear value of frankfurter sausage .

表十、添加不同去乙酰度與濃度對法蘭克福香腸質地描述分析之結果

Table 10. Effect of chitosan additions on texture profile analysis of frankfurter sausage

Treatment		Toughness	Cohesiveness	Elasticity	Chewiness
Degree of deacetylation (%)	Concentration (ppm)				
	Control ^A	7.37 ^a	0.5683 ^a	0.9363 ^a	4037 ^a
dd85	1000	7.39 ^a	0.5204 ^a	0.9521 ^a	3820 ^a
	2000	7.42 ^a	0.5552 ^a	0.9086 ^a	4163 ^a
	3000	7.43 ^{ab}	0.5600 ^a	0.9187 ^a	3848 ^a
dd95	1000	7.44 ^{ab}	0.5773 ^a	1.0100 ^a	3542 ^a
	2000	7.46 ^{ab}	0.4918 ^a	0.9296 ^a	3066 ^a
	3000	7.47 ^{ab}	0.4951 ^a	0.9791 ^a	3539 ^a

^A : Control 表示未添加幾丁聚醣的處理組。

^{a-b} : 同行中不同字母表示有顯著差異 ($p < 0.05$)

^A : Control means without chitosan addition.

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

添加不同去乙醯度與濃度的法蘭克福香腸，其在內聚性、彈性與咀嚼性等項目並無顯著差異 ($p < 0.05$)，而在硬度方面，添加幾丁聚醣的組別較對照組高，但是差異不大。綜合以上結果顯示，添加幾丁聚醣於法蘭克福香腸中對於法蘭克福香腸之質地並無不良的影響。與趙 (2000) 的報告中，添加幾丁聚醣試驗組與未添加之對照組經烘烤或油炸加熱，對減脂中式香腸之彈性、咀嚼性與硬度影響並不顯著。在 Jo *et al.* (2001) 添加 0.2% 幾丁寡糖於豬肉香腸的報告中硬度、內聚性、彈性與咀嚼性也無顯著差異。而羅 (1996) 添加幾丁聚醣與其水解物於貢丸之中其各處理組之間彈性並無顯著差異。

感官品評的項目與質地描述試驗中的項目中。彈力與法蘭克福香腸風味和總接受度有顯著的負相關 ($p < 0.05$)， r 值均為 -0.79。顯示以儀器所測出之彈性對於品評員而言法蘭克福香腸風味和總接受度較差，可能是因為品評員認定之法蘭克福香腸的口感彈性不大而造成的結果。

陸、結論

添加不同去乙醯度（85%與95%）與濃度（1000ppm、2000ppm與3000ppm）之幾丁聚醣於法蘭克福香腸之中對於法蘭克福香腸之一般成分的蛋白質、脂肪和灰分與產率並無顯著影響，而對水分的含量則是添加幾丁聚醣的組別對於對照組有較高的趨勢。

添加幾丁聚醣於法蘭克福香腸之中，對貯存期間總生菌與低溫菌有抑制的效果，去乙醯度95%之組別比起去乙醯度85%之組別菌數有較低的趨勢。並隨添加量增加有較佳抑菌能力之趨勢。而對於沙門氏菌與大腸桿菌而言，各個處理組均未被檢測出。

對色澤的影響則是添加幾丁聚醣於法蘭克福香腸之中會顯著增加法蘭克福香腸的亮度值與降低紅色值（ $p < 0.05$ ），添加去乙醯度95%之組別比起去乙醯度85%的處理組亮度值顯著較高，而紅色值與黃色值顯著較低（ $p < 0.05$ ）。而添加濃度對於色澤影響不顯著。表示添加幾丁聚醣於法蘭克福香腸之中，法蘭克福香腸的顏色會較淡而影響較大的因素是去乙醯度。肉製品的顏色為吸引消費者的重要因素，顏色轉淡將造成不良影響，可添加色素加以修正。

添加幾丁聚醣之法蘭克福香腸 pH 值顯著高於對照組（ $p < 0.05$ ），且去乙醯度95%處理組其 pH 值顯著高於去乙醯度85%之處理組（ $p < 0.05$ ）。隨著添加的濃度增加而其 pH 值亦顯著較

高，三者之間有顯著差異（ $p < 0.05$ ）。

添加幾丁聚醣處理比起對照組之 TBA 值均顯著的較低（ $p < 0.05$ ）。在貯存期間內去乙醯度 95%組別的 TBA 值比去乙醯度 85%之組別有較低的趨勢（ $p > 0.05$ ）。而添加 2000ppm 以上濃度降低氧化酸敗的效果顯著高於 1000ppm 的處理組（ $p < 0.05$ ）。顯示添加幾丁聚醣於法蘭克福香腸之中對於減緩法蘭克福香腸貯存期間之氧化酸敗情形效果顯著（ $p < 0.05$ ）。

在感官品評的結果上顯示添加幾丁聚醣於法蘭克福香腸之中對於其顏色均顯著較對照組淡（ $p < 0.05$ ）且添加之幾丁聚醣去乙醯度愈高其影響愈大。而對於嫩度、多汁性、法蘭克福香腸風味與總接受度各項目，各處理組之間無顯著差異。而在剪力值與質地描述試驗中硬度、內聚性、彈性與咀嚼性等各項目中，除了硬度項目添加幾丁聚醣的組別略高於對照組外，其餘項目各處理組間均無顯著差異。

綜合以上所述，添加幾丁聚醣 1000ppm 以上於法蘭克福香腸之中可降低產品中的微生物之菌數與減緩產品脂肪氧化酸敗的速度，去乙醯度較高有較佳的效果之趨勢，對於法蘭克福香腸之保存性有提昇之效果。可是對於產品之色澤則會產生影響，使產品顏色變淡濃度越高、去乙醯度越高情形越明顯。而對於法蘭克福香腸的風味與質地，添加量低於 3000ppm 去乙醯度 85%與 95%均不會造成不良影響。

柒、主要參考文獻

- 方紹威。1989。幾丁聚醣的抑制微生物作用及其在低醣蜜餞之應用。國立台灣大學食品科技研究所碩士論文。
- 方紹威。1990。幾丁質及幾丁聚醣在廢水處理、生化、食品和醫藥上之研究發展現況。藥物食品檢驗局調查研究年報。8:20-30。
- 王添進。2001。臭氧水濃度和噴灑時間對冷藏豬肉保存性之影響。東海大學畜產學研究所碩士論文。
- 王進琦。1994。食品微生物學。藝軒圖書出版社。台北。
- 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。
- 吳家成。2001。幾丁質與幾丁聚醣之理化性質。食品工業。幾丁質/幾丁聚醣專輯。新竹。
- 李彥漢。2001。分子量及濃度對幾丁聚醣流變特性及其肌原纖維蛋白質交互作用之研究。靜宜大學食品營養研究所碩士論文。
- 李桂雲 黃彥琪 蔡正宗 紀學斌。1996 N-甲基幾丁聚醣(NCMC)螯合鐵離子及在煮熟含鹽豬肉之抗氧化性探討。食品科學。23:608-616。
- 李勳宜。1988。草蝦幾丁聚醣之製備及應用研究。台灣大學食品科技研究所碩士論文。
- 沈明來。1999。試驗設計學。九州圖書文物有限公司。台北。

- 阮進惠、林翰良、羅淑珍。1997。幾丁聚醣水解物之連續式生產及其抑菌作用。中國農業化會誌。35(6):596-611。
32(4):1-8。
- 林文源。1995。幾丁聚醣抗菌作用的研究。國立台灣大學食品科技研究所博士論文。
- 林志苑。2000。不同臭氧濃度及冷卻時間對生鮮雞肉保存性之影響。東海大學畜產學研究所碩士論文。
- 林欣榜。1999。幾丁類物質在食品加工上之應用。食品工業。31(10):26-37。
- 林芬年。1997。以幾丁聚醣脫酸及澄清梅汁之研究。東海大學食品科學研究所碩士論文。
- 林慧生。1987。肉與肉製品。華香園出版社。台北。
- 林翰良。1995。以固定化幾丁聚醣生產幾丁聚醣水解物及其抑菌之研究。東海大學食品科學研究所碩士論文。
- 林錫杰。2001。幾丁質在環保方面之應用。食品工業。幾丁質/幾丁聚醣專輯。新竹。
- 袁國芳。1999。幾丁與幾丁聚醣在食品工業上之應用。食品工業。31(10):19-25。
- 袁國芳。2000。幾丁質 / 幾丁聚醣在膳食與醫療之助益及潛在問題。食品工業。32(4):1-8。
- 財團法人生物技術開發中心。1996。新生技產品：幾丁質、幾丁聚醣（甲殼類）產業現況與展望。P. 17.。財團法人生物技術開發中心。台北。

- 張鈺驩。1987。草蝦頭中幾丁質類產品的製備方法、理化性質與應用。台灣大學食品科技研究所碩士論文。
- 莊富源。1999。膠類與碳酸鈣對重組豬排品質之影響。東海大學畜產學研究所碩士論文。
- 陳明造。1991。鮮肉的性質與管理。淑馨出版社。台北。
- 陳明造。1992。肉品加工理論與應用。藝軒圖書出版社。台北。
- 陳盈州。2001。去乙醯度、濃度及 pH 值對幾丁聚醣流變特性及其肌原纖維蛋白質交互作用之研究。靜宜大學食品營養研究所碩士論文。
- 陳美惠、莊淑惠、吳志律。1999。幾丁聚醣的物化特性。食品工業。31:1-6。
- 陳美惠。2000。幾丁聚醣之抑菌作用。食品工業。32(4)。
- 黃吉鋒。1992。不同脂肪含量及食物纖維對法蘭克福香腸品質之影響。東海大學畜產學研究所碩士論文。
- 黃淑貞。1999。氯化鈣和氯化鈉處理對淘汰蛋雞胸肉之嫩化效果。東海大學畜產學研究所碩士論文。
- 楊勝任。1992。淘汰肉用種雞、蛋雞與肉用雞之屠體性狀、肉質特性與其雞肉餅品質之探討。東海大學畜產學研究所碩士論文。
- 葉青瑜。1999。幾丁聚醣水解物及若干多醣類對豬血蛋白質膠體質感性質影響之研究。東海大學食品科學研究所碩士論文。
- 趙仁佑。2000。幾丁聚醣應用於減脂中式香腸之研究。靜宜大

- 學食品營養研究所碩士論文。
- 蔡文城。1996。微生物學。藝軒圖書出版社。台北。
- 蔡政芳、林文源、李錦楓。1993。不同去乙醯度幾丁聚醣的抑菌作用及其澀味。中華生質能源學會會誌。12:74-88。
- 賴淑琪。1979。水產之廢棄物蝦、蟹外殼之高度利用。食品工業。11:23-28。
- 羅淑珍。1996。幾丁聚醣及其水解物之抑菌作用與在貢丸、柳橙汁及生乳之應用。東海大學食品科學研究所碩士論文。
- 板井和男。1989。キチン，キトサンオリゴ糖の開発と現状。New food Industry 31(6):17-25.
- Allan, G. G. 1985. US patent No. 4,532,267. Vision correction lens made from an aminopolysaccharide compound or an ether or ester thereof. Board of Regents, University of Washington, Seattle, Washington.
- A. O. A. C. 1986. "Office Methods of Analysis." 14th ed. Association of official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Arai, K., K. Minumari, T. Fujita. 1968. On the toxicity of chitosan. Bull Tokai Reg Fish Lab 56:889.
- Australian standard. 1989. Sensory analysis of foods part 3:Glossary of terms. AS 2542.3.
- Bough, W. A. 1975. Reduction of suspended solids in vegetable canning waste effluents by coagulation with chitosan. J. Food

Sci. 40(2):297-301.

Bough, W. A. and D. R. Landes. 1978. Treatment of food processing wastes with chitosan and nutritional evaluation of coagulated by-products. In: Muzzarelli, R. A. A. and E. R. Pariser editors. Proceedings of the 1st International Conference on Chitin/Chitosan. MIT Sea Grant Program, Cambridge, Mass., U. S. A.

Brine, C. J. and P. R. Austin. 1981. Chitin variability with species and method of preparation. *Comb. Biochem. Physiol.* 68:283-291.

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* 2:119-133.

Cosio, I. G., R. A. Fisher, and P. A. Carroad. 1982. Bioconversion of shellfish chitin waste: waste pretreatment, enzyme production, process design, and economic analysis. *J. Food Sci.* 47:901-905.

Cross, H. R., B. W. Berry, and L. H. Wells. 1980. Effects of fat level and source on the chemical, sensory and cooking properties of ground beef patties. *J. Food Sci.* 45:791.

Darmadji, P. and M. Izumimoto. 1994. Effect of chitosan in meat preservation. *Meat Sci.* 38(2):243-254.

Deuchi, K., O. Kanauchi, M. Shizukuishi and E. Kobayashi. 1995.

- Continuous and massive intake of chitosan effects mineral and fat-soluble vitamin status in rats fed on a high-fat diet. *Biosci. Biotech. Biochem.* 59:1211-1216.
- FDA. 1992. *Bacteriological Analytical Manual*. Association of official chemists. Washington, D.C.
- FDA. 2000. *Surveillance fo foodborne disease outbreaks – United States, 1993-1997*.
- 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.
- Gomez-Guillen, M. C. and Montero. 1996. Addition of hydrocolloids and non-meat protein to sardine (*Sardina pilchardus*)mice gels: effect of salt concentration. *Food Chem.* 56(4): 421-427.
- Hadwiger, L. A., D. F. Kendra, B. W. Fristensky and W. Wagoner. 1985. Chitosan both activates genes in plants and inhibites RNA synthesis in fungi. In *Chitin in Nature and Technology*. Muzzarelli, R. A. A., Jeuniaux, C., Gooday, C. (ed). Plenum Press, New York. P. 210.
- Hand, L. W., C. A. Hollingsworth, C. R. Calkins and R. W. Mandigo. 1987. Effects of preblending, reduced fat and salt levels on flankfurter characterisitics. *J. Food Sci.* 52 (5) :1149-1151.

- Helmer, R. L., R. L. Saffle. 1963. Effect of chopping temperature on the stability of sausage emulsions. *Food Technol.* 17 (9) :115.
- Hirano, S., C. Itakura, H. Seino, Y. Akiyama, I. Nonaka, N. Kanbara and T, Kawakami. 1990. Chitosan as an ingredient for domestic animal feeds. *J. Agric. Food Chem.* 38:1214-1217.
- Hirano, S., H. Senda, Y. Yamamoto and A. Watanabe. 1984. In *Chitin, Chitosan, and Related Enzymes*, Zikakis, J. P., ed., Academic Press, Inc., pp.77-95.
- Hughes, E., A. M. Mullen and D. J. Troy. 1998. Effects of fat level, tapioca starch and whey protein on frankfurters formulated with 5% and 12% fat. *Meat Sci.* 48 (1/2) : 169-180.
- Imeri, A. G. and D. Knorr. 1988. Effects of chitosan on yield and compositional data of carrot and apple juice. *J. Food Sci.* 53:1707-1709.
- Jo, C., J. W. Lee, K. H. Lee and M. W. Byun. 2001. Quality properties of pork sausage prepared with water-soluble chitosan oligomer. *Meat Sci.* 59:369-375.
- Jun, H. K., J. S. Kim, H. K. No and S. P. Meyers. 1994. Chitosan as a coagulant for recovery of proteinaceous solids from tofu wastewater. *J. Agric. Food Chem.* 42:1834-1838.
- Kitter, F. S., K. R. Kumar and R. N. Tharanathan. 1998.

- Functional packaging properties of chitosan films. *Zlesbensm. Unters Forsch. A.* 206:44-47.
- Knorr, D. 1982. Functional properties of chitin and chitosan. *J. Food Sci.*47:593-595.
- Knorr, D. 1983. Dye binding properties of chitin and chitosan. *J. Food Sci.*48:36-41.
- Knorr, D. 1984. Use of chitinous polymers in food-a challenge for food research and development. *Food Technol.* 38(1): 85-97.
- Knorr, D. 1991. Recovery and utilization of chitin and chitosan in food processing waste management. *Food Technol.* Jan:114-122.
- Knorr, D., T. P. Wampler, and R. A. Teutonico. 1985. Formation of pyrazines by chitin pyrolysis. *J. Food Sci.* 50:1762-1763.
- Koide, S. S. 1998. Chitin-chitosan: properties, Benefits and Risks. *Nutri. Res.* 18(6)1091-1101.
- Lee, S. H. 1996. Effect of chitosan on emulsifying capacity of egg yolk. *J. Korean Soc Food Nutri.* 25(1):118-122.
- Leuba, S. and P. Stossel. 1985. Chitosan and other polyamines: Antifungal activity and interaction with biological membranes. In *Chitin in Nature and Technology*. Muzzarelli, R. A. A., Jeuniaux, C., Gooday, C. (ed). Plenum Press, New York. P. 217.
- Lin, K. W. and J. Y. Chao. 2001. Quality characteristics of

- reduced-fat Chinese-style sausage as related to chitosan's molecular weight. *Meat Sci.* 59:343-351.
- Mccurdy, J. D. 1992. FDA and the use of chitin and chitosan derivatives. In: Brine C. J., P. A. Sandford, J. P. Zikakis editors. *Advances in chitin and chitosan*. London:Elsevier Applied Science. P659-662.
- Means, W. J., A. D. Clark and J. N. Sofos. 1987. Binding, sensory and storage properties of algin/calcium structured beef steaks. *J. Food Sci.* 52(2):252-256.
- Miles R. S. 1996. Processing of low fat meat products. *Proc. Recip. Meat Conf.* 49:17-22.
- Mima, S., M. Miya, R. Iwamoto and S. Yoshikawa. 1983. Highlydeacetylated chitosan and it's properties. *J. Appl. Polym. Sci.* 28:1909-1917.
- Muzzarelli, R. A. A. 1996. Chitosan-based dietary foods. *Carb. Polymers* 29:309-316.
- Muzzarelli, R. A. A., C. Jeuniaux and G. W. Gooday. 1986. *Chitin in nature and technology*. Plenum Press, New York.
- No, H. K. and S. P. Meyers. 1989. Crawfish chitosan as a coagulant in recovery of organic compounds from seafood processing streams. *J. Agric. Food Chem.* 37:580-583
- Ockermen, H. W. 1985. *Quality Control of Post-mortem Muscle Tissue*. Animal Science Dept., The Ohio State Univ.,

- Columous, OH.
- Orlowski, M. 1991. Mucor Dimorphism. *Microbiol. Rev.* 55:234-258.
- Ouattara, B., R. E. Simard, G. Piette, A. Bégin and R. A. Holley. 2000. Inhibition of surface spoilage bacteria in processed meats by application of antimicrobial films prepared with chitosan. *Int. J. Food Microbiol.* 62:139-148.
- Poulicek, M., M. F. Voss-foucart and C. Jenuianx. 1986. Chitinoproteic complexes and mineralization in Mollusk skeletal structures. In: *Proceedings of the Third International Conference on Chitin and Chitosan*. Plenum Press. New York.
- Ravindra R., K. R. Krovvidi and A. A. Khan. 1998. Solubility parameter of chitin and chitosan. *Carbohydr. Polymers* 36(2):121-127.
- Razdan, A. and D. Pettersson. 1994. Effect of chitin and chitosan on nutrient digestibility and plasma lipid concentration in broiler chickens. *British J. Nutrition* 72:277-288.
- Reagan, J. C., F. H. Fiou, A. E. Reynolds, and J. A. Carpenter. 1983. Effect of processing variables on the microbial, physical and sensory characteristics pork sausage. *J. Food Sci.* 48:146.
- Roberfroid, M. 1993. Dietary fiber, inulin and oligofructose: a review comparing their physiological effects. *Crit Rev Food*

- Sci. Nutr. 33(2):103-148.
- Rwan, J. and J. Wu. 1996. Deacidification of grapefruit juice with chitosan. Food Sci. Taiwan 23:509-519.
- SAS Ins. Stat. Anal. System. 2002. SAS procedure guide for personal computers. Version 6th ed. SAS Institute Inc. Cary, NC. U.S.A.
- Schut, J. 1976. Meat emulsion. In "Food Emulsions". pp.386-453. Marcel Dekker (Ed.) , New York.
- Shahidi, F., J. K. V. Arachchi and Y. J. Jeon. 1999. Food applications of chitin and chitosans. Trends Food Sci. Technol. 10:37-51.
- Shinagawa, K., G. Takemura and A. Kobayashi. 1979. Jpn Kokai Tokkyo Koho, Pat. 79,152,685.
- Simpson, B. K., N. Gagné, I. N. A. Ashie and E. Noroozi. 1997. Utilization of chitosan for preservation of raw shrimp. Food Biotechnol. 11(1):25-44.
- Sofos, J. N. and C. E. Allen. 1977. Effects of lean meat source and levels of fat and soy protein on the properties of wiener-type products. J. Food Sci. 42:875.
- Soto-Peralta, N. V., H. Müller, and D. Knorr. 1989. Effects of chitosan treatments on the clarity and color of apple juice. J. Food Sci. 54:495-496.

- St. Angelo A. J. and J. R. Vercelloti. 1989. Inhibition of warmed-over flavour and preserving of uncured meat containing materials. U. S. Patent 4,871,556.
- Stanley, W. L., G. G. Watters, B. Chan and J. M. Mercer. 1975 Lactase and other enzymes bound to chitin with glutaraldehyde. *Biotech. Bioeng.* 17:315.
- Stanley, W. L., G. G. Watters, S. H. Kelly, B. G. Chan, J. A. Garibaldi and J. E. Schade. 1976 Immobilization of glucose isomerase on chitin with glutaraldehyde and by simple adsorption. *Biotech. Bioeng.* 20:135.
- Stern, N. J. and J. E. Line. 1992. Comparison of three methods for recovery of *Campylobacter* spp. From Broiler carcasses. *J. Food Prot.* 55:663-666.
- Sudarshan, N. R., D. G. Hoover and D. Knorr. 1992. Antibacterial action of chitosan. *Food Biotechnol.* 6(3):257-272.
- Sugano, M., T. Fugikawa, Y. Hiratsuji, K. Nakashima, N. Fukada and Y. Hasegawa. 1980. A novel use of chitosan as a hypocholesterolemic agents in rats. *Am J. Clin. Nutri.* 33:787-793.
- Suzuki, S., T. Watanabe, T. Mikami, T. Matsumoto and M. Suzuki. 1990. Immuno-enhancing effects of N-acetylchitohexaose. In *Proceeding from the 5th International conference on Chitin and Chitosan.* P96-105, USA.

- Szczesniak, A. S. 1975. General foods texture profile revisited-ten years perspective. *J. Texture Studies* 6:5-17.
- Szczesniak, A. S., M. A. Brandt and H. H. Friedman. 1963. Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and sensory methods of texture evaluation. *J. Food Sci.* 28:397-403.
- Tanaka, Y., S. Tanioka, M. Tanaka, T. Tanigawa, Y. Kitamura, S. Minami, Y. Okamoto, M. Miashita and M. Nanno. 1997. Effect of chitin and chitosan particles on BALB/c mice by oral and parenteral administration. *Biomaterials.* 18:591-595.
- Tsukada, K., T. Matsumoto, K. Aizawa, A. Tokoro, R. Naruse, S. Suzuki and M. Suzuki. 1990. Antimetastatic and growth inhibitory effects of N-acetylchitohexaose in mice bearing Lewis lung carcinoma. *Jpn. J. Cancer Res.* 81:259-265.
- Veneroni, G., F. Veneroni, S. Contos, S. Tripodi, M. Debernardi, C. Guarino and M. Marletta. 1996. Effects of a new chitosan dietary integrator and hypocaloric diet on hyperlipidemia and overweight in obese patients. *Acta Toxicol.* 17:53-70.
- Wang, G. 1992. Inhibition and inactivation of five species of foodborne pathogens by chitosan. *J. Food Prot.* 55:916-919.
- Yang, T. and R. R. Zall. 1984. Chitosan membranes for reverse osmosis application. *J. Food Sci.* 49:91-93.

Young, D. H., H. Köhle, and H. Kauss. 1982. Effect of chitosan on membrane permeability of suspension-cultured *Glycine max* and *Phaseolus vulgaris* cells. *Plant physiol.* 70:1449-1454.

捌、英文摘要

EFFECT OF DEGREES OF DEACETYLATION AND CONCENTRATIONS OF CHITOSAN ON KEEPING QUALITY OF FRANKFURTER SAUSAGE

This study was conducted to investigate the effect of chitosan addition on the keeping quality of frankfurter sausage. Chitosan with different degrees of deacetylation (dd85% and dd95%) and different concentrations (1000ppm, 2000ppm and 3000ppm) were added to frankfurter sausage. Frankfurter sausages were vacuum packed and stored at 4 °C for 6 weeks. Samples were taken for total aerobic plate count, psychrotrophic plate count, color, pH and TBA value, texture profile analysis, shear value and sensory evaluation analysis.

The results indicated that the total aerobic plate count and psychrotrophic plate count were lowered with the treatments of chitosan addition ($p < 0.05$). The degrees of deacetylation had no significant effect on total aerobic plate count and psychrotrophic plate count ($p > 0.05$). Frankfurter sausage with dd95 chitosan additions had significant higher L value and lower a value and b value than dd85 treatments ($p < 0.05$). No significant differences were found with increasing concentration of chitosan on L, a and b value ($p > 0.05$). The pH value of frankfurter sausage was significantly increased with chitosan additions ($p < 0.05$). The pH value of frankfurter sausage was

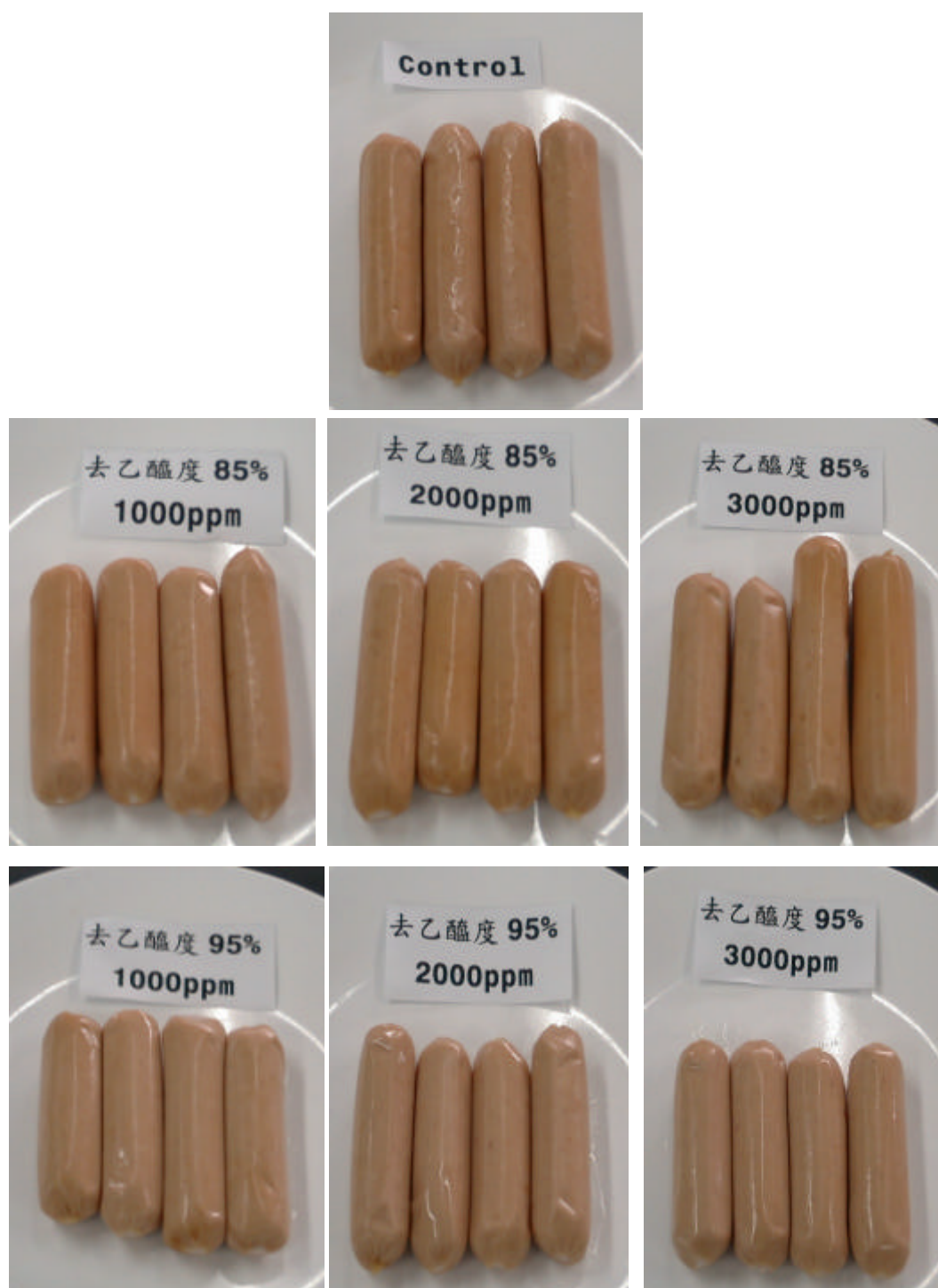
significantly higher with higher degree of deacetylation and concentration of chitosan additions ($p < 0.05$). Oxidative rancidity of frankfurter sausage was significantly reduced with chitosan additions ($p < 0.05$). The TBA value of frankfurter sausage was reduced with higher degree of deacetylation and concentration of chitosan additions ($p > 0.05$). No significant differences were found ($p > 0.05$) among treatments in texture profile analysis, shear value and sensory evaluation.

Key Words: Chitosan, Degrees of deacetylation, Frankfurter sausage.

玖、小傳

作者宋宜真，台灣省台南市人，民國六十六年四月十三日生。先後畢業於台南市立博愛國民小學、台南市立後甲國中、台灣省立台南女子高級中學。民國八十五年進入東海大學畜產學系就讀，於民國八十九年取得東海大學農學士學位。同年甄試母系研究所加工組，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，於民國九十二年四月完成此論文。

拾、附錄



圖一、添加不同去乙醯度與濃度所製成之法蘭克福香腸外觀。

Fig. 1. Effect of different chitosan addition on appearance of frankfurter sausage.