

東 海 大 學 畜 產 與 生 物 科 技 學 系

Department of Animal Science and Biotechnology  
Tunghai University

碩士論文

Master Thesis

指導教授：吳勇初 博士

Adviser: Yun-Chu Wu, Ph. D.

芹菜抽出物對肉製品保存性之影響

Effect of Celery Powder on the Keeping Quality of Meat Products

研究生：胡博凱

Graduate student: Bo-Kai Hu

中華民國一百零七年六月

Jun, 2018

# 東海大學碩士班研究生

## 論文口試委員審定書

畜產與生物科技學系胡博凱(學號 G03610009) 君所提  
之論文：  
芹菜抽出物對肉製品保存性之影響，經本委員會審議，認  
為符合碩士資格標準。

論文指導教授 吳勇初 (簽章)

畜產與生物科技學系主任 謝長奇 (簽章)

考試委員 紀學斌 (簽章)

吳勇初：吳勇初 (簽章)

劉登城：劉登城 (簽章)

譚發瑞：譚發瑞 (簽章)

林亮全：林亮全 (簽章)

中華民國 107 年 7 月 9 日

## 致謝

誠摯地感謝恩師 吳勇初博士，在論文研究與寫作中悉心的指導，使此論文得以完成，而老師對學問及研究上的謹慎更是我輩學習的典範。

論文完成初稿後，承蒙中華醫事科技大學餐旅管理系 紀學斌博士、中興大學動物科學系 劉登城博士、中興大學動物科學系譚發瑞博士與中興大學動物科學系 林亮全博士在百忙之中對此論文內容遺漏不全之處給予寶貴之意見，使學生獲益良多並使論文更為完善，學生在此衷心感謝。

攻讀研究所期間感謝系上張淑錦助教、彭美常助教、林佩儀助教、殷瓊瑛助教、李宜潔助教、陳冠廷助教的支持與鼓勵，感謝育婷學姊以及聖諭學長的指導與照顧，感謝實驗室學弟妹宇宣、薰誼、姿穎、京舫、珮華、鎮祥於實驗上的協助，感謝他們在我完成論文期間帶給我許多歡樂使我不曾感到孤單寂寞。真誠地感謝一路上陪伴我且支持我的朋友們，你們的陪伴將永遠銘記於心。

最後，要感謝我的雙親及兩位兄長與嫂嫂們還有我的女友在求學生涯上給於我莫大的支持與鼓勵，使我無後顧之憂地完成碩士學業。

胡博凱謹於  
肉品加工實驗室  
中華民國 107 年 6 月

## 目次

壹、中文摘要 .....	1
貳、前言 .....	3
參、文獻探討 .....	5
一、肉製品之醃漬 .....	5
二、亞硝酸鹽及亞硝基胺生成 .....	13
(一)亞硝酸鹽與硝酸鹽作用 .....	13
(二)亞硝酸鹽之殘留問題 .....	16
三、潔淨標示(clean label)之簡介 .....	21
四、芹菜抽出物 .....	22
(一)芹菜抽出物之簡介 .....	22
(二)芹菜抽出物之應用 .....	23
五、包裝後殺菌 .....	27
六、中式香腸 .....	29
(一)原料肉與腸衣之選用標準 .....	29
(二)產品品質標準 .....	30
(三)添加物 .....	30

(四)包裝條件.....	30
(五)加工、儲存、及行銷品管 .....	31
七、法蘭克福香腸 .....	31
(一)原料肉與腸衣之選用標準 .....	32
(二)產品品質標準.....	32
(三)添加物.....	33
(四)包裝條件.....	33
(五)加工、儲存、及行銷品管 .....	33
八、中式香腸與法蘭克福香腸之腐敗現象 .....	34
<b>肆、材料與方法 .....</b>	<b>36</b>
一、中式香腸製成 .....	36
(一) 原料處理.....	36
(二) 加工過程.....	36
二、法蘭克福香腸製成 .....	40
(一) 原料處理.....	40
(二) 加工過程.....	40
(三)後加熱殺菌組別 .....	41

三、分析項目 .....	45
1.一般成分分析 (Proximate analysis) .....	45
2.酸鹼值 (pH value) .....	45
3.水活性 ( Water activity, Aw ) .....	45
4.總生菌數 (Total plate count, TPC) .....	45
5.乳酸菌數 (Lactic acid bacteria, LB) .....	46
6.大腸桿菌群 (Coliform) .....	46
7.色澤 ( Color difference test ) .....	46
8.硫代巴比妥酸 (2-Thiobarbituric acid value, TBA value) .....	47
9.亞硝酸鹽殘留濃度 (Sodium nitrite residual) .....	48
10.感官品評 ( Sensory evaluation ) .....	50
11.試驗設計及統計分析 .....	52
<b>伍、結果與討論 .....</b>	<b>54</b>
一、中式香腸 .....	54
(一).一般成分分析及酸鹼值與水活性 .....	54
(二).微生物之變化 .....	59
(三).色澤之變化 .....	67

(四).硫巴比妥酸值(TBARS value) .....	74
(五).亞硝酸鹽殘留濃度之變化 .....	77
(六).感官品評.....	81
二、法蘭克福香腸 .....	85
(一).一般成分分析及酸鹼值與水活性 .....	85
(二).微生物之變化.....	88
(三).色澤之變化.....	96
(四).硫巴比妥酸值(TBARS value) .....	103
(五).亞硝酸鹽殘留濃度之變化 .....	106
(六).感官品評.....	109
陸、結論 .....	112
柒、參考文獻 .....	115
捌、英文摘要 .....	123
玖、小傳 .....	125
附錄.....	126

## 表次

表一、美國肉類及禽類中醃漬成分之允許最大添加量 .....	8
表二、已證實對生物體有致癌作用之亞硝基化合物 .....	18
表三、天然蔬菜中硝酸鹽含量 .....	25
表四、台灣常見幾種蔬菜中硝酸鹽或亞硝酸鹽含量 .....	26
表五、中式香腸配方 .....	39
表六、法蘭克福香腸配方 .....	44
表七、添加不同濃度芹菜抽出物對中式香腸酸鹼值之影響 .....	57
表七、添加不同濃度之芹菜抽出物對中式香腸總生菌數之影響 .....	63
表八、添加不同濃度之芹菜抽出物對中式香腸乳酸菌數之影響 .....	65
表九、添加不同濃度之芹菜抽出物對中式香腸亮度值之影響 .....	70
表十、添加不同濃度之芹菜抽出物對中式香腸紅色值之影響 .....	71
表十一、添加不同濃度之芹菜抽出物對中式香腸黃色值之影響 .....	72
表十二、添加不同濃度之芹菜抽出物對中式香腸硫巴比妥酸值之影響 .....	75
表十三、添加不同濃度之芹菜抽出物對中式香腸亞硝酸鹽殘留濃度之影響 .....	79
表十二、添加不同濃度之芹菜抽出物對中式香腸感官品評 <sup>A</sup> 之影響 .....	84
表十三、添加不同濃度之芹菜抽出物與後殺處理對法蘭克福香腸總 生菌數之影響 .....	92
表十四、添加不同濃度之芹菜抽出物與後殺處理對法蘭克福香腸乳 酸菌數之影響 .....	94
表十五、添加不同濃度之芹菜抽出物與後殺處理對法蘭克福香腸亮度 值之影響 .....	99
表十六、添加不同濃度之芹菜抽出物與後殺處理對法蘭克福香腸紅 色值之影響 .....	100
表十七、添加不同濃度之芹菜抽出物與後殺處理對法蘭克福香腸黃 色值之影響 .....	101
表十八、添加不同濃度之芹菜抽出物與後殺處理對法蘭克福香腸感官品評 <sup>A</sup> 之影響 .....	111

## 圖次

圖一、抗壞血酸穩定醃漬肉色的機制。.....	10
圖三、添加芹菜抽出物所製成之無骨火腿排。.....	24
圖二、添加芹菜抽出物所製成之黑森林火腿。.....	24
圖四、中式香腸試驗設計流程圖。.....	38
圖五、法蘭克福香腸試驗設計流程圖。.....	43
圖六、添加不同濃度芹菜抽出物對中式香腸酸鹼值之影響。.....	58
圖七、添加不同濃度芹菜抽出物對中式香腸總生菌數之影響。.....	64
圖八、添加不同濃度芹菜抽出物對中式香腸乳酸菌數之影響.....	66
圖九、添加不同濃度芹菜抽出物對中式香腸黃色值之影響.....	73
圖十、添加不同濃度芹菜抽出物對中式香腸硫巴比妥酸值之影響.....	76
圖十一、添加不同濃度芹菜抽出物對中式香腸亞硝酸鹽殘留濃度之影響。.....	80
圖十二、添加不同濃度芹菜抽出物與後殺處理對法蘭克福香腸酸鹼值之影響。 .....	87
圖十三、添加不同濃度芹菜抽出物與後殺處理對法蘭克福香腸總生菌數之影 響。.....	93
圖十四、添加不同濃度芹菜抽出物與後殺處理對法蘭克福香腸乳酸菌數之影 響。.....	95
圖十五、添加不同濃度芹菜抽出物與後殺處理對法蘭克福香腸黃色值之影響。 .....	102
圖十六、添加不同濃度之芹菜抽出物對法蘭克福香腸硫巴比妥酸值之影響。.....	105
圖十七、添加不同濃度之芹菜抽出物對法蘭克福香腸亞硝酸鹽殘留濃度之影 響。.....	108

## 壹、中文摘要

本試驗旨在探討添加不同濃度之芹菜抽出物對中式香腸及法蘭克福香腸，於 4°C 下儲存 8 週之影響。本試驗採完全逢機試驗 (completely randomized design, CRD)，探討不同濃度之芹菜抽出物對一般成分分析及感官品評之影響；而酸鹼值、水活性、色澤、儲存性試驗、脂肪酸氧化以及亞硝酸鹽殘留濃度之試驗設計採完全逢機試驗 (completely randomized design, CRD) 之裂區設計 (split plot design)，影響因子為不同濃度芹菜抽出物及貯存時間。結果顯示：

一、中式香腸添加芹菜抽出物濃度 0%、0.3%、0.5% 及 0.7%，在一般成分方面，0.7% 濃度處理組有較高之灰分，其餘項目則無顯著差異 ( $p > 0.05$ )。酸鹼值部分，添加 0.3% 濃度組別有顯著較低之酸鹼值 ( $p < 0.05$ )，各組處理酸鹼值均隨著貯存天數增加而下降。水活性部分，各處理組之水活性並無顯著差異 ( $p > 0.05$ ) 且隨著貯存天數增加也無顯著差異 ( $p > 0.05$ )。色澤方面，添加芹菜抽出物並不會影響中式香腸之亮度值與紅色值；而在黃色值方面，會隨著芹菜抽出物濃度增加而增加中式香腸黃色值。在貯存期間添加芹菜抽出物，其添加濃度越高可抑制總生菌、乳酸菌生長 ( $p < 0.05$ )。TBARS 值方面，添加 0.7% 芹菜抽出物有較低 TBARS 值 ( $p < 0.05$ )。亞硝酸鹽殘留方面，添加芹菜抽出物濃度越高其亞硝酸鹽殘留濃度越高 ( $p < 0.05$ )，且隨著貯存天數

增加，亞硝酸鹽殘留濃度會隨之降低( $p < 0.05$ )。在感官品評方面，芹菜抽出物添加濃度會使中式香腸鹹味提高( $p < 0.05$ )但不影響其他感官品評項目( $p > 0.05$ )。

二、法蘭克福香腸添加芹菜抽出物濃度 0%、0.3%、0.5% 及 0.7%，在一般成分之水分、粗蛋白、粗脂肪、灰分級水活性皆無顯著之差異( $p > 0.05$ )。酸鹼值部分，未後加熱殺菌組添加 0.3% 濃度組別有顯著較低之酸鹼值( $p < 0.05$ )，未後加熱殺菌組與後加熱殺菌組兩組所有處理之酸鹼值均隨著貯存天數增加而下降。色澤方面，添加芹菜抽出物並不會影響法蘭克福香腸之亮度值與紅色值；而在黃色值方面，無論是未後加熱殺菌組別或是後加熱殺菌組別會隨著芹菜抽出物濃度增加而增加法蘭克福香腸黃色值。在貯存期間添加芹菜抽出物，其添加濃度越高可抑制總生菌、乳酸菌生長，而後加熱殺菌組別，其總生菌數與乳酸菌數均較未後加熱殺菌組別低。TBARS 值方面，添加 0.7% 芹菜抽出物有較低 TBARS 值( $p < 0.05$ )，後加熱殺菌處理組別比起未後加熱殺菌處理有較低 TBARS 值( $p < 0.05$ )。亞硝酸鹽殘留方面，無論有無後加熱殺菌其法蘭克福香腸添加芹菜抽出物濃度越高亞硝酸鹽殘留濃度越高( $p < 0.05$ )且隨著貯存天數增加，亞硝酸鹽殘留濃度會隨之降低( $p < 0.05$ )。在感官品評方面，添加芹菜抽出物會使法蘭克福香腸鹹味上升( $p < 0.05$ )但不影響產品其他感官品評項目( $p > 0.05$ )。

## 貳、前言

多年來硝酸鹽與亞硝酸鹽已被廣泛運用於保存肉製品，給予產品獨特的醃漬肉色與其他特性像是風味、降低脂肪氧化以及抑制細菌生長。然而，消費者對於使用化學添加劑已成恐慌，驅使業者開始在尋找天然替代品，以求生產具有與以往醃漬肉製品相同特性的產品。

隨著消費者健康意識的提高及對食品安全問題的重視，全球的消費者在選購食品時，對相關的成份資訊也愈來愈關心，在政府部門及相關食品法規上，也要求食品生產廠商必需做更詳盡的成份內容及名稱揭露，這不僅影響了食品廠商對於配方設計的調整，也可明顯看出在未來食品消費趨勢上，加工食品內容成份往天然及簡化的配方設計將是不可避免的趨勢。科學家發現蔬菜中含有高濃度硝酸鹽或亞硝酸鹽，在 Santamaria(1999)等人報告中，發現芹菜中有大量的硝酸鹽，因此學者開始使用含有高濃度硝酸鹽或亞硝酸鹽的蔬菜汁濃縮物取代傳統的亞硝酸鹽。因此學者 Sindelar 等人(2006)將芹菜抽出物添加於製作火腿中並發現其火腿特性不比一般傳統亞硝酸鹽添加火腿差，且 Sebranek 與 Bacus 等人(2007)指出芹菜有較少的蔬菜色素且生芹菜的溫和風味不會影響或降低產品風味。

本研究旨在探討利用不同濃度之芹菜抽出物於中式香腸(0.3%、0.5%、0.7%)及法蘭克福香腸(0.3%、0.5%、0.7%)中，探討其對於中式

香腸與法蘭克福香腸之風味、質地和保存性的影響並與一般傳統亞硝酸鹽添加之中式香腸與法蘭克福香腸相互比較。



## 參、文獻探討

### 一、肉製品之醃漬

人類早在古時即會利用食鹽、硝酸鹽、香辛料、砂糖等混合物處理肉品，此處理方法稱之為醃漬(curing)。醃漬的基本添加物為食鹽、亞硝酸鹽類、糖類。醃漬除肉類防腐之原來目的之外，尚有增進肉類風味、色澤、保水性、結著性及質地等作用。今日使用於加工肉類製品中所使用的添加物有發色劑、發色助劑、調味料、結著劑等，其種類亦多。加工肉品添加物的使用主要是利用其特性與原料肉成分間的結合，現代化的加工技術來製造衛生的品以滿足消費者的需求。了解其功能特性，才能達到使用添加物的目的(Shimokomaki *et al.*, 2003; 林，2012)。

#### 1. 碎冰或水

使用碎冰或水的功能包括：(1)當作溶劑使用：溶解其他添加物幫助其擴散於肌纖維間；尤其在配製醃漬液時，可加速抽取鹽溶性蛋白質，達到肉品乳化的目的。(2)控制產品製程率。(3)控制室當的肉溫：添加適量的冰水可幫助製品維持乳化的適當溫度，達到完全抽取鹽溶性蛋白質的功能。(4)增加產品嫩度、可口性及良好組織(林，2012)。

#### 2. 食鹽

食鹽在加工肉品中是一種最基的添加成分，其重要功能如下：(1)

抽取鹽溶性蛋白質：不論是滾打、按摩或是細切等機械式處理，添加適當量的食鹽可幫助抽取鹽溶性蛋白質；考慮產品嗜口性問題，一般添加量為總產品原料肉重 2% 左右，再配合其他添加物以達到乳化效果。(2) 增加產品風味。(3) 增加產品保水效果：食鹽可以改變蛋白質的梨子性，因此增強保水作用提高產品製程率及可口性。(4) 具有抑菌作用，延長產品的儲存壽命：食鹽可以防止腐敗性細菌的存在，尤其是發酵製品，達到增強發酵製品風味(林，2012)。

### 3. 砂糖與玉米糖漿固形物(sugar & corn syrup solids)

砂糖的添加可改良風味並防止肉品水分散失。砂糖直接調整肉品風味，軟化肉品(張，1994)。但砂糖在加熱時會與蛋白質之胺基產生強烈反應產生褐色物，為褐化反應(browning reaction)；強烈的褐變反應會使肉製品有燒焦味。適量的添加有助於製品風味品質的提升。

### 4. 醃漬劑(curing agent)

亦指硝酸鹽(nitrate)及亞硝酸鹽(nitrite)而言，兩者與食鹽一樣為肉品加工產品必須添加物。硝酸鹽可提供亞硝酸鹽來源，其功能為：(1) 產生醃漬顏色：其主要機制為亞硝酸鹽在適宜的醃漬條件下會形成一氧化氮(NO)與肌紅蛋白結合產生粉紅色的醃漬顏色。(2) 增強產品風味：亞硝酸鹽可增強醃漬風味的行程，增強消費者的購買慾望。(3) 抗氧化作用：由於肌紅蛋白構造中之鐵離子會使製品發生氧化酸敗的現

象；因此一旦亞硝酸鹽轉變成一氧化氮與鐵離子結合，產生醃漬顏色，即可抑制酸敗發生。(4) 抑菌作用：亞硝酸鹽可抑制肉毒桿菌 (*Clostridium botulinum*) 的存在，增加醃漬肉品的食用安全性。亞硝酸鹽雖有上述功能，但與致癌物亞硝基胺的形成有高度相關性。

我國國家標準規定其製品殘留量(亞硝酸根)不得超過 70 ppm；美國則規定一般醃漬品之亞硝酸鹽使用量為 156 ppm，臘肉製品之使用限量為 120 ppm。美國農部(USDA)對硝酸鹽及亞硝酸鹽使用量及殘留量標準規定如下與表一：

- 亞硝酸鹽類(sodium nitrate):  
液醃法:每 100L 醃漬液添加量不得超過 240g。  
乾醃法:每 100Kg 肉添加量不得超過 62.5g。
- 硝酸鹽類(sodium nitrate):  
液醃法:每 100L 醃漬液添加量不得超過 839g。  
乾醃法:每 100Kg 肉添加量不得超過 219g。

在最終產品中，硝酸鹽與亞硝酸鹽產生亞硝酸鹽總不得高於 200ppm。

在醃漬過程中使用硝酸鹽與亞硝酸鹽時必須謹慎，因具有毒性，所以在使用量已被限制，過量的使用硝酸鹽與亞硝酸鹽不但易形成致癌的亞硝基胺對健康有害，更會導致亞硝酸鹽灼傷(nitrite burn)，使醃

肉變綠或變白。如果正常之醃漬顏色變成灰色或褐色，則必須注意是否產生不良之氣味。因為使用量少須小心容於醃漬液中，以確保均勻的分布；預先混合的醃漬劑(premixed cures)則易於解決問題(林，2012)。

表一、美國肉類及禽類中醃漬成分之允許最大添加量

Table 1. Maximum ingoing allowable levels for curing in gredients in meat and poultrv in the United State<sup>1</sup>

醃漬方式 Curing agent	醃漬方法 Cuing method			
	浸漬 Immersion cured (ppm)	按摩 Massaged or pumped (ppm)	細碎 Comminuted (ppm)	乾醃 Dry cured (ppm)
亞硝酸鈉 Sodium nitrite	200	200	156	625
硝酸鈉 Sodium nitrate	700	700	1,718	2,187

<sup>1</sup>限制輒是依據浸泡醃漬、按摩滾打、搗碎和乾醃的產品的總配方/鹽水重量。

<sup>1</sup>Limits are based on the total formulation/brine weight for immersion cured, massaged, or pumped and green weight for comminuted or dry cured products.

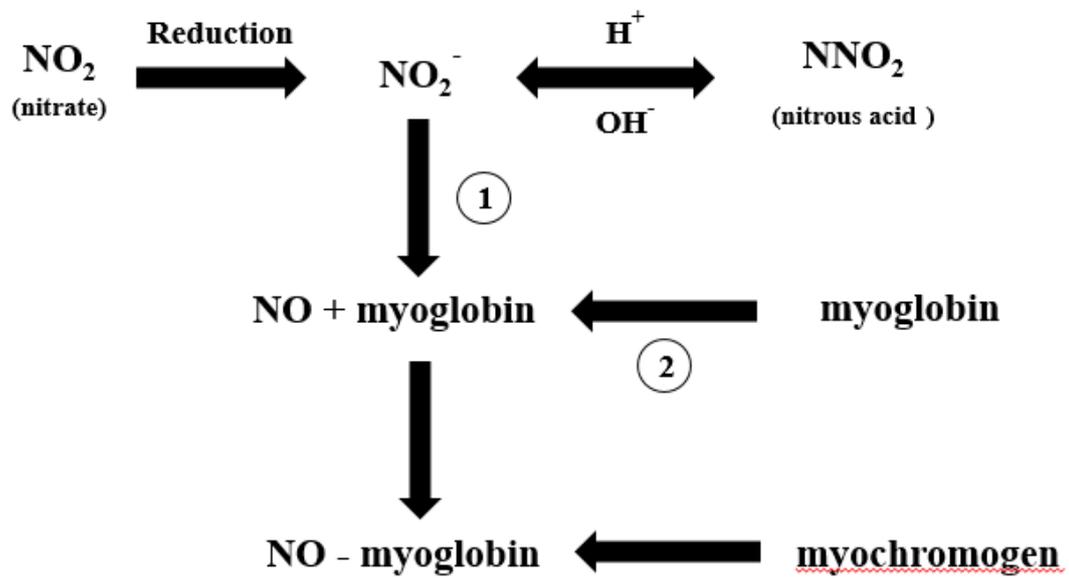
(USDA, 1995)

## 5.醃漬促進劑(curing accelerators)

此添加物功能主要在加速亞硝酸鹽轉換成一氧化氮(NO)加速醃漬色澤的形成。醃漬成分加入肉鐘後發生兩種反應，一是變性肌紅蛋白還原成肌紅蛋白成亞硝酸鹽轉換成一氧化氮(NO)，然後一氧化氮與肌紅蛋白結合形成亞硝肌紅蛋白(nitrosomyoglobin)。為加速這些反應以縮短醃漬時間，通常在醃漬劑加入強還原劑，最常使用抗壞血酸鈉及異抗壞血酸鈉，兩者皆有穩定醃漬色的功用，其機制如下圖一(林，2012)。抗壞血酸鈉及異抗壞血酸鈉加速變性肌紅蛋白轉變成肌紅蛋白及亞硝酸鹽轉變一氧化氮，並可抑制逆反應。使肌肉色素完全轉變成為醃漬色素型式；抗壞血酸鹽(ascorbates)及異抗壞血酸鹽(erythorbates)之殘留量可減少亞硝基色值(nitroso- hemochrome)之破壞，增加醃漬肉品顏色穩定性，延長色澤維持的儲存時間。

## 6.磷酸鹽類(phosphates)

磷酸鹽為輔助類添加物，用來增加產品的保水力及減少水煮產品之滲出(purge)。製品隨著保水力增加，製成率也相對增加；產品表面更乾燥、結實，更可增加色澤安穩定性，改進風味(林，2012)。美國農業部允許添加醃漬液中的磷酸鹽有：三聚磷酸鈉(sodium tripolyphosphate)、焦磷酸鈉(sodium pyrophosphate)、酸性焦磷酸鈉(sodium acid pyrophosphate)等，使用限量在最終產品不超過0.3%。



① Reaction of ascorbates. ( $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}$ )

② Myoglobin acted with NO.



圖一、抗壞血酸穩定醃漬肉色的機制。

Fig 1. Ascorbates activities in curing meat pigment.



## 7. 抗氧化劑(antioxidants)

對於高脂肪含量的肉製品，抗氧化劑的添加可阻止不飽和脂肪酸的氧化酸敗。目前使用在肉製品的抗壞血酸鈉、異抗壞血酸鈉與維生素 E 等。

## 8. 風味添加劑(flavoring agents)

風味添加劑主要作用為增強或改良加工肉品風味，如：煙燻，除了提供獨特風味更可改變產品的色澤及抑制產品表面微生物的繁殖；食鹽、糖類、香料亦為風味添加劑的一種(張，1994)。其他肉品醃漬常使用的風味添加劑有：微生物菌元(starter cultures)、甜味劑(sweetener)、己六醇(sorbitol)、風味改良劑(flavor modifier)、煙燻液(smoking liquid)、結著劑(binder)、增量劑(extender)、充填劑(filler)，黴菌抑制劑(mold inhibitor)等。

## 9. 香料(spices)

香料的添加目的在於促進肉品的特殊風味、香氣，而某些香料則具有提供產品色澤、抑制細菌生長、抗氧化作用及做為填充劑等功能。天然香料一班的是用量約 0.25%~0.63%，因此香料在產品成本上只占部分，但是香料與風味添加劑使用必須特別注意，以免掩蓋了醃漬產品的天然風味(林，2012)。

## 10. 著色劑(Coloring Agents)

著色劑分為合成著色劑及天然著色劑；合成著色劑包括食用色素與天然色素加工者，天然著色劑包括植物性色素、動物性色素及其他如紅麴色素或焦糖色素。肉品加工製程中也經常使用到著色劑，以增加產品外觀完美性達到修飾的效果，進而提高消費者的購買意願。一般常使用的有：食用紅色六號(new cocchine)、食用紅色 7 號(erythrosine)、天然色素(annatto)等(張，1994)。



## 二、亞硝酸鹽及亞硝基胺生成

在醃漬肉品的過程添加硝酸鹽(Nitrate)與亞硝酸鹽(Nitrite)之歷史悠久。18 世紀中期美國肉品加工業即應用硝酸鉀( $KNO_3$ )於醃漬液中以製作培根；到了 18 世紀末，研究肉品加工之科學家發現在醃漬過程中，硝酸鹽會還原成亞硝酸鹽，進而發現真正作用的是亞硝酸鹽並非硝酸鹽。1925 年美國農業部(USDA)與肉品研究所(AMI)指出可以直接將亞硝酸鹽添加於肉品醃肉製程中，以固定肉色。在 1950 年末期，匈牙利一家化學工廠中兩位工人長期接觸高濃度亞硝胺(Nitrosamine)而引起癌症。因此，添加亞硝酸鹽於肉製品以及亞硝基胺之存在與否成為爭議的論題(張，1994)。

### (一)亞硝酸鹽與硝酸鹽作用

亞硝酸鹽是醃漬肉品很重要的醃漬劑，可使用亞硝酸鈉或亞硝酸鉀或由硝酸鹽衍生而來。亞硝酸鹽有下列幾項功用:1.固定肉之色素，使肉保持良好色澤。2.抑制微生物之生長。3.賦予特殊醃漬風味(cured flavor)。4.防止製品氧化酸敗，抑制加熱臭(warmed-over flavor)。分別敘述如下:

#### 1. 固定肉之色素:

亞硝酸鹽分解的產物為一氧化氮，可與肌紅蛋白結合，在熱的幫助下形成典型醃漬肉色。一般約 20-30ppm，及足夠固定肉色。

## (1) 醃肉之化學反應

新鮮肉存在兩種主要色素，以保持肉之鮮紅色；一是肌紅蛋白(myoglobin)，一是血紅素(hemoglobin)。此兩種色素在亞硝酸鹽作用下產生亞硝肌紅蛋白(nitrosomyoglobin)而呈現醃肉之紅色；再經加熱步驟而形成亞硝色質(nitrosohemochrome)而呈現桃紅色。肉中色素的變化因氧化還原反應、加熱等因素而有不同的結構存在，其相關性表示於前圖一。

## (2) 影響色素與亞硝酸鹽的作用

### a. pH 值

亞硝酸鹽在酸性狀態下活性較強，因此 pH 值其值愈低則反應速度越快。

### b. 氧化還原狀態(oxidation-reduction condition)

肉色變化是一連串的氧化還原作用所產生的結果，因此狀態的維持對產品品質的影響亦相當重要。

### c. 酵素活性(activity of enzyme)

### d. 添加物的使用(additives)

醃漬過程時常會添加一些還原劑以促進反應生成(圖一)。經常添加為抗壞血酸鹽(ascorbate)，效果較佳。還原劑的功能以促進一氧化氮、亞硝肌紅蛋白生成為主，可維持顏色及加速發

色。

e. 酸劑的使用(acidulants)

主要在降低產品 pH 值，以促進反應進行。

f. 產品溫度

溫度的提升可以促進一氧化氮與肌紅蛋白結合。

2. 抑制微生物之生長:

通常 5% 食鹽加上 200ppm 的亞硝酸鹽抑制微生物的效率，相當魚肉中含有的 15% 食鹽者。在 pH5.7-6.0 下，亞硝酸鹽可抑制 *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Escherichia*, *Micrococcus* 以及 *Pseudomonas* 等生長。肉中亞硝酸鹽亦可防止臘腸毒中毒 (botulinum)。通常商業上要求初始添加 100ppm 以上的亞硝酸鹽，才有效抑制肉毒桿菌 (*Clostridium botulinum*) 的效果 (Rust *et al.*, 1973 ; 陳, 2014)。

3. 產生特殊醃漬風味(cured flavor):

肉製品的風味形成，由蛋白質、醣類、胺基酸作用以及脂肪酸與揮發性化合物所形成；然而亞硝酸鹽的添加可以增加醃漬肉製品的特殊風味，早在 1940 年 Brooks *et al.* 首先提出亞硝酸鈉與醃漬肉形成醃漬風味有關，而 Foolandi *et al.* (1979) 提出亞硝酸鈉可抑制蒸煮肉品不良風味 (Warm-off flavor, WOF) 產生。

#### 4. 防止製品氧化酸敗:

主要在於其可在肉製品中扮演扮演著金屬螯和劑(Chelating agent)防止氧化(Donald *et al.*, 1980; Robert *et al.*, 1979)且張(1994)提出醃漬肉品的脂肪氧化劑為緩慢，可能是亞硝酸鹽可以延緩之防氧化的關係。

#### ● 硝酸鹽:

硝酸鹽有下列的功用:

- 1.經硝酸還原菌作用，將其還原成為亞硝酸鹽。
- 2.抑制微生物生長。
- 3.在無氧狀態下，可抑制厭氧性微生物的萌芽，並促進其他孢子形成菌產生氣味。

衛生福利部食品藥物管理署(FDA)的管制則為最終製品不能超500ppm 的硝酸鹽。一般醃漬液中的硝酸鹽添加量為 0.05%至 0.2%(陳，2014)。

#### (二)亞硝酸鹽之殘留問題

亞硝酸鹽的使用雖然能促進肉製品外觀顏色以及增進醃漬風味生成，但是近年來研究指出：醃漬產品中亞硝酸鹽的殘留會與二級胺、三級胺形成(nitrosamines)。亞硝基胺已被證實為一級致癌物(carcinogen)，成為目前主要討論的食品致癌物之一。

## 1. 影響亞硝酸鹽殘留的因素

### (1) 儲存時間

加工肉品儲存時間越長，亞硝酸鹽殘留量越低；由於亞硝酸會因氧化利用而變成氮氣( $N_2$ )逸散。

### (2) 溫度

加工肉之色素經加熱後與亞硝酸鹽結合力會增加 10 倍，所以經加熱可降低亞硝酸鹽殘留量(Cassen *et al.*, 1979)。

### (3) pH 值

pH 值越低亞硝酸鹽作用越快，亞硝酸鹽殘留量會降低。

### (4) 肌肉種類

淡色肉含有較多之肌糖(glycogen)，其 pH 值較低所以亞硝酸鹽殘留量較紅色肉低。

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

## 2. 亞硝酸鹽之致癌問題

在加工醃漬產品中，N-nitrosopyrrolidine(NPYP)與 N-nitrosodimethylamine(NDMA)為兩種最發現之亞硝基胺類。其生成多寡受添加亞硝酸鹽濃度、抗壞血酸量、煙燻過程、加熱溫度與時間等因素之影響。亞硝基胺類不僅具有致癌性甚至具有突變性，目前約有

百種以上亞硝基化合物被研究於實驗動物；下表二為經證實對生物體有害亞硝基化合物。

表二、已證實對生物體有致癌作用之亞硝基化合物

Table 2. Specific organs targeted by *n*-nitrosamines

Some <i>N</i> -nitrosamines	Carcinogenic*	Main target organs
<i>N</i> -nitrosodiethylamine	Yes	Liver, kidney, lung, esophagus, forestomach
<i>N</i> -nitrosodi- <i>n</i> -propylamine	Yes	Liver, lung, esophagus
<i>N</i> -nitrosodi- <i>n</i> -butylamine	Yes	Liver, bladder, lung, esophagus, forestomach
<i>N</i> -nitrosopyrrolidine	Yes	Liver lung
<i>N</i> -nitrosopiperidine	Yes	Liver, GI tract, Respiratory tract
<i>N</i> -nitrosomethylbenzylamine	Yes	GI tract
<i>N</i> -nitrosodiethanolamine	Yes	Liver, respiratory tract
<i>N</i> -nitrosoproline	No	--

\*After oral exposure in rats and/or mice. (Watson, 1993)

### 3. 亞硝基胺之形成

亞硝基胺是在人類食物中經自然發生或添加前驅物(precursor)亞硝酸鹽類與胺類相互反應形成，或是細菌將硝酸鹽還原所形成。主要利用硝酸鹽在醃漬過程中因存在的細菌作用還原成亞硝酸鹽；若所添加的為亞硝酸鹽則直接作用，最後生成一氧化氮與肌紅蛋白生成紅色亞硝肌紅蛋白(nitrosomyoglobin)(林，2002)。

細菌的還原作用



醃漬所產生的酸

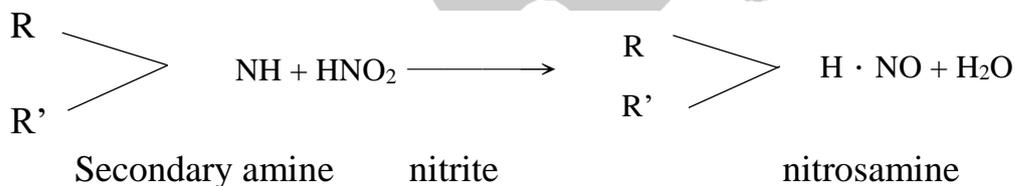


亞硝酸會和胺或醃胺作用生成居有毒性的亞硝基化合物；在許多食品中所存在的三氧化二氮( $\text{N}_2\text{O}_3$ )硝化劑會和二級胺或三級胺反應及生成亞硝胺。



R2

R2



4. 減少亞硝酸鹽殘留量的方法(Sabine, 2010；林，2012；張，1994):

(1) 添加抗壞血酸

促進亞硝酸鹽抑制肉毒桿菌生長，並還原亞硝酸為一氧化氮。

(2) 添加酸性焦磷酸鈉

促進亞硝酸鹽與肌紅蛋白的作用。

(3) 添加己二烯酸

有抑制肉毒桿菌的效果。

(4) 縮小加工肉製品中的脂肪顆粒

加工肉製品殘留的亞硝酸鹽，在其脂肪部分多於瘦肉部分，此外，在脂肪部分更容易形成亞硝基胺。

(5) 提高醃漬液注射溫度

有助於醃漬液吸附於肉製品中及提高亞硝酸鹽與肌紅蛋白的結合速率。

(6) 採用真空細切、攪拌、滾打、按摩處理

低氧下進行可提高肌肉中粒線體還原酵素活性，有助於亞硝酸鹽還原一氧化氮。

(7) 採用低溫煙燻處理

低溫煙燻產生的酚基化合物進化作用且低溫下可使肉中還原酵素有更多的作用時間可使亞硝酸鹽還原成一氧化氮。

亞硝基胺為多元化致癌物質，主要形成來源的亞硝酸鹽類片布於各種食物當中。依據美國農業部(USDA)所規定，加工肉製品之亞硝

酸鹽添加量不得超過 200ppm，殘留量須為 156ppm 以下，而在歐盟規定中非加熱加工肉製品亞硝酸鹽添加量不得超過 150ppm (EC, 2006d)，而台灣食品藥物管理署規定用於肉製品與魚肉製品時，殘留量不得超過 70ppm，且生鮮肉類與魚肉類不得使用(食品藥物管理署, 2016)。減少消費者在食用醃漬肉製品時同時攝入過量的亞硝酸鹽類，因而減少致癌物亞硝基胺在體內的生成。

### 三、潔淨標示(clean label)之簡介

隨著消費者健康意識的提高及對食品安全問題的重視，全球的消費者在選購食品時，對相關的成份資訊也愈來愈關心，在政府部門及相關食品法規上，也要求食品生產廠商必需做更詳盡的成份內容及名稱揭露，這不僅影響了食品廠商對於配方設計的調整，也可明顯看出在未來食品消費趨勢上，加工食品內容成份往天然及簡化的配方設計將是不可避免的趨勢，而潔淨標示「Clean Label」概念正是最核心的發展趨勢。所謂的潔淨標示，就是產品的添加物越少越好，除非不得已，最好是不用添加物。

潔淨標示大致上圍繞者四個要點：(1)零防腐劑(No Preservatives)(2)無添加物(No additives)(3)天然的(Natural)(4)有機的(Organic)與四大內涵：(1)刪除或減少人工化學添加物、(2)配方簡單、(3)加工製程簡單、(4)資訊透明(王暄茹，2016)。

#### 四、芹菜抽出物

##### (一)芹菜抽出物之簡介

從 Santamaria(1999)與 Chung(2004)研究中可得知許多蔬菜富含大量的硝酸鹽與亞硝酸鹽(表三與表四)，因此學者嘗試將高濃度硝酸鹽或亞硝酸鹽的蔬菜汁濃縮物取代傳統的亞硝酸鹽。然而在眾多蔬菜中，芹菜在於亞硝酸鹽含量與一般蔬菜相比有較多的含量，而有研究指出芹菜由於其本身較溫和的味道與較少的蔬菜色素不易影響最終產品的風味而被廣泛使用(Sindelar, 2007)。而 Sindelar 等人指出對於芹菜的硝酸鹽與亞硝酸鹽的使用最常見的方式為芹菜汁或是芹菜汁粉末萃煉成芹菜抽出物。芹菜抽出物是將一般芹菜經過清洗、切碎並成熟，再經物理分離去除固體並過濾液體濃縮物，在整個過程中不涉及額外溶劑添加。然後為了生產含有亞硝酸鹽的芹菜抽出物其關鍵在於獲得液體濃縮物後加入葡萄球菌菌株控制其溫度、酸鹼值並在通氣的環境下持續攪拌，待等發酵後，將液體濃縮物進行巴氏加熱消毒以殺死起死培養物，進而停止該過程再將含有亞硝酸鹽的芹菜汁蒸發獲得芹菜抽出物並加入海鹽混合標準化最後真空乾燥以保持活性成分最後再研磨與真空包裝(Florida Food Product Inc., 2008)。而其建議肉製品添加芹菜抽出物最佳添加量為其肉製品總肉重之 0.5%最大添加量不宜超過總肉重之 0.7%( Sebranek, 2007 ; Noufoh Djeri, 2010)。

## (二) 芹菜抽出物之應用

目前，美國農業部(USDA)的法規規定，使用芹菜抽出物醃漬的肉製品稱為未醃漬(UNCURED)製品，其產品通常與常規使用亞硝酸鹽醃漬產品區分開來(Code of Federal Regulations Title 9, Part 317.17 and 319.2 (CFR, 2010)。使用芹菜抽出物的肉製品包裝通常稱此產品為無添加硝酸鹽類或是亞硝酸鹽之產品，由於其產品是由天然的芹菜中所含的亞硝酸鹽所醃漬因此有許多食品業者指出，使用芹菜抽出物製作肉製品也應該稱之未醃漬產品，但目前由於遵守美國農業部規定，要求使用芹菜抽出物之肉製品其稱為未醃漬製品。而目前在美國市場中已有幾款加工肉製品是添加芹菜抽出物而製成，這些產品都會在包裝外打上“UNCURED”即未醃漬而表示此產品未添加傳統亞硝酸鹽作為醃漬，而是使用芹菜抽出物作為醃漬，然而在美國市場上較為常見的加工肉製品通常為如下圖二與圖三火腿類的加工肉製品。



圖二、添加芹菜抽出物所製成之黑森林火腿。  
Fig. 2. Figure of addition of celery powder made of black forest ham.



圖三、添加芹菜抽出物所製成之無骨火腿排。  
Fig. 3. Figure of addition of celery powder made of boneless ham steak.

表三、天然蔬菜中硝酸鹽含量

Table 3. Natural vegetable in the nitrate containing

蔬菜	硝酸鹽含量 (mg kg <sup>-1</sup> )
Vegetable	Nitrate content
紅菜頭	1727
Beetroot	
胡蘿蔔	195
Carrot	
芹菜	1678
Celery	
菊苣	1452
Chicory	
洋蔥	3-2
Onion	
菠菜	1845
Spinach	

(Santamaria *et al.*, 1999)

表四、台灣常見幾種蔬菜中硝酸鹽或亞硝酸鹽含量

Table 4. Common nitrate or nitrite content in several vegetables in Taiwan

蔬菜 Vegetable	亞硝酸鹽含 (mg/kg) Nitrite concentration	硝酸鹽含量 (mg/kg) Nitrate concentration
A 菜 Chinese spinach	<5	2544.9
地瓜葉 Sweet potato leaves	<5	3809.5
芹菜 Celery	153.9	1865.6
青江菜 Pak choy	1.3	4155.0
菠菜 Spinach	30.5	2266.5
花椰菜 Cauliflower	26.2	136.0
小黃瓜 Bur cucumber	<5	146.9
胡蘿蔔 Carrot	16.5	354.1
白蘿蔔 Radish	20.1	1437.4

(Chung., 2004)

## 五、包裝後殺菌

加工肉製品的食品安全工作包含降低屠宰過程及加工過程時生肉所遭受污染的機會，其目的是在於降低加工肉製品中潛在的病原菌 (Muriana *et al.*, 2002)。而加工肉製品於加熱後製包裝前可能受腐敗菌或病原菌污染造成二次污染(康等,2007；Thomas *et al.*, 2010)，使產品真空包裝後初始菌數較高造成貨架期短。而使用熱處理仍是目前最為方便且易於操作之食品殺菌方法之一，利用水或水蒸氣對包裝食品進行熱殺菌有助於破壞這些初始微生物，進而提高產品貨架期(Ohlsson, 2002；康等, 2007)。

康等(2007)研究二次殺菌對燒鴨保存期之影響，結果顯示經包裝後熱殺菌處理可顯著降低儲存期之總生菌、TBARS 值，並且維持貯存期間 pH 值因而延長燒鴨保存期。Thomas *et al.* (2010)研究不同溫度(80°C、90°C、100°C)之包裝後殺菌對豬肉香腸品質之影響，結果顯示經過加熱處理可維持貯存之 pH 值、降低貯存期 TBARS 值並與對照組相比顯著抑制微生物之生長，感官品評則以 90°C 之處理組與其他處理組相比具有較高之接受度。除了運用於加工肉製品上亦有研究將二次殺菌方法運用於水產上，魯等(2017)對軟烤白蝦進行二次殺菌，測定不同熱殺菌條件下期品質之影響，結果顯示隨殺菌溫度增加產品色澤下降，其產品感官中硬度與彈性上升，總體來說當殺菌條件為

90°C(30 min)時軟烤蝦的感官品質最佳且烤蝦不含有致病微生物，也不含有在常溫下能在其中繁殖的非致病性微生物之商業無菌狀態。



## 六、中式香腸

在聞名全球的中華美食中，以中式肉製品最有傳統特色，而中式肉製品又以中式香腸為國人最為喜愛。香腸是一種加鹽經調味的肉製品，其“sausage”字源拉丁文的“salsus”，是鹽的意思，意即加鹽保存(林，2012)。其圓垂長條狀的外型是香腸的傳統也是特徵之一。中式香腸食用方便且口味多元，早期肉攤及加工業者都利用豬後腿肉或碎肉所製成；而現今則是將新鮮原料肉經細切、混合調味、醃漬充填至腸衣中，經蒸煮或乾燥煙燻而制得(魏，2000)。香腸製品種類眾多，依原料肉顆粒大小可分為粗絞、細絞等加工步驟，再加上各地風味特色不同創造出種類琳瑯滿目香腸以滿足各消費族群。

香腸的加工製造程序是一連續性的生產作業，每一階段息息相關，主要製作流程如下：絞碎(grinding)→攪拌混合(mixing)→醃漬(curing)→充填(stuffing)→分節及打結(linking & tying)→乾燥(drying)→冷卻(chilling)→包裝(packaging)。

為了維持中式香腸製程品質，製造流程中須遵守衛生品質製造規範(行政院農業委員會，2013)：

### (一)原料肉與腸衣之選用標準

供給原料肉的豬隻應於主管機關認可之屠宰場屠宰，屠宰前、屠宰後經查核可且均為新鮮無汙臭。腸衣應採用健康牲畜管制成之

清潔、無破損天然腸衣或可食性膠原蛋白腸衣，且不可含有對人有害之游離性甲醛。

## (二)產品品質標準

根據“優良農產品肉品項目驗證基準”辦法規定，產品蛋白含量需在 16% 以上，脂肪 32% 以下、水分 40% 以下、灰分 6% 以下；微生物標準方面：大腸桿菌(*E.coli*)需低於 50MPN/g，其餘病原性微生物，如沙門氏桿菌(*Salmonella*)及金黃色葡萄球菌(*S. aureus*)呈陰性反應，其他添加物殘留標準須符合我國食品法規的規定。

## (三)添加物

防腐劑、發色劑、著色劑、結著劑、調味料、增稠劑、乳化劑及香辛料等需要符合衛生署所訂之“食品添加物範圍及用量標準”，單離黃豆蛋白、玉米糖漿、蛋白粉、黃豆粉、穀類澱粉、脫脂乳粉、全脂乳粉及黃豆蛋白濃縮物等之使用量得為原料肉種之 6% 以下，並於標示上註明。

## (四)包裝條件

真空包裝或充氣包裝所使用之包裝材質及因刷原料均符合國家衛生標準，標示項目應包括品名、內容物名稱、淨重、食品添加物名稱、製造日期、保存條件、保存期限年月日、製造業與總經銷商名號、地址電話，且須標示包裝容器上容易看到的地方。

## (五)加工、儲存、及行銷品管

在加工過程上、凡與肉品接觸之加工機械均須為易拆洗之不鏽鋼材質，並具有良好溫度調節控制設置。儲放加工原料與成品藏是不可相互使用，以免生、熟品交叉污染；產品在儲存與行銷過程中需保持包裝完整無損，產品感官品質方面，必須遵照以下規範：

- (一) 表面無嚴重滲出之汁液及油脂者，且汁液不得呈混濁狀。
- (二) 無污物、黴斑或其他異物附著。
- (三) 色澤正常、氣味與風味良好。
- (四) 組織結著性良好。
- (五) 切面組織均勻，且無大的空隙存在(行政院農業委員會，2013)。最重要的是確保冷藏鏈(cold chain)的一貫性。

## 七、法蘭克福香腸

法蘭克福香腸為一種典型完全乳化之肉製品，乳化的定義：兩種不互溶之液體於添加乳化劑之後，使其中一液體小液滴(分散相)型式，均勻分布於另一不互溶液體(連續相)。但肉的乳化不完全適用於此定義，肉之乳化是將脂肪所形成的細小顆粒，均勻的分佈在一複雜之膠質系統中(complex colloids system)，亦稱為基質(matrix)，是由蛋白質與鹽所共同形成之液狀物。其中有不溶性之蛋白質、結締組織與肌肉纖維顆粒等懸浮於其間(Schut, 1976)。

乳化的型式可分為兩種：(1)若油為分散相，水為連續相，則水包

於油粒外，稱為水包油系 (oil-in-water emulsion)，簡稱為 O/W。(2)水為分散相，油為連續相，則油包於水粒之外，稱為油包水乳化狀態 (water-in-oil emulsion) 簡稱為 W/O(陳，2014)。要形成穩定之乳化狀態需添加適當的乳化劑，肉的乳化則以肉中之蛋白質為乳化劑，為水包油 (oil-in-water emulsion)。

為了維持法蘭克福香腸製程品質，製造流程中須遵守衛生品質製造規範(行政院農業委員會，2013):

#### (一)原料肉與腸衣之選用標準

供給原料肉的豬隻應於主管機關認可之屠宰場屠宰，屠宰前、屠宰後經查核可且均為新鮮無汙臭。其使用之充填腸衣應採用可食性人造腸衣、不可食性腸衣或健康牲畜腸管製成之清潔、無破損可食性天然腸衣。腸衣中甲醛管制量:游離性甲醛 (free formaldehyde) 與結合性甲醛 (combined formaldehyde) 含量需在 10ppm 以下。

#### (二)產品品質標準

根據“優良農產品肉品項目驗證基準”辦法規定，產品蛋白含量需在 15% 以上，脂肪 25% 以下、水分 65% 以下、灰分 5% 以下；微生物標準方面：總生菌數於  $10^6$ CFU/g 以下、大腸桿菌群 (Coliform) 需低於 10MPN/g，其餘病原性微生物，如大腸桿菌

(*E.coli*)、沙門氏桿菌(*Salmonella*)及金黃色葡萄球菌(*S. aureus*)呈陰性反應(行政院農業委員會，2013)，其他添加物殘留標準須符合我國食品法規的規定。

### (三)添加物

防腐劑、發色劑、著色劑、結著劑、調味料、增稠劑、乳化劑及香辛料等需要符合衛生署所訂之“食品添加物範圍及用量標準”，單離黃豆蛋白、玉米糖漿、蛋白粉、黃豆粉、穀類澱粉、脫脂乳粉、全脂乳粉及黃豆蛋白濃縮物等之使用量得為原料肉種之 6% 以下，並於標示上註明。其法蘭克福香腸添加可食性副產物：豬與牛的心臟、舌頭等，不得超過原料肉 10%。

### (四)包裝條件

真空包裝或充氣包裝所使用之包裝材質及因刷原料均符合國家衛生標準，標示項目應包括品名、內容物名稱、淨重、食品添加物名稱、製造日期、保存條件、保存期限年月日、製造業與總經銷商名號、地址電話，且須標示包裝容器上容易看到的地方。

### (五)加工、儲存、及行銷品管

在加工過程上、凡與肉品接觸之加工機械均須為易拆洗之不鏽鋼材質，並具有良好溫度調節控制設置。儲放加工原料與成品藏是不可相互使用，以免生、熟品交叉污染；產品在儲存與行銷過程

中需保持包裝完整無損，產品感官品質方面，必須遵照以下規範：

(一) 表面無嚴重滲出之汁液及油脂者，且汁液不得呈混濁狀。

(二) 無污物、黴斑或其他異物附著。(三) 色澤正常、氣味與風味良好。(四) 組織結著性良好。(五) 切面組織均勻，且無大的空隙存在，最重要的是確保冷藏鏈(cold chain)的一貫性。

#### 八、中式香腸與法蘭克福香腸之腐敗現象

中式香腸和法蘭克福香腸發生腐敗情形常見的包括(1)黏液的生成：微生物於肉之表面大量生長繁殖，是肉之表面產生黏液狀物質，此現象主要為微生物繁殖所形成之菌落，和微生物分解蛋白質的產物。主要由乳酸菌、酵母菌與革蘭氏陰性菌(Gram-negative)所產生。當產品表面產生黏液狀及拉絲現象時，表面含菌數通常為  $10^7$ CFU/g。(2)變色：加工肉類產品品質變敗時，表面經常出現各種顏色變化，其中最常見為表面顏色為綠色，主因蛋白質分解後所產生的硫化氫和肉類之血紅蛋白結合，形成硫化氫血紅蛋白( $H^2S-Hb$ )造成，而此化合物於肌肉與脂肪表面顯現出暗綠色。*Flavobacterium* 在肉品表面會產生黃色斑點、*Pseudomonas synchyancas* 能產生藍色斑點、*Serratia marcescens* 會產生紅色斑點，而部分酵母菌會產生灰色與白色及粉紅色等斑點。(3)黴斑：加工肉製品表面有黴菌生長時常會形成黴斑，尤其以乾醃漬品最為常見，如 *Cladosporium herbarum* 於冷凍肉表面產生黑色黴斑、

*Chaetocladiaceae* 於肉製品表面生成羽毛狀菌絲、*Sporotrichum sp.* 與 *Geotrichum candidum* 產生白色斑點及 *Penicillium ocalicum* 其生成之斑點為綠色。(4)氣味:品質變敗之加工肉製品除肉眼可觀測之變化以外,也經常伴隨不正常且難聞之氣味,如:蛋白質被微生物分解所產生之惡臭,乳酸菌與酵母菌作用所產生的揮發性有機酸味與黴菌生長繁殖所產生黴味。

而法蘭克福香腸之綠變情形較其他加工肉製品常見。乳酸菌之異質發酵性菌種及 *Leuconostoc* 與綠變有關,此菌種產生過氧化作用變且產生出綠色,而此反應可能因受熱處理或亞硝酸鈉存在影響使觸媒成不活化狀態之所故。堆積  $H_2O$  肉品之呈色物 nitric acid heonochromogen 或 nitric oxide myoglobin 的生成有關。而反應中產生綠色氧化性之 porphyrin,此為該菌種於底氧化還原電位之內部核心處生長,使得  $H_2O_2$  堆積之所故;少量之氧氣有利於綠變,並且綠變處通常被侷限成該產物之小部分(王,2001)。

## 肆、材料與方法

### 一、中式香腸製成

#### (一) 原料處理

購自香里食品公司冷藏豬後腿精肉與背脂經過整形、去除多餘筋腱膜後，以絞肉機(TCA-22, Table Model Grinder, Butcher boy, U.K.)使用 12.5mm 孔目之絞盤絞碎之後冷藏於 4°C 冰箱(TL-520R, TIT, Taiwan)備用。芹菜抽出物(成分:芹菜粉、食鹽、二氧化矽)購自振芳公司。芹菜抽出物外觀呈現褐綠色粉末狀，帶有濃厚芹菜風味；其餘配方原料使用一般市售之調味料，按其添加比例秤重備用。

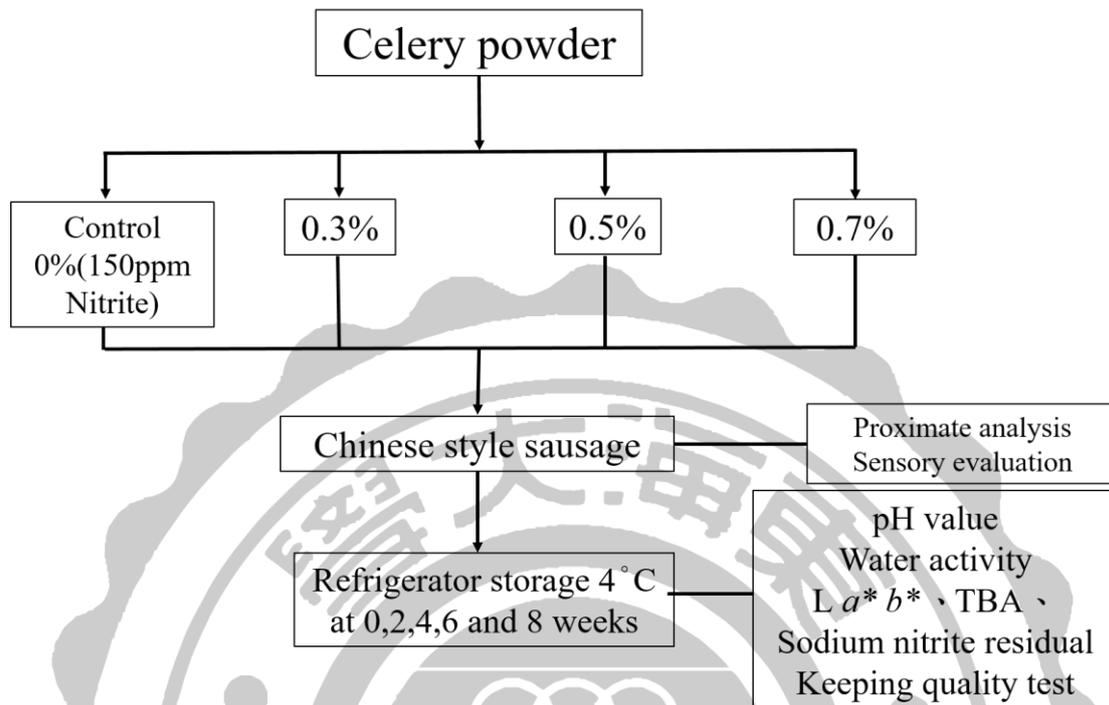
所有添加物總肉重之百分比加入，背脂添加量為 25%，詳細香料配方比例表示於表五；本實驗包括對照組(150 ppm 亞硝酸鈉)，與實驗組分別添加不同比例的芹菜抽出物，添加濃度為總肉重之參考 Sindelar *et al.* (2007)提出芹菜抽出物建議用量為 0.4%-0.6%進而選取 0.3 % (約含 71ppm 亞硝酸鹽)、0.5 % (約含 105ppm 亞硝酸鹽)與 0.7 % (約含 123ppm 亞硝酸鹽)；試驗處理共四組。試驗設計如圖五。

#### (二) 加工過程

首先將絞肉入攪拌混合機(Manca AS-35, Barcelona, Spain)中，對照組部分先加入溶於水的亞硝酸鈉，再加入食鹽、特級砂糖，然後再添加脂肪、香料及米酒，混合均勻之後置入不鏽鋼醃漬桶於 4°C 恆溫

箱(TL-520R, TIT, Taiwan)中醃漬 2 天。添加芹菜抽出物組別部分先加入溶於水芹菜抽出物，再加入食鹽、特級砂糖、檸檬汁，然後再添加脂肪、香料及米酒，混合均勻之後置入不鏽鋼醃漬桶於 4°C 恆溫箱(TL-520R, TIT, Taiwan)中醃漬 2 天。

醃漬 2 天的香腸原料製於手動充填機(DICK, TWF-9, Germany)中再以膠原蛋白腸衣(Nippi Casing, #280, Nippi, Japan)進行充填、分結及整形後將其秤重。將產品製入乾燥機中(CF15, 昇陽實業, 台灣)以 52°C 乾燥 5 小時之後移出，冷卻至室溫，產品完成後秤重並計算產率，再以真空包裝袋(Ny<sub>15</sub>、PE<sub>20</sub> 及 LL<sub>70</sub>，厚度分別為 15μm/LDPE、20μm/LDPE 及 70μm，總厚度為 105μm，財德彩藝有限公司，台灣)以真空包裝機(A330/16, Multivac, Germany)包裝後，於 4°C(TL-520R, TIT, Taiwan)中冷藏，在第 0、2、4、6 及 8 週進行儲存性試驗，試驗分析項：總生菌數(Total plate count, TPC)、乳酸菌數(Lactic acid bacteria)、大腸桿菌群屬(Coliform)、接者分析色澤(Lab)、硫巴比妥酸值(Thiobarbituric acid value, TBA value)、亞硝酸鹽殘留濃度 (Sodium nitrite residual) 等。並針對中式香腸做一般成分分析(Proximate analysis)、酸鹼值(pH value)、水活性(Water activity, Aw)、與感官品評(Sensory evaluation)。



圖四、中式香腸試驗設計流程圖。

Fig. 4. The flow chart of experimental design for Chinese-style sausage.

表五、中式香腸配方

Table 5. Formulation of Chinese-style sausage

原料 Raw material	用量 Amount (%)
原料肉(瘦肉:脂肪 = 4:1) Raw meat (lean meat : fat = 4:1)	
芹菜抽出物 Celery powder	0.0(Control:150ppm Nitrite)、0.3、 0.5 and 0.7
檸檬汁 Lemon juice	5
食鹽 Salt	1.3
糖 Sugar	8
味精 MSG	0.2
米酒 Rice wine	1.2%
香料 Spices	
白胡椒粉 White pepper powder	0.1
五香粉 Five-spice powder	0.1
肉桂粉 Cinnamon powder	0.05
甘草粉 Licorice powder	0.1

## 二、法蘭克福香腸製成

### (一) 原料處理

將購自香里食品公司背脂以絞肉機(TCA-22, Table Model Grinder, Butcher boy, U.K.)將其絞碎(使用 3.5mm 孔目之絞盤)，置放於 4°C 恆溫箱(Mdf-u71, Sanyo, Japan)中冷藏備用。再將購自香里食品公司冷藏豬後腿精肉中去除後分切小塊，以絞肉機(TCA-22, Table Model Grinder, Butcher boy, U.K.)將其絞碎(使用 6.5 mm 孔目之絞盤)。芹菜抽出物購自振芳公司。芹菜抽出物外觀呈現褐綠色粉末狀，帶有濃厚芹菜風味；其餘配方原料依原料肉重之百分比加入，詳細配方如表六。本實驗包括對照組(150 ppm 亞硝酸鹽)，與實驗組分別添加不同比例的芹菜抽出物，添加濃度為原料肉總重之參考 Sindelar *et al.* (2007)提出芹菜抽出物建議用量為 0.4%-0.6% 進而選取 0.3%(約含 63 ppm 亞硝酸鹽)、0.5%(約含 90 ppm 亞硝酸鹽)與 0.7%(約含 117 ppm 亞硝酸鹽)；試驗處理共四組。試驗設計如圖六。

### (二) 加工過程

使用乳化機(UMC 5, Stephan, Germany)搭配低溫循環水槽(BL-20, TIT, Taiwan)並保持低溫於 5°C。後腿絞肉置入乳化機之後，將芹菜抽出物溶於水後加入，以低速混合 1 分鐘，再將檸檬汁與糖和食鹽及二分之一量之碎冰加入，以低溫細切混合 2 分鐘後，添加脂肪、香料及

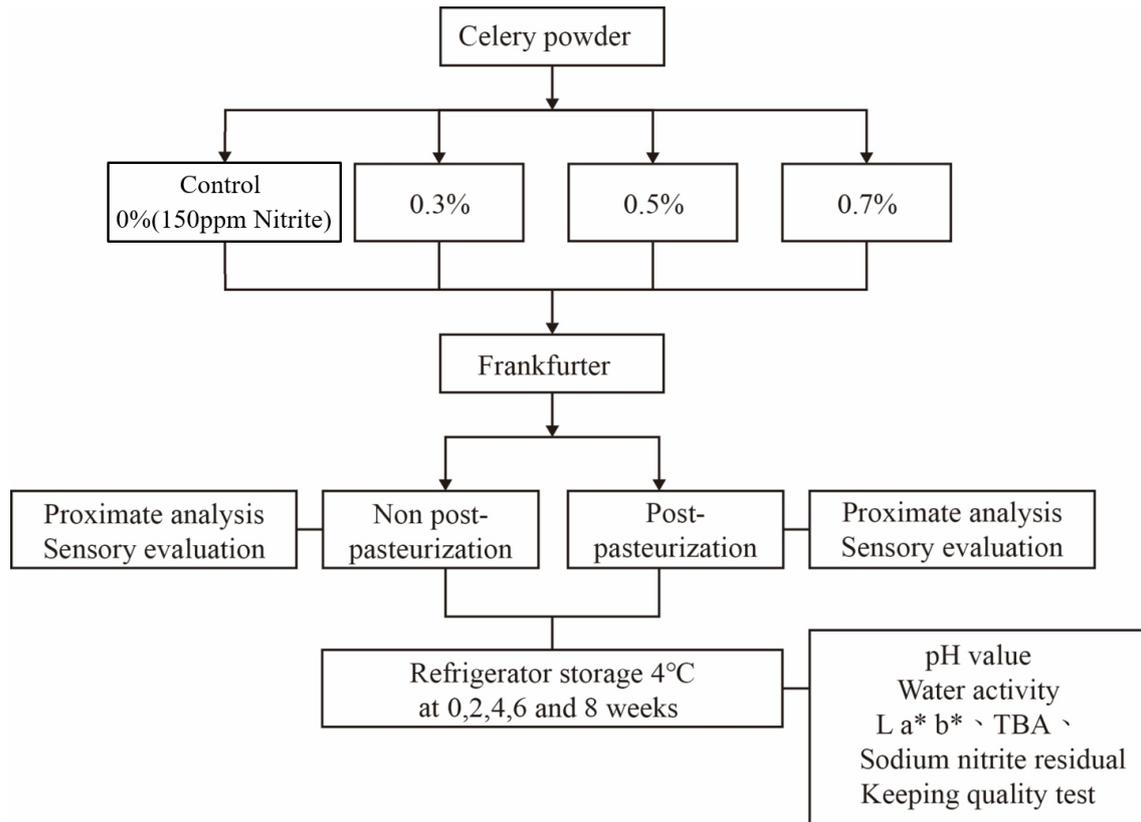
剩餘二分之一的碎冰，低速細切混合 30 秒，再以高速細切乳化 3 分鐘。製程中溫度均維持在 12°C 以下。將法蘭克福香腸原料以人造腸衣(Nippi casing #270, Nippi, Japan)充填，並將產品移入煙燻室(KA-A990/220E, ASCA, Germany)以 52°C 乾燥 30 分鐘後接著煙燻 90 分鐘，並將溫度維持在 52°C，接著以溫度 85°C 加熱，濕度 98% 蒸煮 60 分鐘，使產品中心溫度達到 72°C 後，移出冷卻至室溫。產品完成後裝入真空包裝袋(Ny<sub>15</sub>、PE<sub>20</sub> 及 LL<sub>70</sub>，厚度分別為 15μm/LDPE、20μm/LDPE 及 70μm，總厚度為 105μm，財德彩藝有限公司，台灣)，以真空包裝機(A330/16, Multivac, Germany)包裝後，於 4°C 恆溫箱(TL-520R, TIT, Taiwan)中冷藏，在第 0、2、4、6 及 8 週進行儲存性試驗，試驗分析項:總生菌數(Total plate count, TPC)、乳酸菌數(Lactic acid bacteria)、大腸桿菌群屬(Coliform)、色澤分析 (Lab)、硫巴比妥酸值(Thiobarbituric acid value, TBA value)、亞硝酸鹽殘留濃度 (Sodium nitrite residual)等。並針對法蘭克福香腸做一般成分分析(Proximate analysis)、酸鹼值(pH value)、水活性(Water activity, Aw)與感官品評(Sensory evaluation)。

### (三)後加熱殺菌組別

將所有處理組別之法蘭克福香腸真空包裝後，進行後加熱殺菌水溫 75°C 時間 12 分鐘，殺菌完畢後放涼冷卻移入於 4°C 恆溫箱(TL-

520R, TIT, Taiwan)中冷藏，針對後加熱殺菌組別之法蘭克福香腸做一般成分分析(Proximate analysis)、酸鹼值(pH value)、水活性(Water activity, Aw)、在第0、2、4、6及8週進行儲存性試驗，試驗分析項：總生菌數(Total plate count, TPC)、乳酸菌數(Lactic acid bacteria)、大腸桿菌群屬(Coliform)、接者分析色澤(Lab)、硫巴比妥酸值(Thiobarbituric acid value, TBA value)、亞硝酸鹽殘留濃度(Sodium nitrite residual)並針對法蘭克福香腸做與感官品評(Sensory evaluation)。





圖五、法蘭克福香腸試驗設計流程圖。

Fig. 5. The flow chart of experimental design for frankfurter

表六、法蘭克福香腸配方

Table 6. Formulation of Frankfurter

原料 Raw material	用量 Amount (%)
原料肉(瘦肉:脂肪 = 4:1) Raw meat (lean meat : fat = 4:1)	
冰 Ice	20
芹菜抽出物 Celery powder	0.0(Control:150ppm Nitrite) 、 0.3、0.5 and 0.7
檸檬汁 Lemon juice	5
食鹽 Salt	1.6
糖 Sugar	4
洋蔥粉 Onion powder	0.26
白胡椒粉 White paper powder	0.24
五香粉 Five-spice powder	0.22

### 三、分析項目

#### 1.一般成分分析 (Proximate analysis)

依 A.O.A.C(A.O.A.C., 2005)方法，分別對於產品做水分、粗蛋白、粗脂肪及灰分之重量百分比分析。

#### 2.酸鹼值 (pH value)

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

#### 3.水活性 ( Water activity, Aw )

依 Rockland(1987)方法測定。取適量樣品於樣品槽中，以水活性測定儀(Rotronic, HP23-AW-A-SET-40, Switzerland)經二次校正後測定於 25°C 下完全平衡之相對濕度百分比值(%)。

#### 4.總生菌數 (Total plate count, TPC)

取 10g 的樣品與 90ml 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) 作為培養基，於 37°C 培養箱培養 48±2 小時，計算菌落形成數(FDA, 2012)。

## 5. 乳酸菌數 (Lactic acid bacteria, LB)

取 10g 的樣品與 90ml 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 MRS (Merck)作為培養基，放入厭氧缸並加入厭氧包使環境為厭氧狀態於 37°C 培養箱培養 36±2 小時，計算菌落形成數(FDA, 2012)。

## 6. 大腸桿菌群 (Coliform)

取 10g 的樣品與 90ml 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 Chromocult coliform agar(Merck)作為培養基，於 37°C 培養箱培養 24±2 小時，Chromocult coliform agar 內含專一的 Galactosidase 反應而產生之紅色菌落；此外，X-Glue 酵素受質與 E.coli 專一的 Glucuronidase+反應產生深藍至深紫色菌落，其於腸內菌皆為無色，估計算紅色和深藍至深紫色菌落數(FDA, 2012)。

## 7. 色澤 (Color difference test)

以色差計(Color and color difference meter, Model TC-1500SX, Tokyo Deshoku, Japan)配合標準版(Standard plate, x=88.74, y=93.56, z=101.73)進行校正(Mean *et al.*,1987)。將產品放置於儀器上直接測定其表面之色澤，各處理樣品之 color system 依 CIE L\*、a\*、b\*方法代表之，再

將樣品經適當細碎後測定其亮度值(Light value,  $L^*$  value)、紅色值(Red value,  $a^*$  value)和黃色值(Yellow value,  $b^*$  value)，每處理做二重複，每次測定四個不同點。

## 8. 硫代巴比妥酸 (2-Thiobarbituric acid value, TBA value)

依 Sorensen *et al.* (1996) 方法測定：

### (1). 試劑調配

A. 20% 三氯醋酸(Trichloroacetate, TCA, Merck)

B. 0.02M TBA: 取 0.288g 2-硫代巴比妥酸(2-Thiobarbituric acid)

溶於 96% 冰醋酸定量至 100ml。

### (2). 檢液調製與測定

取 10g 樣品加入 25ml 配置好之 TCA 溶液(20% 三氯醋酸, Trichloroacetate, TCA, Merck) 經過細碎均質 2 分鐘後，將均質好之樣品倒入離心管中並以 10,000rpm 離心 20 分鐘，後以 Whatman No.1 濾紙過濾。取 2ml 樣品之濾液加入 2ml TBA 試劑(0.288g Thiobarbituric acid 溶於 96% 冰醋酸定量至 100ml)，混合均勻以 100°C 水浴 30 分鐘接著流水冷卻 10 分鐘後在波長 532nm 下測其吸光值(Optical density, O.D.)，試驗結果以 O.D. 值表示。

## 9. 亞硝酸鹽殘留濃度 (Sodium nitrite residual)

依食品藥物管理署公告之食品中亞硝酸鈉之檢驗方法測定(食品藥物管理署，2016)。

### (1). 藥品配製:

- A. 沉澱劑I: 秤取亞鐵氰化鉀 106g，以水溶解成 1000ml。
- B. 沉澱劑 II：稱取醋酸鋅 220 g，加入冰醋酸 30 mL，以水溶解使成 1000 mL。
- C. 飽和四硼酸鈉溶液：稱取四硼酸鈉 50 g，加水 500 mL，微微加熱溶解後，冷卻至室溫，再加水使成 1000 mL。
- D. 呈色液 I：稱取對胺苯磺醯胺 2 g，加水 800 mL，於水浴上加熱溶解後，冷卻過濾，濾液徐徐加入鹽酸 100 mL，並時時攪拌，再加水溶解使成 1000 mL。
- E. 呈色液 II：稱取萘乙二胺鹽酸鹽 0.25 g，加水溶解使成 250 mL，貯存於褐色瓶。本液宜新鮮調製。
- F. 呈色液 III：取鹽酸 445 mL，緩緩加入水 400 mL 中，再加水使成 1000 mL。

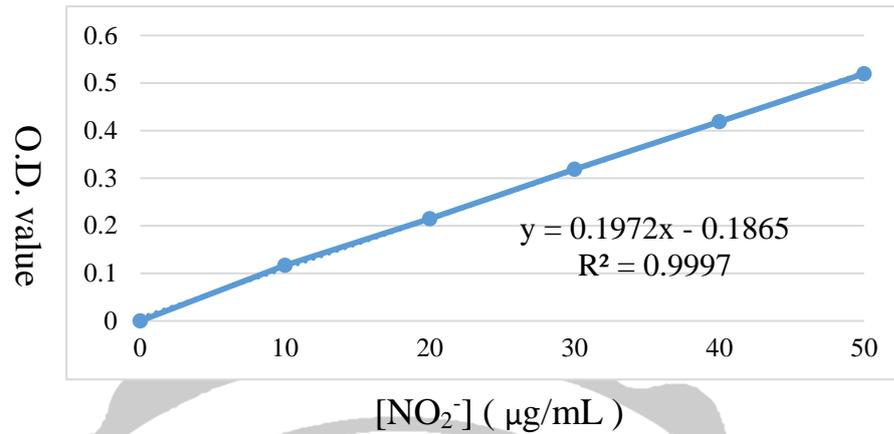
將檢體細切後，取約 10 g，精確稱定，置於三角燒瓶中，加入飽和四硼酸鈉溶液 5 mL 及 80°C 以上之熱水 100 mL，於沸騰水浴中加熱 15 分鐘，並時時振搖，取出冷卻至室溫，再加入沉澱劑 I 及 II 各 2

mL，充分混合後，移入 200 mL 容量瓶中，加水定容，於室溫下靜置 30 分鐘，經過濾後，取濾液供作檢液。精確量取檢液及水各 20 mL，分別置於 100 mL 容量瓶中，加水 40 mL、呈色液 I 10 mL 及呈色液 III 6 mL，混合均勻，靜置 5 分鐘，再加呈色液 II 2 mL，混合均勻，靜置 15 分鐘，加水定容於 540 nm 測吸光值。經由標準曲線換算之後，以濃度表示之。

● 標準曲線製作:

取預經 100°C 乾燥 30 分鐘之亞硝酸鈉約 15 mg，精確稱定，加水溶解並定容 100 mL，其濃度相當於含亞硝酸根( $\text{NO}_2^-$ ) 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ，作為標準原液，貯存於 4°C。臨用時，取適量標準原液，以水稀釋至含亞硝酸根 1~5.0  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ，供作標準溶液。精確量取標準溶液及水(做空白試驗用)各 20 mL，分別置於 100 mL 容量瓶中，加水 40 mL、呈色液 I 10 mL 及呈色液 III 6 mL，混合均勻，靜置 5 分鐘，再加呈色液 II 2 mL，混合均勻，靜置 15 分鐘，加水定容。於波長 540 nm 測定其吸光值。

標準曲線如下圖：



- 亞硝酸根含量計算方式(g/kg)

$$\frac{C \times V}{M \times 1000}$$

C：由標準曲線所求得檢液中亞硝酸根之濃度(µg/mL)

V：檢體最後定容之體積(mL)

M：取樣分析檢體之重量(g)

## 10. 感官品評 (Sensory evaluation)

修改自 Cardello *et al.* (1983) 的方法分析。A. 中式香腸 放入已預熱 10 分鐘之烤箱(SO-1100，尚朋堂，台灣)，再以 180°C 之溫度加熱 20 分鐘，再切成相同長度 (2cm)，由七位固定品評員對其顏色(切面)、氣味、組織、多汁性、鹹味、風味及總接受度進行評分。評分方式為嗜好評分試驗(Hedonic scale test)，評分採 9 分製，顏色(切面)為受測者利用肉眼觀察產品切面的色澤，1 分為顏色極淡，9 分為顏色極深；

氣味為以鼻子聞到產品之氣味濃淡，1 分為氣味極淡，9 分為氣味極濃；組織為以門齒切斷產品時判斷其結構狀態，1 分為組織極鬆散，9 分為組織極結實；多汁性為在咀嚼過程中，口腔內所感受到的水油量，1 分為極乾澀，9 分為極多汁；鹹味為產品在口中咀嚼後判斷產品鹹味多寡，1 分為極淡，9 分為極鹹；風味殘留為咀嚼過後，產品殘留於口中之味道，1 分為風味極不佳，9 分為風味極佳；總接受度則是對品評項目進行整體的評估，1 分為總接受度極不佳，9 分為總接受度極佳。

**B.法蘭克福香腸** 將香腸放入已預熱十分鐘之烤箱(SO-1100, 尚朋堂, 台灣), 再以 180°C 之溫度加熱 20 分鐘, 再切成相同長度 (2cm), 由六位固定品評員對其顏色(切面)、氣味、嫩度、多汁性、鹹味、風味及總接受度進行評分。評分方式為嗜好評分試驗(Hedonic scale test), 評分採 9 分製, 顏色(切面)為受測者利用肉眼觀察產品切面的色澤, 1 分為顏色極淡, 9 分為顏色極深; 氣味為以鼻子聞到產品之氣味濃淡, 1 分為氣味極淡, 9 分為氣味極濃; 嫩度為以門齒切斷產品時所需的力量, 1 分為極乾硬, 9 分為極柔軟; 多汁性為在咀嚼過程中, 口腔內所感受到的水油量, 1 分為極乾澀, 9 分為極多汁; 鹹味為產品在口中咀嚼後判斷產品鹹味多寡, 1 分為極淡, 9 分為極鹹; 風味殘留為咀嚼過後, 產品殘留於口中之味道, 1 分為風味極不佳,

9 分為風味極佳；總接受度則是對品評項目進行整體的評估，1 分為總接受度極不佳，9 分為總接受度極佳。

### 感官品評表

日期：

時間：

品評者：

項目 \ 編號								
顏色(切面)								
氣味								
嫩度/組織								
多汁性								
鹹味								
風味								
總接受度								

顏色：1 分為顏色極淡，9 分為顏色極深。

氣味：1 分為氣味極淡，9 分為氣味極濃。

組織：1 分為組織極鬆散，9 分為組織極結實(中式香腸)。

嫩度：1 分為極乾硬，9 分為極柔軟(法蘭克福香腸)。

多汁性：1 分為極乾澀，9 分為極多汁。

鹹味：1 分為極淡，9 分為極鹹。

風味：1 分為風味極不佳，9 分為風味極佳。

總接受度：1 分為總接受度極不佳，9 分為總接受度極佳。

### 11. 試驗設計及統計分析

中式香腸試驗採完全逢機試驗 (Completely randomized design ; CRD) 之裂區設計 (Split plot design)。以不同芹菜抽出物濃度為主區

(main plot)，貯存時間為裂區(sub plot)。測定之項目所得數據利用 SAS 統計套裝軟體(SAS, 2014)分析，並以一般線性模式程式(GLM procedure)進行不同處理之差異性及相關性測定，並且利用最小平方平均值(Least-square mean) 來比較各處理組平均值之間的差異顯著性，感官品評使用鄧肯氏多變域測定法來比較各處理組平均值之間的差異顯著性。

法蘭克福香腸試驗採完全逢機試驗(Completely randomized design；CRD)之二重裂區設計(Split-split plot design)。以不同芹菜抽出物濃度為主區(main plot)，貯存時間為中區(moderate plot)與後加熱殺菌為裂區(sub plot)。測定之項目所得數據利用 SAS 統計套裝軟體(SAS, 2014)分析，並以一般線性模式程式(GLM procedure)進行不同處理之差異性及相關性測定，並且利用最小平方平均值(Least-square mean) 來比較各處理組平均值之間的差異顯著性，感官品評使用鄧肯氏多變域測定法來比較各處理組平均值之間的差異顯著性。

## 伍、結果與討論

### 一、中式香腸

#### (一).一般成分分析及酸鹼值與水活性

##### 1.一般成分分析

添加芹菜抽出物濃度為 0.3%、0.5%、0.7% 及對照組(150ppm 亞硝酸鹽)，對中式香腸一般成分之影響如附表三。添加芹菜抽出物之中式香腸各組水分之間差異不顯著( $p > 0.05$ )，其含量在 46.65 至 46.73%，在粗脂肪及粗蛋白方面，各組間之差異皆不顯著( $p > 0.05$ )，其含量分別在 22.54 至 23.11%、22.95 至 23.82%。在灰分方面，添加芹菜抽出物 0.3%、0.5%、0.7% 之組別，雖其組別與對照組相比差異不顯著( $p > 0.05$ )，但其灰份值都比對照組較高的趨勢而灰份含量在 3.56 至 3.81% 之間。結果顯示，在於中式香腸中添加芹菜抽出物對一般成分分析並不會有太大的影響。

##### 2.酸鹼值

表七為添加芹菜抽出物對中式香腸酸鹼值於 4°C 下儲存時之影響。在儲存時間內添加 0.3% 芹菜抽出物組別有顯著較低之酸鹼值( $p < 0.05$ )，然而各處理組分別在第 4 週開始至第 8 週實驗結束開始有顯著下降的現象( $p < 0.05$ )。添加芹菜抽出物之中式香腸酸鹼值在於第 0 週不同濃度芹菜抽出物組別唯有 0.3% 組別其酸鹼值較為兩組顯著較

低( $p < 0.05$ )其餘兩組與對照組相比皆沒有顯著差異，而中式香腸酸鹼值在變化在 5.66 至 6.52 之間，造成此差異的原因經推論與產品乳酸菌生長有關係。真空包裝方式保存之醃漬肉製品，微生物之生長以乳酸菌為主(陳，1991)，故乳酸菌會產生乳酸致使產品之酸鹼值下降。而在此次試驗中，乳酸菌數於不同濃度處理間差異顯著( $p < 0.05$ )，故推論為酸鹼值在貯存期間變化明顯之原因。在本試驗中，對照組添加亞硝酸鹽組別之中式香腸其酸鹼值隨著儲存時間的增加有下降的現象，而添加芹菜抽出物中式香腸在第 4 週至第 8 週，其酸鹼值顯著的下降( $p < 0.05$ )，其不同濃度處理組別有相同現象。在相關分析(附表一)中酸鹼值與總生菌之相關係數為 $-0.97$ ( $p < 0.05$ )且與乳酸菌之相關係數為 $-0.88$ ( $p < 0.05$ )，顯示當總生菌數增加時其菌種以乳酸菌較為大宗導致酸鹼值有下降之現象，如上述所敘在真空包裝方式保存之醃漬肉製品，微生物之生長以乳酸菌為主(陳，1991)。結果顯示，添加芹菜抽出物於中式香腸其濃度在 0.5%或以上在於起始產品酸鹼值有較高的趨勢，而在處理組之添加濃度為 0.3%、0.5%及 0.7%之間其酸鹼值隨著貯存時間增加其酸鹼值隨之下降，故可推得芹菜抽出物對中式香腸酸鹼值之影響唯有在濃度較高組別在於起始產品有較高酸鹼值，而對於中式香腸之影響不明顯。

### 3.水活性之變化

對於中式香腸之水活性影響結果顯示如附表四，各組處理水活性介於 0.905 至 0.916 之間，各組間無顯著差異( $p > 0.05$ )。

中式香腸加工製程中經過乾燥步驟，導致產品整體水分含量較低，間接導致產品有較低的水活性，而各組隨著儲存天的增加水活性也無顯著的差異( $p > 0.05$ )，其原因可能是由真空包裝並貯存於 4°C 冷藏所故；Okerman *et al* (1985)與王等(1982)均認為真空包裝可使肉製品儲存期間，減低水分喪失。而本試驗之中式香腸同樣以真空包裝方式並貯存於 4°C 環境下，各組處理水活性亦無顯著差異( $p > 0.05$ )，且隨貯存天數的增加水活性也無顯著的差異。

表七、 添加不同濃度芹菜抽出物對中式香腸酸鹼值之影響

Table 7. Effect of different concentrations of celery powder on pH-value of Chinese-style sausages during storage for 8 weeks at 4°C

Treatment <sup>A</sup>	Storage Time (weeks)				
	0	2	4	6	8
Control <sup>B</sup>	6.51 <sup>a,x</sup>	6.43 <sup>b,x</sup>	6.27 <sup>c,x</sup>	6.01 <sup>d,x</sup>	5.95 <sup>e,x</sup>
0.30%	6.36 <sup>a,y</sup>	6.23 <sup>b,y</sup>	5.96 <sup>c,y</sup>	5.85 <sup>d,y</sup>	5.66 <sup>e,y</sup>
0.50%	6.50 <sup>a,x</sup>	6.39 <sup>b,x</sup>	6.20 <sup>c,x</sup>	6.02 <sup>d,x</sup>	5.85 <sup>e,x</sup>
0.70%	6.52 <sup>a,x</sup>	6.43 <sup>b,x</sup>	6.27 <sup>c,x</sup>	6.00 <sup>d,x</sup>	5.88 <sup>e,x</sup>

<sup>A</sup>: celery powder addition.

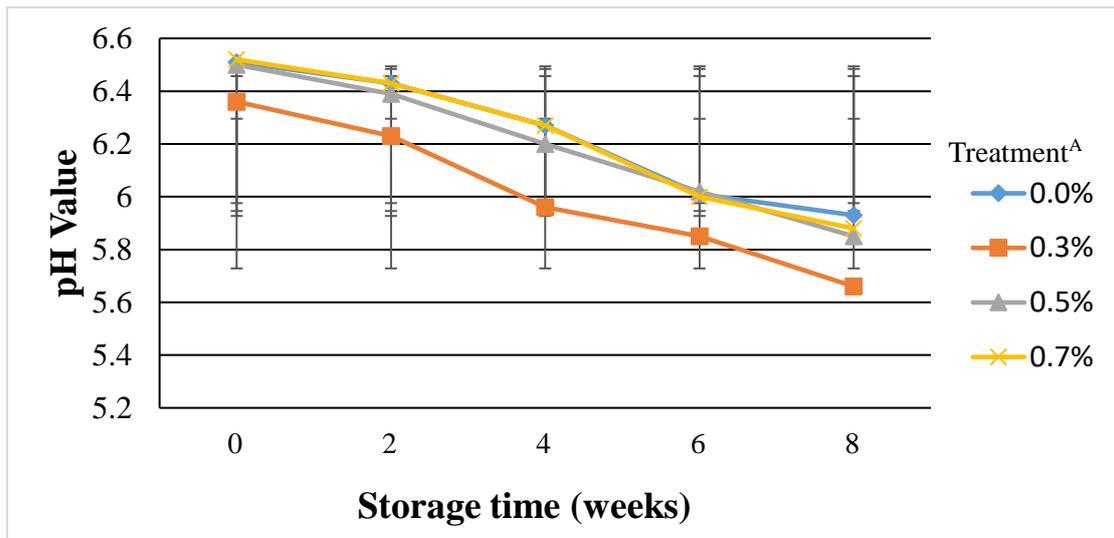
<sup>B</sup>: 150ppm nitrite added.

<sup>a-e</sup>: 同列中不同字母表示有顯著差異。

<sup>a-e</sup>: Different letters in the same row indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).

<sup>x-y</sup>: 同行中不同字母表示有顯著差異。

<sup>x-y</sup>: Different letters in the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).



圖六、添加不同濃度芹菜抽出物對中式香腸酸鹼值之影響。

Fig. 6. Effect of celery powder addition on pH-value of Chinese-style sausages during storage for 8 weeks at 4 °C.

<sup>A</sup>: celery powder addition.

## (二).微生物之變化

食品微生物檢測之總生菌數及大腸桿菌或大腸桿菌群，總生菌常用於現有食品保存期之評估；大腸桿菌與大腸桿菌群則為食品安全衛生之指標(左等，1996；方等，1999；許及胡，2005)。一般而言，真空包裝方式保存之加工肉製品隨著儲存時間的增加，產品中微生物之生長以乳酸菌為主(陳，1991)。因此本試驗微生物檢測包含總生菌數、乳酸菌數以及大腸桿菌群之檢測。

### 1.總生菌數

表七為添加不同芹菜抽出物濃度對中式香腸於4°C下儲存對總生菌數之影響。中式香腸經一定時間醃漬之原料肉充填烘乾製成，結果顯示，中式香腸於第0週保存性試驗0.3%濃度組別之中式香腸其總生菌數與0.5%和0.7%還有對照組相比有顯著較高( $p < 0.05$ )。在第2週開始至第8週實驗結束，0.3%組別之總生菌數其菌數都顯著高於0.5%和0.7%與對照組( $p < 0.05$ )。添加濃度為0.5%組別其總生菌數在第0週至第四週與0.7%濃度組別相比有顯著較高菌數( $p < 0.05$ )，在第6週至第8週實驗結束，0.5%濃度組別其總生菌菌數與0.7%濃度組別沒有顯著差異( $p > 0.05$ )。添加0.7%濃度組別其總生菌數與對照組相比其菌數沒有顯著差異( $p > 0.05$ )，而各處理組之總生菌數，隨著儲存時間增加而上升。

依上述所敘，可得知中式香腸添加芹菜抽出物濃度越高其抑菌效果越佳，尤其以 0.7% 組別中式香腸，其總生菌菌數和對照組相比無顯著差異，Horsch et al. (2014) 在研究指出高濃度芹菜抽出物(1.1%) 與添加 200ppm 亞硝酸鹽肉製品組比起低濃度芹菜抽出物有相佳的抑菌效果( $p < 0.05$ )，因此可確定添加濃度較高芹菜抽出物之中式香腸有較好的抑菌效果。而在各組中式香腸中之總生菌因陳(1991)指出真空包裝方式保存之醃漬肉製品，微生物之生長以乳酸菌為主。在附表一相關分析中總生菌與乳酸菌之相關係數為 0.87 ( $p < 0.05$ )，顯示當總生菌數增加時其乳酸菌也會隨之增加故可以推測在總生菌中其菌種以乳酸菌較為大宗。

## 2. 乳酸菌數

表八為添加不同芹菜抽出物濃度對中式香腸於 4°C 下儲存對乳酸菌數之影響。結果顯示，對照組與添加芹菜抽出物之中式香腸組別在第 0 週與第 2 週均沒有生長，在第 4 週開始各組乳酸菌開始生長，又以添加 0.3% 芹菜抽出物之中式香腸組別與其他組相比有顯著較高的乳酸菌數( $p < 0.05$ )。0.5% 芹菜抽出物組別之中式香腸其乳酸菌數與 0.3% 組別相比在第 4 週與第 8 週均無顯著差異( $p > 0.05$ )，唯有在第 6 週時乳酸菌數有顯著低於 0.3% ( $p < 0.05$ )。添加 0.7% 芹菜抽出物之中式香腸組別其乳酸菌數與 0.3% 和 0.5% 組別相比均有顯著較少的乳酸

菌數( $p < 0.05$ )，其乳酸菌數與對照組相似。由此可得知，中式香腸添加其芹菜抽出物濃度越高，對於產品中乳酸菌的抑制有較佳的成效；然而各組間的乳酸菌數都隨著貯藏天數增加而增加。

以真空包裝方式貯藏之加工肉製品，其微生物生長以乳酸菌為主(陳，1991)，乳酸菌的生長會使產品酸鹼值下降，在本試驗中其各組中式香腸酸鹼值隨著貯藏時間增加有下降趨勢。而本試驗中總生菌數與乳酸菌數之間相關為  $0.86(p < 0.05)$ ，而此試驗之中式香腸以真空包裝冷藏貯存，故中式香腸微生物試驗中總生菌數以乳酸菌數為主，當乳酸菌增漲時總生菌隨之增加，如同 Horsch *et al.*, (2014) 所提出的結果，較高濃度的芹菜抽出物有較好的抑制乳酸菌生長效果。

### 3. 大腸桿菌群

結果顯示如附表五，第 8 週結束時對照對照組(添加 150ppm 亞硝酸鹽)組別，均無大腸桿菌群生長情形。大腸桿菌群可藉由各種途徑污染，從工廠的設備、環境、人員及原料再由此污染最終產品；然而在台灣優良食品產品驗證檢驗項目規格及標準中，中式香腸規定大腸桿菌數量需在 50MPN/g 以下而大腸桿菌群的部分並無特別規範數量。

此次在製作中式香腸時，前機器操作處理均有紫外線殺菌，並且醃漬原料肉時也都是在低溫環境下進行，而中式香腸加工製程中經過乾燥步驟，導致產品表面較為乾燥且在乾燥完後迅速真空包裝冷藏，

且在操作過程中並無手部直接接觸汙染，因此推論由於製作過程防護措施有完善執行使中式香腸各處理組與對照組均無大腸桿菌生長。



表七、添加不同濃度之芹菜抽出物對中式香腸總生菌數之影響

Table 7. Effect of celery powder addition on total plate count of Chinese-style sausages during storage for 8 weeks at 4°C

Treatment <sup>A</sup>	Storage Time (weeks)				
	0	2	4	6	8
	<b>Log CFU/g</b>				
Control <sup>B</sup>	4.02 <sup>d,y</sup>	4.32 <sup>d,y</sup>	4.85 <sup>c,y</sup>	5.32 <sup>b,x</sup>	6.05 <sup>a,x</sup>
0.3%	4.65 <sup>e,w</sup>	5.00 <sup>d,w</sup>	5.54 <sup>c,w</sup>	5.71 <sup>b,w</sup>	6.23 <sup>a,w</sup>
0.5%	4.30 <sup>d,x</sup>	4.61 <sup>d,x</sup>	5.05 <sup>c,x</sup>	5.49 <sup>b,x</sup>	6.11 <sup>a,x</sup>
0.7%	4.05 <sup>e,y</sup>	4.40 <sup>d,y</sup>	4.92 <sup>c,y</sup>	5.40 <sup>b,x</sup>	6.09 <sup>a,x</sup>
SEM = 0.04					

<sup>A</sup>: celery powder addition.

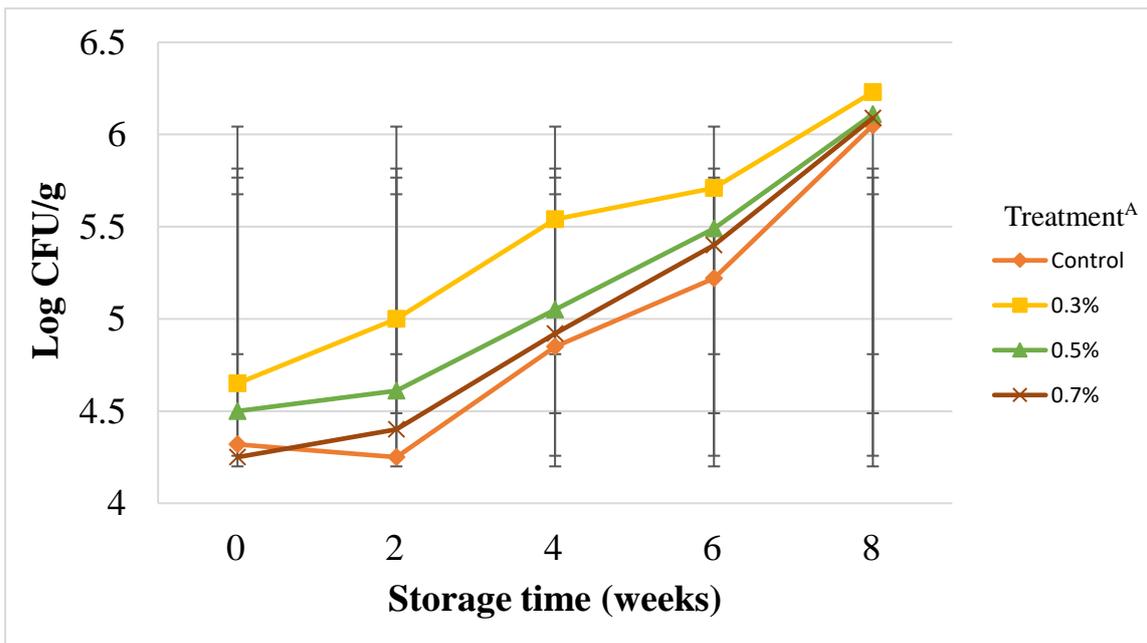
<sup>B</sup>: 150ppm nitrite added.

<sup>a-e</sup>: 同列中不同字母表示有顯著差異。

<sup>a-e</sup>: Different letters in the same row indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).

<sup>w-z</sup>: 同行中不同字母表示有顯著差異。

<sup>w-z</sup>: Different letters in the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).



圖七、添加不同濃度芹菜抽出物對中式香腸總生菌數之影響。

Fig. 7. Effect of celery powder addition on total plate count of Chinese-style sausages during storage for 8 weeks at 4 °C.

<sup>A</sup>: celery powder addition.

表八、添加不同濃度之芹菜抽出物對中式香腸乳酸菌數之影響

Table 8. Effect of celery powder addition on Lactic acid bacteria of Chinese-style sausages during storage for 8 weeks at 4°C

Treatment <sup>A</sup>	Storage Time (weeks)				
	0	2	4	6	8
	<b>Log CFU/g</b>				
Control <sup>B</sup>	-	-	3.74 <sup>b,y</sup>	3.92 <sup>ab,z</sup>	4.01 <sup>a,z</sup>
0.3%	-	-	4.07 <sup>c,x</sup>	4.84 <sup>b,x</sup>	5.11 <sup>a,x</sup>
0.5%	-	-	3.94 <sup>c,x</sup>	4.53 <sup>b,y</sup>	5.03 <sup>a,x</sup>
0.7%	-	-	3.81 <sup>b,y</sup>	4.09 <sup>b,z</sup>	4.53 <sup>a,yz</sup>
SEM = 0.06					

<sup>A</sup>: celery powder addition.

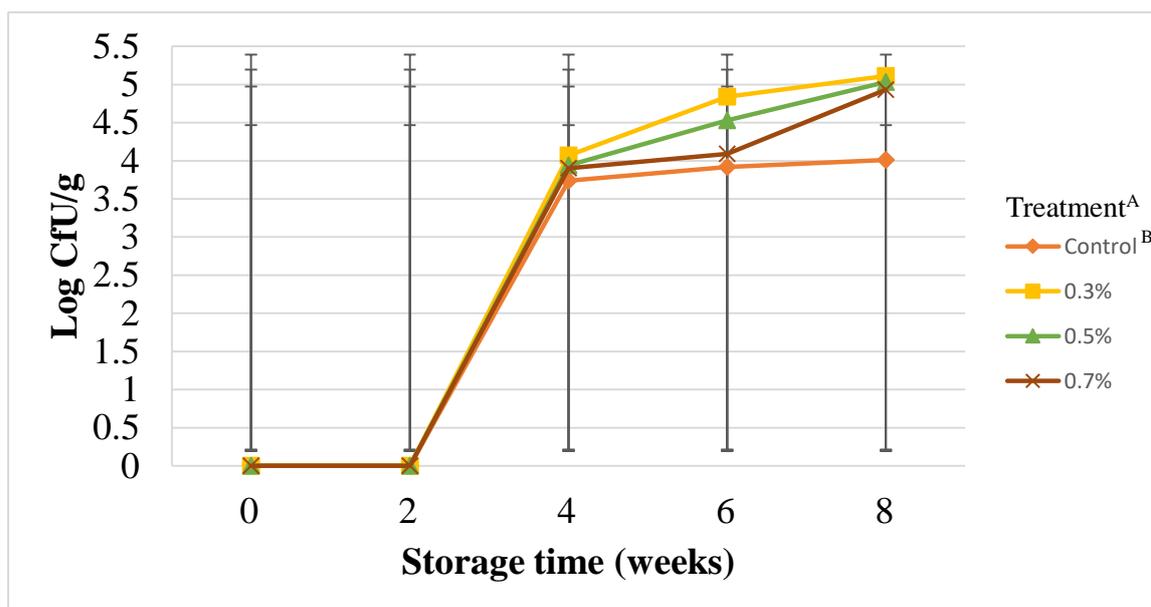
<sup>B</sup>: 150ppm nitrite added.

<sup>a-c</sup>: 同列中不同字母表示有顯著差異。

<sup>a-c</sup>: Different letters in the same row indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).

<sup>x-z</sup>: 同行中不同字母表示有顯著差異。

<sup>x-z</sup>: Different letters in the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).



圖八、添加不同濃度芹菜抽出物對中式香腸乳酸菌數之影響

Fig. 8. Effect of celery powder addition on Lactic acid bacteria of Chinese-style sausages during storage for 8 weeks at 4 °C.

<sup>A</sup>: celery powder addition.

<sup>B</sup>: 150ppm nitrite added.

### (三).色澤之變化

#### 1.亮度值

儲存期間對於中式香腸亮度值影響如表九，各處理組亮度值介於 37.36 至 38.77 之間均沒有顯著差異( $p>0.05$ )。在貯存期間對照組亮度值在數值方面略微添加芹菜抽出物組別高，但並無達到差異顯著，中式香腸之亮度值會因添加芹菜抽出物而造成數值有下降的趨勢，但差異不顯著( $p>0.05$ )。

結果顯示，添加芹菜抽出物會使中式香腸之亮度值降低。中式香腸 L 值變化主要與水分與脂肪含量高低相關，當水分含量減少時亮度值亦會下降(林，2002)。在添加芹菜抽出物處理組部分結果與 Myers *et al.* (2013)相似，Myers *et al.* (2013)指出在火腿中添加 100ppm 與 200ppm 亞硝酸鹽組別其亮度值與添加 0.4% 芹菜抽出物和 0.6% 芹菜抽出物組別均無顯著差異，可是使用芹菜抽出物的組別火腿亮度值比起對照組(添加亞硝酸鹽)數值略為較低。在相關分析中(附表一)，亮度值對酸鹼值為負相關( $r = -0.33$ )，表示隨著酸鹼值下降有較高的亮度值。亮度值的上升與肉的保水力有關，當肉品於低酸鹼值之環境會促使蛋白質之電荷數減少而伴隨滲水現象產生，保水力下降，反射肉品表面大部分光向使亮度增加(鄭，2003)。芹菜抽出物之顏色為黃綠色，添加至中式香腸亦會使香腸顏色加深而降低亮度值，但在不同添加濃

度之間差異並不顯著且並不會影響產品整個亮度值(Magrinya *et al.*, 2009)。

## 2. 紅色值

儲存期間對於中式香腸紅色值影響如表十，各處理組紅色值介於 7.11 至 8.08 均沒有顯著差異( $p > 0.05$ )。在貯存期間對照組紅色值在數值方面略微添加芹菜抽出物組別高，但並無達到差異顯著( $p > 0.05$ )。

加工肉製品之顏色為影響消費者購買意願之指標之一，傳統中式香腸以亞硝酸鹽醃漬成之產品。亞硝酸鹽分解產物為一氧化氮，可與肌紅蛋白結合成亞硝肌紅蛋白而形成典型之醃漬肉色(Fista *et al.*, 2004)。且肉類製品之肉色會影響消費者對產品之接受性(曾與陳，1999)。因此亞硝酸鹽殘留量與紅色值亦為負相關而在相關分析(附表一)表中本實驗紅色值與亞硝酸鹽殘留量為負相關( $r = -0.18$ )與結果相符。本實驗紅色值結果與 Bertol *et al.* (2012)報告結果相符，Bertol *et al.* (2012)指出在莎樂米香腸中添加芹菜抽出物其產品紅色值與添加亞硝酸鹽組別莎樂米香腸沒有顯著差異( $p > 0.05$ )，因此可確定添加芹菜抽出物濃度多寡並不會影響中式香腸紅色值表現。

## 3. 黃色值

表十一為添加芹菜抽出物濃度為 0.3%、0.5%、0.7%與對照組(添加 150 ppm 亞硝酸鹽)對中式香腸黃色值於 4°C 下儲存時之影響。在

儲存期間添加芹菜抽出物組別與對照組隨著儲存時間增加其組別間黃色值沒有顯著差異( $p > 0.05$ )。添加 0.7% 芹菜抽出物組別之中式香腸，其黃色值較 0.3% 與 0.5% 和對照組相比有顯著差異( $p < 0.05$ )，其黃色值都高於其他組別。添加 0.5% 組別之中式香腸黃色值雖與 0.3% 組別在統計上並無顯著差異( $p > 0.05$ )，但從數值觀測中可以發現，添加 0.5% 組別之中式香腸其黃色值數值比起 0.3% 組別有較高的趨勢。

結果顯示，添加芹菜抽出物會使中式香腸黃色值上升，又以添加濃度越高其中式香腸黃色值越高。由於新鮮芹菜為綠色或黃綠色，在經濃縮萃取為芹菜抽出物末後其粉末顏色為黃綠色甚至有些偏綠，在添加芹菜抽出物處理組部分結果與 Magrinya *et al.* (2009) 報告結果相似，在香腸中添加芹菜抽出物其黃色值比對照組添加亞硝酸鹽與硝酸鹽組別來的高，作者指出由於芹菜抽出物本身黃綠色色素造成產品中黃色值上升。因此添加芹菜抽出物會使中式香腸黃色值上升，又以添加濃度越高其黃色值上升越多。在相關分析(附表一)中，黃色值與亮度值和紅色直接呈負相關，亦為黃色值越高其亮度值與紅色值越低。

表九、添加不同濃度之芹菜抽出物對中式香腸亮度值之影響

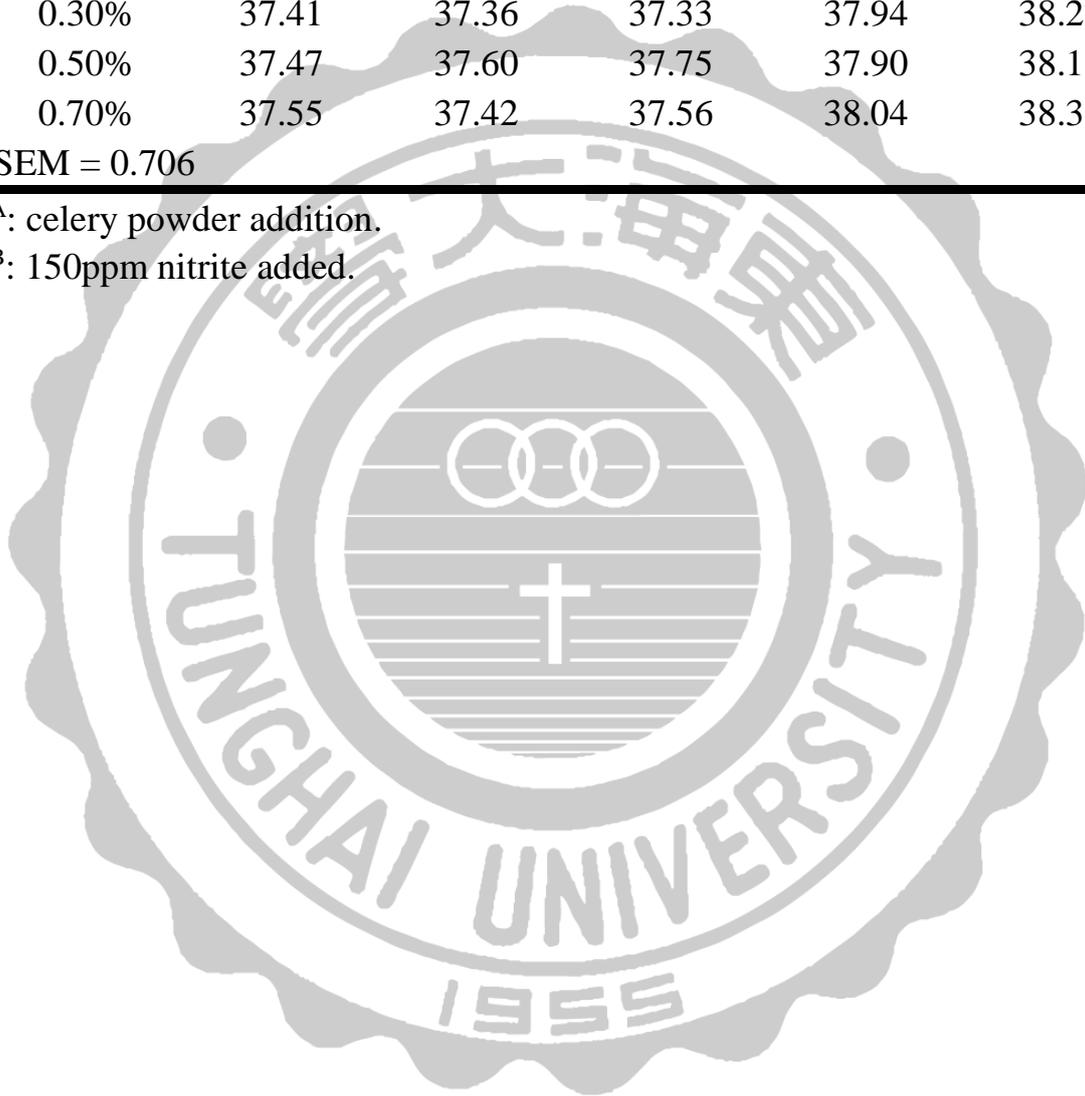
Table 9. Effect of different concentrations of celery powder on L\* value of Chinese-style sausages during storage for 8 weeks at 4°C

Treatment <sup>A</sup>	Storage Time (weeks)				
	0	2	4	6	8
Control <sup>B</sup>	38.75	38.20	38.44	38.33	38.77
0.30%	37.41	37.36	37.33	37.94	38.27
0.50%	37.47	37.60	37.75	37.90	38.18
0.70%	37.55	37.42	37.56	38.04	38.31

SEM = 0.706

<sup>A</sup>: celery powder addition.

<sup>B</sup>: 150ppm nitrite added.



表十、添加不同濃度之芹菜抽出物對中式香腸紅色值之影響

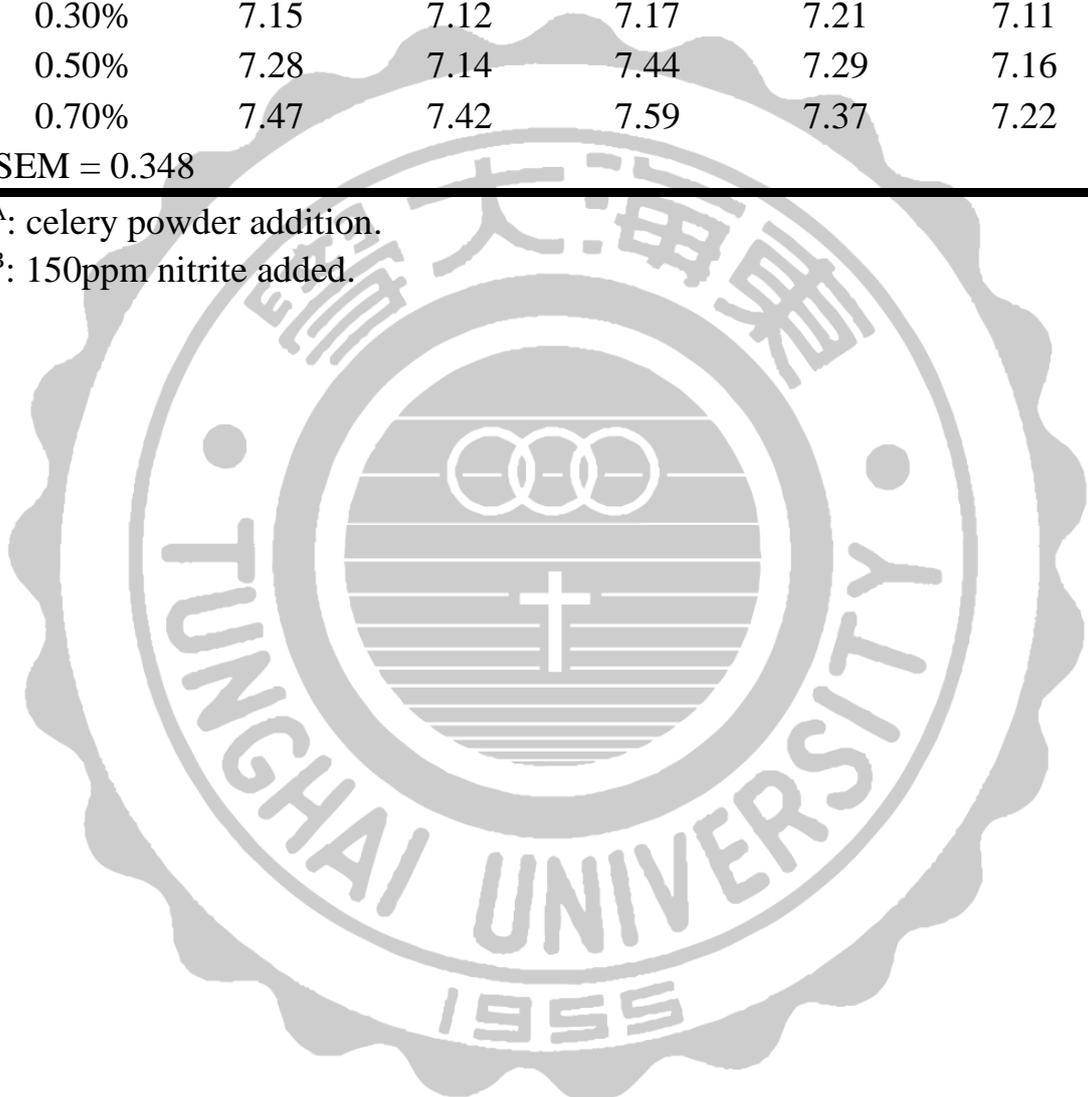
Table 10. Effect of different concentrations of celery powder on  $a^*$  value of Chinese-style sausages during storage for 8 weeks at 4°C

Treatment <sup>A</sup>	Storage Time (weeks)				
	0	2	4	6	8
Control <sup>B</sup>	8.08	7.96	7.85	7.97	7.86
0.30%	7.15	7.12	7.17	7.21	7.11
0.50%	7.28	7.14	7.44	7.29	7.16
0.70%	7.47	7.42	7.59	7.37	7.22

SEM = 0.348

<sup>A</sup>: celery powder addition.

<sup>B</sup>: 150ppm nitrite added.



表十一、添加不同濃度之芹菜抽出物對中式香腸黃色值之影響

Table 9. Effect of celery powder addition on  $b^*$  value of Chinese-style sausages during storage for 8 weeks at 4°C

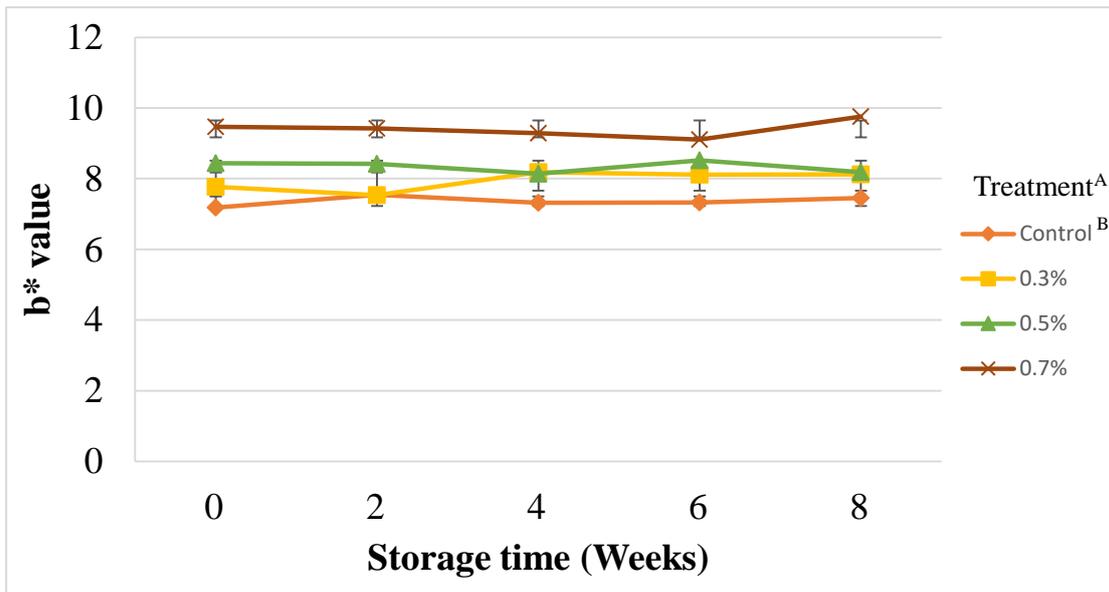
Treatment <sup>A</sup>	Storage Time (weeks)				
	0	2	4	6	8
Control <sup>B</sup>	7.18 <sup>z</sup>	7.34 <sup>z</sup>	7.32 <sup>z</sup>	7.33 <sup>z</sup>	7.25 <sup>z</sup>
0.3%	7.77 <sup>yz</sup>	7.53 <sup>yz</sup>	8.18 <sup>y</sup>	8.11 <sup>y</sup>	8.12 <sup>y</sup>
0.5%	8.44 <sup>y</sup>	8.42 <sup>y</sup>	8.34 <sup>y</sup>	8.52 <sup>xy</sup>	8.38 <sup>y</sup>
0.7%	9.47 <sup>x</sup>	9.42 <sup>x</sup>	9.29 <sup>x</sup>	9.11 <sup>x</sup>	9.76 <sup>x</sup>
SEM =0.272					

<sup>A</sup>: celery powder addition.

<sup>B</sup>: 150ppm nitrite added.

<sup>x-z</sup>: 同行中不同字母表示有顯著差異。

<sup>x-z</sup>: Different letters in the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).



圖九、添加不同濃度芹菜抽出物對中式香腸黃色值之影響

Fig. 9. Effect of celery powder addition on b\* value of Chinese-style sausages during storage for 8 weeks at 4 °C.

<sup>A</sup>: celery powder addition.

<sup>B</sup>: 150ppm nitrite added.

#### (四). 硫巴比妥酸值(TBARS value)

表十二為添加芹菜抽出物濃對中式香腸硫巴比妥酸值於4°C下儲存時之影響。結果顯示，添加芹菜抽出物組別之中式香腸其硫巴比妥酸值，在儲存第0週添加0.3%組別之中式香腸有顯著較高的硫巴比妥酸值( $p < 0.05$ )，而隨著貯存時間拉長其各組硫巴比妥酸值都有顯著上升( $p < 0.05$ )，而在表十中可以看到當芹菜抽出物添加濃度越高，其硫巴比妥酸值有顯著較低的數值( $p < 0.05$ )。由上述可知添加芹菜抽出物於中式香腸中，其添加芹菜抽出物濃度越高其硫巴比妥酸值越低而隨著貯存時間增長各組硫巴比妥酸值會隨之增加。

在文獻探討中所提到在肉製品中添加亞硝酸鹽具有抗氧化作用，且 Tichivangana(1985)與 Goswami(2014)等人提出較高的酸鹼值可延緩亞硝酸鹽的流失使亞硝酸鹽殘留量較高，其隨著亞硝酸鹽含量增加硫巴比妥酸值越低，在相關分析(附表一)中，亞硝酸鹽殘留量與硫巴比妥酸值呈現顯著負相關( $r = -0.74, p < 0.05$ )於文獻結果相符。Cheng *et al.* (2007)提出豬漢堡肉硫巴比妥酸值與酸鹼值相關分析中顯示兩者呈現顯著負相關，代表當酸鹼值越低則脂肪氧化程度越高造成硫巴比妥酸值越高。此結果與本試驗中酸鹼值與硫巴比妥酸值之相關性結果相同( $r = -0.84, p < 0.05$ )，當貯存其拉長中式香腸酸鹼值降低造成亞硝酸鹽殘留量降低使各組中式香腸之硫巴比妥酸值升高。

表十二、添加不同濃度之芹菜抽出物對中式香腸硫巴比妥酸值之影響

Table 12. Effect of celery powder addition on TBARS of Chinese-style sausages during storage for 8 weeks at 4°C

Treatment <sup>A</sup>	Storage Time (weeks)				
	0	2	4	6	8
	O.D. Value				
Control <sup>B</sup>	0.638 <sup>e,y</sup>	0.660 <sup>d,z</sup>	0.681 <sup>c,z</sup>	0.722 <sup>b,z</sup>	0.769 <sup>a,z</sup>
0.3%	0.687 <sup>e,x</sup>	0.711 <sup>d,x</sup>	0.755 <sup>c,x</sup>	0.797 <sup>b,x</sup>	0.843 <sup>a,x</sup>
0.5%	0.643 <sup>e,y</sup>	0.701 <sup>c,xy</sup>	0.732 <sup>c,y</sup>	0.783 <sup>b,x</sup>	0.815 <sup>a,y</sup>
0.7%	0.628 <sup>e,y</sup>	0.692 <sup>c,y</sup>	0.718 <sup>c,y</sup>	0.759 <sup>b,y</sup>	0.797 <sup>a,y</sup>
SEM = 0.006					

<sup>A</sup>: celery powder addition.

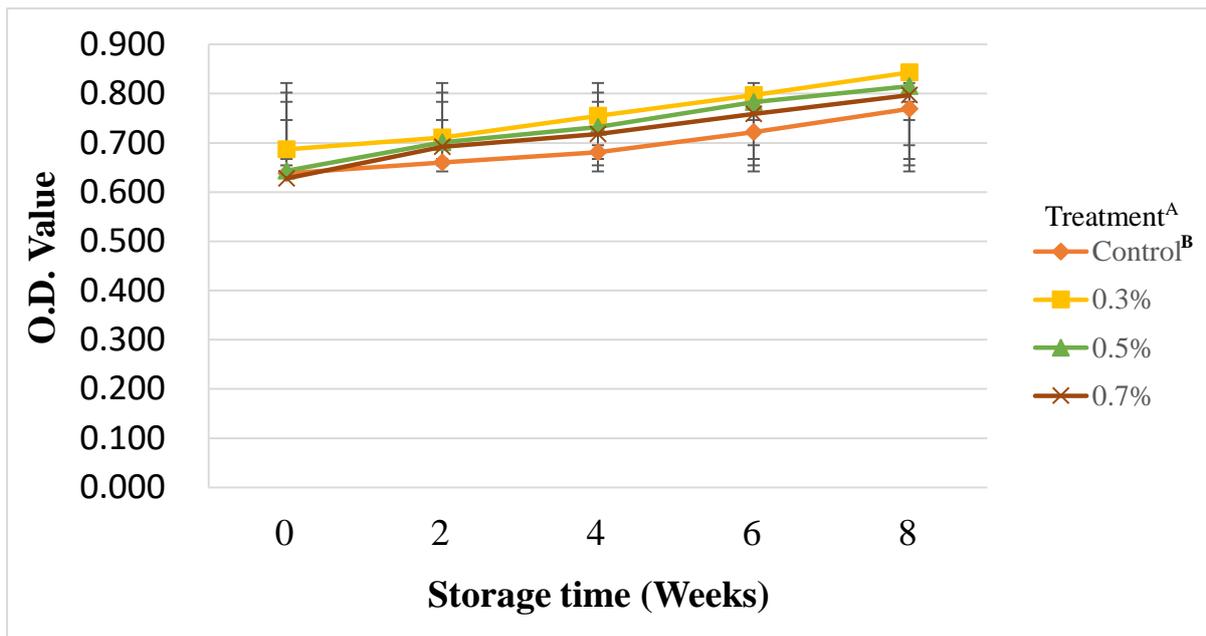
<sup>B</sup>: 150ppm nitrite added.

<sup>a-e</sup>: 同列中不同字母表示有顯著差異。

<sup>a-e</sup>: Different letters in the same row indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).

<sup>x-z</sup>: 同行中不同字母表示有顯著差異。

<sup>x-z</sup>: Different letters in the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).



圖十、添加不同濃度芹菜抽出物對中式香腸硫巴比妥酸值之影響。

Fig. 10. Effect of celery powder addition on TBARS of Chinese-style sausages during storage for 8 weeks at 4 °C.

<sup>A</sup>: celery powder addition.

<sup>B</sup>: 150ppm nitrite added.

## (五).亞硝酸鹽殘留濃度之變化

表十三為添加芹菜抽出物對中式香腸儲存八週保存後其對產品亞硝酸鹽產生的變化，以殘留濃度表示，值愈高表示殘留越多。從表中可看出添加芹菜抽出物之中式香腸組別其濃度越高，亞硝酸鹽殘留就越多，尤其以添加 0.7% 濃度之中式香腸組別最為明顯( $p < 0.05$ )。而在貯存期間添加芹菜抽出物組別與對照組(添加 150 ppm 亞硝酸鹽)之中式香腸，隨著貯存時間增加其亞硝酸鹽分解利用，殘留濃度會明顯下降，經過八週的貯存，各處理的亞硝酸鹽殘留濃度逐漸減少( $p < 0.05$ )。一般而言當亞硝酸鹽添加量愈多其添加之產品殘留量也就會越多，而後整個貯存期的殘留量亦會受到許多因素影響，例如加熱溫度、貯存時間、貯存溫度以及酸鹼值等(Xi *et al.*, 2011)。Drodevic *et al.* (1980)分別比較 pH5.3、5.8 以及 6.3 下產品中亞硝酸鹽殘留量在貯存期內之變化，結果顯示高酸鹼值可延緩肉中亞硝酸鹽的流失，在於相關分析(附表一)中酸鹼值與亞硝酸鹽殘留量之相關係數為顯著正相關( $r = 0.88, p < 0.05$ )與文獻提出結果相符。在 Krause *et al.* (2011)提出在火腿中分別添加 0.2% 芹菜汁抽出物與 0.4% 芹菜汁抽出物與對照組添加 200ppm 亞硝酸鹽組別，經過 42 天的貯存，其各組亞硝酸鹽殘留量隨著貯存天數增加其殘留量隨著減少，作者指出由於火腿的酸鹼值隨著貯存時間下降因而使亞硝酸鹽殘留濃度隨之下降。因此在於本試

驗中產品酸鹼值隨著貯存時間增加其酸鹼值隨之下降，也因酸鹼值的下降加速了亞硝酸鹽分解使得殘留濃度隨時間貯存增加而減少。而產品中乳酸菌的增加造成低酸鹼環境形成的原因，在相關分析(附表一)中，亞硝酸鹽殘留與乳酸菌呈現顯著負相關( $r = -0.72, p < 0.05$ )因此當亞硝殘留量越低其乳酸菌生長也越多並造成中式香腸酸鹼值下降。而亞硝酸鹽在低的酸鹼值環境中，亞硝酸鹽活性較強容易產生還原反應降一氧化氮釋出與肌紅蛋白作用反應生成亞硝肌紅蛋白，形成醃漬產品發色及典型的醃漬肉色(Fista *et al.*, 2004)。因此亞硝酸鹽殘留量與紅色值呈現負相關( $r = -0.18$ )，即是當亞硝殘留量越低則表示亞硝酸鹽被作用越多，一氧化氮與肌紅蛋白結合形成典型醃漬肉色。

表十三、添加不同濃度之芹菜抽出物對中式香腸亞硝酸鹽殘留濃度之影響

Table 13. Effect of celery powder addition on nitrite residual of Chinese-style sausages during storage for 8 weeks at 4°C

Treatment <sup>A</sup>	Storage Time (weeks)				
	0	2	4	6	8
	ppm				
Control <sup>B</sup>	55.23 <sup>a,w</sup>	42.89 <sup>b,w</sup>	35.20 <sup>c,w</sup>	27.00 <sup>d,w</sup>	21.89 <sup>e,w</sup>
0.30%	26.23 <sup>a,z</sup>	20.31 <sup>b,z</sup>	18.09 <sup>c,z</sup>	11.09 <sup>d,z</sup>	11.00 <sup>d,z</sup>
0.50%	38.46 <sup>a,y</sup>	30.39 <sup>b,y</sup>	25.96 <sup>c,y</sup>	16.52 <sup>d,y</sup>	16.17 <sup>d,y</sup>
0.70%	45.41 <sup>a,x</sup>	37.61 <sup>b,x</sup>	30.98 <sup>c,x</sup>	21.73 <sup>d,x</sup>	18.74 <sup>e,x</sup>

SEM = 0.607

<sup>A</sup>: celery powder addition.

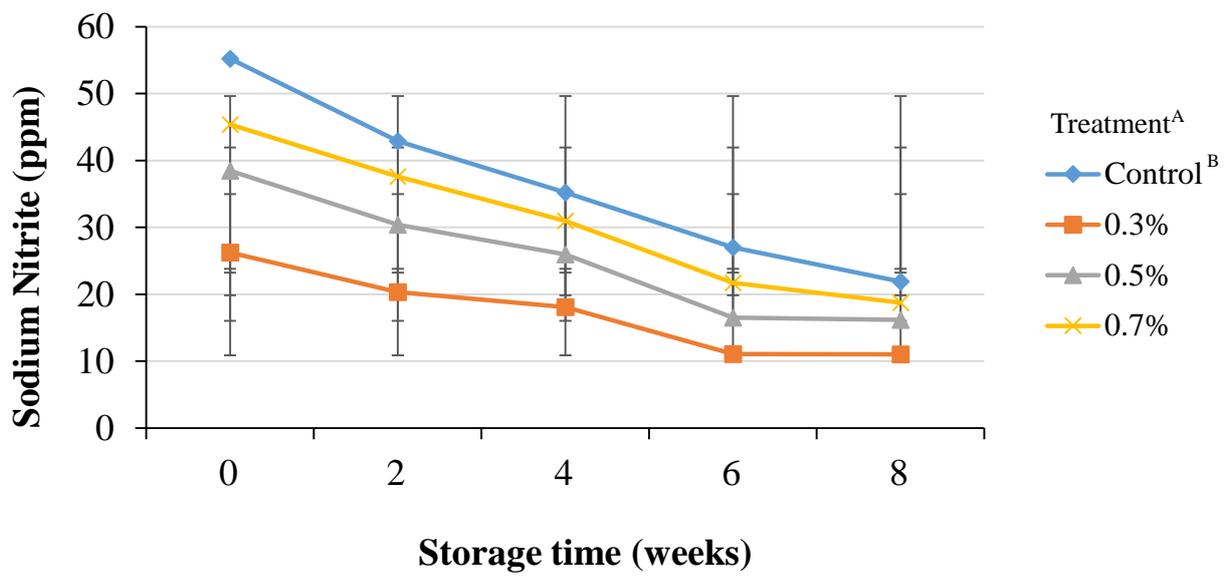
<sup>B</sup>: 150ppm nitrite added.

<sup>a-e</sup>: 同列中不同字母表示有顯著差異。

<sup>a-e</sup>: Different letters in the same row indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).

<sup>w-z</sup>: 同行中不同字母表示有顯著差異。

<sup>w-z</sup>: Different letters in the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).



圖十一、添加不同濃度芹菜抽出物對中式香腸亞硝酸鹽殘留濃度之影響。

Fig. 11. Effect of celery powder addition on nitrite residual of Chinese-style sausages during storage for 8 weeks at 4 °C.

<sup>A</sup>: celery powder addition.

<sup>B</sup>: 150ppm nitrite added.

## (六). 感官品評

芹菜抽出物利用在產品開發過程中，因抽出物可能對產品本身之風味產生影響，故極注重於感官品評之試驗。由七位經過訓練之品評員對其顏色、氣味、組織性、多汁性、鹹味、香腸風味、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 9 分制，顏色(切面)為受測者利用肉眼觀察產品切面的色澤，1 分為顏色極淡，9 分為顏色極深；氣味為以鼻子聞到產品之氣味濃淡，1 分為氣味極淡，9 分為氣味極濃；組織為以門齒切斷產品時判斷其結構狀態，1 分為組織極鬆散，9 分為組織極結實；多汁性為在咀嚼過程中，口腔內所感受到的水油量，1 分為極乾澀，9 分為極多汁；鹹味為產品在口中咀嚼後判斷產品鹹味多寡，1 分為極淡，9 分為極鹹；風味殘留為咀嚼過後，產品殘留於口中之味道，1 分為風味極不佳，9 分為風味極佳；總接受度則是對品評項目進行整體的評估，1 分為總接受度極不佳，9 分為總接受度極佳。

表十二為添加芹菜抽出物 0.3%、0.5%、0.7% 及對照組(添加 150 ppm 亞硝酸鹽)對中式香腸感官品評之影響。在中式香腸色澤方面，對照組與 0.7% 組別評分對於 0.3% 和 0.5% 組別顯著較高( $p < 0.05$ )，而 0.7% 組別經數據觀察，其色澤評分較對照組高。在氣味項目中，對照組與各處理組間無顯著差異( $p > 0.05$ )，但在添加 0.7% 芹菜抽出物組別之評分

上有較高之分數。而在組織性、多汁性、鹹味、風味及總接受度上，對照組與處理間皆無顯著差異( $p>0.05$ )。在鹹味方面，對照組與處理處雖無顯著差異，但是 0.7%組別之中式香腸在鹹味評分上面有略為高分，由於芹菜抽出物有再添加食鹽於其中，所以提升整體中式香腸之鹹味。在於總接受度方面，對照組於處理組雖無顯著差異，但是使用 0.5%組別芹菜抽出物組別之中式香腸其評分分數較其他組別與對照組來的高，因而可得知添加 0.5%芹菜抽出物於中式香腸中其風味是可以被接受的。Sindelar *et al.* (2007)提出在火腿產品中添加約 0.4 至 0.6%芹菜抽出物其產品感官品評上可與一般傳統添加亞硝酸鹽的火腿產品相比擬。

結果顯示，添加不同濃度芹菜抽出物於中式香腸中，對產品感官品評上並不會造成不良之影響。芹菜抽出物本身之氣味及味道並不會影響中式香腸本身之風味。

綜合上述結果，添加芹菜抽出物於中式香腸中，其中式香腸發色狀態與一般添加亞硝酸鹽組別有相同的效果，證明中式香腸中使用芹菜抽出物可完整發色。在抗菌部分，芹菜抽出物濃度得達到 0.7%添加量才可以與一般添加亞硝酸鹽組別中式香腸有一致的效果，但在感官品評部分其 0.7%組別之香腸由於添加濃度較高使得鹹味較高而較人無法接受。而在感官品評表現較好的 0.5%組別在於產品抗菌的部

分其效果不彰，產品在保存第六週開始產品會漸漸產生異味，而因本身中式香腸為生肉醃漬產品，並少為將產品加熱在其保存，因此與一般加工醃漬肉製品比較少了一道加熱殺菌的流程，故將芹菜抽出物轉為添加在西式熟化香腸-法蘭克福香腸，探討添加芹菜抽出物是否可與一般傳統添加亞硝酸鹽組別一樣有相同的發色效果且其產品感官品評是否能被接受。



表十二、添加不同濃度之芹菜抽出物對中式香腸感官品評<sup>A</sup>之影響

Table 12. Effect of celery powder addition on sensory evaluation<sup>A</sup> of Chinese-style sausages during storage for 8 weeks at 4°C

Treatment <sup>B</sup>	Items						
	Color	Odor	Texture	Juiciness	Saltiness	Flavor	Total acceptability
Control <sup>C</sup>	5.00 <sup>ab</sup>	5.57 <sup>a</sup>	5.64 <sup>a</sup>	4.71 <sup>a</sup>	5.14 <sup>a</sup>	5.93 <sup>a</sup>	5.59 <sup>a</sup>
0.3%	4.29 <sup>b</sup>	5.07 <sup>a</sup>	6.14 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	5.06 <sup>a</sup>	5.57 <sup>a</sup>	5.50 <sup>a</sup>
0.5%	4.29 <sup>b</sup>	5.57 <sup>a</sup>	6.21 <sup>a</sup>	4.71 <sup>a</sup>	5.21 <sup>a</sup>	6.00 <sup>a</sup>	5.64 <sup>a</sup>
0.7%	5.79 <sup>a</sup>	5.79 <sup>a</sup>	5.93 <sup>a</sup>	5.29 <sup>a</sup>	6.07 <sup>a</sup>	5.71 <sup>a</sup>	5.29 <sup>a</sup>

<sup>A</sup> Color: 1=extremely light, 9=extremely dark; Odor: 1=extremely bland, 9=extremely intense; Texture: 1= extremely friable, 9=extremely solid; Juiciness: 1=extremely dry, 9=extremely juicy; Saltiness: 1= extremely not salty, 9=extremely salty; Flavor: 1=extremely taste bad, 9=extremely taste good; Total acceptability: 1=extremely dislike, 9=extremely like.

<sup>B</sup>: celery powder addition

<sup>C</sup>: 150ppm nitrite added.

<sup>a-b</sup>: 同行中不同字母代表有顯著差異。

<sup>a-b</sup>: Different letters in the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).

## 二、法蘭克福香腸

### (一).一般成分分析及酸鹼值與水活性

#### 1.一般成分分析

對法蘭克福香腸一般成分之影響如附表八。本實驗中添加芹菜抽出物對於法蘭克福香腸在於有無後加熱殺菌所有處理之法蘭克福香腸之水分、粗蛋白、粗脂肪及灰分各組之間皆無顯著之影響( $p > 0.05$ )。在水分方面各處理在 59.39 至 59.88%；粗脂肪為 18.52 至 19.26%之間；粗蛋白為 14.58 至 14.99%之間；灰分為 2.46 至 2.86%之間。結果顯示，在於法蘭克福香腸中添加芹菜抽出物對於一般成分分析並不會有影響。

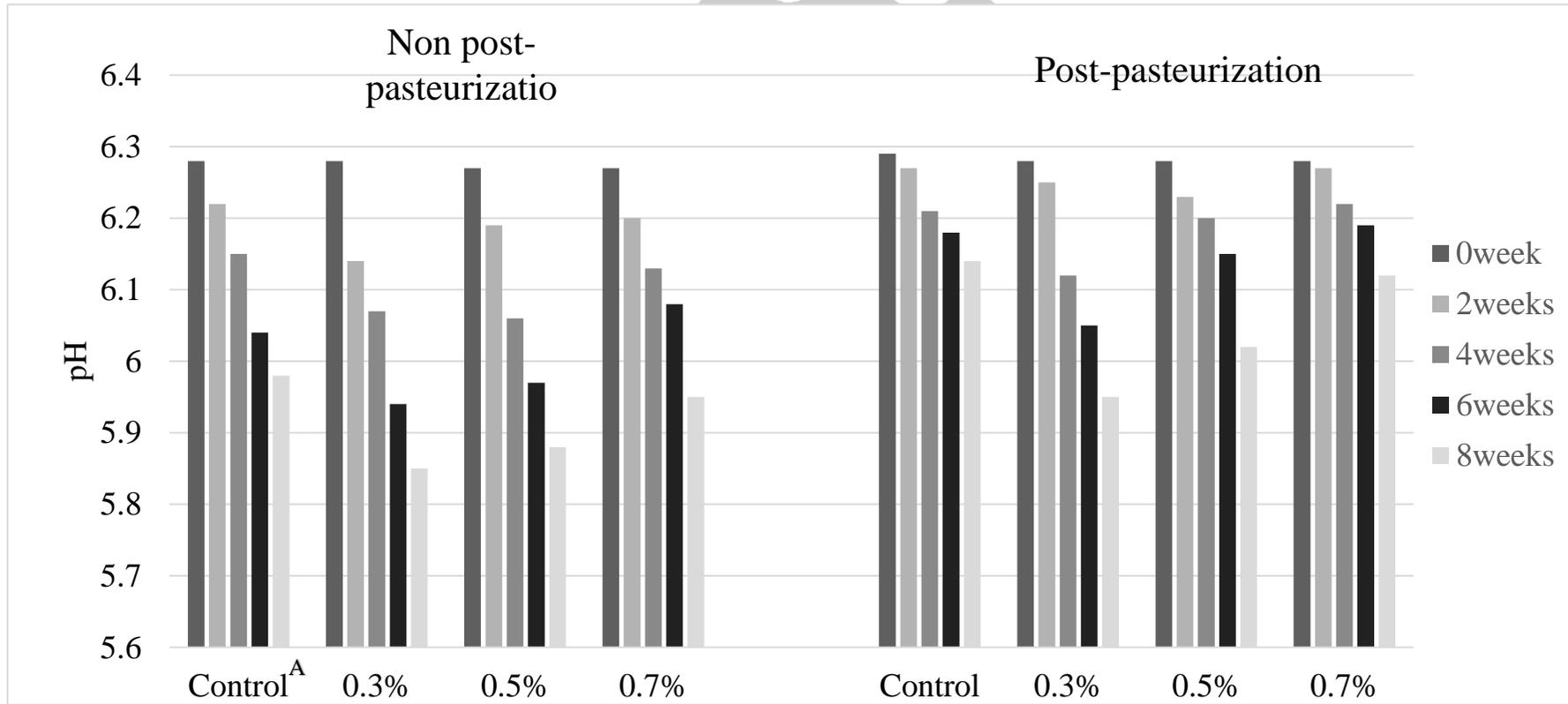
#### 2.酸鹼值

圖十三為法蘭克福香腸 pH 值於冷藏 4°C 下儲存時之影響。在八週的儲存期間，未後加熱殺菌與後加熱殺菌組別之間在統計分析上雖互有顯著差異，而後加熱殺菌組別依實際數據觀察整體酸鹼值之變化範圍僅於 5.95 至 6.29 之間，其變化不明顯。未後加熱殺菌組別之法蘭克福香腸整體酸鹼值變化範圍於 5.85 至 6.28 之間。以真空包裝儲存之醃漬肉製品中生長的微生物以乳酸菌為主(陳，1991)，因此乳酸菌生長產生乳酸導致產品的酸鹼值下降。但本次試驗法蘭克福香腸其乳酸菌在第四週才開始生長因而使整體酸鹼值變化才不明顯，又以後

加熱殺菌組別最為明顯，後加熱殺菌組別其法蘭克福香腸在於第六週添加 0.3% 與 0.5% 的組別有乳酸菌的生長但其數值均偏低而導致整體法蘭克福香腸酸鹼值變化不明顯。由於法蘭克福香腸為一熟化肉製品，因此產品在經加熱之後而產生殺菌的效果，而後加熱殺菌組別為包裝後再次加熱殺菌使法蘭克福香腸有更好的保護力，也因此處理中法蘭克福香腸組別在於第六週其乳酸菌才開始生長。在相關分析(附表二)中酸鹼值與乳酸菌的相關係數為-0.89，也可證明其兩者處理之法蘭克福香腸酸鹼值下降與乳酸菌生長也是有相關，只是整體酸鹼值變化在於前面中式香腸試驗中相比較不明顯變化。

### 3. 水活性之變化

添加不同芹菜抽出物濃度與後加熱殺菌處理組別法蘭克福香腸於 4°C 下貯存間水活性之變化。結果顯示，由於法蘭克福香腸含水量較高因此各組處理水活性介於 0.950 至 0.957 之間，而各組間無顯著差異( $p > 0.05$ )其結果在附表九。



圖十二、添加不同濃度芹菜抽出物與後殺處理對法蘭克福香腸酸鹼值之影響。  
 Fig. 12. Effect of celery powder addition and post-pasteurization on pH-value of Frankfurter.  
<sup>A</sup>: 150ppm nitrite added..

## (二).微生物之變化

食品微生物檢測之總生菌數及大腸桿菌或大腸桿菌群，總生菌常用於食品現有品質之評估；大腸桿菌與大腸桿菌群則為食品安全衛生之指標(左等，1996；方等，1999；許及胡，2005)。一般而言，真空包裝方式保存之加工肉製品隨著儲存時間的增加，產品中微生物之生長以乳酸菌為主(陳，1991)。因此本試驗微生物檢測包含總生菌數、乳酸菌數以及大腸桿菌群之檢測。

### 1.總生菌數

表十三為添加不同芹菜抽出物濃度與後加熱殺菌處理組別法蘭克福香腸於冷藏4°C下儲存對總生菌數之影響。第0週時後加熱殺菌處理組別之總生菌數皆沒有生長，而原先添加不同濃度芹菜抽出物之組別以對照組與添加0.7%芹菜抽出物組別有較低的總生菌數。自第二週起，添加不同濃度芹菜抽出物之各組處理與對照組其總生菌隨著貯存時間增加而增加，又以對照組(添加150 ppm亞硝酸鹽)組別與添加0.7%芹菜抽出物組別有較低的總生菌數。而與後加熱殺菌處理組相比，經二是殺菌後之對照組(添加150 ppm亞硝酸鹽)與添加0.7%芹菜抽出物組別總生菌數皆在貯存第六週才開始生長而添加0.3%與0.5%芹菜抽出物組別在貯存第二週開始總生菌數開始生長，隨著貯存時間增加菌數增加。在實驗貯存週期結束，後加熱殺菌處理組別中以

添加 0.3% 芹菜抽出物組別法蘭克福香腸之總生菌數為最高其次為添加 0.5% 組別，添加 0.7% 組別與對照組相比均有較低的總生菌數。在整體上法蘭克福香腸菌數皆未超過 4.98 Log CFU/g 且經過後加熱殺菌處理組別法蘭克福香腸其總生菌數又較少，由於法蘭克福香腸為一種乳化熟製品，本實驗中法蘭克福香腸經蒸煮後冷卻再以真空包裝袋包裝，而此產品之有效期限，直接受包裝後起始菌數及儲存溫度所受影響(陳等，1996)，而後加熱殺菌處理組別在產品包裝完後亦進行包裝後殺菌，更加確保實驗產品在貯存期間內降低微生物的生長。

## 2. 乳酸菌數

表十四為添加不同芹菜抽出物濃度與後加熱殺菌處理組別對法蘭克福香腸於冷藏 4°C 下儲存對乳酸菌數之影響。結果顯示，未後加熱殺菌之對照組與添加芹菜抽出物之法蘭克福香腸組別在第 0 週與第 2 週均沒有生長，在第 4 週開始各組乳酸菌開始生長，又以添加 0.3% 芹菜抽出物之法蘭克福香腸組別與其他組相比有較高的乳酸菌數，而添加 0.7% 芹菜抽出物之法蘭克福香腸與對照組相比均有較少的乳酸菌數。在後加熱殺菌處理組別部分可以看出法蘭克福香腸產品經包裝後後加熱殺菌，其乳酸菌生長在第四週過後才開始生長，且後加熱殺菌處理組別中添加 150 ppm 亞硝酸鹽組別與 0.7% 芹菜抽出物組別之法蘭克福香腸均在儲存第六週後乳酸菌才開始生長，其乳酸菌

數均比未後加熱殺菌組別來的低。由此可得知，法蘭克福香腸添加其芹菜抽出物濃度越高，對於產品中乳酸菌的抑制有較佳的成效，且法蘭克福香腸經後加熱殺菌處理，能有效的抑制乳酸菌之生長增加產品保存期限。綜合上述，較高濃度的芹菜抽出物添加有較好的抑制乳酸菌生長效果與 Horsch *et al* (2014)所提出在火腿中添加較高濃度芹菜抽出物其乳酸菌數在貯存其間較低濃度芹菜抽出物之火腿低其結果相似，且法蘭克福香腸為一種乳化熟製品，本實驗中法蘭克福香腸經蒸煮後冷卻再以真空包裝袋包裝，而此產品之有效期限，直接受包裝後起始菌數及儲存溫度所受影響(陳等，1996)，而後加熱殺菌處理組別在產品包裝完後亦進行包裝後殺菌，更加確保實驗產品在貯存期間內降低微生物的生長與劉(2017)與林(2015)結果相似，將產品真空包裝經過後加熱殺菌能有效降低微生物生長。

### 3.大腸桿菌群

結果顯示如附表十，未後加熱殺菌處理之添加芹菜抽出物 0.3%、0.5%、0.7%之組別在實驗第 0 週至實驗終點第 8 週結束時與對照組(添加 150 ppm 亞硝酸鹽)及後加熱殺菌處理組別，均無大腸桿菌群生長情形。法蘭克福香腸為一種乳化熟製品，本實驗中法蘭克福香腸經蒸煮後冷卻再以真空包裝袋包裝，而此產品之有效期限，直接受包裝後起始菌數及儲存溫度所受影響。

大腸桿菌群可藉由各種途徑汙染，從工廠的設備、環境、人員及原料再由此汙染最終產品；然而大腸桿菌群並不耐熱，產品經熱處理若檢出大腸桿菌群表示產品受到二次汙染。本實驗中法蘭克福香腸於包裝前後有進行大腸桿菌群之檢測，並未檢測出大腸桿菌群，因此可確定無受二次汙染，而後加熱殺菌處理組別在產品包裝完後亦進行包裝後殺菌，更加確保實驗產品在貯存期間內大腸桿菌群之未檢出。



表十三、添加不同濃度之芹菜抽出物與後殺處理對法蘭克福香腸總生菌數之影響

Table 13. Effect of celery powder addition and post-pasteurization on total plate count of Frankfurter during storage for 8 weeks at 4°C

Treatment <sup>A</sup>	Storage Time (weeks)				
	0	2	4	6	8
	<b>Log CFU/g</b>				
Control <sup>B</sup>	2.39 <sup>d,w</sup>	2.69 <sup>d,x</sup>	2.99 <sup>c,y</sup>	3.81 <sup>b,y</sup>	4.44 <sup>a,w</sup>
0.3%	2.98 <sup>d,v</sup>	4.13 <sup>c,v</sup>	4.44 <sup>bc,v</sup>	4.73 <sup>b,v</sup>	4.98 <sup>a,v</sup>
0.5%	2.54 <sup>d,w</sup>	3.45 <sup>c,w</sup>	4.17 <sup>b,vw</sup>	4.53 <sup>a,vw</sup>	4.77 <sup>a,vw</sup>
0.7%	2.35 <sup>d,w</sup>	2.87 <sup>c,x</sup>	3.87 <sup>b,w</sup>	4.18 <sup>b,w</sup>	4.59 <sup>a,w</sup>
Control(P.P. <sup>B</sup> )	-	-	-	2.94 <sup>b,z</sup>	3.77 <sup>a,x</sup>
0.3%(P.P.)	-	2.79 <sup>c,x</sup>	3.08 <sup>c,x</sup>	4.14 <sup>b,x</sup>	4.74 <sup>a,vw</sup>
0.5%(P.P.)	-	2.33 <sup>d,x</sup>	2.82 <sup>c,y</sup>	3.54 <sup>b,y</sup>	4.05 <sup>a,x</sup>
0.7%(P.P.)	-	-	-	3.27 <sup>b,y</sup>	3.80 <sup>a,x</sup>

<sup>A</sup>: celery powder addition.

<sup>B</sup>: 150ppm nitrite added.

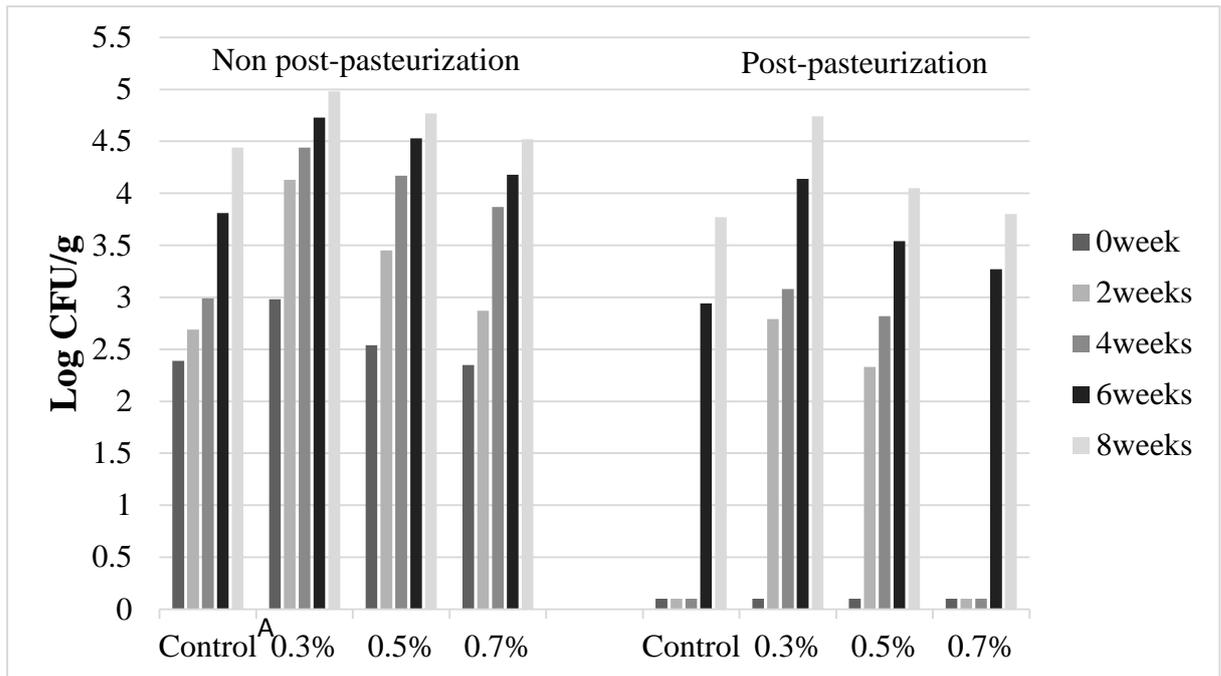
<sup>C</sup>: post-pasteurization.

<sup>a-d</sup>: 同列中不同字母表示有顯著差異。

<sup>a-d</sup>: Different letters in the same row indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).

<sup>v-z</sup>: 同行中不同字母表示有顯著差異。

<sup>v-z</sup>: Different letters in the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).



圖十三、添加不同濃度芹菜抽出物與後殺處理對法蘭克福香腸總生菌數之影響。

Fig. 13. Effect of celery powder addition and post-pasteurization on total plate count of Frankfurter during storage for 8 weeks at 4 °C.

<sup>A</sup>: 150ppm nitrite added..

表十四、添加不同濃度之芹菜抽出物與後殺處理對法蘭克福香腸乳  
酸菌數之影響

Table 14. Effect of celery powder addition and post-pasteurization on  
Lactic acid bacteria of Frankfurter during storage for 8 weeks at 4°C

Treatment <sup>A</sup>	Storage Time (weeks)				
	0	2	4	6	8
	<b>Log CFU/g</b>				
Control <sup>B</sup>	-	-	2.30 <sup>c,x</sup>	2.39 <sup>b,z</sup>	2.93 <sup>a,y</sup>
0.3%	-	-	3.97 <sup>b,y</sup>	4.29 <sup>b,w</sup>	4.96 <sup>a,v</sup>
0.5%	-	-	2.45 <sup>c,x</sup>	3.66 <sup>b,x</sup>	4.09 <sup>a,w</sup>
0.7%	-	-	2.42 <sup>c,x</sup>	3.20 <sup>b,y</sup>	3.63 <sup>a,x</sup>
0.0%(P.P. <sup>B</sup> )	-	-	-	-	2.50 <sup>z</sup>
0.3%(P.P.)	-	-	-	3.63 <sup>b,x</sup>	4.79 <sup>a,v</sup>
0.5%(P.P.)	-	-	-	3.14 <sup>b,y</sup>	3.83 <sup>a,w,x</sup>
0.7%(P.P.)	-	-	-	-	2.77 <sup>z</sup>

<sup>A</sup>: celery powder addition.

<sup>B</sup>: 150ppm nitrite added.

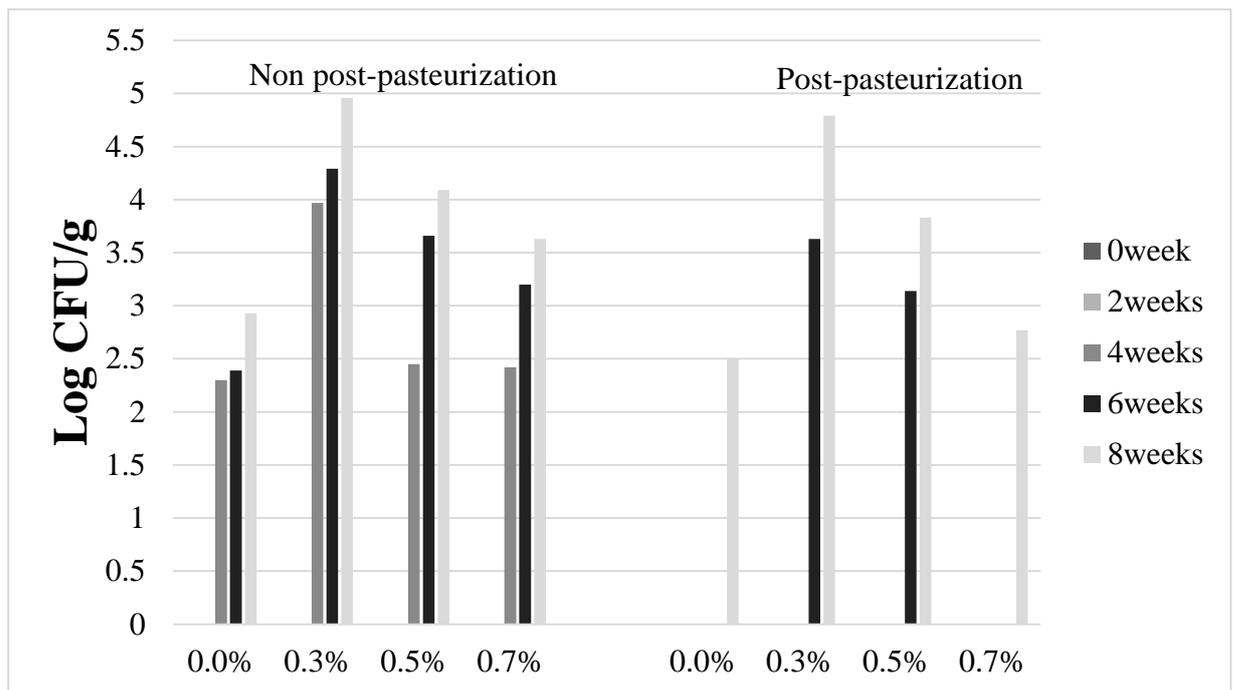
<sup>C</sup>: post-pasteurization.

<sup>a-c</sup>: 同列中不同字母表示有顯著差異。

<sup>a-c</sup>: Different letters in the same row indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).

<sup>v-z</sup>: 同行中不同字母表示有顯著差異。

<sup>v-z</sup>: Different letters in the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).



圖十四、添加不同濃度芹菜抽出物與後殺處理對法蘭克福香腸乳酸菌數之影響。

Fig. 14. Effect of celery powder addition and post-pasteurization on Lactic acid bacteria of Frankfurter during storage for 8 weeks at 4 °C.

### (三).色澤之變化

色澤(L\*,a\*,b\* value)部分，L\*值為亮度值，當L值越高代表產品之表面顏色越亮，反之越暗；a\*值為紅色值，a\*值越高代表產品表面呈現的顏色較紅；b\*值為黃色值，b\*值越高代表產品表面呈現的顏色較黃。

#### 1.亮度值

在儲存期內，對照組與處理組之間亮度值均在 66.01 至 67.46 之間且無顯著差異( $p > 0.05$ )其結果在表十五。肉品在於低酸鹼環境會促使蛋白質之電荷數減少進而使肌紅蛋白質變性，且會伴隨滲水現象之發生，因此反受熱品表面之大部分光線而是亮度值增加(林, 1992; 張, 1995)。而在此次試驗中 pH 值較低的組別(未後加熱殺菌組別)其亮度值並沒有與其他組別有顯著差異，且酸鹼值與亮度值之相關為-0.031，相關亦不顯著( $p > 0.05$ )，Matthew *et al.* (2011)指出在熟香腸添加芹菜粉與櫻桃粉替代亞硝酸鹽，在 56 天貯存期間其亮度值不會隨添加物增加而加，因此芹菜抽出物本身之顏色亦未對法蘭克福香腸之亮度值產生影響。

#### 2.紅色值

儲存期間，各處理組紅色值在 6.87 至 7.13 之間且無顯著差異( $p > 0.05$ )其結果在表十六。肉品之酸鹼值會影響肌紅蛋白之氧化速率，

隨著酸鹼值因貯存時間增加而下降，變性肌紅蛋白之含量會增加，由於較低的酸鹼值會使肌紅蛋白結構中的球蛋白三級結構與血色值蛋白變性，使 $Fe^{++}$ 暴露於外部環境，而形成更多之變性肌紅蛋白 $Fe^{+++}$ ，造成 $a^*$ 值下降(Zhu and Brewer 2002)，而此次試驗之酸鹼值項目中，後加熱殺菌組別項目有明顯的酸鹼值差異，但其結果不影響紅色值表現。結果顯示，添加芹菜抽出物之處理組與對照組於紅色值之間皆無顯著差異( $p > 0.05$ )。本實驗紅色值結果與 Horsch *et al.* (2014)報告結果相符，Horsch *et al.* (2014)指出在火腿中添加 0.6%與 1.1%濃度芹菜抽出物其產品紅色值與添加 100ppm 和 200ppm 亞硝酸鹽組別火腿沒有顯著差異( $p > 0.05$ )，因此可確定添加芹菜抽出物濃度多寡並不會影響法蘭克福香腸紅色值表現。

### 3. 黃色值

表十七為未後加熱殺菌之添加芹菜抽出物濃度為 0.3%、0.5%、0.7%與對照組(添加 150 ppm 亞硝酸鹽)與後加熱殺菌處理組別對法蘭克福香腸黃色值於冷藏 4°C 下儲存時之影響。在儲存期間添加未後加熱殺菌組別與後加熱殺菌組別隨著儲存時間增加其組別間黃色值沒有顯著差異( $p > 0.05$ )。

其中未後加熱殺菌組別中使用 0.7%芹菜抽出物組別與後加熱殺菌處理組別 0.7%芹菜抽出物組別之法蘭克福香腸，其黃色值較其他

處理組有顯著差異( $p < 0.05$ )，其黃色值都高於其他組別。0.5%處理之法蘭克福香腸在有無後加熱殺菌組別中其黃色值雖與 0.3%組別在統計上並無顯著差異( $p > 0.05$ )，但是從數值觀測中可以發現，添加 0.5%芹菜抽出物之法蘭克福香腸其黃色值數值比起 0.3%組別有較高的趨勢。結果顯示，添加芹菜抽出物會使法蘭克福香腸黃色值上升，又以添加濃度越高其法蘭克福香腸黃色值越高。其結果相同於 Horsch *et al.*(2014)報告結果，在火腿中添加芹菜抽出物濃度越高其黃色值越高，作者指出由於芹菜抽出物本身黃綠色色素造成產品中黃色值上升。另外 Pietrasik *et al.*(2016)指出，在火腿當中添加芹菜抽出物作為醃料與一般使用亞硝酸鹽作為醃料，芹菜抽出物組別其黃色值較一般使用亞硝酸鹽組別有顯著較高的差異( $p < 0.05$ )。因此添加芹菜抽出物會使法蘭克福香腸黃色值上升，又以添加濃度越高其黃色值上升越多。

在色澤分析上，添加不同濃度芹菜抽出物之法蘭克福香腸，對於亮度值和紅色值影響不大。一般法蘭克福香腸為經過亞硝酸鹽之乳化熟製品，其影響顏色變化因素較為多種，而一般與酸鹼值有關，亞硝酸鹽分解之產物為一氧化氮，與肌紅蛋白可結合形成典型醃漬肉色，而酸鹼值降低可加速亞硝酸鹽還原營一氧化氮(Fista *et al.*, 2004)，但在此試驗中酸鹼值的變化不明顯因此不影響色澤使之明顯變化。

表十五、添加不同濃度之芹菜抽出物與後殺處理對法蘭克福香腸亮度  
值之影響

Table 15. Effect of celery powder addition on L\* value of Frankfurter  
during storage for 8 weeks at 4°C

Treatment <sup>A</sup>	Storage Time (weeks)				
	0	2	4	6	8
Control <sup>B</sup>	66.98	66.74	66.98	67.46	67.04
0.3%	66.51	67.42	66.74	66.37	66.01
0.5%	66.35	65.78	66.65	66.26	66.67
0.7%	66.64	66.68	66.94	66.26	66.89
Control(P.P.*)	66.65	66.62	66.31	67.20	66.96
0.3%(P.P.)	66.31	67.43	66.34	67.01	66.75
0.5%(P.P.)	66.23	66.37	66.87	66.97	67.01
0.7%(P.P.)	66.87	66.83	66.34	66.23	66.78
SEM = 0.826					

<sup>A</sup>: celery powder addition.

<sup>B</sup>: 150ppm nitrite added.

\*: post-pasteurization.

表十六、添加不同濃度之芹菜抽出物與後殺處理對對法蘭克福香腸紅色值之影響

Table 16. Effect of celery powder addition on a\* value of Frankfurter during storage for 8 weeks at 4°C

Treatment <sup>A</sup>	Storage Time (weeks)				
	0	2	4	6	8
Control <sup>B</sup>	7.07	6.89	6.95	7.13	6.91
0.3%	6.98	6.87	7.09	6.97	6.93
0.5%	6.94	7.03	6.97	7.02	7.04
0.7%	6.98	7.05	7.08	7.07	7.02
Control(P.P. *)	7.12	6.97	6.99	7.02	6.94
0.3%(P.P.)	7.05	6.89	7.01	6.98	6.93
0.5%(P.P.)	7.04	6.92	6.97	7.09	7.04
0.7%(P.P.)	7.08	7.12	7.12	7.13	7.06

SEM = 0.262

<sup>A</sup>: celery powder addition.

<sup>B</sup>: 150ppm nitrite added.

\*: post-pasteurization.

表十七、添加不同濃度之芹菜抽出物與後殺處理對法蘭克福香腸黃色值之影響

Table 17. Effect of celery powder addition and post-pasteurization on b\* value of Frankfurter during storage for 8 weeks at 4°C

Treatment <sup>A</sup>	Storage Time (weeks)				
	0	2	4	6	8
Control <sup>B</sup>	10.21 <sup>y</sup>	9.89 <sup>y</sup>	9.90 <sup>y</sup>	10.03 <sup>y</sup>	10.17 <sup>y</sup>
0.3%	10.26 <sup>y</sup>	10.35 <sup>y</sup>	10.43 <sup>y</sup>	10.28 <sup>y</sup>	10.63 <sup>y</sup>
0.5%	10.92 <sup>y</sup>	10.95 <sup>y</sup>	11.01 <sup>y</sup>	10.82 <sup>y</sup>	11.01 <sup>y</sup>
0.7%	12.59 <sup>x</sup>	12.91 <sup>x</sup>	12.78 <sup>x</sup>	12.90 <sup>x</sup>	12.63 <sup>x</sup>
Control(P.P.*)	10.11 <sup>y</sup>	9.79 <sup>y</sup>	9.91 <sup>y</sup>	10.03 <sup>y</sup>	9.77 <sup>y</sup>
0.3%(P.P.)	10.46 <sup>y</sup>	10.28 <sup>y</sup>	10.43 <sup>y</sup>	10.23 <sup>y</sup>	10.73 <sup>y</sup>
0.5%(P.P.)	10.97 <sup>y</sup>	11.01 <sup>y</sup>	10.97 <sup>y</sup>	10.78 <sup>y</sup>	10.97 <sup>y</sup>
0.7%(P.P.)	12.69 <sup>x</sup>	12.81 <sup>x</sup>	12.89 <sup>x</sup>	12.75 <sup>x</sup>	12.63 <sup>x</sup>

SEM = 0.474

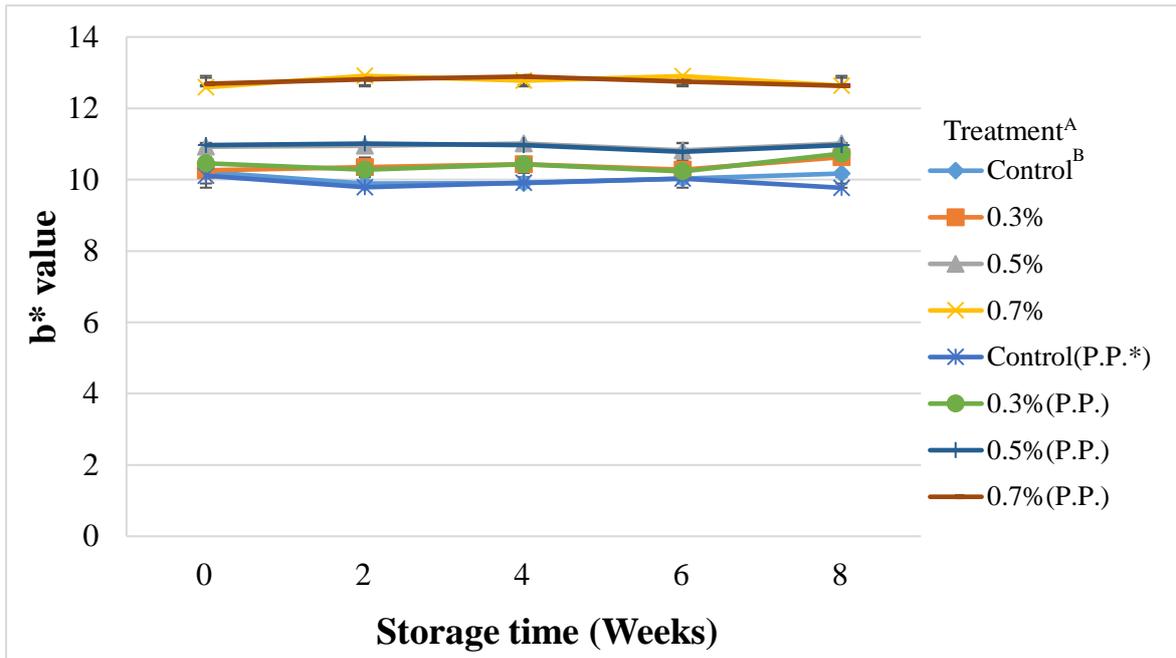
<sup>A</sup>: celery powder addition.

<sup>B</sup>: 150ppm nitrite added..

\*: post-pasteurization.

<sup>x-y</sup>: 同行中不同字母表示有顯著差異。

<sup>x-y</sup>: Different letters in the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).



圖十五、添加不同濃度芹菜抽出物與後殺處理對法蘭克福香腸黃色值之影響。

Fig. 15 Effect of celery powder addition and post-pasteurization on b\* value of Frankfurter during storage for 8 weeks at 4 °C.

A: celery powder addition.

B: 150ppm nitrite added.

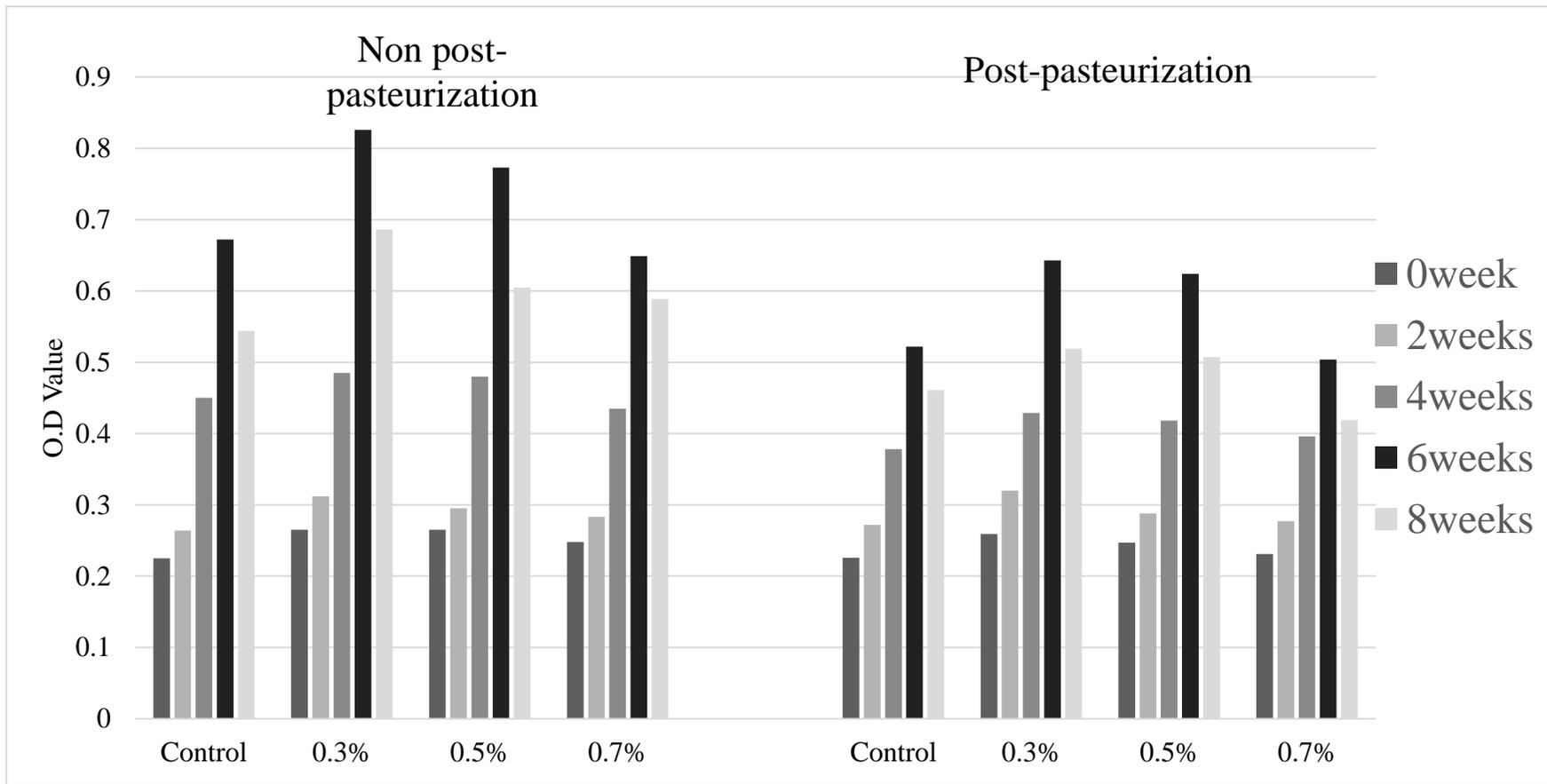
\*: post-pasteurization.

#### (四). 硫巴比妥酸值(TBARS value)

圖十四為添加芹菜抽出物對法蘭克福香腸硫巴比妥酸值於冷藏4°C下儲存時之影響。結果顯示，添加0.3%芹菜抽出物組別其硫巴比妥酸值顯著高於其他組別( $p < 0.05$ )，又以未後加熱殺菌處理中0.3%組別之硫巴比妥酸值在貯存期間有顯著最高之硫巴比妥酸值( $p < 0.05$ )。在後加熱殺菌組別中，後加熱殺菌之法蘭克福香腸硫巴比妥酸值較未後加熱殺菌處理來的低，而兩者殺菌處理添加芹菜抽出物之法蘭克福香腸在第0週至第6週隨著貯存時間增加其各組硫巴比妥酸值都有顯著上升( $p < 0.05$ )，在第6週硫巴比妥酸值達到最高峰，隨著貯存時間到第8週硫巴比妥酸值下降下來，主要因產生的丙二醛為產品氧化酸敗之中間產物，當達到最高峰後會隨著時間逐漸減少。以真空包裝並低溫儲存之產品，因低溫並隔絕空氣而使過氧化物之生成速率比分解速率慢，導致丙二醛之萃取量減少，因此硫巴比妥酸值之上升程度不高(郭等，1986)。

從前述得知後加熱殺菌組別之法蘭克福香腸，因後加熱殺菌後降低乳酸菌生長使整體法蘭克福香腸酸鹼值比起未加熱殺菌處理組之法蘭克福香腸來的高，造成後加熱殺菌處理組之法蘭克福香腸硫巴比妥酸值均較未後加熱殺菌組別低，如同 Thomas *et al.* (2010)提出不同溫度(80°C、90°C、100°C)之包裝後殺菌對豬肉香腸品質之影響，結果

顯示經過加熱處理可維持貯存之 pH 值、降低貯存期 TBARS 值並與對照組相比顯著差異。根據 Cheng *et al.* (2007) 提出豬漢堡肉硫巴比妥酸值與酸鹼值相關分析中顯示兩者呈現顯著負相關，代表當酸鹼值越低則脂肪氧化程度越高造成硫巴比妥酸值越高，因此在相關分析(附表二)中，硫巴比妥酸值與酸鹼值呈現顯著附相關( $r = -0.94, p < 0.05$ )此結果與本試驗中酸鹼值與硫巴比妥酸值之相關性結果相同也如同 Sindelar *et al.* (2007) 報告指出，在火腿中添加芹菜抽出物對於一般添加亞硝酸鈉的火腿組別相比其硫巴比妥酸值隨著酸鹼值越高其硫巴比妥酸值有較低之現象。而在中式香腸中所提到，較高的酸鹼值可延緩亞硝酸鹽的流失使亞硝酸鹽殘留量較高，當亞硝酸鹽含量高對於抗氧化作用就較強，因在試驗中無論是否後加熱殺菌處理兩者 0.3% 組別有最高之硫巴比妥酸值。



圖十六、添加不同濃度之芹菜抽出物對法蘭克福香腸硫巴比妥酸值之影響。

Fig. 16. Effect of celery powder addition and post-pasteurization on TBARS of Frankfurter during storage for 8 weeks at 4°C.

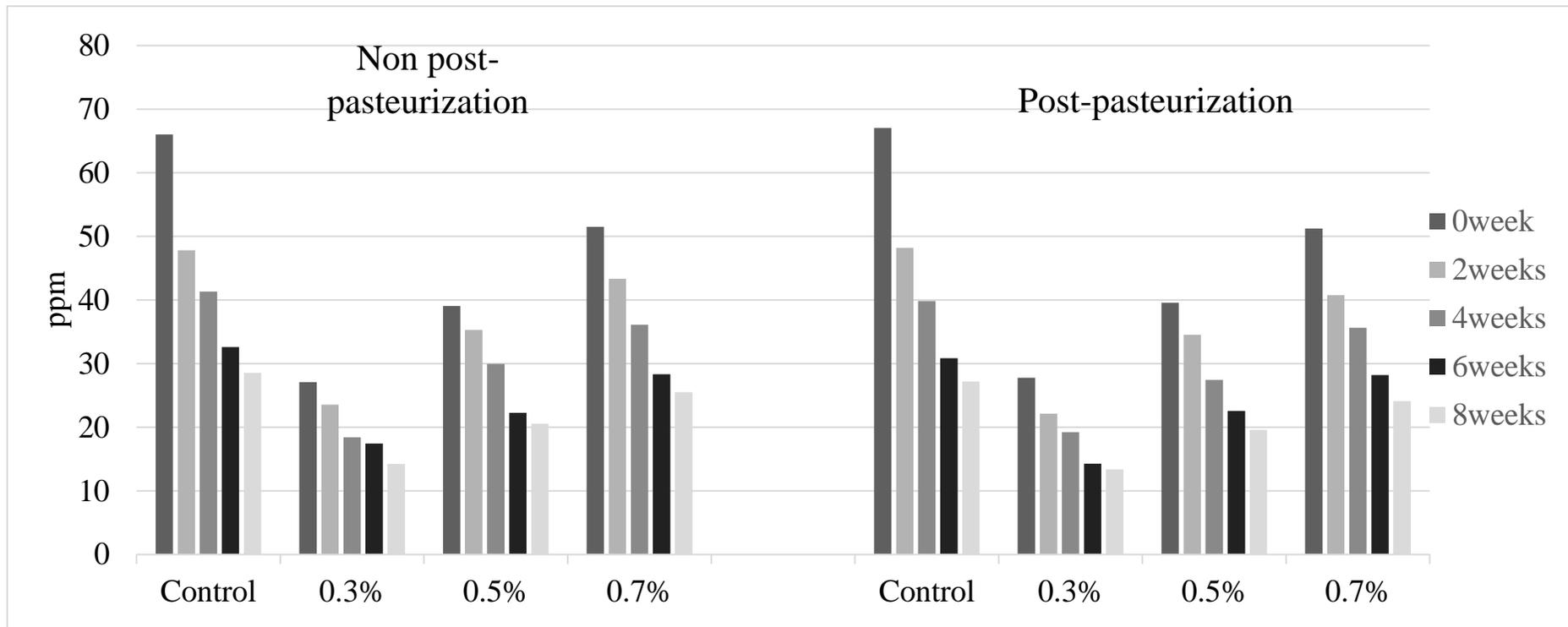
#### (五).亞硝酸鹽殘留濃度之變化

圖十五為添加芹菜抽出物濃度對法蘭克福香腸冷藏4°C下儲存且八週保存後其對產品亞硝酸鹽產生的變化，以殘留濃度表示，愈高表示殘留越多。從圖中可看出未後加熱殺菌與後加熱殺菌處理之法蘭克福香腸組別其添加芹菜抽出物濃度越高，亞硝酸鹽殘留就越多，尤其以添加0.7%濃度之法蘭克福香腸組別最為明顯( $p < 0.05$ )。在貯存期間未後加熱殺菌處理與後加熱殺菌處理組之法蘭克福香腸，隨著貯存時間增加其亞硝酸鹽分解利用，殘留濃度會明顯下降( $p < 0.05$ )，經過八週的貯存，各處理的亞硝酸鹽殘留濃度逐漸減少( $p < 0.05$ )。而在圖中也可以看出經過後加熱殺菌處理之法蘭克福香腸整體亞硝酸鹽殘留量都較未後加熱殺菌處理有較低的趨勢，判斷因其組別有再次加熱殺菌因此加速亞硝酸鹽分解利用所造成。一般而言當亞硝酸鹽添加量愈多其添加之產品殘留量也就會越多，而後整個貯存期的殘留量亦會受到許多因素影響，例如加熱溫度、貯存時間、貯存溫度以及酸鹼值等 (Xi *et al.*, 2011)。

Matthew *et al.* (2011)也提出在熟香腸中分別添加芹菜粉與櫻桃粉與對照組添加200 ppm亞硝酸鹽組別，經過84天的貯存，其各組亞硝酸鹽殘留量隨著貯存天數增加其殘留量隨著減少，作者指出由於熟香腸的酸鹼值隨著貯存時間下降因而使亞硝酸鹽殘留濃度隨之下降。在

相關分析(附表二)中酸鹼值與亞硝酸鹽殘留量之相關係數為顯著正相關( $r = 0.79, p < 0.05$ )與文獻提出結果相符，因此在於本試驗中產品期酸鹼值隨著貯存時間增加其酸鹼值隨之下降，也因酸鹼值的下降加速了亞硝酸鹽分解使得殘留濃度隨時間貯存增加而減少。





圖十七、添加不同濃度之芹菜抽出物對法蘭克福香腸亞硝酸鹽殘留濃度之影響。

Fig. 17. Effect of celery powder addition and post-pasteurization on nitrite residual of Frankfurter during storage for 8 weeks at 4°C.

## (六).感官品評

芹菜抽出物利用在產品開發過程中，因抽出物可能對產品本身之風味產生影響，故極注重於感官品評之試驗。由七位經過訓練之品評員對其顏色、氣味、嫩度、多汁性、鹹味、風味、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 9 分制，顏色(切面)為受測者利用肉眼觀察產品切面的色澤，1 分為顏色極淡，9 分為顏色極深；氣味為以鼻子聞到產品之氣味濃淡，1 分為氣味極淡，9 分為氣味極濃；嫩度為以門齒切斷產品時所需的力，1 分為極乾硬，9 分為極柔軟；多汁性為在咀嚼過程中，口腔內所感受到的水油量，1 分為極乾澀，9 分為極多汁；鹹味為產品在口中咀嚼後判斷產品鹹味多寡，1 分為極淡，9 分為極鹹；風味殘留為咀嚼過後，產品殘留於口中之味道，1 分為風味極不佳，9 分為風味極佳；總接受度則是對品評項目進行整體的評估，1 分為總接受度極不佳，9 分為總接受度極佳。

表十六為添加芹菜抽出物 0.3%、0.5%、0.7% 及對照組(添加 150ppm 亞硝酸鹽)與後加熱殺菌組對法蘭克福香腸感官品評之影響。兩種處理組別在各項感官項目中分數均無顯著差異唯有在不同芹菜抽出物添加濃度組別產生差異，在法蘭克福香腸色澤方面，不同芹菜抽出物添加濃度與後加熱殺菌處理中添加 150ppm 亞硝酸鹽與 0.7% 組別評

分對於 0.3% 和 0.5% 組別顯著較高 ( $p < 0.05$ )，而 0.7% 組別經數據觀察，其色澤評分較對照組高。在氣味項目中，不同芹菜抽出物添加濃度與後加熱殺菌處理之各處理組間無顯著差異 ( $p > 0.05$ )，但在添加 0.7% 芹菜抽出物組別之評分上有較高之分數。而在嫩度、多汁性、風味及總接受度上，對照組與處理間皆無顯著差異 ( $p > 0.05$ )。在鹹味方面，兩種處理中濃度 0.7% 組別之法蘭克福香腸在鹹味評分上面有顯著較高分 ( $p < 0.05$ )，由於芹菜抽出物有再添加食鹽於其中，所以提升整體法蘭克福香腸之鹹味。在於總接受度方面，兩種處理之法蘭克福香腸其不同芹菜抽出物添加濃度與添加 150ppm 亞硝酸鹽組雖無顯著差異，但其 0.5% 組別芹菜抽出物組別之法蘭克福香腸其評分分數較其他不同濃度組別與添加 150ppm 亞硝酸鹽來的高，參考在 Sindelar *et al.* (2007) 報告中所提出在火腿中添加約 0.4 至 0.6% 芹菜抽出物其產品感官品評結果與一般傳統添加亞硝酸鹽的火腿產品相似。因此可證明添加 0.5% 芹菜抽出物於法蘭克福香腸中其風味在於總接受度上是最高的。

結果顯示，添加不同濃度芹菜抽出物於法蘭克福香腸中，對產品感官品評上並不會造成不良之影響，而後加熱殺菌處理組別也並不會影響法蘭克福香腸之感官品評且芹菜抽出物本身之氣味及味道並不會影響法蘭克福香腸本身之風味。

表十八、添加不同濃度之芹菜抽出物與後殺處理對法蘭克福香腸感官品評<sup>A</sup>之影響

Table 18. Effect of celery powder addition and post-pasteurization on sensory evaluation<sup>A</sup> of Frankfurter during storage for 8 weeks at 4°C

Treatment <sup>B</sup>	Items						
	Color	Odor	Tenderness	Juiciness	Saltiness	Flavor	Total acceptability
Control <sup>C</sup>	4.00	5.67	6.67	5.67	5.00 <sup>b</sup>	5.92	6.00
0.3%	3.50	5.58	5.58	5.33	5.33 <sup>b</sup>	5.75	5.83
0.5%	3.92	6.00	5.92	5.75	5.33 <sup>b</sup>	6.25	6.42
0.7%	4.25	5.33	6.17	5.50	6.33 <sup>a</sup>	5.67	5.67
Control(P.P. <sup>D</sup> )	3.96	5.59	6.23	5.61	5.08 <sup>b</sup>	5.91	6.08
0.3%(P.P.)	3.42	5.45	5.62	5.13	5.26 <sup>b</sup>	5.67	5.79
0.5%(P.P.)	3.88	6.03	5.84	5.81	5.38 <sup>b</sup>	6.18	6.45
0.7%(P.P.)	4.18	5.38	6.01	5.43	6.28 <sup>a</sup>	5.55	5.70

<sup>A</sup> Color: 1=extremely light, 9=extremely dark; Odor: 1=extremely bland, 9=extremely intense; Tenderness: 1= extremely tough, 9=extremely tender; Juiciness: 1=extremely dry, 9=extremely juicy; Saltiness: 1= extremely not salty, 9=extremely salty; Flavor: 1=extremely taste bad, 9=extremely taste good; Total acceptability: 1=extremely dislike, 9=extremely like. <sup>B</sup>: celery powder addition <sup>C</sup>: 150ppm nitrite added.

<sup>D</sup>: post-pasteurization <sup>a-b</sup>:同行中不同字母代表有顯著差異。 <sup>a-b</sup>: Different letters in the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ )

## 陸、結論

添加不同濃度之芹菜抽出物(0%、0.3%、0.5%、0.7%)至中式香腸，及(0%、0.3%、0.5%、0.7%)於法蘭克福香腸中之影響。

### 一、 中式香腸

添加 0%、0.3%、0.5% 及 0.7% 芹菜抽出物於中式香腸，在一般成分方面無顯著差異( $p > 0.05$ )。酸鹼值部分，添加 0.3% 濃度組別有顯著較低之酸鹼值( $p < 0.05$ )，各組處理酸鹼值均隨著貯存天數增加而下降。水活性部分，各處理組之水活性並無顯著差異( $p > 0.05$ )。色澤方面，添加芹菜抽出物對中式香腸無顯著差異( $p > 0.05$ )，紅色值方面，添加芹菜抽出物並不會影響中式香腸紅色值；而在黃色值方面，會隨著芹菜抽出物濃度增加而增加中式香腸黃色值，添加 0.7% 芹菜抽出物有較高的黃色值( $p < 0.05$ )。在貯存期間添加芹菜抽出物，當芹菜抽出物添加濃度越高可抑制總生菌、乳酸菌生長，其添加 0.7% 芹菜抽出物之中式香腸有較低總生菌數( $p < 0.05$ )與乳酸菌數，而大腸桿菌群在貯存期間各組均未被檢出。TBARS 值方面，當芹菜粉濃度添加越高其 TBARS 值越低( $p < 0.05$ )，添加 0.7% 芹菜抽出物有較低 TBARS 值( $p < 0.05$ )而各組中式香腸 TBARS 值隨著貯存天數 0.7% 芹菜抽出物有較高之亞硝酸鹽殘留( $p < 0.05$ )，且隨著貯存天數增加，亞硝酸鹽殘留濃度會隨之降低( $p < 0.05$ )。在感官品評增加而上升( $p < 0.05$ )。亞硝酸鹽殘留方面，當添加芹菜抽出物濃度越高其亞硝酸鹽殘留濃度越高( $p < 0.05$ )，感官品評方面，添加芹菜抽出物於中式香腸中當添加濃度上升會使中式香腸鹹味提高，0.7% 組別之中式香腸有較高的鹹味( $p < 0.05$ )，但在其他感官品評分析項目添加芹菜抽出物則不影響產品( $p > 0.05$ )。

### 二、 法蘭克福香腸

添加芹菜抽出物濃度 0%、0.3%、0.5% 及 0.7% 與後加熱殺菌處理，對於法蘭克福香腸之一般成分與水活性皆無顯著之差異( $p > 0.05$ )。酸鹼值部

分，未後加熱殺菌處理組添加 0.3% 濃度組別有顯著較低之酸鹼值( $p < 0.05$ )，後加熱殺菌處理組之酸鹼值均較未後加熱殺菌處理組別高，而未後加熱殺菌組與後加熱殺菌組兩組所有處理之酸鹼值均隨著貯存天數增加而下降。色澤方面，添加芹菜抽出物無論是否經過後加熱殺菌處理均不會影響法蘭克福香腸之亮度值與紅色值；但在黃色值方面，無論是否未後加熱殺菌組別或是後加熱殺菌組別會隨著芹菜抽出物濃度增加而增加法蘭克福香腸黃色值其兩組處理中添加 0.7% 之法蘭克福香腸組別均有較高黃色值( $p < 0.05$ )。在貯存期間添加芹菜抽出物，其添加濃度越高可抑制總生菌與乳酸菌生長，而當法蘭克福香腸經過後加熱殺菌處理，其總生菌數與乳酸菌數均再次被抑制，其菌數均比未後加熱殺菌組別低，而大腸桿菌群無論在是否後加熱殺菌組別在貯存期間均未被檢出。TBARS 值方面，當芹菜抽出物添加濃度越高，其 TBARS 值越低，添加 0.7% 芹菜抽出物有較低 TBARS 值( $p < 0.05$ )，後加熱殺菌處理組別比起未後加熱殺菌處理有較低 TBARS 值( $p < 0.05$ )。亞硝酸鹽殘留方面，無論是否後加熱殺菌其法蘭克福香腸添加芹菜抽出物濃度越高亞硝酸鹽殘留濃度越高( $p < 0.05$ )且隨著貯存天數增加，亞硝酸鹽殘留濃度會隨之降低( $p < 0.05$ )，而後加熱殺菌處理之法蘭克福香腸，比起未後加熱殺菌處理，有較低之亞硝酸鹽殘留濃度。在感官品評方面，添加芹菜抽出物越高其法蘭克福香腸鹹味會越高( $p < 0.05$ )無論有無後加熱殺菌處理其 0.7% 之法蘭克福香腸有較高的鹹味，但在其他感官品評項目中無論有無後加熱殺菌添加芹菜抽出物皆不影響( $p > 0.05$ )。

綜合上述，芹菜抽出物添加在於中式香腸與法蘭克福香腸中，在於中式香腸方面，可以看出芹菜抽出物添加量越高其中式香腸檢測性狀跟對照組相比幾乎無差異，且在感官品評的項目中，無論添加量多寡，其感官品評都與對照組無差異，而又以 0.5% 芹菜抽出物添加有最高分數的總接受度。在法蘭克福香腸的部分，芹菜抽出物的添加對於法蘭克福香腸中，由於在

分為有後加熱殺菌組與未後加熱殺菌組而在芹菜抽出物添加量多寡的部分，從上述論文內容中可以得知當芹菜抽出物添加量越多其法蘭克福香腸性狀與對照組相比均有較佳的性狀，而當加入後加熱殺菌處理時，可以明顯看出有經過後加熱殺菌處理組別之法蘭克福香腸其性狀均較未後加熱殺菌組裡之香腸來的好，在感官品評的部分唯有鹹味方面有影響並沒有太大的差異，綜上述結果芹菜抽出物在於添加在中式香腸與法蘭克福香腸是可行的。



## 柒、參考文獻

- 王政騰、林慧生、曾弘智、林慶文。1982。屠體之氯化水噴灑真空包裝材料及冷卻速率對冷藏豬肉品質之影響。中畜會誌 11:23-40。
- 王進琦。2001。食品微生物。藝軒圖書出版社，台北市。第 105-106 頁。
- 王暄茹。2016。簡單配方，還原食物的真滋味。康健雜誌。Vol.214, 58-61。
- 方繼等譯。James M. J.。1999。現代食品微生物學。第 421 至 429 頁。偉明圖書有限公司，台北市。
- 左艷芳、詩文益、施明智、孫豫蘋。1996。新營養師精華-8 食品學。第 367 至 372 頁。匯華圖書出版有限公司，台北市。
- 行政院農業委員會。2013。<https://law.coa.gov.tw/GLRSnewsout/Download.ashx?FileID=7135>。
- 林高塚。2012。肉品加工之基礎與技術。第 67-100 頁、第 183 頁。
- 林祺峰。2015。乳酸鈉及亞硝酸鈉對滷雞腿於常溫貯存品質之影響。東海大學畜產與生物課技學系碩士論文。台中市。台灣。
- 林慶文。2002。肉品加工學。第 103-107 頁。華香園出版社，台北市。
- 林慶文。2002。肌肉組織特性。國立編譯館，台北市。

- 食品藥物管理屬。2016。https://www.fda.gov.tw/TC/index.aspx。
- 許元馨、胡奇琪。2005。食品中大腸桿菌群快速檢測方法探測。經濟部標準檢驗局九十四年度研究發展專題。
- 康懷彬、肖楓、徐幸蓮。2007。二次殺菌方式對燒鴨保質期影響的研究。食品科學 28:174-177。
- 陳明造。1991。鮮肉的性質與管理。淑馨出版社，台北市。
- 陳明造、曾穎玉。1996。低脂肉製品之加工技術與問題。中華食品工業雜誌。9:82-91。
- 陳明造。2014。肉品加工理論與應用(第二版)。藝軒圖書出版社，台北市。
- 游國彰。2012。金銀花萃取物對肉製品保存性之影響。東海大學畜產與生物課技學系碩士論文。台中市。台灣。
- 張勝善編著。1994。畜產品化學(肉品)。第 367-427 頁。中興大學編印，台中台灣。
- 許馨芸。2004。添加茄紅素對肉製品品質之影響。東海大學畜產與生物課技學系碩士論文。台中市。台灣。
- 劉育婷。2017。探討亞硝酸鈉與乳酸鈉對常溫貯存中視叉燒肉品質之影響。東海大學畜產與生物課技學系碩士論文。台中市。台灣。
- 郭俊欽、元建國、李芳玲、施宗雄。1986。脂肪及亞硝酸鹽添加量對

- 真空包裝中式香腸之影響。食品科學。13 (1、2): 21-31。
- 魯淑彥、遲海、李學英、楊憲時。2017。二次殺菌條件對凡納濱對蝦軟烤蝦品質的影響。海洋漁業 39:331-3339。
- 鄭智翔。2003。國產黑毛豬與三品種雜交豬肉特性比較。東海大學畜產與生物課技學系碩士論文。台中市。台灣。
- 魏邦朱。2000。中式香腸製作技術面面觀。食品資訊 Vol.170,57-62。
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis*, 16th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Bertol, T. M., A. M. Fiorentint, M. J. H. Santos, M. C. Sawitzki, V. L. Kawski, I. B. L. Agnes, C. D. Costa, A. Coldebella, and L. S. Lopes. 2012. Rosemary extract and celery-based products used as natural quality enhancers for colonial type salami with different ripening times. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 32(4): 783-792.
- Brooks, J., R. B. Haines, T. Moran, and J. Pace. 1940. The function of nitrate, nitrite and bacteria in the curing of bacon and hams. Great Britian Food Investigation Board, Special Report 47-59.
- 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 fprmed beef. *Food Microstruct* 2:119-133.
- Cassens, R. G., M. L. Greaser, T. Ito, and M. Lee. 1979. Reactions of nitrite in meat. *Food Technol.* 33:46.
- Cheng, J., S. Wang, and H. W. Ockreman. 2007. Lipid oxidation and color change of salted pork patties. *Meat Sci.* 75:71-77.
- Chung, J.C., S.S. Chou, and D.F. Hwang. 2004. Changes in nitrate and

- nitrite content of four vegetables during storage at refrigerated and ambient temperatures *Food Addit. Contam.* 21, pp. 317-322
- Donald, B. M., J. I. Gray, and L. N. Gibbins. 1980. Role of nitrite in cured meat flavor: antioxidant role of nitrite. *J. Food Sci.* 45:893-897.
- Dordevic, V., B. Vuksan, P. Radetic, D. Hak, and M. Mitkovic. 1980. Prilog ispitivanju uticaga pojedinih faktora na promene sadrzaja u mesu. *Tehnol. Mesa* 21:287-290.
- EC (2006d). 2006. Directive 2006/52/EC of the European Parliament and of the Council of 5 July 2006 amending Directive 95/2/EC on food additives other than colours and sweeteners and Directive 95/35/EC on sweeteners for use in foodstuffs. *Official Journal of the European Union*, L 204 of 26.7.
- FDA. 1992. "Bacteriological Analytical Manual." Association of Official Chemists. Washington, DC.
- Fista, G. A., J. G. Bloukas, and A. S. Siomos. 2004. Effect of leek and onion on processing and quality characteristics of Greek traditional sausages. *Meat sci.* 68:163-172.
- Florida Food Product Inc. 2008. Unpublished data. Eustis, FL.
- Foolandi, M. H., A. M. Pearson, T. H. Coleman, and R. A. Merkel. 1979. The role of nitrite in preventing development of warmed-over flavor. *Food Chem.* 4:283-292.
- Goswami, M., P. P. Prabhakaram and V. K. Tanwar. 2014. Antioxidant and antimicrobial effects of condiments paste used as nitrite replacer in chicken mince. *Veterinary World* 7:432-438.
- Horsch, A. M., J.G. Sebranek, J.S. Dickson, S. E. Niebuhr, E. M. Larson, N. A. Lavieri, B. L. Ruther, and L. A. Wilson. 2014. The effect of pH and

- nitrite concentration on the antimicrobial impact of celery juice concentrate compared with conventional sodium nitrite on *Listeria monocytogenes*. *Meat Sci.* 96:400-407.
- Krause, B. L., J. G. Sebranek, R. E. Rust, and A. Mendonca. 2011. Incubation of curing brines for the production of ready-to-eat, uncured, no-nitrite-or-nitrate-added, ground, cooked and sliced ham. *Meat. Sci.* 89:507-513.
- Manafi, M. 2000. New developments in chromogenic and fluorogenic culture media. *Int J. Food Microbiol.* 3:205-218.
- Magrinya, N., R. Bou, A. Tres, N. Rius, R. Codony, and F. Guardiola. 2009. Effect of tocopherol extract, *Staphylococcus carnosus* culture, and celery concentrate addition on quality parameters of organic and conventional dry-cured sausages. *J. Agric. Food Chem.* 57:8963–8972.
- Matthew, J. T., L. M. Andrew, A. R. Scott, and J. J. Sindelar. 2011. Determining the impact of varying levels of cherry powder and starter culture on quality and sensory attributes of indirectly cured, emulsified cooked sausages. *Meat. Sci.* 88:311-318.
- Means, W. J., A. D. Clarke, J. N. Sofos and G. R. Schmidt. 1987. Binding sensory and storage properties of align/calcium restructured beef steaks. *J. Food Sci.* 52:252.
- Morrissey, P. A. and J. Z. Tichivangana. 1985. The Antioxidant Activities of Nitrite and Nitrosylmyoglobin in Cooked Meat. *Meat. Sci.* 14:175-190.
- Myers, K., J. Cannon, D. Montoya, J. Dickson, S. Lonergan, and J. Sebranek. 2013. Effects of high hydrostatic pressure and varying concentrations of sodium nitrite from traditional and vegetable-based sources on the

- growth of *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat (RTE) sliced ham. Meat Sci. 94:69-76.
- Noufoh, D. 2010. Evaluation of veg stable™ 504 celery juice powder for use in processed meat and poultry as a nitrite replacer. PhD Phy. Florida Univ., Gainesville.
- Ockerman, H. W. 1985. "Quality Control of Postmortem Muscle and Tissue." The Dept. of Animal Science, the Ohio State Univ., Columbus, OH.
- Ockerman, H. W. and J. C. Kuo, 1982. Dried porks as influenced by nitrite, packaging method and storage. J. Food Sci. 47:1631-1637.
- Ohlsson, T. 2002. Minimal processing of foods with thermal methods. Page 4-33. In *Minimal Processing Technologies in the Food Industry* (T. Ohlsson and 48 R. Thomas, A. S. R. Anjaneyulu and N. Kondaiiah N. Bengtasson, eds.), Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, England, UK.
- Pietrasik, Z., N. J. Gaudette, and S. P. Johnston. 2016. The use of high pressure processing to enhance the quality and shelf life of reduced sodium naturally cured restructured cooked hams. Meat sci. 116:102-109.
- Roberts, T. A., L. F. J. Woods, M. J. Payne, and R. Cammack. 1991. 'Nitrite' Food Preservatives. Page 89-110. Edited by N. J. Rusell, and G. W. Gould. New York.
- Rockland, L. B., and L. R. Beuchat. 1987. Water activity: theory and applications to food (2<sup>nd</sup> ed.). New York: Marcell Dekker.
- Rust, R. E. and D. G. Olson, 1973. Meat curing principles and modern

- practice. Koch Supplies, Inc., U.S.A.
- Sabine Andree, Jira W., Schwind K.-H., Wagner H. and Schwagele F. 2010. Chemical safety of meat and meat products. *Meat sci.* 86:38-48.
- Santamaria P., Elia A., Serio F., Todaro E. (1999) A survey of nitrate and oxalate content in retail fresh vegetables, *J. Sci. Food Agr.* 79, 1882–1888.
- Schut, J., 1976. Meat emulsion. in “Food emulsion”. pp. 386-453. Marcel Dekker (Ed.), New York.
- Sebranek, J. G. & Bacus, J. N. 2007. Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues? *Meat Science*, 77, 136-147.
- Shimokomaki, M., E. Youssef Youssef, N. N. Terra, 2003. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition)*. pp. 1702-1708. Academic Press. Cambridge, Massachusetts.
- Sindelar, J. J., J. C. Cordray, D. G. Olson, J. G. Sebranek, and J. A. Love. 2007. Investigating quality attributes and consumer acceptance of uncured, no-nitrate/nitrite-added commercial hams, bacons, and frankfurters. *J. of Food Sci.* 72:351-359.
- Sindelar, J. J., J. C. Cordray, J. G. Sebranek, J. A. Love, and D. U. Ahn. 2007. Effects of varying levels of vegetable juice Powder and incubation time on color, residual nitrate and nitrite, pigment, pH, and trained sensory attributes of ready-to-eat uncured ham. *J. of Food Sci.* 72:388-395.
- Sindelar, J. J., J. G. Sebranek, J. A. Love, and D. U. Ahn. 2007. Effects of vegetable juice powder concentration and storage time on some chemical and sensory quality attributes of uncured, emulsified cooked

- sausages. J. of Food Sci. 72:324-332.
- Schut, J., 1976. Meat emulsion. In “ Food emulsion ”. pp.386-453. Marcel Dekker (Ed.), New York.
- Sorensen, G., and S. S. Jorhensen. 1996. A Critical examination of some experimental variables in the 2-thiobarbituric acid (TBA) test for lipid oxidation in meat products. *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*. 202:205-210.
- Thomas, R., A. S. R. Anjaneyulu, and N. Kondaiah. 2010. Effect of post package reheating on the quality of hurdle treated pork sausages at ambient temperature ( $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) storage. *J. of Muscle Foods* 21:31-50.
- USDA. 1995. Processing Inspectors’ Calculations Handbook (FSIS Directive 7620.3). Accessed Dec. 19, 2009.  
<http://www.fsis.usda.gov/OPPDE/rdas/FSISDirectives/7620-3.pdf>
- Xi, Y., G. A. Sullivan, A. L. Jackson, G. H. Zhou, and J. G. Sebranek. 2011. Use of natural antimicrobials to improve the control of *Listeria monocytogenes* in a cured cooked meat model system. *Meat Sci.* 88:503-511.

## 捌、英文摘要

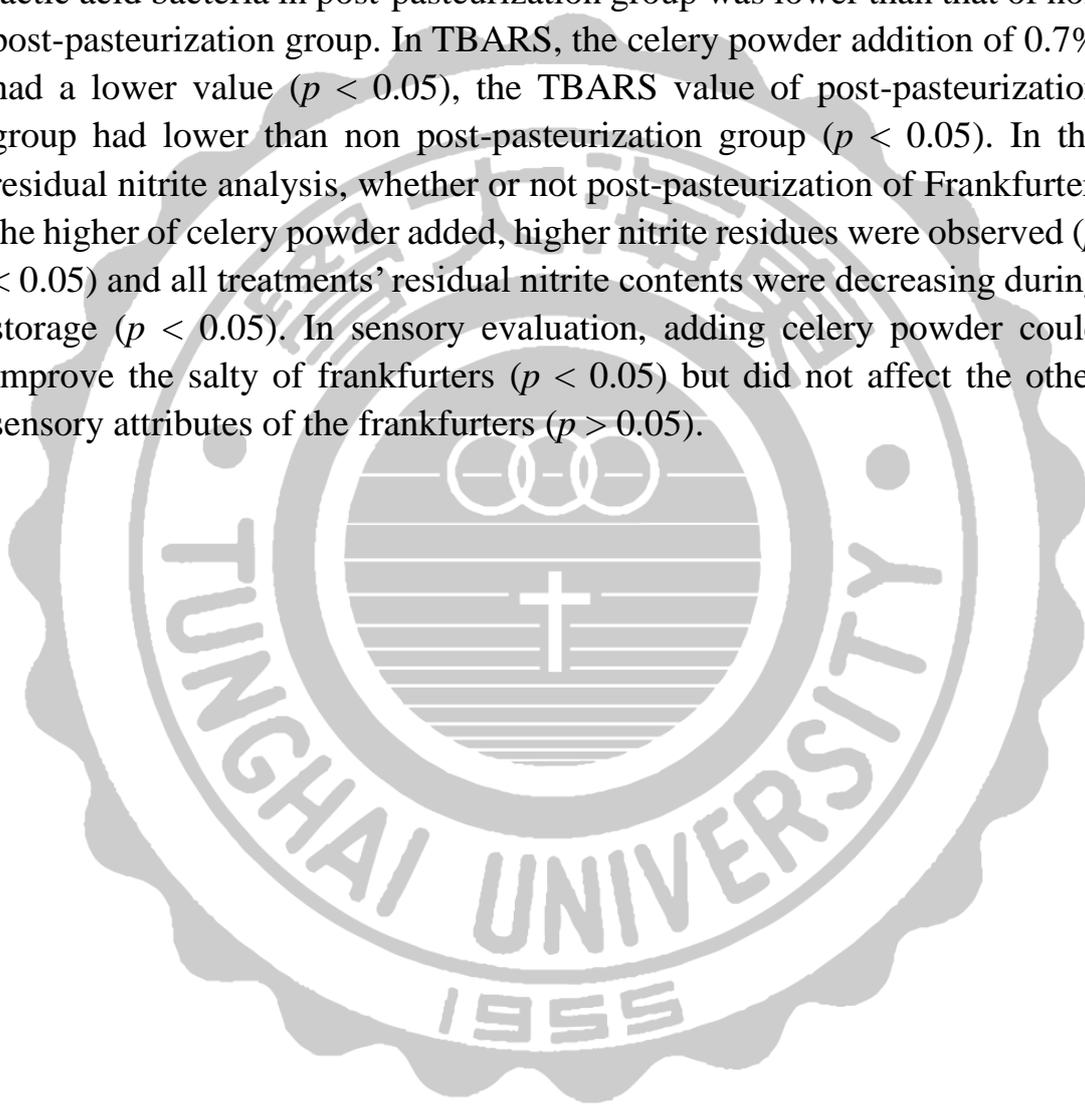
### Effect of celery powder addition on the keeping quality of meat products

The purpose of this study was to discuss the effect of different concentration celery powder addition on the keeping quality of Chinese style sausages and Frankfurters. Chinese style sausages and Frankfurters were taken for keeping quality test, and the proximate analysis, pH values, water activity, and CIE Lab, analysis of lipid peroxidation (TBARS test) and residual nitrite were performed in 0, 2, 4, 6 and 8 weeks storage at 4°C and sensory evaluation.

Chinese-style sausages were added with different concentration of celery powder 0.3%, 0.5% and 0.7%, respectively, and a sodium nitrite group (150ppm nitrite added.) as control. In proximate analysis, sausage with 0.7% concentration had higher ash count, but moisture, crude protein, and crude fat content had no significant difference ( $p > 0.05$ ) among the treatments. The pH value portion, the sausage with 0.3% concentration has significantly lower pH value ( $p < 0.05$ ), and the pH value of each treatment decreased during storage. No significant difference ( $p > 0.05$ ) in water activity with storage time. No significant differences ( $p > 0.05$ ) were found between treatments and control for CIE  $L^*$  and  $a^*$  value, and the CIE  $b^*$  value were increased with the celery addition ( $p < 0.05$ ). The Chinese-style sausages added celery powder during the storage period, and the higher addition concentration was, the growth of the total plate count and lactic acid bacteria was inhibited ( $p < 0.05$ ). In TBARS, sausages with 0.7% celery powder had significantly lower TBARS value. In the residual nitrite analysis, the higher of celery powder added, higher nitrite residues were observed. For all treatments' residual nitrite contents decreased during storage ( $p < 0.05$ ). In sensory evaluation, the concentration of celery powder could improve the saltiness of Chinese-style sausage ( $p < 0.05$ ) but did not affect the other sensory attributes of the Chinese-style sausage ( $p > 0.05$ ).

Frankfurters were added with different concentration of celery powder 0.3%, 0.5% and 0.7%, respectively, and a sodium nitrite group as control. In proximate analysis, moisture, crude protein, crude fat and ash content had no significant difference ( $p > 0.05$ ) among the treatments. The pH value, the 0.3% concentration of non post-pasteurization had the significantly lower pH value ( $p < 0.05$ ), non post-pasteurization group and

post pasteurization group all treatment's pH value decreased during the storage time. No significant differences ( $p > 0.05$ ) were found between non post-pasteurization group and post-pasteurization group for CIE  $L^*$  and  $a^*$  value, and in the CIE  $b^*$  value whether non post-pasteurization group or post-pasteurization group were increased with the celery addition increased ( $p < 0.05$ ). Adding celery powder during storage could inhibit the growth of total plate count and lactic acid bacteria, and the total plate count and lactic acid bacteria in post-pasteurization group was lower than that of non post-pasteurization group. In TBARS, the celery powder addition of 0.7% had a lower value ( $p < 0.05$ ), the TBARS value of post-pasteurization group had lower than non post-pasteurization group ( $p < 0.05$ ). In the residual nitrite analysis, whether or not post-pasteurization of Frankfurter, the higher of celery powder added, higher nitrite residues were observed ( $p < 0.05$ ) and all treatments' residual nitrite contents were decreasing during storage ( $p < 0.05$ ). In sensory evaluation, adding celery powder could improve the salty of frankfurters ( $p < 0.05$ ) but did not affect the other sensory attributes of the frankfurters ( $p > 0.05$ ).





附表一、添加不同濃度芹菜抽出物對中式香腸檢測項目之相關分析

Appendix table 1. Correlation of analysis items of Chinese style sausage from different concentrations celery powder addition

	pH	a <sub>w</sub>	Residual nitrite	TBA	L*	a*	b*	TPC <sup>#</sup>	Lab <sup>+</sup>
pH	1								
a <sub>w</sub>	0.21	1							
Residual nitrite	0.87**	-0.02	1						
TBA	-0.85**	-0.19	-0.74**	1					
L*	-0.33	-0.61**	0.04	0.39	1				
a*	0.61**	0.22	0.62**	-0.80**	-0.17	1			
b*	-0.02	0.35	-0.09	0.09	-0.43	-0.18	1		
TPC	-0.97**	-0.18	-0.89**	0.91**	0.34	-0.71**	0.04	1	
Lab	-0.88**	-0.18	-0.73**	0.73**	0.38	-0.34	0.09	0.87**	1

<sup>#</sup>: Total plate count.

<sup>+</sup>: Lactic acid bacteria count.

\* $p < 0.05$  \*\*  $p < 0.01$

附表二、添加不同濃度芹菜抽出物與後殺處理對法蘭克福香腸檢測項目之相關分析

Appendix table 2. Correlation of analysis items of Frankfurter from different concentrations celery powder addition and post-pasteurization

	pH	$a_w$	Residual nitrite	TBA	$L^*$	$a^*$	$b^*$	TPC <sup>#</sup>	Lab <sup>+</sup>
pH	1								
$a_w$	-0.14	1							
Residual nitrite	0.79**	-0.09	1						
TBA	-0.94**	0.02	-0.71**	1					
$L^*$	-0.03	0.11	0.01	0.03	1				
$a^*$	0.14	-0.18	0.19	-0.05	-0.07	1			
$b^*$	0.08	-0.32*	0.08	-0.06	-0.18	0.36*	1		
TPC	-0.78**	0.31	-0.71**	0.68	0.18	-0.22	-0.06	1	
Lab	-0.89**	0.08	-0.67**	0.89**	0.07	-0.78	-0.05	0.73**	1

<sup>#</sup>: Total plate count.

<sup>+</sup>: Lactic acid bacteria count.

\* $p < 0.05$  \*\*  $p < 0.01$

附表三、添加不同濃度之芹菜抽出物對中式香腸一般成分之影響

Appendix table 3. Effect of celery powder addition on proximate composition of Chinese-style sausages

Treatment	Items			
	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Ash (%)
Control <sup>A</sup>	46.73 <sup>x</sup>	21.22 <sup>x</sup>	23.54 <sup>x</sup>	3.16 <sup>x</sup>
0.3%	46.65 <sup>x</sup>	20.95 <sup>x</sup>	23.75 <sup>x</sup>	3.72 <sup>y</sup>
0.5%	46.19 <sup>x</sup>	21.17 <sup>x</sup>	23.85 <sup>x</sup>	3.75 <sup>y</sup>
0.7%	46.44 <sup>x</sup>	21.03 <sup>x</sup>	23.91 <sup>x</sup>	3.81 <sup>y</sup>

<sup>x-y</sup>: 同行中不同字母表示有顯著差異。

<sup>w-z</sup>: Different letters in the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).

<sup>A</sup>: 150ppm nitrite added.

附表四、添加不同濃度芹菜抽出物對中式香腸水活性之影響

Appendix table 4. Effect of celery powder addition on water activity of Chinese-style sausages during storage for 8 weeks at 4°C

Treatment	Storage Time (weeks)				
	0	2	4	6	8
Control <sup>A</sup>	0.913 <sup>a,x</sup>	0.915 <sup>a,x</sup>	0.913 <sup>a,x</sup>	0.913 <sup>a,x</sup>	0.912 <sup>a,x</sup>
0.3%	0.915 <sup>a,x</sup>	0.916 <sup>a,x</sup>	0.917 <sup>a,x</sup>	0.913 <sup>a,x</sup>	0.912 <sup>a,x</sup>
0.5%	0.912 <sup>a,x</sup>	0.918 <sup>a,x</sup>	0.916 <sup>a,x</sup>	0.914 <sup>a,x</sup>	0.915 <sup>a,x</sup>
0.7%	0.914 <sup>a,x</sup>	0.916 <sup>a,x</sup>	0.917 <sup>a,x</sup>	0.916 <sup>a,x</sup>	0.914 <sup>a,x</sup>

SEM = 0.004

<sup>a-c</sup>: 同列中不同字母表示有顯著差異。

<sup>a-c</sup>: Different letters in the same row indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).

<sup>x-z</sup>: 同行中不同字母表示有顯著差異。

<sup>w-z</sup>: Different letters in the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).

<sup>A</sup>: 150ppm nitrite added.

附表五、添加不同濃度之芹菜抽出物對中式香腸大腸桿菌群之影響

Appendix table 5. Effect of celery powder addition on Coliform of Chinese-style sausages during storage for 8 weeks at 4°C

Treatment	Storage Time (weeks)				
	0	2	4	6	8
	<b>Log CFU/g</b>				
Control <sup>A</sup>	-	-	-	-	-
0.3%	-	-	-	-	-
0.5%	-	-	-	-	-
0.7%	-	-	-	-	-

<sup>A</sup>: 150ppm nitrite added.

附表六、添加不同濃度之芹菜抽出物與後殺處理對法蘭克福香腸一般成分之影響

Appendix table 6. Effect of celery powder addition and post-pasteurization on Proximate composition of Frankfurter

Treatment	Items			
	Moisture(%)	Crude protein(%)	Crude fat(%)	Ash(%)
Control <sup>A</sup>	59.55 <sup>x</sup>	14.99 <sup>x</sup>	19.01 <sup>x</sup>	2.53 <sup>x</sup>
0.3%	59.88 <sup>x</sup>	14.63 <sup>x</sup>	18.52 <sup>x</sup>	2.86 <sup>x</sup>
0.5%	59.86 <sup>x</sup>	14.75 <sup>x</sup>	19.03 <sup>x</sup>	2.46 <sup>x</sup>
0.7%	59.39 <sup>x</sup>	14.58 <sup>x</sup>	19.26 <sup>x</sup>	2.56 <sup>x</sup>
Control(P.P.*)	59.41 <sup>x</sup>	14.69 <sup>x</sup>	18.86 <sup>x</sup>	2.51 <sup>x</sup>
0.3% (P.P.)	59.62 <sup>x</sup>	14.66 <sup>x</sup>	19.03 <sup>x</sup>	2.64 <sup>x</sup>
0.5% (P.P.)	59.73 <sup>x</sup>	14.81 <sup>x</sup>	18.85 <sup>x</sup>	2.81 <sup>x</sup>
0.7% (P.P.)	59.71 <sup>x</sup>	14.90 <sup>x</sup>	18.93 <sup>x</sup>	2.77 <sup>x</sup>

\*: post-pasteurization.

<sup>A</sup>: 150ppm nitrite added.

附表七、 添加不同濃度之芹菜抽出物與後殺處理對法蘭克福香腸水活性之影響  
Appendix table 7. Effect of celery powder addition and post-pasteurization on water activity of Frankfurter during storage for 8 weeks at 4°C

Treatment	Storage Time (weeks)				
	0	2	4	6	8
Control <sup>A</sup>	0.955	0.954	0.955	0.956	0.957
0.3%	0.953	0.955	0.955	0.954	0.955
0.5%	0.955	0.954	0.954	0.952	0.951
0.7%	0.952	0.955	0.955	0.951	0.951
Control(P.P*)	0.952	0.954	0.952	0.951	0.952
0.3% (P.P.)	0.953	0.952	0.955	0.954	0.952
0.5% (P.P.)	0.951	0.955	0.952	0.955	0.955
0.7% (P.P.)	0.951	0.952	0.951	0.955	0.950
SEM = 0.002					

<sup>A</sup>: 150ppm nitrite added.\*: post-pasteurization.

<sup>a-c</sup>: 同列中不同字母表示有顯著差異。

<sup>a-c</sup>: Different letters in the same row indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).

<sup>x-z</sup>: 同行中不同字母表示有顯著差異。

<sup>w-z</sup>: Different letters in the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ).

附表八、 添加不同濃度之芹菜抽出物與後殺處理對法蘭克福香腸大腸桿菌群數之影響

Appendix table 8. Effect of celery powder addition and post-pasteurization on Coliform of Frankfurter during storage for 8 weeks at 4°C

Treatment	Storage Time (weeks)				
	0	2	4	6	8
Log CFU/g					
Control <sup>A</sup>	-	-	-	-	-
0.3%	-	-	-	-	-
0.5%	-	-	-	-	-
0.7%	-	-	-	-	-
Control(P.P.*)	-	-	-	-	-
0.3%(P.P.)	-	-	-	-	-
0.5%(P.P.)	-	-	-	-	-
0.7%(P.P.)	-	-	-	-	-

\*: post-pasteurization. <sup>A</sup>: 150ppm nitrite added.