

國立臺灣大學生物資源暨農學院園藝學研究所

碩士論文

Graduate Institute of Horticulture
College of Bioresources and Agriculture
National Taiwan University
Master Thesis

輕度加工處理對截切洋蔥之品質與

保存時間之影響

Effect of Minimally Processing on the Quality
and Shelf-life of Fresh-cut Onion



蘇憲芳

Hsien-Fang Su

指導教授：許明仁 博士

Advisor: Ming-Jen Sheu, Ph.D.

中華民國九十七年六月

June, 2008



中文摘要

輕度加工蔬果(Minimally processed vegetables and fruits)

在截切後，因蔬果本身組織仍具活性，細胞生理代謝、酵素系統與生化反應仍持續進行而易導致品質劣變，因此常需利用一些處理來降低微生物含量，抑制部分或全部酵素作用，以達到產品符合衛生安全、品質新鮮，並能延長產品之儲架壽命。

本研究之目的在探討使用不同溶液及處理條件對維持不同截切洋蔥的品質及延長儲架壽命的影響。截切洋蔥以 3% 檸檬酸溶液、6% 氯化鈉溶液、2% 幾丁聚醣醋酸溶液及 0.3mg/L 臭氧溶液等四種溶液處理後，以 0.3mg/L 臭氧溶液、6% 氯化鈉溶液和 2% 幾丁聚醣溶液處理可有效降低截切洋蔥的初始帶菌數，檸檬酸溶液處理，對截切洋蔥降低總生菌數並無顯著效果。

截切洋蔥以處理組四種溶液處理後貯藏於 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 十天，可溶性固形物含量與 pH 值呈緩慢上升而可滴定酸度則下降，變化趨勢均與對照組相似。

使用 2% 幾丁聚醣醋酸溶液及 0.3mg/L 臭氧處理後之樣品對於延長貯架壽命效果較佳，貯藏壽命可分別延長至第 6

天及第 7 天，然而，以幾丁聚醣醋酸溶液處理之樣品因幾丁聚醣醋酸溶液呈淡黃色，因此處理後樣品之色澤呈微淡黃色。臭氧處理洋蔥鱗片色澤較白並可有效減少微生物的初始菌數。



英文摘要

After cutting the tissue of minimally processed fruits and vegetables, are still active. The enzyme system and biochemistry reactions are still proceeding which causes the changes of quality. So techniques of lowering the microorganism count and inhibit enzyme system are commonly used. The objectives of this research are providing safety and fresh products, and extending product's shelf-life.

This research adopts different solution treatments on onion. The objective of this study is to investigate the effect of solution pretreatment on the quality of minimally processed fresh-cut onion and shelf-life of the processed products respectively. We discuss the quality changes of fresh-cut onion storage at $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ and treated with NaCl solution 6%, Citric acid solution 3%, Chitosan-acetic acid solution 2% or ozone solution 0.3ppm to improve the quality.

The result of this study shows that 0.3ppm Ozone solution, 6% NaCl solution or 2% Chitosan-acetic acid solution treatment effectively decrease the initial microbial in

fresh-cut onion. Treated with 3% Citric acid solution can't decrease the total plate count.

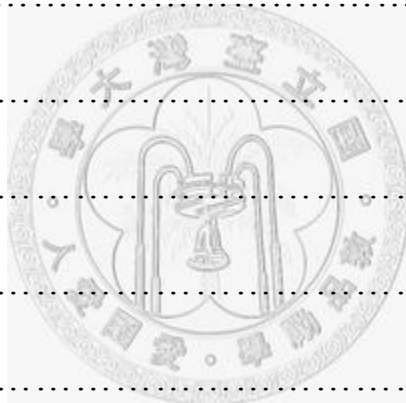
The content of soluble solid and pH increase while titratable acid decreases during storage at $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ of each treatment.

Treatment with 2% Chitosan-acetic acid solution and 0.3ppm Ozone solution are better than others, The shelf-life extends to 5 days and 6 days. Color change was observed on the onion bulbs because the color of Chitosan-acetic acid solution is yellow The Ozone treatment can bleach, lower Hunter's b value and Hunter' a value is closer to fresh wedges. Besides, it can also decrease the total plate count and extending shelf life.

目錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	III
目錄.....	V
圖目錄.....	V
表目錄.....	V
壹、前言	1
貳、文獻回顧	5
一、洋蔥簡介	5
(一)概說	5
(二)洋蔥在國內生產及利用品種	11
二、生鮮截切蔬果簡介	15
(一)定義.....	15
(二)消費趨勢及發展現況特性.....	15
(三)品質劣變及保存.....	18
三、臭氧在蔬果輕度加工上的應用.....	20
(一) 概說.....	20
(二) 特性.....	23
(三) 殺菌機制.....	25

(四) 使用限制	26
(五) 應用	26
四、幾丁聚醣在蔬果加工上的應用	27
(一) 幾丁聚醣的溶解性	27
(二) 幾丁聚醣的毒性及安全性評估	28
(三) 幾丁聚醣的抗菌作用	29
五、微生物檢測	31
參、材料與方法	34
一、實驗材料	34
二、實驗試藥	34
三、儀器設備	35
四、試驗設計	40
五、分析項目與方法	41
(一) 總生菌數測定	41
(二) 大腸桿菌及大腸桿菌群之測定	41
(三) 可溶性固形物之測定	43
(四) pH 之測定	43
(五) 可滴定酸度之測定	43
(六) 失重百分比之測定	44



(七) Hunter L a b 值之測定	44
(八) 蒜素之測定	45
(九) 液相臭氧的分析	46
(十) 統計分析	47
肆、結果與討論	48
一、截切洋蔥儲藏期間總生菌數及理化性質之影響	48
(一) 總生菌數的影響	48
(二) 大腸桿菌群及大腸桿菌之影響	49
(三) 失重率之變化	53
(四) 可溶性固形物之變化	59
(五) pH、可滴定酸之影響	59
(六) 色澤之變化	62
(七) 蒜素之變化	75
伍、結論	80
陸、參考文獻	81

圖目錄

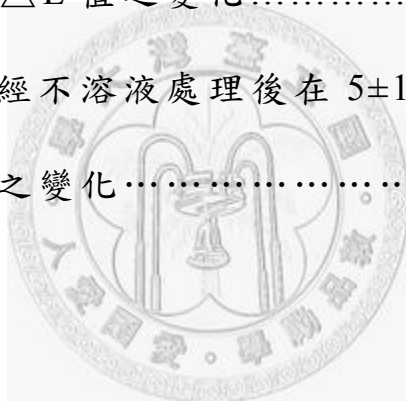
圖一、Alliin 受 Alliinase 催化形成 Allicin，Allylsulphenic 酸是這反應的不穩定中間物.....	8
圖二、Allicin 的化學式.....	9
圖三、DAS、DADS、NAC、SEC 結構式.....	10
圖四、可能具有防癌效果的蔬果.....	12
圖五、柵欄觀念.....	21
圖六、生鮮截切蔬菜的製造過程.....	22
圖七、臭氧氧化之反應機制.....	24
圖八、洋蔥截切後之包裝方式.....	36
圖九、臭氧發生機.....	37
圖十、截切洋蔥之三種不同形狀.....	38
圖十一、研究試驗流程圖.....	42
圖十二、截切洋蔥經不溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天間的總生菌數.....	50
圖十三、截切洋蔥經不溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天間的大腸桿菌群數.....	54
圖十四、截切洋蔥經不溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天間的失重率.....	57

圖十五、截切洋蔥經不溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天間的可溶性固形物.....	60
圖十六、截切洋蔥經不溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天間的 pH.....	63
圖十七、截切洋蔥經不溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天間的可滴定酸度.....	64
圖十八、截切洋蔥經不溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天間的 L 值.....	67
圖十九、截切洋蔥經不溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天間的 a 值.....	69
圖二十、截切洋蔥經不溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天期間 b 值.....	71
圖二十一、截切洋蔥經不溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天間的 ΔE 值.....	73
圖二十二、截切洋蔥經不溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天間的蒜素.....	78

表目錄

表一、台灣最近六年各縣市洋蔥種植面積	3
表二、台灣最近六年各縣市洋蔥產量	4
表三、蔥屬植物中的含硫活性成分	13
表四、輕度加工蔬果與其他食品處理方法之比較	17
表五、CAS 生鮮截切蔬果產品生產現況	19
表六、生食用食品之微生物限量標準	33
表七、截切洋蔥經不同溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天所含總 生菌數之變化	51
表八、截切洋蔥經不同溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天所含大 腸桿菌群數之變化	55
表九、截切洋蔥經不溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天間的失 重率	58
表十、截切洋蔥經不溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天間的可溶 性固形物之變化	61
表十一、截切洋蔥經不溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天間可滴 定酸度之變化	65
表十二、截切洋蔥經不溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天間酸鹼 值之變化	66

表十三、截切洋蔥經不溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天間	
Hunter's L 值之變化.....	68
表十四、截切洋蔥經不溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天間	
Hunter's a 值之變化.....	70
表十五、截切洋蔥經不溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天間	
Hunter's b 值之變化.....	72
表十六、截切洋蔥經不溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天間	
Hunter's ΔE 值之變化.....	74
表十七、截切洋蔥經不溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天間	
蒜素含量之變化.....	79



壹、前言

生鮮截切蔬果(Fresh-cut vegetables and fruits)或稱輕度加工蔬果(Minimally processed vegetables and fruits)、半處理蔬果，近年來隨著社會生活型態的改變，消費者對於兼具便利性、健康訴求及喜歡新鮮潮流之食品需求下，帶動了生鮮截切蔬果的蓬勃發展。該類產品於 1994 年時在美國的市場約為 50 億美元，而於 2003 年時成長接近 120 億美元，發展迅速(林，2007)。

洋蔥為高營養價值之蔬菜，屬百合科蔥屬二年生之草本植物，洋蔥之產地在台灣以中南部居多，如表一及表二所示，為洋蔥的種植面積及產量。洋蔥具辛辣味及特殊風味，在一般餐上被廣泛用來做為食材。一般除鮮食外，洋蔥還被加工製成脫水洋蔥片、洋蔥粉、洋蔥香料、醃漬洋蔥、洋蔥糊、洋蔥露等產品，生鮮洋蔥可在低溫環境下長時間儲藏，然而洋蔥經截切後即使在低溫冷藏下亦極易散失水分及長黴等腐敗現象。(謝^b，2000)

洋蔥在眾多食材中，自古國人就以食與藥雙用來看待。明代藥物學家李時珍在「本草綱目」中記載洋蔥汁可散淤血。近代科學家更發現洋蔥是一營養價值很高的蔬菜，它所

含有的前列腺素 A (Prostaglandin A) 是一種較強的血管擴張劑，能降低人體外周血管和心臟冠狀動脈的阻力，對抗體內兒茶酚胺(catecholamine) 等升壓物質的作用，因而抑制引起血壓升高，具有降低血壓和預防血栓形成的作用。醫學實驗證明，用乙醇在洋蔥中提取汁液給人服用，可使血糖量降低，對人的心血管也有保護作用。多吃洋蔥，對痢疾桿菌、大腸桿菌所致的腸道傳染病有防治效果。(鄭，2005)

輕度加工蔬果在販售前經過一些清洗、去皮、截切等處理程序，雖保有蔬果之生鮮度，卻也因蔬果本身細胞仍具活性，易導致品質改變及微生物快速增殖等問題，近而促進產品品質的劣變。本研究之目的，在探討利用不同溶液及處理方法，探討改善截切洋蔥在低溫貯藏期間之品質，以延長其櫥架壽命。

表一、台灣民國 88 到 93 年各縣市洋蔥種植面積

Table 1. Onion cultivation hectare among 1999 to 2004 in

Taiwan.

(公頃)

產年 地度	民 88 年	民 89 年	民 90 年	民 91 年	民 92 年	民 93 年
彰化	97.9	109.9	128.6	101.1	133.9	200.5
雲林	0	0	0	0	4.5	3.2
嘉義	0	0	0	0	0	1.5
台南	1.0	1.0	0	0	0.3	0.7
高雄	40.2	32.3	31.3	14.2	28.7	31.3
屏東	607.0	575.3	446.8	583	437.6	574.8
台東	0	0	10.0	11.	11.2	21.4
			0			
澎湖	3.6	3.7	3.6	3.6	0.3	0.1

(行政院農業委員會，2007)

表二、台灣民國 88 到 93 年各縣市洋蔥產量

Table 2. Onion production (ton) among 1999 to 2004 in Taiwan

(公頓)

產 年	民國 88	民國 89	民國 90	民國 91	民國 92	民國 93
地 度	年	年	年	年	年	年
彰化	2446.9	3624.9	3729.7	2953.3	4799.0	7871.8
雲林	0	0	0	0	161.1	67.5
嘉義	0	0	0	0	0	49.5
台南	30.0	30.0	0	0	16.0	36.0
高雄	1548.0	1421.2	1018.5	468.6	1295.5	1253.2
屏東	21975.5	29591.2	16497.3	40869.8	29430.4	36875.5
台東	0	0	298.0	327.9	335.6	665.8
澎湖	28.4	29.2	28.6	40.6	3.2	2.0

(行政院農業委員會，2007)

貳、文獻回顧

一、洋蔥簡介

(一) 概說

提到洋蔥，許多人可能都會想到流眼淚，事實上，人類食用洋蔥的歷史已經有五千年之久。五千年前，古埃及將洋蔥當成供奉神明的聖品，建築金字塔亦以洋蔥作為補充體力的極品；西方國家把洋蔥譽為「根中的玫瑰」；古希臘和羅馬將士出征則佩戴洋蔥，視其具「護身」之效；英國作家羅伯特也曾說：「一旦洋蔥在廚房裡消失，人們的飲食將不再是一種樂趣」。在中世紀，植物學家及醫生們利用洋蔥來生津止渴、舒緩腸及改善泌尿機能，也被用為防腐劑、利尿及怯痰劑。(劉，2003)

洋蔥(*Allium cepa* L.)又名玉蔥、洋蔥蔥頭、球蔥等，為屬於百合科蔥屬的二年生草本植物，原產亞洲中部，主要食用部分為其鱗莖，因為洋蔥最早產於沙漠，為了能固定水分，因此長了一層層的鱗片。在民國四十三年以前，台灣的洋蔥完全依賴進口，後經由引種及栽培試驗成功後，自民國四十五年起，除生產供國內消費，也外銷東南亞及日本市場，成為台灣重要外銷新鮮蔬菜之一。洋蔥栽培大部分集中

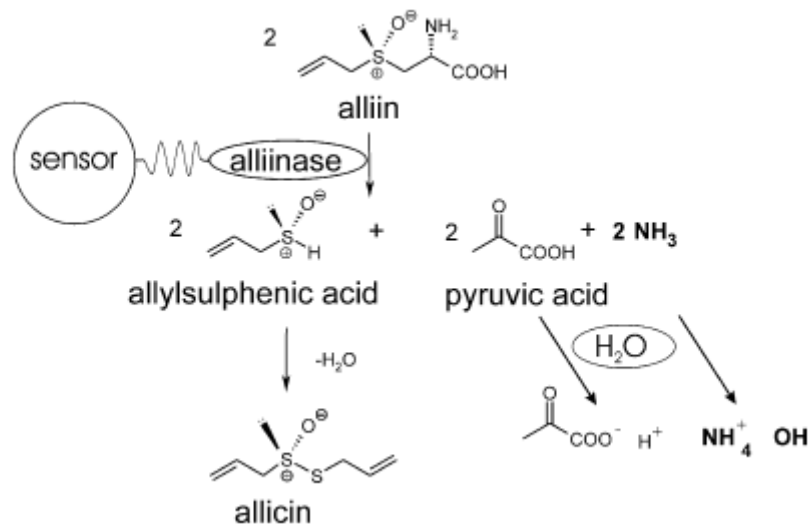
在恆春半島，每逢三、四月在屏東縣的恆春、車城、楓港等鄉鎮，到處可見盛產於田裡的洋蔥。(黃，1998)

洋蔥富含蛋白質、碳水化合物、鈣、磷、醣類、纖維素、維他命 B 群、維生素 C、鉀，及含硫化合物、類黃酮、揮發性油等，營養豐富。洋蔥營養成分：每一百克洋蔥中含有熱量 41 kcal、水分 89.1g、粗蛋白 1g、粗脂肪 0.4g、碳水化合物 9g、粗纖維 0.5g、膳食纖維 1.6g、灰分 0.5g、維生素 B₁ 0.03mg、維生素 B₂ 0.01mg、菸鹼素 0.4mg、維生素 B₆ 0.02mg、維生素 C 5mg、鉀 150mg、鎂 11mg、磷 30mg、鐵 0.3mg、鋅 0.2mg。和其他蔬菜不同的是它含有 17 種胺基酸以及 33 種油溶性和水溶性的含硫有機物質(organosulfur compounds) (行政院衛生署，1998)。在生理活性上扮演很重要的角色，而這也是洋蔥特殊風味的來源。在完整或沒有破壞的洋蔥中，只含有少量的活性成分，此時主要是以無味道的 alliin 形式存在。然而，當洋蔥受到傷害，例如在食品製備時之切割、搗泥及烹調時，alliin 會由其酵素 alliinase 分解，轉變為 allicin (圖一)。Allicin (圖二)是造成新鮮蔥濃烈味道的主成分(Cavallito & Bailey, 1994)，經由更進一步的一連串化學反應可產生數十甚至數百種的有機硫化合物。其中包括了脂

溶性的 diallyl sulfide (DAS)、diallyl disulfide (DADS)、diallyl trisulfide (DAT)、ajoene，以及水溶性的 N-acetyl cysteine (NAC) 以及 S-ethyl cysteine (SEC) 等(*Block et al.*,1985)(圖三)。

洋蔥內含有捕捉自由基的化合物，具抗氧化功能，可抵抗 superoxide anion⁻ ($O_2^{\cdot-}$)，hydrogen peroxide (H_2O_2)及 hydroxyl radical ($\cdot HO$)等自由基的氧化作用造成 DNA 的傷害，硫醇氧化(thiol oxidation)及脂質過氧化(lipid peroxidation)更可造成細胞死亡，導致心血管疾病、慢性痛風炎症(chronic gut inflammation)、癌症及 AIDS (黃，1998)。同屬 *Allium* 的蔬菜都含有多量的黃酮類(flavonoid)，洋蔥表皮較其可食用部分含有更顯著高量之黃酮類，大部分是以糖苷型式存在。(Xu *et al.*, 1995)

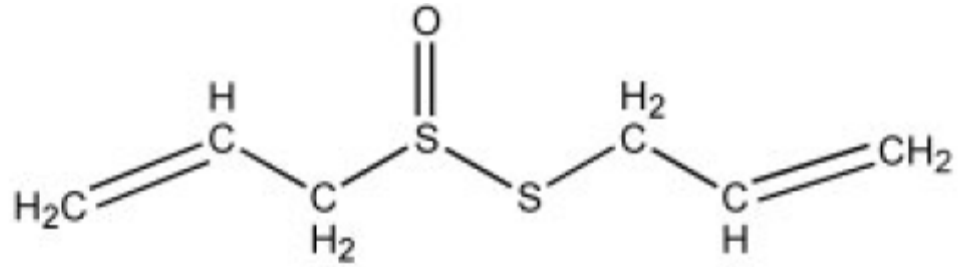
古代居民除了利用蔥屬植物當作食物外，也兼具醫藥上的用途，其中醫藥上的功效較多，諸如(1) 抑制血糖值，預防糖尿病，此係由於洋蔥所含有機硫化物可降低血糖值的胰島素的作用活絡，以致奏效；(2) 對降低血壓有效：洋蔥可使血管柔軟改善血液循環活絡，以致使血壓漸漸正常化；(3) 改善不眠症：洋蔥所含的有機硫化物可使自律神經安定



圖一、Alliin 受 Alliinase 催化形成 Allicin，Allylsulphenic 酸是這反應的不穩定中間物。

Figure 1. Alliinase-catalysed conversion of alliin into allicin, Allylsulphenic acid is an unstable intermediate of this reaction.

(Michael K. *et al.*, 2003)

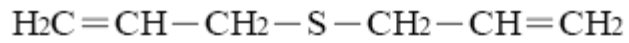


圖二、Allicin 的化學式

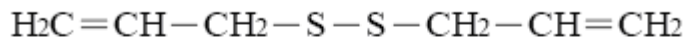
Figure 2. The chemical structure of Allicin



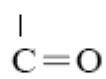
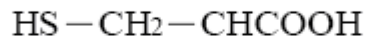
(O'Gara *et al.*,2000)



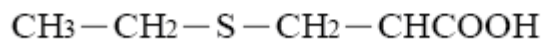
diallyl sulfide



diallyl disulfide



N-acetyl cysteine



S-ethyl cysteine

圖三、DAS、DADS、NAC、SEC 結構式

Figure 3. The Structure of DAS、DADS、NAC、SEC.

DAS : Dially sulfide

DADS : Dially disulfide

NAC : N-acetyl cysteine

SEC : S-ethyl cysteine

(Block,1985)

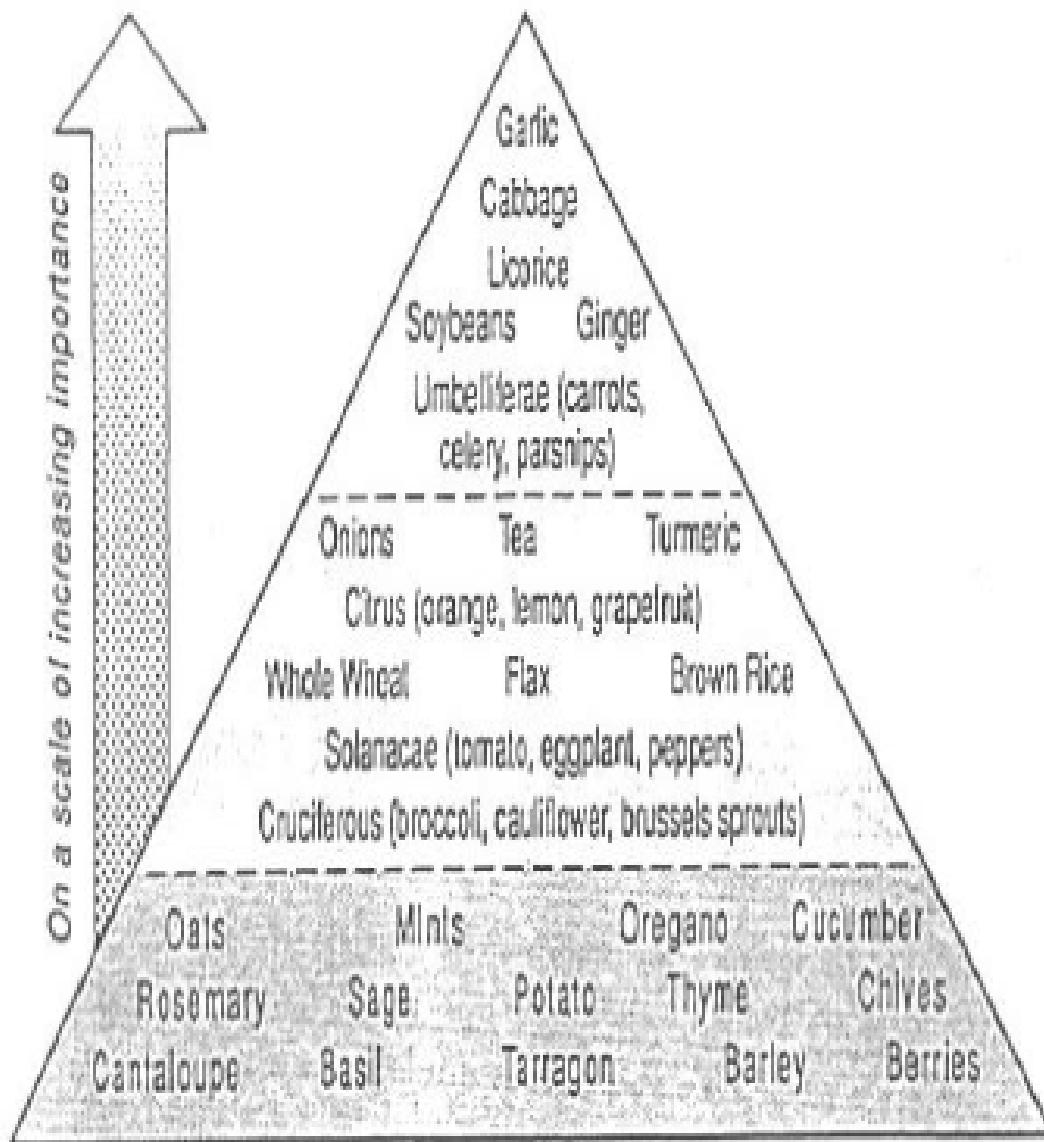
所致；(4) 可保養眼睛：洋蔥所含有機硫化物可防止眼睛的脂質劣化，防止眼睛老化；(5) 可改善鼻塞：洋蔥揮發成份(有機硫化物)被鼻黏膜吸收而予以刺激，鼻塞會消失；(6) 可預防便秘。(黃，1998)

洋蔥細胞經破碎後所產生的含硫化合物不僅賦予洋蔥特殊風味，更有研究顯示洋蔥的含硫化合物具有防癌效果(圖四)。(Caragay, 1992)

學者黃，在 2002 將蔥屬植物的活性成分及其生理效應總整理列出(表三)，這些含硫化合物都是百合科蔥屬植物的天然成分，在臨床使用應該是安全的。喜食大蒜、韭菜、洋蔥的人平日即可由這些食物中攝取這類含硫化合物、因此提供低毒性、低生理負擔及低成本的優點。洋蔥具有捕捉自由基的能力，可減少肝臟脂質氧化的發生，而維持膜流動性(membrane fluidity)，不但對氧化壓力及游離的自由基所造成的傷害具有保護作用，且對預防缺血性心臟病、高血脂症及動脈硬等存在正面的影響(Torok *et al.*, 1994; Prasad *et al.*, 1995)。

(二)洋蔥在國內的生產及利用

由於台灣洋蔥，產量逐年增加，到 2004 年之產量



圖四、具有防癌效果的蔬果 (Caragay, 1992)

Figure 4. The fruit and vegetable could have a preventive effect on cancer.

表三、蔥屬植物中的含硫活性成分

Table 3. The organic sulfur compound in plant of Allium.

Compound	Physiological Effect	Reference
ajoene	anti-platelet aggregation antibiotic	Fenwick & Hanley, 1985 Fenwick & Hanley, 1985
allicin	anti-platelet aggregation anti-lipidemic anti-atherosclerosis anti-hyperglycemia antibiotic	Bordia <i>et al.</i> , 1977 Fenwick & Hanley, 1985 Chandrasekhara & Kamanna, 1984 Fenwick & Hanley, 1985 Cavallito & Bailey, 1944
alliin	anti-platelet aggregation anti-lipidemic anti-atherosclerosis	Bordia <i>et al.</i> , 1977 Chandrasekhara & Kamanna, 1984 Chandrasekhara & Kamanna, 1984
allyl-1,5-hexadienyl trisulfide	anti-platelet aggregation	Fenwick & Hanley, 1985
diallyl disulfide	anti-platelet aggregation anti-lipidemic anti-atherosclerosis anti-hyperglycemia antibiotic anti-cancer	Bordia <i>et al.</i> , 1977 Bordia <i>et al.</i> , 1977 Bordia <i>et al.</i> , 1977 Fenwick & Hanley, 1985 Fenwick & Hanley, 1985 Takahashi <i>et al.</i> , 1992
diallyl sulfide	anti-cancer	Hayes <i>et al.</i> , 1987
diallyl trisulfide	anti-platelet aggregation antibiotic	Fenwick & Hanley, 1985 Fenwick & Hanley, 1985
methyl allyl trisulfide	anti-platelet aggregation anti-cancer	Fenwick & Hanley, 1985 Spamins <i>et al.</i> , 1988
methyl cysteine sulfide	anti-atherosclerosis anti-lipidemic fibrinolysis	Chandrasekhara & Kamanna, 1984 Chandrasekhara & Kamanna, 1984 Augusti & Benaim, 1975
methane-thiol-3,4- dimethylthiophene	fibrinolysis	Augusti & Benaim, 1975
propyl cysteine sulfide	fibrinolysis	Augusti & Benaim, 1975
propyl allyl sulfide	anti-lipidemic anti-atherosclerosis fibrinolysis	Bordia <i>et al.</i> , 1977 Bordia <i>et al.</i> , 1977 Augusti & Benaim, 1975
n-acetyl cysteine	anti-lipidemic anti-atherosclerosis	Rattan <i>et al.</i> , 1998
s-ethyl cysteine	anti-lipidemic anti-atherosclerosis	Liu & Yeh, 2000 Liu & Yeh, 2001

(黃，2002)

約為 20,000 公噸，如無外銷，以國內市場而言，消費是有限的；更何況全世界洋蔥產量亞洲地區就佔了 44.7%，要外銷到鄰國更相形困難；然而洋蔥加工在國內皆僅止於研究成脫水洋蔥片、洋蔥粉、洋蔥香料、醃漬洋蔥、洋蔥糊及洋蔥露 (onion drink) 等 (1998, 黃)。

二、生鮮截切蔬果簡介

(一) 定義

輕度加工蔬果是指蔬果原料經適當選別、修整、截切、去皮、或榨汁，再部分的保存處理措施，如輕微的加熱、各種物理性及化學性的保存方法、或是輻射照射等處理所加工製成之產品。這類產品以一般包裝方式或氣調或是真空包裝後，以低溫冷藏、運送、販賣 (Wiley, 1994)。輕度加工蔬果產品大多仍具有部分酵素或細胞的生理活性，因此在貯藏期間內會持續進行新陳代謝作用。

這類產品包括了一般市售火鍋配料、餐廳的沙拉吧、鮮榨果汁及 sousvide 等產品均屬輕度加工之產品，但凱薩沙拉、水果沙拉等餐飲食品，或是醃漬品則不包括在內。室溫儲藏的罐頭或是殺菌軟袋、無菌加工包裝的產品、冷凍保存等也都不屬於輕度加工產品的範疇 (Wiley, 1994)。

根據國際生鮮截切產品協會(International Fresh-cut Produce Association, IFPA)將生鮮截切產品定義為：「任何新鮮的水果、蔬菜或以及其組合之原料，經過物理方式改變其原始型態，且能保持新鮮狀態之產品」(IFPA&PMA, 1999)。因此生鮮截切蔬果(Fresh-cut vegetables and fruits)即新鮮蔬果在採收之後，經修整、去皮、截切、清洗、包裝以提供消費者新鮮、營養且直接可利用的產品(IFPA&PMA, 1999)，亦稱為輕度加工蔬果(minimally processed vegetables and fruits)或稱半處理蔬果(王，2005)。表四為輕度加工蔬果與其他食品處理方式之比較。

(二) 消費趨勢及發展現況特性

生鮮截切蔬果產品最大的特性就是產品組織細胞多半仍具有生命，代謝作用與生化反應持續進行之「生鮮自然」產品，因此非常符合消費者新鮮、營養及健康之需求。一般消費者通常認為生鮮截切產品具有「方便性」及「營養性」，尤其在職業婦女增多的趨勢下，此類產品已完成清洗、截切及妥善包裝，可有效節省備餐時間，因此成為廣受歡迎之食品類型(王，2005；Alzamora *et al.*, 2000)。

在美國，IFPA 評估 1994 年生鮮截切蔬果產品的銷售量

約為 50 億美元，1997 年成長至 60 億美元，至 2003 年已快速成長至 120 億美元。2004 年美國生鮮蔬果產業的銷售值約為 800 億美元中，其生鮮截切蔬果產品的銷售就佔了 125 億美元，其中零售市場之銷售量為 50 億美元，業務用市場之銷售量則為 75 億美元；2003 年生菜沙拉的銷售量較 2002 年成長 37%，2004 年生鮮截切水果的銷售量已達 2 億美元 (Brody, 2005)。

在日本，截切蔬菜的市場規模一年約 1,000 億日圓，2002 年截切蔬菜整體需求量粗估約 1850 萬噸，主要分為三部分，第一部分為家庭用，需求量約 800 萬噸，佔整體使用量的 43%；第二部分為加工用（百貨公司、超級市場、便利商店等販賣的截切蔬菜），需求量約 270 萬噸，佔整體使用量的 15%；第三部分為業務用（外食：在外用餐、中食：現成可食用的正餐），需求量約 780 萬噸，約佔整體使用量的 42%，預估其未來動向亦應是往上揚，前景看好 (黃，2005)。

在台灣，依優良農產品發展協會(表五)統計生鮮截切蔬果產品的產值，在 2004 年較 2003 年成長 23.7%，而 2005 年的產值已達 3 億 5200 萬元 (優良農產品發展協會，2006)。台灣截切蔬果之市場逐漸壯大，新的商品推陳出新，以滿足消費

表四、輕度加工蔬果與其他食品處理方法之比較

Table 4. The comparison between minimally processed vegetables and fruits and other food processed methods.

保存方式	產品品質	加工及保存方法	貯藏期	包裝
未保存之新鮮原料	新鮮	通常不經加工及保存	可能需要或不需 需要冷藏	可能需要或不需 包裝
輕度加工蔬果	類似新鮮	需細切及保存	需低溫冷藏	需包裝
冷藏	略改變	需加工及冷藏或冷凍處理	需冷藏或冷凍	需包裝
照射	略改變	需加工及照射處理	需冷藏或室溫貯藏	需包裝
脫水	略或完全改變	需加工及脫水	室溫貯藏通常穩定	需包裝
加熱	完全改變	需加工及熱處理	室溫貯藏	需密封包裝

(陳，1997)

者日常生活的需求，如：團膳、學生營養午餐、便利商店、超級市場等之供應。隨著衛生署及相關營養學界推廣國人多吃蔬果的引領之下，相信國內截切蔬果將是食品產業界的明日之星（黃，2005）。

(三) 品質劣變及保存

生鮮截切蔬果最大的特性就是產品組織細胞多半仍具有生命，且代謝作用與生化反應持續進行中，使得產品品質持續老化與劣變。由於原料經過了去皮、截切等處理，切口及受傷的植物組織，易於被微生物侵入造成污染，再加上細胞養分的流出，提供微生物生長所需，因而造成微生物的大量繁殖，產品因微增殖造成腐敗的機會大增（Nguyen-The and Carlin, 1994）。因此，控制植物組織細胞之生理活性和微生物之入侵與繁殖，對於輕度加工蔬果產品品質之維持極為重要（謝^a，2000）。

生鮮截切蔬果之保存，主要針對抑制食品內酵素作用及微生物增殖為主要目標（謝^a，2000）。Scott (1989)指出，以數個處理系統組合，可避免因單一處理條件過強而傷害產品。圖五即為 Scott 所提出的柵欄觀念示意圖，其中調氧包裝及儲存溫度為主要的微生物生存障礙。對於生鮮截切蔬果

表五、CAS 生鮮截切蔬果產品生產現況

Table 5. CAS Minimally processed vegetables and fruits production among 2003 to 2005 in Taiwan.

年度	產量 (公斤)	成長 (%)	產值 (千元)	成長 (%)
92	10,873,643		254,929	
93	15,188,248	39.68	315,311	23.69
94	16,566,000	9.07	352,607	11.83

(優良農產品發展協會，2006)



微生物繁殖的控制，可引用此一觀念，以確保產品的新鮮與安全品質。Wiley (1994)認為可以應用 Leistner 的欄柵觀念 (hurdles concept)，除了冷藏時盡量低溫外，最主要的方法就是降低產品之最初污染菌數。

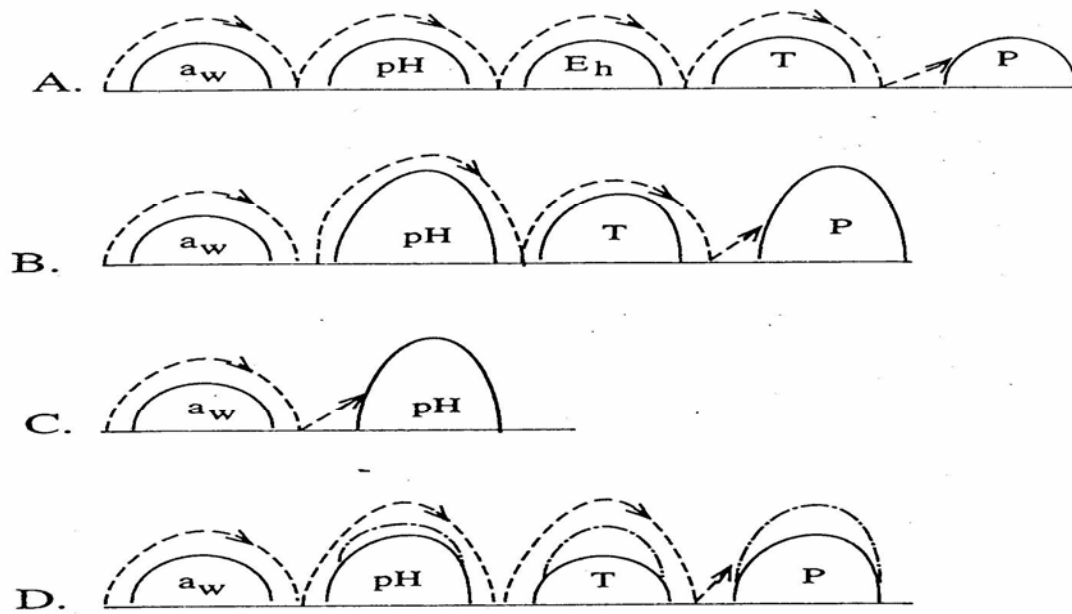
在一般生鮮截切蔬菜的製造過程，如圖六所示，原料經預冷、人工修剪及初步清洗、切片（絲或條）、清洗或殺菌、脫水、包裝後低溫儲存 (Francis *et al.*, 1999)。其中，清洗處理為降低產品最初污染菌數及減少微生物及其他污染之主要加工步驟。

三、臭氧在蔬果輕度加工上的應用

(一) 概說

臭氧的化學分子式為 O_3 ，由三個氧原子所組成共振結構的不穩定分子，為具有刺激性臭味的不燃性淡藍色氣體。

1785 年 Van Marum 利用空氣通過高壓放電 (Electrical Sparks)設備獲得特殊味道的氣體因而發現臭氧(溫和張，1994)。Cruickshank 在 1801 年以鈍性陽極進行水的電解，於陽極上亦可獲得相同特殊味道的氣體，此乃電化學製造臭氧的開端 (Rideal, 1920)。Schinbein(1840) 對此種特殊味道之氣體命名為臭氧 (ozone)，起源於希臘字的 Ozein，其涵義為

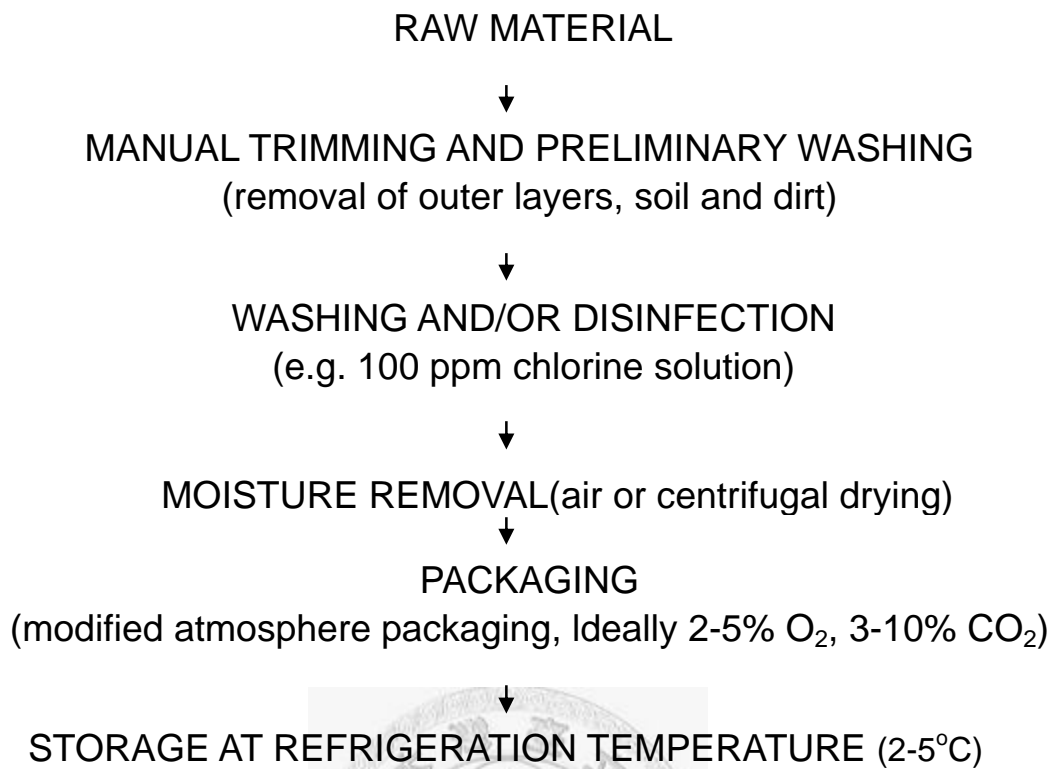


圖五、柵欄觀念

Figure 5. Hurdle concept.

Aw: Water activity; Eh: Electric potential;

T: Temperature; P: Preservative (Scott, 1989)



圖六、生鮮截切蔬菜的製造過程

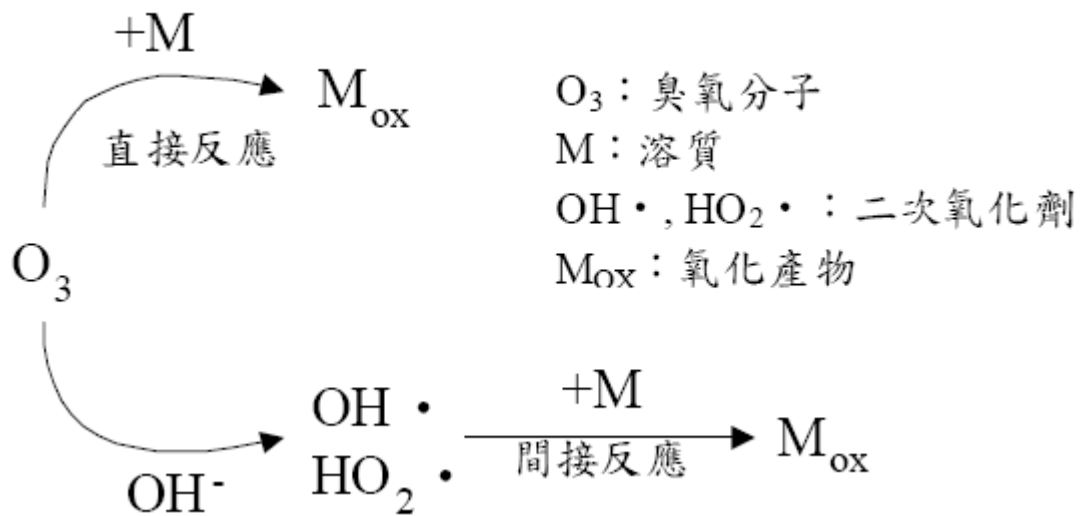
Figure 6. A flow diagram for the production of minimally processed vegetables. (Francis *et al.*, 1999)

有臭味之意 (Rip and Netzer, 1982)。商業用的臭氧產生機，主要可利用 185nm 的紫外燈或電暈放電 (corona discharge) 來產生臭氧。

(二) 特性

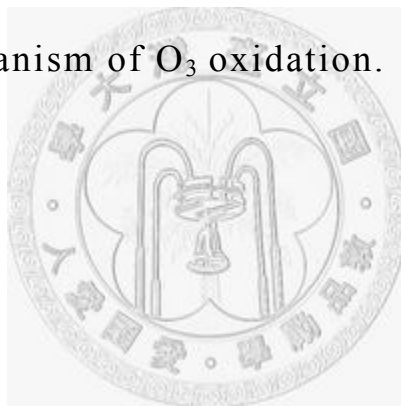
由於臭氧之分子是以共震結構存在，其性質非常不穩定，容易產生還原反應，是一種強氧化劑及強烈消毒殺菌劑。一般認為臭氧具有強氧化力約為氯劑的 1.5 倍，是一種具潛力的殺菌劑 (楊, 1996)。臭氧雖具強氧化力但因為能自動分解，因此不會有殘留毒物的問題。1997 年臭氧被認定為公認安全的物質 (generally recognized as safe, GRAS)；2001 年美國食品與藥物管理局 (FDA) 已經認可臭氧可直接與食品接觸的物質 (FDA, 2001)。

(1) 臭氧為一強氧化劑，溶於水中後會維持臭氧分子型態，或經過一連串反應機制，形成氧化能力更強的氫氧自由基。因此，不論是臭氧或氫氧自由基，均能以其強大的氧化力對水中有機物加以破壞。如圖七所示，臭氧氧化可分為直接反應與自由基的間接反應，通常水中的臭氧以下列反應途徑與溶質反應 (Rice, 1997; Westerhoff *et al.*, 1997)：



圖七、臭氧氧化之反應機制

Figure 7. The mechanism of O_3 oxidation.



(徐，2004)

(2) 臭氧分子直接與溶質(M)反應。

(3) 臭氧分解成二次氧化劑(secondary oxidant)，形成具反應性的自由基($\text{OH}\cdot$, $\text{HO}_2\cdot$)。

二次氧化劑與溶質發生後續反應。

(三) 殺菌機制

Soctt 和 Leshner (1963)認為臭氧的殺菌機制係因臭氧與細胞膜的脂質上的雙鍵作用，造成微生物的細胞受到破壞；Nebel (1981)則認為臭氧的強氧化力造成細菌細胞壁的破壞或解體，而產生溶菌 (bacteriolysis)現象。Bruno (1991)則認為臭氧會與酵素的硫氫基 (-SH)作用，使酵素失去原有效能，達到殺菌效果。Vrochinskii (1963)認為臭氧破壞細菌內部的酵素使細菌無法分解糖分。Ishizaki (1981)等學者發現臭氧會使大腸桿菌的 DNA 發生斷絲現象 (strand scission in DNA)將核中的 closed circular DNA 轉為 opencircular DNA 使細菌死亡。

一般而言，細菌內具有重要功能而且比較容易受到臭氧分子攻擊的對象：包括由脂質組成掌管物質進出的細胞膜，由胺基酸組成的酵素，由核糖核酸構成的遺傳物質。這些分子若是受到嚴重的破壞，都可能造成微生物死亡或是無法順

利繁殖，上述三種推論，可成為臭氧殺菌的機制，但目前並無定論，且環境的 pH 值、使用的臭氧濃度、溶劑之有機成分及作用溫度等，因子都會影響臭氧的殺菌效果 (李, 2001)。

(四) 使用限制

臭氧本身為強氧化劑，故為一種毒性氣體，若在臭氧環境下暴露過度或吸入過量臭氧，將損及呼吸與神經系統 (Sax *et al.*, 1989)；美國職業安全與健康管理局因此訂定了工作環境中臭氧的暴露閾值，其短期閾值 (15 分鐘) 為 0.3ppm，長期閾值 (8 小時/日及 40 小時/週) 為 0.1ppm (Xu, 1999)。世界衛生組織 (World Health Organization, WHO) 的工業限值 (8 小時平均值) 為 100~200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。美國食品藥物管理局對臭氧用於包裝飲用水之殺菌，其最大允許殘留量為 0.4mg/L (FDA, 1995)。

(五) 應用

臭氧常被用於飲用水、工業用水及住宅區廢水消毒。臭氧的氧化作用效果僅次於氯，可以分解氯反應過程中所產生的致癌物質三鹵甲烷等有機物，不會有任何殘留物。空氣中的臭氧濃度約 0.05ppm 時，就可以將空氣中的菌數降低 70% 左右，並降低空氣中的病毒 60~90% 左右。臭氧在水中的

存在濃度為 0.05ppm 時，可在 1~2 分鐘內可殺死約 99% 的細菌(徐，2004)。

臭氧在日本可為食品添加物後，在食品加工、製造、流通、儲藏等各領域逐漸廣泛被利用。而蔬果洗滌時，可利用臭氧微溶於水的特性將臭氧通入洗滌水中來提高殺菌作用，惟利用臭氧時仍具有危險性，人們暴露於臭氧的環境時間過久，會造成生理上的不適反應 (楊，1996)。

四、幾丁聚醣(Chitosan)在蔬果加工上的應用

幾丁聚醣是由幾丁質(chitin)，去除部分或全部的乙醯基所得的高分子聚合物。幾丁聚醣是 2000 至 3000 個 N-去乙醯基葡萄糖胺(N-deacetyl-D-glucosamine) 經由 β -1,4 糖苷鍵結合而成，其結構類似纖維素。幾丁質和幾丁聚醣之去乙醯度差異，目前並無明顯定義將其劃分，惟 Muzzarelli (1985) 認為總氮量佔整個聚合物重量 7%(w/w) 以上者，即稱為幾丁聚醣 (林，2005)。

(一) 幾丁聚醣的溶解性

幾丁聚醣可溶於 1% 的己二酸(adipic acid)、醋酸、甲酸、乳酸、丙酸、蘋果酸與琥珀酸等，但不溶解於硫酸，其中甲

酸是溶解幾丁聚醣最好的溶劑，可溶解 0.25g/mL 至 50g/mL 的幾丁聚醣。醋酸則常被選為測定幾丁聚醣溶液性質的標準溶劑。幾丁聚醣在無機酸中的溶解度有限，只有 0.15g/mL 至 1.1mL。此外，幾丁聚醣不溶於中性及鹼性的溶劑 (鍾，1993 ; Knorr, 1984)。雖然幾丁聚醣可溶解於稀酸溶液，但其溶解度仍視幾丁聚醣的去乙酰度以及溶液的 pH 值而有所不同。Filar & Wirick (1978)就指出去乙酰度 75%以上的幾丁聚醣較能容易的溶解於稀酸中，而且當溶液之 pH 值在 5.5 以上時，溶解度就顯著的下降。

幾丁聚醣在酸性溶液中，為帶陽電荷(NH^+)之多電價聚合物，且能形成親水性(hydrophilic)的蚯蚓狀(worm-like)分子，其流體性質取決於其分子構形、氫鍵數目或相鄰分子之靜電排斥力(鍾，1993)。而幾丁聚醣在溶液中之分子構形會受到溶劑種類、pH 值、離子強度、溶質濃度影響 (Kienzle-Sterzer C. *et al.*, 1985)。

(二) 幾丁聚醣的毒性及安全性評估

關於幾丁聚醣毒性的報告很多，如 Arai 等(1968) 之研究結果指出，每天餵食老鼠體重每公斤 18 克以上的幾丁聚醣才會對老鼠產生傷害。Bough & Landes (1976) 在餵食老鼠

飼料中添加 5% 幾丁聚醣-蛋白質複合物與對照組比較，發現兩組在生長速率、器官組織及血液中血清組成均無顯著差異。Hirano (1985) 的試驗中指出，每天分別餵食雞和兔子每公斤體重各 0.8g 和 1.74g 的幾丁聚醣，在 239 天後，無不良的症狀發生。林(1996)亦指出每天餵食體重 5% 以下的幾丁聚醣對老鼠的生長及肝腎功能並無不良的影響。

此外，日本已經於 1989 年將幾丁質和幾丁聚醣列入合法的安定劑與增稠劑(林，2005)。美國藥物食品管理局(FDA)也於 1991 年核准幾丁聚醣為合法的食品與飼料添加物(Mccurdy, 1992)。雖然上述試驗均證明幾丁聚醣不具有毒性，且可為食品加工所用，但如果要真正為人類日常食用，則必須以長期性的研究來進一步證明其安全性(謝^a，2000)。

(三) 幾丁聚醣的抗菌作用

幾丁聚醣的抗菌機制主要歸納成以下三點：(林，2005)

1. 幾丁聚醣糖具陽離子會擾細胞上的陰電荷

幾丁聚醣在酸性的溶液中會形成帶有陽電荷($-\text{NH}_3^+$)之官能基，此電荷會干擾黴菌與細菌表面所帶的負電荷，以靜電作用互相吸引而形成凝集作用造成細胞內的蛋白質變性等影響(林，2005；Rabea *et al.*, 2003)。林(1995) 指出幾丁聚醣

抑制微生物的作用，是直接對微生物菌體細胞產生抑制；這種抑制作用過程可能與幾丁聚醣吸附在菌體外表有相關性，干擾或改變了菌體細胞膜的通透性。幾丁聚醣的這種生物活性是因為其多價陽離子會干擾細胞表面上某些巨大分子(macromolecule)的陰性官能基(Leube and Stossel, 1986)。幾丁聚醣也可作為螯合劑與細胞內特定物質結合，藉此抑制毒素或細胞的增生(林，2005；Rabea *et al.*, 2003)。

2. 幾丁聚醣結合 DNA 以抑制 mRNA 的合成

較短鏈的幾丁聚醣，尤其是 7 個或更多單體所組成的寡醣，進入菌體後，能干擾 RNA、蛋白質的生合成及降低細胞活性(謝，2004)。Hadwiger 等人(1986) 由假設的模式中：幾丁聚醣為真菌細胞壁的微量成分，和幾丁質及 β -葡萄糖聚醣(β -glucan)並存於細胞壁中；當真菌細胞接觸到宿主細胞時，植物原本存在的內生性幾丁聚醣酵素(endo-chitosanase)和內生性 β -1,3-葡萄糖聚醣酵素(endo- β -1,3-glucanase) 會逐漸分解真菌細胞壁片段，這些片段會釋放出短鏈的幾丁聚醣，而幾丁聚醣能穿過細菌的細菌細胞核，和 DNA 結合響染色體構造，干擾 mRNA 及蛋白質的生合成。

3. 幾丁聚醣可誘導植物內生之抵抗力

當植物宿主細胞接觸到幾丁聚醣時，可誘導內生真菌水解酵素，包括 chitinase、 β -1,3-glucanase、chitosanase 等活性增加，造成真菌細胞壁的崩解導致死亡；除此之外，幾丁聚醣和 DNA 結合後，由一些活化基因所複製出的 RNA 會產生蛋白質，可促進酚類化合物 phenylpropanoide 的活性，這些酚類化合物包括 phytoalexin、lignin 等，也可以抑制真菌的生長，進而達到抑菌的作用 (Rabea et al., 2003)

五、微生物檢測

蔬果在田間管理、採收後處理、加工過程及運輸中，都可能遭受微生物污染。多數以此類產品之總生菌數或大腸桿菌群當作指標來管控污染程度，但許多非病原性之微生物種類也常出現於此類產品之表面，例如大腸桿菌群；另也可由總生菌數及大腸桿菌群的測試來驗證此類產品的衛生與品質 (王，2005)。在衛生署制訂之食品衛生法規中，相關之食品衛生標準多以總生菌數、大腸桿菌群及大腸桿菌為管制項目。如表六為行政院衛生署所制訂生食食品的微生物限量標準。

蔬果組織的腐敗主要的原因是由於微生物的入侵，低溫

可以延遲微生物性的腐敗，但亦有部份腐敗微生物能於低溫下生存，如生菜中常見之 *Pseudomonas*、*Enterococcus* 及 *Erwinia* 屬細菌(King and Bolin, 1989)，其中 *Pseudomonas*、*Enterococcus* 屬於嗜冷性細菌 (psychrotroph)，而此類微生物於低溫下生長良好，足引起冷藏食品之敗壞的主要細菌(林，2006)，低溫儲存之產品如能降低此類微生物之污染，應可維持產品之品質。



表六、生食用食品之微生物限量標準

Table 6. The microbiological standard of fresh food.

類 別 \ 項 目	每公克中生菌 數 (CFU/g)	每公克中大腸 桿菌群 (Coliform)最 確數(MPN/g)	每公克中大腸 桿菌(<i>E. coli</i>) 最確數 (MPN/g)	每百公克揮發 性鹽基態氮
生食用魚介類	10 ⁵ 以下	10 ³ 以下	陰性	15mg 以下
生食用水果類	10 ⁵ 以下	10 ³ 以下	10 以下	—
生食用蔬菜類	10 ⁵ 以下	10 ³ 以下	10 以下	—

(行政院衛生署，2007)



參、材料與方法

一、實驗材料

本研究所使用之洋蔥原料購自台北市水源市場，品種為台南一號。購得之洋蔥經前處理除去外皮，截切成條狀 (1×5 公分)、片狀 (2×2 公分)及洋蔥末 (0.5×0.5 公分)備用(圖九、圖十)。

二、實驗試藥

1. 氯化鈉 (Sodium chloride)：食品級，台鹽公司出品
2. 酒精 95% (Alcohol)：試藥級台灣菸酒股份有限公司出品。
3. 總生菌數、大腸桿菌群及大腸桿菌快速檢測片 (Petrifilm™ Aerobic Count Plate and E. coli/Coliform Count Plate)：美國 3M 公司出品。
4. 氫氧化鈉 (Sodium hydroxide)：試藥級，日本林純藥公司出品。
5. 冰醋酸 (Glacial acetic acid)：試藥級，皓峰公司出品。
6. Potassium indigo trisulfonate (PITS)：試藥級，Merck 公司出品。
7. 幾丁聚醣：試藥級，凱得生技，去乙醯度 95%。
8. 檸檬酸：試藥級，三福化工

9. 磷酸(H_3PO_4)：試藥級 85%，Merck 公司出品。
10. 磷酸二氫鈉($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{PO}_4$)，試藥級，日本片山公司
產品

三、儀器設備

1. 手持糖度計 (Hand refractometer)：ATAGO 公司出品，
N1 型。
2. 分光光度計 (UV/VIS Spectrophotometer)：日本 JASCO 公
司出品，7800 型。
3. 色差儀 (Color and Color Difference Meter)：日本光電株式
會社出品，ND-1001DP 型。
4. 殺菌釜 (Speedy autoclave)：Tomin 公司出品，TM325 型。
5. 微生物培養箱 (Incubator)：Kwang Shen 公司出品，KS-31
型。
6. 食物調理機(貴夫人調理機，PF2099，根盈企業有限公司
製造)。
7. pH meter：JENCO 公司出品，Microcomputer pH-vision
6071 型。
8. 臭氧發生器 (Ozone water system)：AS-2004 型，純誠公
司出品(圖九)。



圖 8-1 洋蔥片之包裝



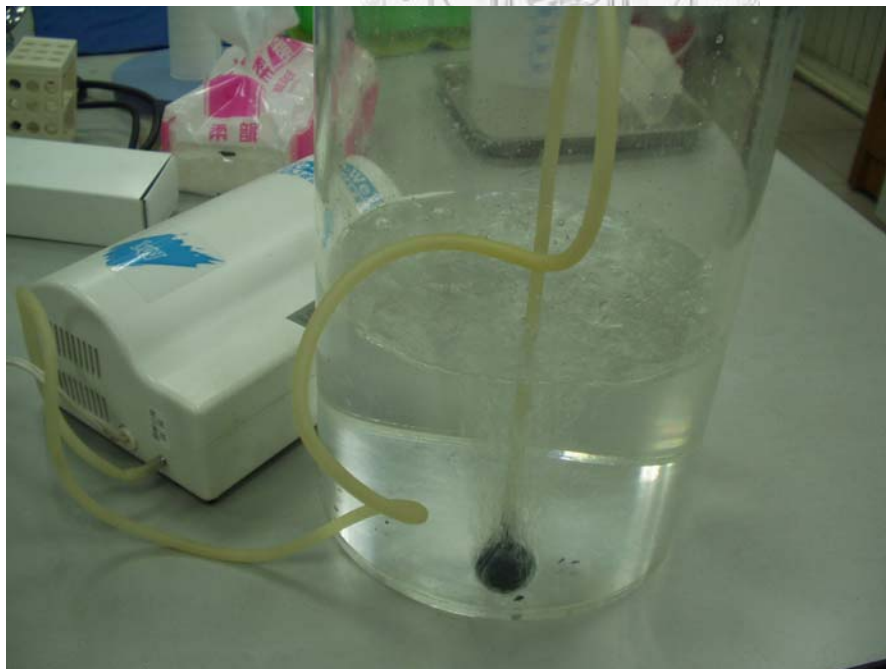
圖 8-3 洋蔥末之包裝



圖 8-2 洋蔥條之包裝

圖八、洋蔥截切後之包裝方式。

Figure 8. Package of cut onion.



圖九、臭氧發生機

Figure 9. Ozonizer



圖 10-1 洋蔥片(約 2*2cm)



圖 10-2 洋蔥條(約 1*5cm)



圖 10-3 洋蔥末(約 0.5*0.5cm)

圖十、截切洋蔥之三種不同形狀

Figure 10. The different type of fresh-cut of onion.

9. 高速離心機 (Ultra-centrifuge): Dupont 公司出品, Sorvall RC-5415 型。

10. 均質機(Blender): Waring, 31BL92 型。



四、試驗設計

生鮮洋蔥經去除外皮後，浸泡於無菌水中初步清洗，切成洋蔥片(約 2*2cm)、洋蔥條(約 1*5cm)及洋蔥末(約 0.5*0.5cm)，經無菌水清洗一分鐘，浸泡 6%NaCl 溶液、3%檸檬酸溶液、2%幾丁聚醣醋酸溶液及 0.3mg/L 臭氧溶液浸泡一分鐘，取出再經無菌水浸泡 1 分鐘去除溶液氣味後瀝乾。放入 LDPE 夾鍊袋中，於 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 下貯藏十天。儲存期間每隔 24 小時取樣觀察微生物、蒜素、pH、可滴定酸度、可溶性固形物、失重率及色澤之變化(圖十一)。

實驗中所使用之溶液濃度及清洗時間之設定，是參考前人研究：(1) 依學者(謝^a，2000)使用不同濃度 NaCl 處理截切珍珠拔，比較結果 6%NaCl 抑菌效果最好。可維持五天貯架壽命。(2) 依學者(李，2001)使用三種臭氧濃度處理截切蘋果，比較結果以 0.230mg/L 以上濃度能使樣品延長五天貯架壽命。(3)依學者(林，2005)使用幾丁聚醣乳酸溶液及幾丁聚醣醋酸溶液分別配成 1%及 2%等四種不同濃度之溶液處理截切番石榴，以 2%幾丁聚醣醋酸溶液處理能使貯架壽命達 6-7 天。(4) 依學者(李，2001)以 3%檸檬酸溶液配合異抗壞血酸鈉溶液(200mg/L)。經預實驗 3%檸檬酸溶液比較有無添

加異抗壞血酸鈉溶液之處理結果得知兩者間處理對於實驗中所欲分析之成分，並無明顯差異，包括了總生菌數及大腸桿菌群之抑菌效果結果均相似，固採用 3%檸檬酸為其中之一處理組。對照組則以無菌水處理。

五、分析項目與方法

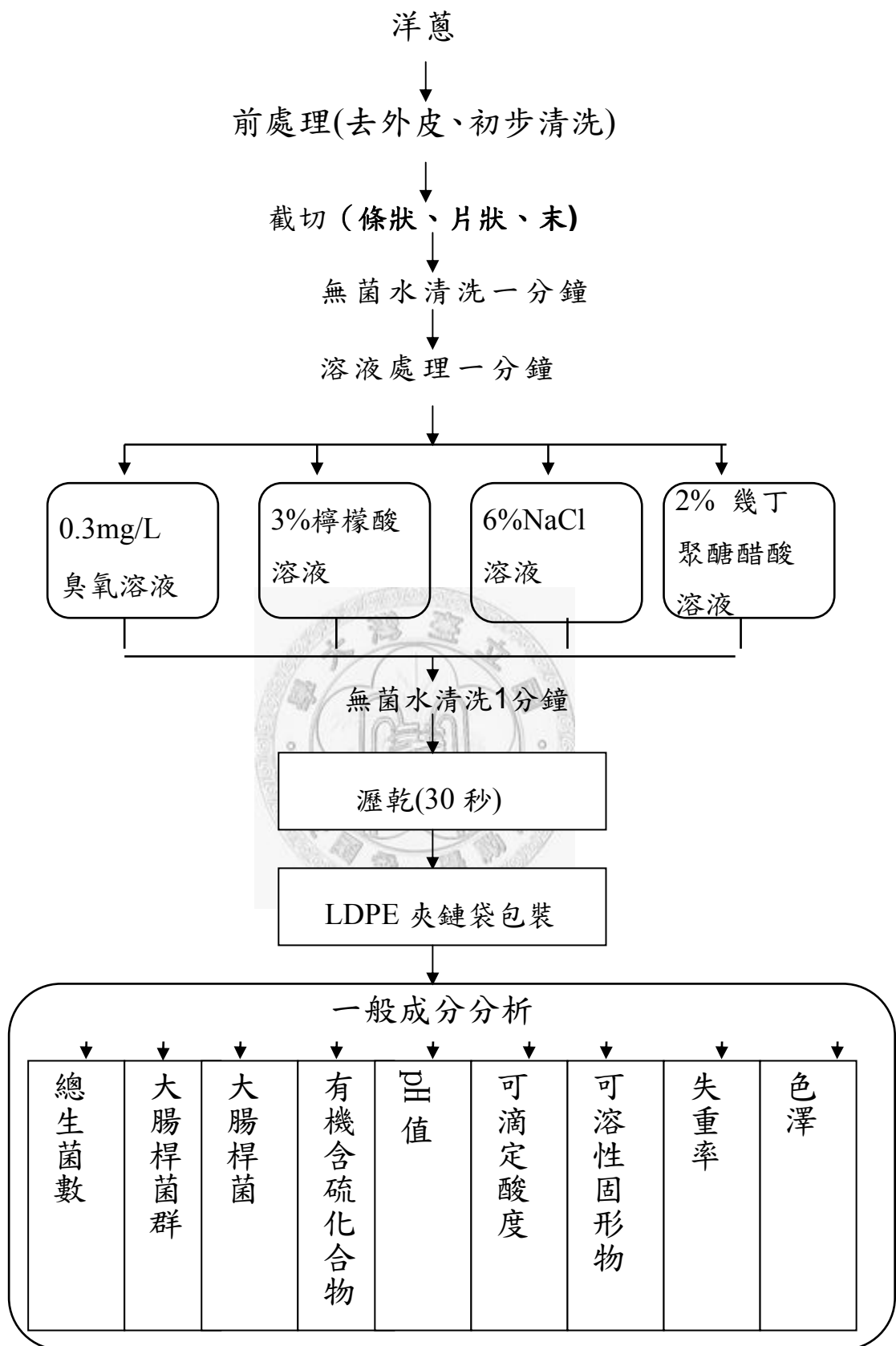
(一) 總生菌數測定

依據 3M PetrifilmTM - 生菌數之檢驗，取 25g 截切洋蔥樣品加入 225g 之無菌生理食鹽水(濃度 0.85%)，以均質機充分破碎後，取 1mL 為檢液，再以相同之無菌生理食鹽水連續稀釋成 10^{-1} 、 10^{-2} 、 10^{-3} 、 10^{-4} 、 10^{-5} 濃度。將稀釋液充分震盪、混合均勻後分別吸取 1mL 檢液注入 3M 快速檢測片

(PetrifilmTM Aerobic Count Plate)於膜的中間，慢慢蓋上上層薄膜並避免氣泡產生，使樣品均勻的分佈於膜的中間，靜置 1min 待其凝固，於 35°C 之培養箱，培養 48 小時後，每一檢液做二重複，取出計算其菌落數(膜中間出現紅色點狀即為生菌數，將兩片膜平均值再乘以稀釋倍數即為總生菌數，表示方式為 CFU/g)。

(二) 大腸桿菌群及大腸桿菌測定

依據 3MTM - Petrifilm 大腸桿菌群及大腸桿菌之檢驗。



圖十一、研究試驗流程圖

Figure 11. The flow Charts of this experimental design.

取 25g 截切洋蔥樣品加入 225g 之無菌生理食鹽水 (濃度 0.85%)，以均質機充分破碎後，取 1mL 為檢液，再以相同之無菌生理食鹽水連續稀釋成 10^{-1} 、 10^{-2} 濃度。將稀釋液充分震盪、混合均勻後分別吸取 1mL 檢液注入 Petrifilm™ E. coli/Coliform Count Plate 中，每一檢液做二重複，在 35°C 下於培養箱中培養 24 小時後，取出快速檢測片計算其菌落數，紅色和藍色且具氣泡之菌落數，其總和為大腸桿菌群數，藍色且具氣泡之菌落為大腸桿菌數，表示方式均為 CFU/g。

(三) 可溶性固形物之測定(林，2005)

將洋蔥壓榨方式製備成汁，取 0.2mL 洋蔥汁以手持屈折計，於 20°C 下測定果汁中可溶性固形物之含量，以 °Brix 為單位。

(四) pH 之測定

pH 值依據(AOAC，1984)的方法，量取洋蔥 20g 置於燒杯中，加入 100mL 蒸餾水，以均質機均質 1 分鐘以電子式 pH meter 在室溫下測定之。

(五) 可滴定酸度依據(AOAC，1984)的方法，取量取洋蔥 20g

置於燒杯中，加入 100mL 蒸餾水，以均質機均質 1 分鐘，再離心 10 分鐘取上清液 50mL，置於 200mL 燒杯中。以

0.1N NaOH 溶液滴定至 pH 8.1。記錄所需 NaOH 的毫升數，以下列公式計算，並以蘋果酸含量表示(蘋果酸的 b 值為 0.0064)。

$$\text{可滴定酸度}(\%) = \frac{\text{NaOH 毫升數} \times f \times b}{\text{樣品重量}(\text{g})} \times 100$$

f : 0.1N NaOH 的力價

b : 相當於 0.1N 氫氧化鈉標準溶液 1mL 的有機酸量(g)

(六) 失重率之測定(林，2005)

洋蔥經截切處理後，記錄重量(X_0)，每間隔 24 小時取出樣品以電子稱重，並記錄之(X)。利用下列公式計算，以失重百分率(%)表示。

$$\text{失重率}(\%) = \frac{X_0 - X}{X_0} \times 100\%$$

X_0 : 樣品處理後之原始重量(g)

X : 間隔 24 小時樣品之重量(g)

(七) 色澤之測定(林，2005)

以色差儀測定截切洋蔥之果肉外側之色澤，測定前以標

準白板(X 82.28, Y 87.14, Z 94.63)、灰板(X 47.6, Y50.71, Z 55.53) 校正。取適當大小的洋蔥於色差儀中，由 Hunter L, a, b 值之結果來計算 color difference (ΔE)， ΔE 值越大，表示樣品間色澤差異越大。計算公式如下：
$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$$
。Hunter L, a, b 值；L 值表示亮度，L 值 100 時為全白，0 為全黑；a 值正時為紅色，a 值負值為綠色；b 值正時為黃色，b 值負值為藍色。

(八) 蒜素的測定—定硫法

依據(彭，1998) 準確稱取 5g，加 0.1N 硝酸 2mL，攪拌壓磨至黃色，放置 20min，用水洗入 100mL 容量瓶中，定量後搖勻再過濾，取濾液 80mL，加 0.1% 甲基橙指示劑 5 滴，滴加 0.1N NaOH 至黃色，再滴加 0.1N HCl 至紅色，在加熱板上加熱濃縮至約 50mL，加入 10mL 的 5% 氯化鋇溶液，搖勻，在 90°C 水浴上保溫 2 小時，將沉澱放入已知重量坩鍋內，放入高溫電爐中於 600°C，30min(至灰分變白)，取出冷卻稱重，根據 BaSO₄ 重量按下式計算蒜素(%):

$$32.06/233.39 \times A \times 162.26/32.06 \times 2$$

$$\text{蒜素}(\%) = \frac{\text{-----}}{\text{-----}} \times 100\%$$

$$\frac{W}{V_0} \times V$$

式中：32.06 ----- 硫分子量

233.39 ----- BaSO₄ 分子量

A ----- BaSO₄ 重量

162.26 ----- 蒜素的分子量

W ----- 樣品克數

V₀ ----- 提取液總毫升數

V ----- 測定提取液毫升數

(九) 液相臭氧的分析 (Stand Method, 1986)

1. 分析材料

(1) Potassium Indigo Trisulfonate (C₁₆H₇N₂O₁₁S₃K₃) :

ACROS

(2) 磷酸(H₃PO₄) : 85% , MERCK

(3) 磷酸二氫鈉(NaH₂PO₄ · H₂PO₄)

2. 液相臭氧濃度計算

$$[\text{O}_3](\text{mg/L}) = \frac{\Delta A \times 100}{f \times b \times V}$$

ΔA ：空白值與水樣吸光度之差

f：0.42

b：石英管的光徑(cm)

V：水樣體積(mL)

(十) 統計分析

本研究使用 SAS 統計分析軟體 (Statistical Analysis System, Ver. 9.1 for Windows XP) 以變方分析 (ANOVA) 測定法比較平均值之差異性。



肆、結果與討論

一、截切洋蔥儲藏期間微生物及理化性質之變化

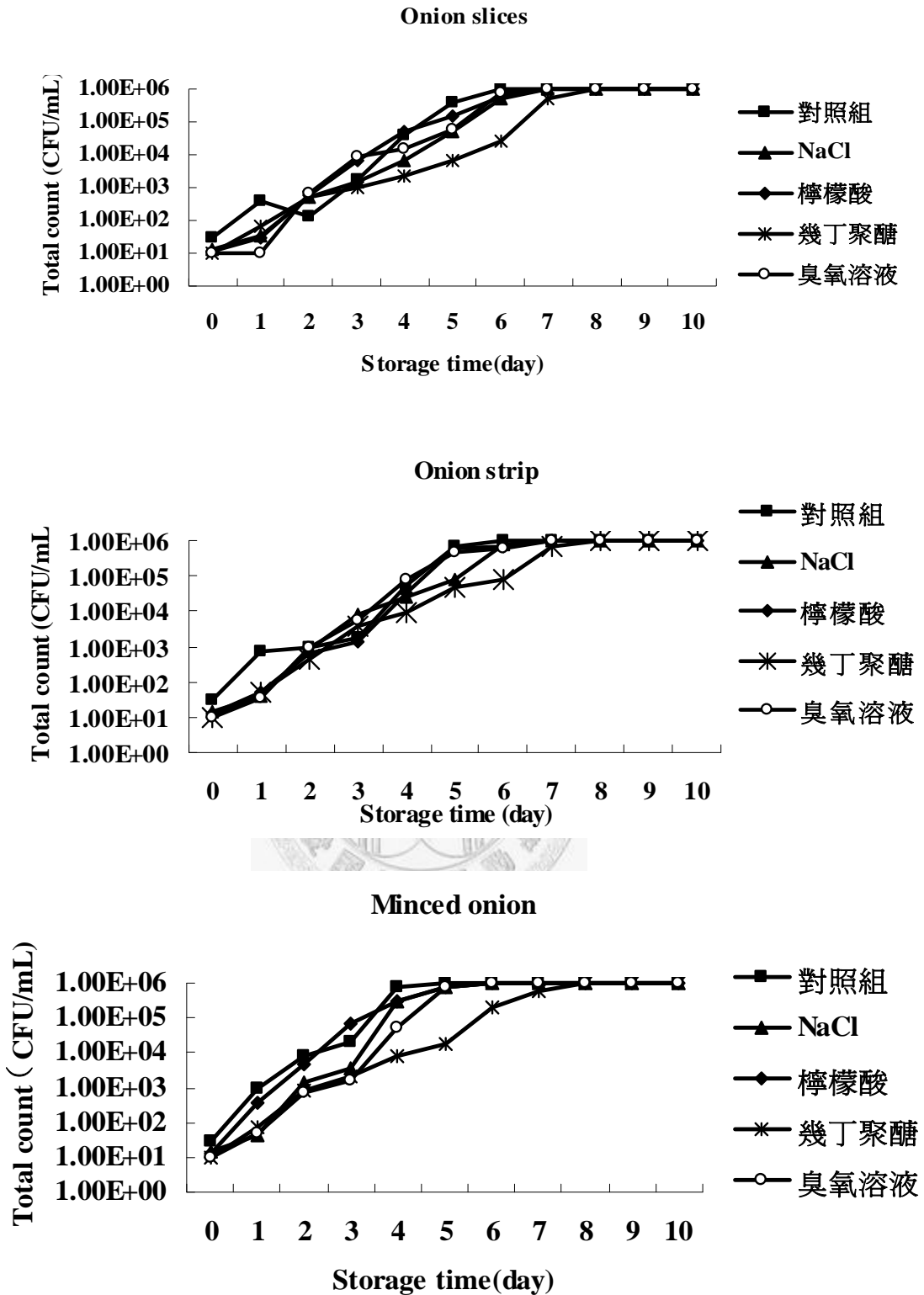
(一) 總生菌數的變化

食品中是否含病原菌與其帶菌量是食品衛生安全的重要指標之一，食品中若受微生物嚴重污染，不僅會使產品品質劣變，甚至會危及消費者的健康。蔬果截切後，蔬果細胞損傷所流出之組織液，會引起微生物迅速增殖而造成輕度加工蔬果腐敗不堪食用。根據行政院衛生署食品類衛生標準規定，每公克生食蔬果之總生菌數不得超過 10^5 個，大腸桿菌則不得檢出(行政院衛生署，2007)。截切洋蔥片與洋蔥條未經處理直接以低溫 $5\pm 1^\circ\text{C}$ 貯藏，在試驗第零天時，各處理組的總生菌數約維持在 $1.0\times 10^1\sim 3.0\times 10^1$ 之間(表七)；洋蔥末的對照組、3%檸檬酸組及 6% NaCl 組貯藏至第 4 天總生菌數即超過 10^5 CFU/g。對照組及 3%檸檬酸處理過的洋蔥片和洋蔥條以及經 3mg/L 臭氧溶液處理過的洋蔥條和洋蔥末，冷藏至第 5 天生菌數含量已超過 10^5 ；6%NaCl 溶液處理的洋蔥片、洋蔥條、臭氧溶液處理的洋蔥片及 2%幾丁聚醣醋酸溶液處理之洋蔥末冷藏至第六天總生菌數才超過 10^5 (圖十二)。三種不同形狀處理的洋蔥樣品中洋蔥末的貯藏壽命最短約 4~5

天，以不同溶液比較下，以 2%幾丁聚醣溶液處理之洋蔥樣品貯架壽命可比對照組延長 2 天，其次是 3mg/L 臭氧溶液及 6%NaCl 溶液處理之洋蔥樣品貯架壽命可比對照組延長 1 天，3%檸檬酸處理 1 分鐘之效果與對照組相似(表七)。使用 6%食鹽溶液、0.3mg/L 臭氧及 2%幾丁聚醣醋酸溶液處理之樣品皆可有效延緩洋蔥貯藏期間總生菌數之上升，延長產品的保存期限至 6~7 天(圖十二)，臭氧溶液處理之樣品明顯的具有抑菌作用，能增加約一天的貯架壽命，但抑菌效果最好的是 2%幾丁聚醣處理之樣品。除 2%幾丁聚醣處理與 3mg/L 臭氧處理之樣品抑菌效果稍佳外，其他檸檬酸溶液及氯化鈉溶液效果則與對照組相似。

(二) 大腸桿菌群及大腸桿菌之變化

根據行政院衛生署食品類衛生安全標準規定，每公克蔬菜之大腸桿菌群之菌數不得超過 10^3 個(行政院衛生署，2007)。表八顯示截切洋蔥未經處理直接以低溫 $5\pm 1^\circ\text{C}$ 貯藏，至第 6 天洋蔥條的大腸桿菌群數即超過 10^3 CFU/g，而洋蔥末及洋蔥片至第 7 天才超過 10^3 CFU/g(圖十三)，經溶液處理者均能顯著延長截切洋蔥之貯架壽命，3%檸檬酸溶液處理過之洋蔥片和洋蔥末及 6%NaCl 溶液處理過之洋蔥



圖十二、截切洋蔥經不同溶液處理後在 $5\pm 1^\circ\text{C}$ 冷藏 10 天總生菌數
 Figure 12. Effect of solution treatment on the total bacteria count of fresh-cut onions stored at $5\pm 1^\circ\text{C}$ for 10 days

表七、截切洋蔥經不同溶液處理後在 5±1℃ 冷藏 10 天間所含總生菌數之變化

Table 7. Effect of solution treatment on the total bacteria count of fresh-cut onions stored at 5±1 °C for 10 days.

Day	Total bacteria count (CFU/mL)**														
	Onion slices					Onion strip					Minced onion				
	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone
0	3.0×10 ¹	1.4×10 ¹	1.2×10 ¹	1.0×10 ¹	1.0×10 ¹	3.0×10 ¹	1.4×10 ¹	1.2×10 ¹	1.0×10 ¹	1.0×10 ¹	3.0×10 ¹	1.4×10 ¹	1.2×10 ¹	1.0×10 ¹	1.0×10 ¹
1	3.7×10 ¹	3.2×10 ¹	2.8×10 ¹	6.8×10 ¹	1.0×10 ¹	7.0×10 ²	3.8×10 ¹	4.8×10 ¹	5.4×10 ¹	3.3×10 ¹	9.0×10 ²	4.2×10 ¹	3.6×10 ²	6.9×10 ¹	4.7×10 ¹
2	1.4×10 ²	5.2×10 ²	5.6×10 ²	5.0×10 ²	7.0×10 ²	9.6×10 ²	8.2×10 ²	6.6×10 ²	4.3×10 ²	9.0×10 ²	7.6×10 ³	1.4×10 ³	4.7×10 ³	8.7×10 ²	6.7×10 ²
3	1.8×10 ³	1.6×10 ³	6.8×10 ³	9.4×10 ²	8.5×10 ³	1.8×10 ³	8.6×10 ³	1.4×10 ³	3.6×10 ³	5.5×10 ³	2.0×10 ⁴	3.4×10 ³	6.4×10 ⁴	2.1×10 ³	1.7×10 ³
4	4.0×10 ⁴	6.6×10 ³	5.1×10 ⁴	2.2×10 ³	1.6×10 ⁴	5.4×10 ⁴	2.5×10 ⁴	3.4×10 ⁴	9.0×10 ³	7.6×10 ⁴	7.2×10⁵	2.8×10⁵	3.0×10⁵	7.8×10 ³	5.4×10 ⁴
5	3.8×10⁵	4.9×10 ⁴	1.6×10⁵	6.5×10 ³	6.2×10 ⁴	6.8×10⁵	8.2×10 ⁴	6.0×10⁵	4.6×10 ⁴	4.9×10⁵	>1×10⁶	8.0×10⁵	7.4×10⁵	1.8×10 ⁴	7.9×10⁵
6	>1×10⁶	5.3×10⁵	5.6×10⁵	2.6×10 ⁴	7.2×10⁵	>1×10⁶	7.8×10⁵	7.2×10⁵	8.2×10 ⁴	6.0×10⁵	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	2.0×10⁵	>1×10⁶
7	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	4.9×10⁵	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	7.2×10⁵	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	6.0×10⁵	>1×10⁶
8	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶
9	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶
10	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶	>1×10⁶

*In 0.05M acetic acid solution.

** Data in boldface indicate larger than 10⁵.

末冷藏至第 8~9 天大腸桿菌群數超過 10^3 CFU/g，而 2% 幾丁聚醣醋酸溶液及 3mg/L 臭氧溶液之效果最佳，經此兩種溶液處理之洋蔥片及洋蔥條冷藏至第 10 天大腸桿菌群仍未超過衛生標準，而洋蔥末則第十天大腸桿菌群才超過 10^3 CFU/g (表八、圖十三)，而大腸桿菌於貯藏期間十天所有樣蔥樣品中均未檢出。

總生菌數與大腸桿菌群中，洋蔥末之貯架壽命均比洋蔥片及洋蔥末短，原因應是洋蔥末接觸面積較大，微生物附著點較廣、細胞組織液流出較多正好提供微生物生長所需之養分，使微生物增殖快而容易受污染。

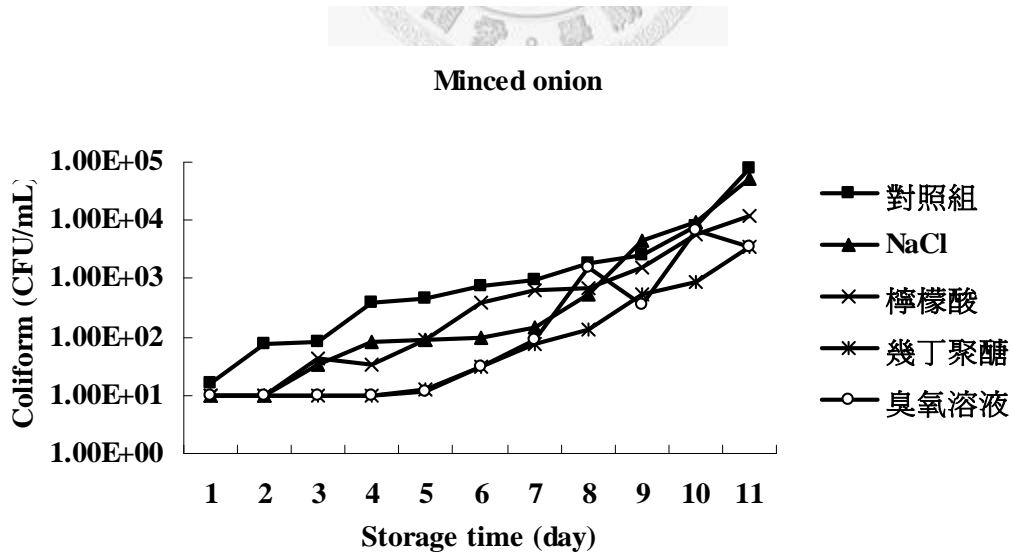
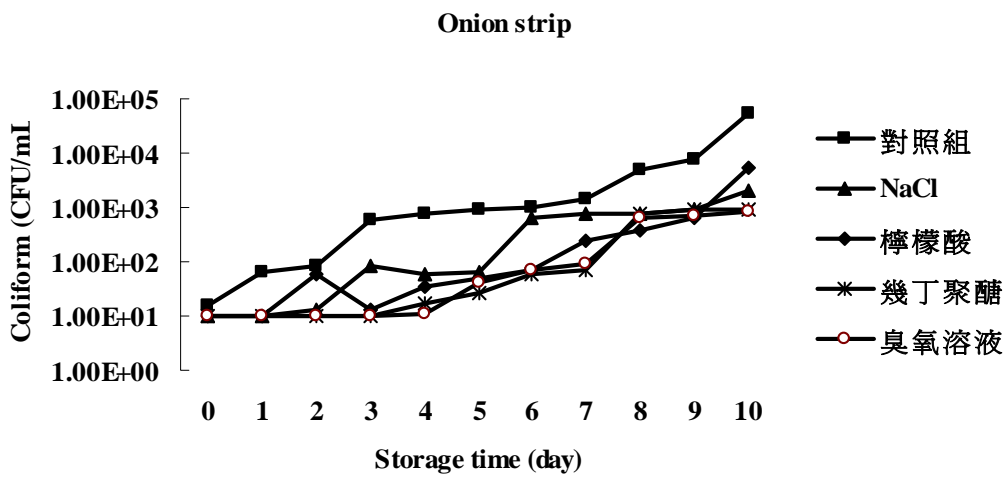
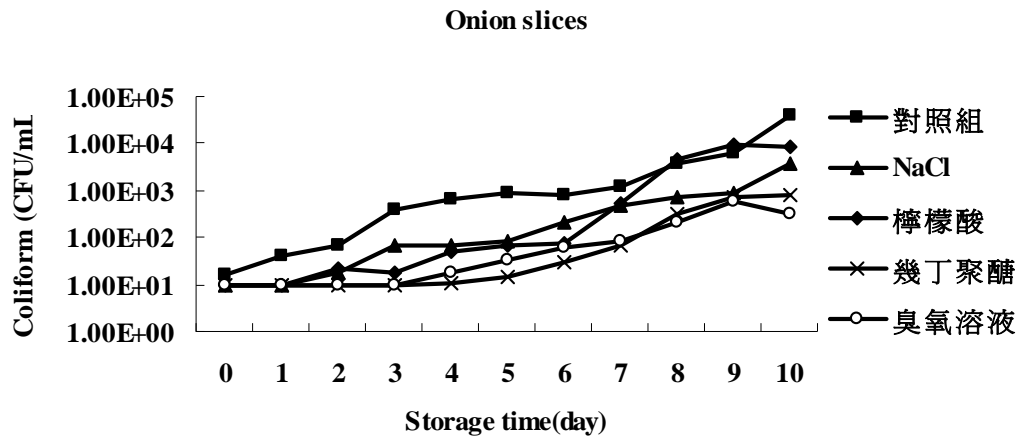
臭氧具有很強的殺菌力，其主要的殺菌機制應該是由臭氧所具有的強氧化力所造成。Fetner & Ingols(1956) 以大腸桿菌為消毒指標作加氯及臭氧消毒之比較時發現，當水中溶解臭氧至某一值(約 0.23mg/L)以上時，水中的大腸桿菌群則很快就被完全殺滅。因此，低濃度臭氧水溶液(0.3mg/L)處理即有一定程度之菌效果，在結果中比起對照組較能有效減少洋蔥的初菌數，在總生菌數方面對於洋蔥的貯架壽命則能較對照組延長一天，對於大腸桿菌群而言，0.3mg/L 臭氧溶液處理過的洋蔥片貯藏至第三天大腸桿菌群數目維持在平均值

1.0×10^1 個，到了第四天大腸桿菌群數目才逐漸提高，而洋蔥片及洋蔥條貯藏至第 10 天大腸桿菌群仍未超過 10^3 個。顯示臭氧能有效減少洋蔥中的初始菌數。

試驗結果也顯示洋蔥樣品經幾丁聚醣醋酸溶液處後，也可有效降低微生物的生長速率，學者林(2005)比較 1%與 2%幾丁聚醣醋酸溶液之抑菌效果後，提出了幾丁聚醣醋酸溶液濃度愈高，抑制微生物長的效果愈好，經 2%幾丁聚醣醋酸溶液處理之洋蔥樣品，冷藏至第 4 天大腸桿菌群仍維持 1.1×10^1 左右，至第五天後才緩慢提高，且在總生菌數方面，能比對照組延長貯架壽命至兩天，顯示幾丁聚醣確實有抑制微生物的作用，與林(2005)之結果相符。但幾丁聚醣醋酸溶液具醋酸之嗆鼻味，且溶液呈淡黃色，浸泡過幾丁聚醣醋酸溶液之產品亦呈黃色，在實際使用上仍需考慮到對風味、色澤等品質的影響。

(三) 失重率之變化

在蔬果貯藏期間，水分的喪失常使蔬果失去商品價值。除了重量減輕外，也可能發生萎凋、不夠飽滿的問題(Ghaouth *et al.*, 1991)。截切洋蔥經不同溶液處理，在低溫 $5 \pm 1^\circ\text{C}$ 貯藏 10 天，失重情形如圖十四所示，均呈現嚴重的失水現象。冷



圖十三、截切洋蔥經不同溶液處理在 $5\pm 1^\circ\text{C}$ 冷藏 10 天大腸桿菌群數
 Figure 13. Effect of solution treatment on the coliform count of fresh-cut onions stored at $5\pm 1^\circ\text{C}$ for 10 days.

表八、截切洋蔥經不同溶液處理後在 $5\pm 1^\circ\text{C}$ 冷藏 10 天間所含大腸桿菌群數目之變化

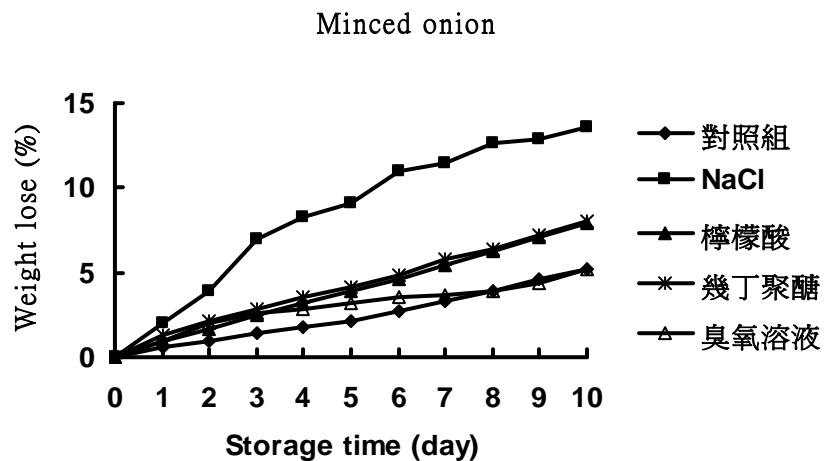
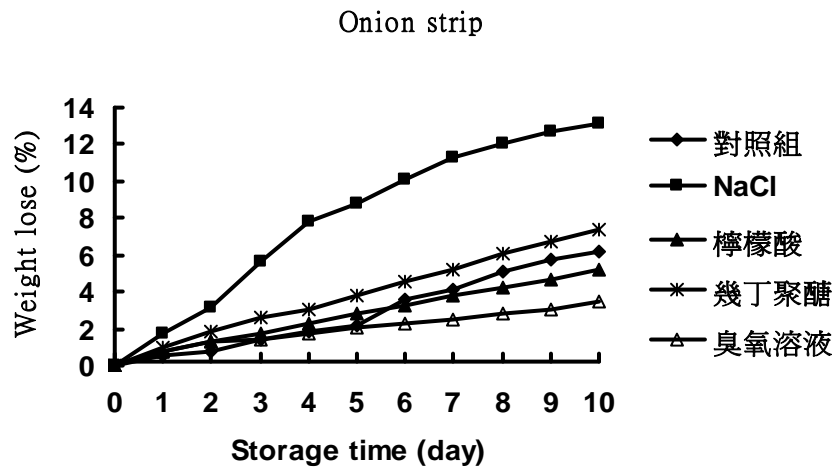
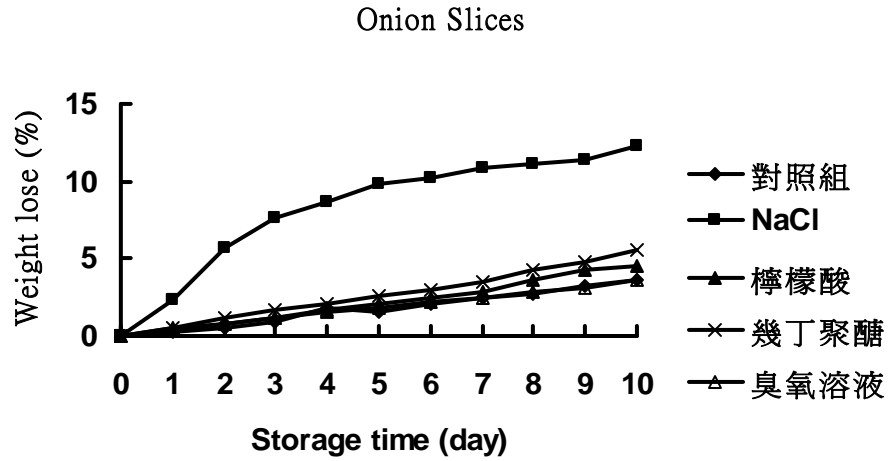
Table 8. Effect of solution treatment on the coliform count of fresh-cut onions stored at $5\pm 1^\circ\text{C}$ for 10 days.

Day	Coliform count (CFU/mL)														
	Onion slices					Onion strip					Minced onion				
	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone
0	1.6×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1	1.6×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1	1.6×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1
1	4.0×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1	6.4×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1	7.3×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1
2	6.7×10^1	1.7×10^1	2.1×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1	8.1×10^1	1.3×10^1	5.8×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1	8.4×10^1	3.3×10^1	4.2×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1
3	3.8×10^1	6.7×10^1	1.7×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1	5.9×10^2	8.1×10^1	1.3×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1	4.0×10^2	8.4×10^1	3.3×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1
4	6.4×10^2	7.1×10^1	4.8×10^1	1.1×10^1	1.8×10^1	7.5×10^2	6.0×10^1	3.6×10^1	1.7×10^1	1.1×10^1	4.5×10^2	8.8×10^1	9.1×10^1	1.3×10^1	1.2×10^1
5	8.8×10^2	8.3×10^1	6.5×10^1	1.4×10^1	3.4×10^1	9.5×10^2	6.6×10^1	5.1×10^1	2.6×10^1	4.0×10^1	7.3×10^2	9.6×10^1	3.8×10^2	3.0×10^1	3.2×10^1
6	8.3×10^2	2.0×10^2	7.6×10^1	3.1×10^1	5.8×10^1	1.0×10^3	6.4×10^2	6.9×10^1	5.7×10^1	7.1×10^1	9.2×10^2	1.5×10^2	6.4×10^2	7.3×10^1	9.2×10^1
7	1.2×10^3	4.6×10^2	5.4×10^2	6.9×10^1	8.2×10^1	1.4×10^3	7.4×10^2	2.4×10^2	7.0×10^1	9.3×10^1	1.8×10^3	5.4×10^2	6.8×10^2	1.3×10^2	1.5×10^2
8	3.9×10^3	7.5×10^2	4.4×10^3	3.3×10^2	2.0×10^2	4.8×10^3	7.5×10^2	3.8×10^2	7.5×10^2	6.7×10^2	2.5×10^3	4.4×10^3	1.5×10^3	5.2×10^2	3.7×10^2
9	6.4×10^3	9.2×10^2	9.5×10^3	7.3×10^2	6.1×10^2	7.8×10^3	9.2×10^2	6.4×10^2	9.2×10^2	7.1×10^2	8.2×10^3	9.5×10^3	5.8×10^3	8.7×10^2	6.7×10^2
10	4.0×10^4	3.6×10^3	8.5×10^3	8.0×10^2	3.3×10^2	5.4×10^4	2.1×10^3	5.5×10^3	9.5×10^2	8.5×10^2	8.0×10^4	5.0×10^4	1.2×10^4	3.6×10^3	3.6×10^3

*In 0.05M acetic acid solution.

** Data in boldface indicate larger than 10^3 .

藏期間在貯藏十天後，總平均失重率為 6.98%。若以不同形狀洋蔥作比較：片狀洋蔥平均失重率 5.92%，條狀洋蔥平均失重率 7.04%，末狀洋蔥平均失重率 6.93%，以洋蔥條及洋蔥末失水最嚴重(表九)，就不同形狀之間失重率的差異，洋蔥片失重率較低，原因應是截切時，洋蔥片的切割刀數較少，使洋蔥細胞破壞少，多數水分仍維持於細胞內，而洋蔥片及洋蔥條因截切時，洋蔥切割刀數較多，細胞組織間破壞較嚴重，因此水分損失較多；以不同溶液處理作比較：對照組的截切洋蔥平均失重率為 5.00%，經氯化鈉溶液處理之平均失重率則高達 12.95%；其次為幾丁聚醣醋酸溶液處理之平均失重率為 6.97%；檸檬酸溶液處理之平均失重率 5.90%；臭氧溶液處理之截切洋蔥平均失重率最低，為 4.08%。檸檬酸溶液及臭氧溶液處理過的洋蔥樣品，失重率上升趨勢與對照組相似(圖十四)，氯化鈉溶液處理所造成之高失水率，原因應是溶液高滲透壓導致截切洋蔥中細胞加速脫水所致。而幾丁聚醣醋酸溶液處理過之洋蔥樣品平均失重率比對照組高了將近 2%，進一步分析幾丁聚醣膜的吸水率 (water uptake) (Chang *et al.*,1998)，由 0.5%、1.0% 及 2.0% 幾丁聚醣醋酸溶液所製成的聚丁聚醣膜，其吸水率分別為



圖十四、截切洋蔥經不同溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天間的失重率
 Figure 14. Effect of solution treatment on the weight loss of fresh-cut onions stored at $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ for 10 days.

表九、截切洋蔥經不同溶液處理後在 5±1℃ 冷藏 10 天間的失重率

Table 9. Effect of solution treatment on the weight loss of fresh-cut onions stored at 5±1 °C for 10 days.

Day	Weight loss (%)														
	Onion slices					Onion strip					Minced onion				
	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone
1	0.24e	2.31c	0.43e	0.55e	0.50f	0.52d	1.7d	0.76e	0.94e	0.72f	0.55d	1.98f	0.96g	1.27f	0.96e
2	0.58de	5.71bc	0.80de	1.10de	0.78ef	0.76cd	3.12cd	1.28d	1.88cd	1.26ef	1.00d	3.95de	1.63fg	2.11ef	2.04d
3	0.87cde	7.63ab	1.16de	1.69cde	1.10def	1.37bcd	5.60bcd	1.76cd	2.65bcd	1.43ef	1.47cd	6.94cd	2.44efg	2.86e	2.65cd
4	1.79bcde	8.69ab	1.63cde	2.03cde	1.53cdef	1.82bcd	7.78abc	2.23c	3.08bc	1.70e	1.80cd	8.23bcd	3.16de	3.57de	2.86cd
5	1.50bcde	9.82ab	2.07cde	2.56cde	1.84bcdef	2.18bcd	8.79abc	2.80bc	3.83abc	2.08cd	2.14bcd	9.06abc	3.87cde	4.08bcd	3.22bc
6	2.03abcd	10.22ab	2.4bcde	2.97abc	2.16abcde	3.57abc	10.06ab	3.24b	4.57abc	2.26bcd	2.73bc	10.95ab	4.62bc	4.83bc	3.56abc
7	2.50abc	10.8ab	2.82abcd	3.52abc	2.50abcd	4.15ab	11.33ab	3.79b	5.21ab	2.52bc	3.25abc	11.45ab	5.41b	5.76abc	3.72ab
8	2.78ab	11.09a	3.68abc	4.21ab	2.83abc	5.12a	12.01a	4.20ab	6.06a	2.81ab	3.94ab	12.62a	6.26ab	6.43ab	3.94ab
9	3.23ab	11.40a	4.22ab	4.83ab	3.14ab	5.72a	12.67a	4.67a	6.72a	3.08a	4.56a	12.87a	7.12a	7.16a	4.36a
10	3.68a	12.28a	4.58a	5.52a	3.57a	6.14a	13.08a	5.18a	7.39a	3.42a	5.18a	13.53a	7.93a	8.01a	5.24a

*In 0.05M acetic acid solution.

a-f : Values in column followed by different letters are significantly different (P<0.05)

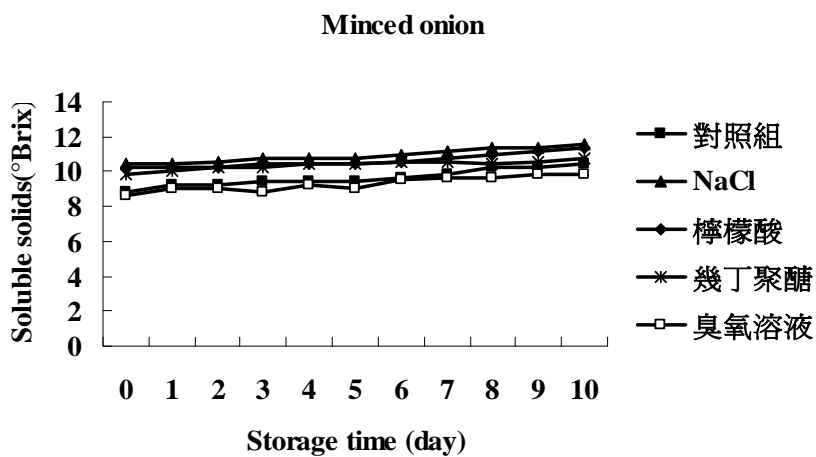
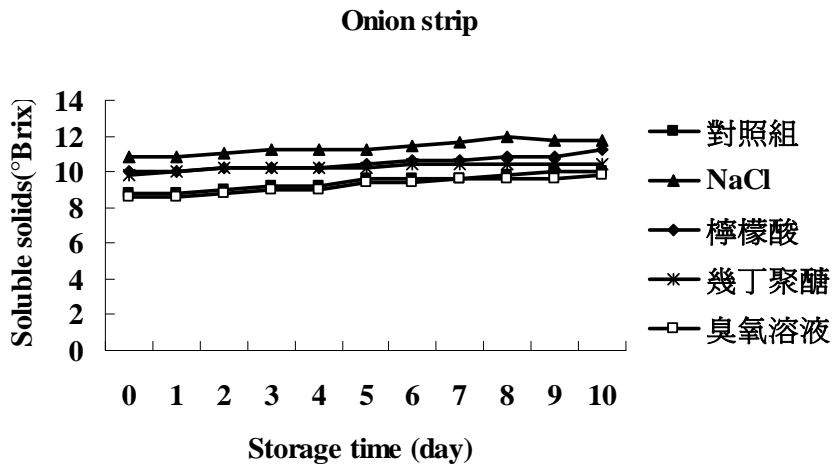
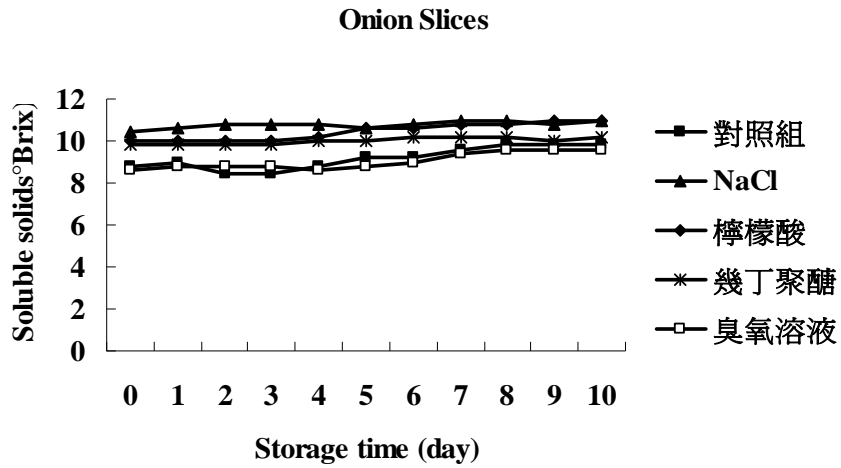
209.80%、268.30%、510.72%，2.0%幾丁聚醣膜的吸水率明顯偏高。據此推測 2.0%幾丁聚醣醋酸溶液處理的截切洋蔥，因幾丁聚醣膜吸水率較高，導致其包覆部位的樣品水分被吸收而逸散至貯藏環境中，使樣品的失重率上升。

(四) 可溶性固形物之變化

截切洋蔥在低溫 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 貯藏十天期間，樣品之可溶性固形物呈緩慢微微上升趨勢(圖十五)，平均上升幅度約在 10.4~11.8%之間。以 SAS 統計分析系統分析樣品間之差異性(表十)，結果顯示樣品間洋蔥條及洋蔥末之可溶性固形物比洋蔥片顯著提高，醣類是果實中可溶性固形物的主要成分，其中以果糖、蔗糖、葡萄糖為主，鄭(2005) 指出每百克洋蔥中含碳水化合物 9.0 克，其中澱粉 4g，然而隨著洋蔥中澱粉分解，這些糖類會隨之增加，使得可溶性固形物含量上升，另一原因應與截切洋蔥在冷藏期間與貯藏環境中空氣接觸而導致失水所造成之濃縮效應所致。

(五) pH、可滴定酸之影響

截切洋蔥在低溫 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 貯藏十天期可滴定酸度在貯藏期間會逐漸下降，約維持在 0.22%~0.28%之間(圖十七)，以 SAS 統計分析系統分析表(十一)顯示洋蔥之可滴定酸度各處理組



圖十五、截切洋蔥經不同溶液處理在 5±1°C 冷藏 10 天可溶性固形物
 Figure 15. Effect of solution treatment on the soluble solids content of fresh-cut onions stored at 5±1°C for 10 days.

表十、截切洋蔥經不同溶液處理後在 5±1℃ 冷藏 10 天間可溶性固形物含量的變化

Table 10. Effect of solution treatment on the soluble solids content of fresh-cut onions stored at 5±1℃ for 10 days.

Trt	Soluble solids (°Brix)														
	Onion slices					Onion strip					Minced onion				
	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone
0	8.8 d	10.4 c	10.0 e	9.8 b	8.6 c	8.8 d	10.8 e	10.0 e	9.8 c	8.6 de	8.8 g	10.4 f	10.2 f	9.8 e	8.6 e
1	9.0 cd	10.6 bc	10.0 e	9.8 b	8.8 bc	8.8 d	10.8 e	10.0 e	10.0 bc	8.6 de	9.2 f	10.4 f	10.2 f	10.0 de	9.0 cd
2	8.4 e	10.8 ab	10.0 e	9.8 b	8.8 bc	9.0 cd	11.0 de	10.2 de	10.2 ab	8.8 d	9.2 f	10.6 ef	10.2 f	10.2 cd	9.0 cd
3	8.4 e	10.8 ab	10.0 e	9.8 b	8.8 bc	9.2 c	11.2 cd	10.2 de	10.2 ab	9.0 c	9.4 ef	10.8 de	10.4 ef	10.2 cd	8.8 de
4	8.8 d	10.6 bc	10.2 cd	10.0 ab	8.6 c	9.2 c	11.2 cd	10.2 de	10.2 ab	9.0 c	9.4 ef	10.8 de	10.4 ef	10.4 abc	9.2 bc
5	9.2 cd	10.8 ab	10.6 b	10.0 ab	8.8 bc	9.6 b	11.2 cd	10.4 cd	10.2 ab	9.4 b	9.4 ef	10.8 de	10.4 ef	10.4 abc	9.0 cd
6	9.2 cd	11.0 a	10.6 b	10.2 a	9.0 b	9.6 b	11.4 bc	10.6 bc	10.4 a	9.4 b	9.6 de	11.0 cd	10.6 de	10.6 ab	9.5 ab
7	9.6 a	11.0 a	10.8 ab	10.2 a	9.4 a	9.6 b	11.6 ab	10.6 bc	10.4 a	9.6 ab	9.8 cd	11.2 bc	10.8 cd	10.6 ab	9.6 a
8	9.8 a	10.8 ab	10.8 ab	10.2 a	9.6 a	9.8 ab	12.0 a	10.8 b	10.4 a	9.6 ab	10.2 ab	11.4 ab	11.0 b	10.4 abc	9.6 a
9	9.8 a	11.0 a	11.0 a	10.0 ab	9.6 a	10.0 a	11.8 a	10.8 b	10.4 a	9.6 ab	10.2 ab	11.4 ab	11.2 ab	10.6 ab	9.8 a
10	9.8 a	11.0 a	11.0 a	10.2 a	9.6 a	10.0 a	11.8 a	11.2 a	10.4 a	9.8 a	10.4 a	11.6 a	11.4 a	10.8 a	9.8 a

*In 0.05M acetic acid solution

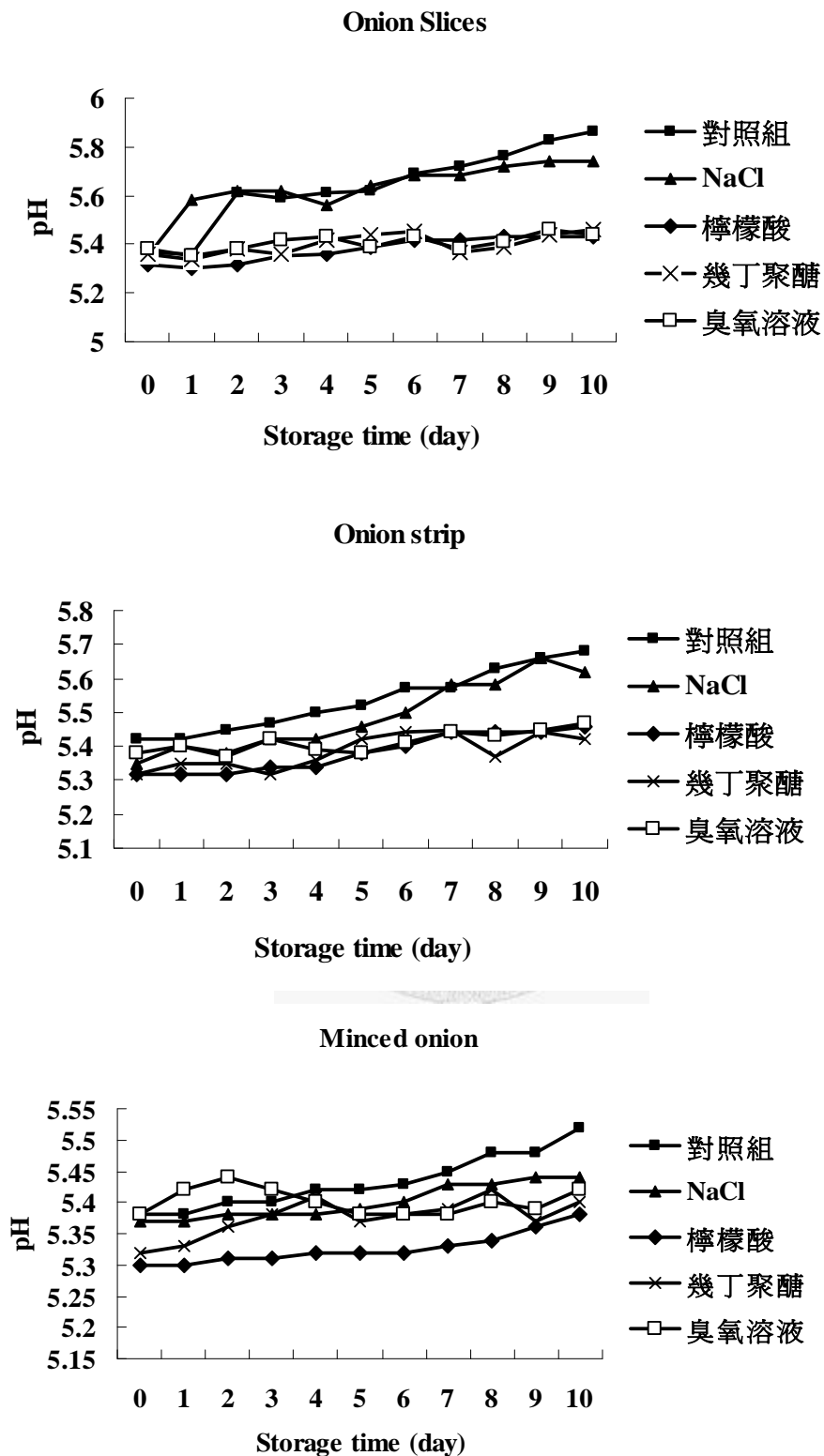
a-f : Values in column followed by different letters are significantly different (P<0.05).

冷藏於第六天即開始有顯著下降趨勢，而比較不同處理組之間之差，經 3%檸檬酸溶液及幾丁聚醣醋酸溶液處理會使洋蔥 pH 略為降低，而經 6%氯化鈉溶液及 3mg/L 溶液處理過之截切洋蔥之 pH 與對照組相似(圖十六)每一處理組之截切洋蔥 pH 呈緩慢升高之趨勢，但以 SAS 統計分析系統分析表(表十二)，顯示各處理組之截切洋蔥 pH 值無顯著變化，可見經酸性溶液處理對截切洋蔥低溫貯藏期間的酸鹼值與可滴定酸度影響較顯著，但此結果是否與洋蔥中成分之化學變化相關，尚須進一步證實。

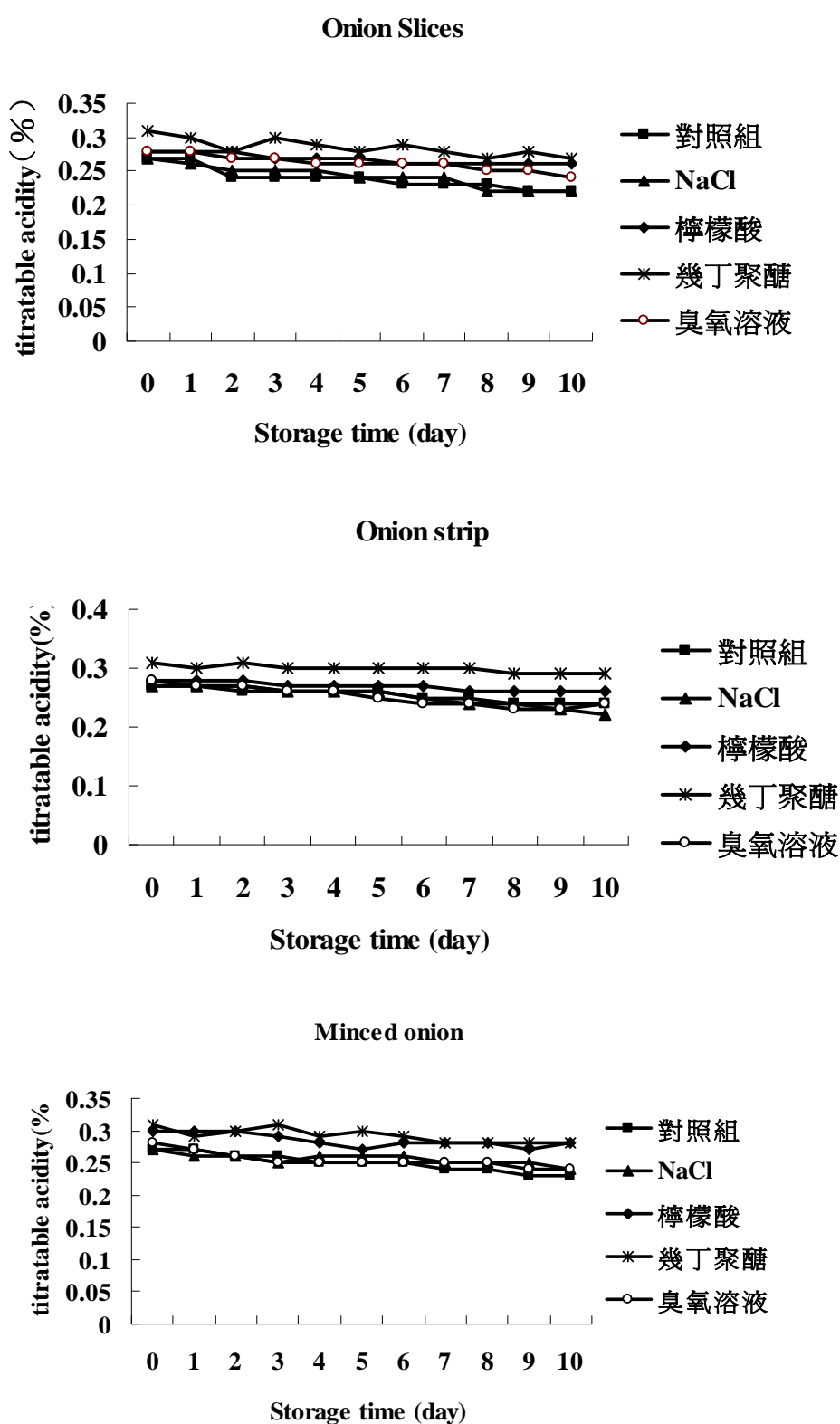
(六) 色澤之變化

以不同化學溶液處理之截切洋蔥在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏十天期間，L 值皆呈現明顯下降趨勢(圖十八)，以 SAS 統計(表十三)顯示截切洋蔥於冷藏十天期間，L 值於第 2~3 天起即有顯著下降，而經幾丁聚醣醋酸溶液處理之截切洋蔥，亮度明顯比其他處理組低。

各處理組之 a 值呈現明顯上升之趨勢(圖十九)，a 值之負值為綠色度，在貯藏期間 a 值漸趨近於正值，表示綠色度減少，經 SAS 統計(表十四)顯示截切洋蔥於冷藏十天期間 a 值均有明顯上升之趨勢。



圖十六、截切洋蔥經不同溶液處理後在 $5\pm 1^\circ\text{C}$ 冷藏 10 天間之 pH
 Figure 16. Effect of solution treatment on the pH of fresh-cut onions stored at $5\pm 1^\circ\text{C}$ for 10 days.



圖十七、截切洋蔥經不同溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天間之可滴定酸度

Figure 17. Effect of solution treatment on the titratable acidity of fresh-cut onions stored at $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ for 10 days.

表十一、截切洋蔥經不同溶液處理後在 5±1℃ 冷藏 10 天間可滴定酸度的變化

Table 11. Effect of solution treatment on the titratable acidity of fresh-cut onions stored at 5±1℃ for 10 days.

Day	Titratable acidity (% as malic acid)														
	Onion slices					Onion strip					Minced onion				
	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone
0	0.27 a	0.27 a	0.28 a	0.31 a	0.28 a	0.27 a	0.27 a	0.28 a	0.31 a	0.28 a	0.27 a	0.27 a	0.30 a	0.31 a	0.28 a
1	0.27 a	0.26 a	0.28 a	0.30 ab	0.28 a	0.27 a	0.27 a	0.28 a	0.30 a	0.27 ab	0.27 a	0.26 a	0.30 a	0.29 a	0.27 ab
2	0.24 ab	0.25 ab	0.28 a	0.28 ab	0.27 ab	0.26 a	0.27 a	0.28 a	0.31 a	0.27 ab	0.26 ab	0.26 a	0.30 a	0.30 a	0.26 ab
3	0.24 ab	0.25 ab	0.27 a	0.30 ab	0.27 ab	0.26 a	0.26 ab	0.27 ab	0.30 a	0.26 abc	0.26 ab	0.25a	0.29 a	0.31 a	0.25 ab
4	0.24 ab	0.25 ab	0.27 a	0.29 ab	0.26 ab	0.26 a	0.26 ab	0.27 ab	0.30 a	0.26 abc	0.25 ab	0.26a	0.28 a	0.29 a	0.25 ab
5	0.24 ab	0.24 ab	0.27 a	0.28 ab	0.26 ab	0.26 a	0.26 ab	0.27 ab	0.30 a	0.25 abc	0.25 ab	0.26a	0.27 a	0.30 a	0.25 ab
6	0.23 b	0.24 ab	0.26 a	0.29 ab	0.26 ab	0.25 a	0.25 abc	0.27 ab	0.30 a	0.24 bc	0.25 ab	0.26a	0.28 a	0.29 a	0.25 ab
7	0.23 b	0.24 ab	0.26 a	0.28 ab	0.26 ab	0.25 a	0.24 abc	0.26 b	0.30 a	0.24 bc	0.24 ab	0.25a	0.28 a	0.28 a	0.25 ab
8	0.23 b	0.22 b	0.26 a	0.27 b	0.25 ab	0.24 a	0.24 abc	0.26 b	0.29 a	0.23 c	0.24 ab	0.25a	0.28 a	0.28 a	0.25 ab
9	0.22 b	0.22 b	0.26 a	0.28 ab	0.25 ab	0.24 a	0.23 bc	0.26 b	0.29 a	0.23 c	0.23 b	0.25a	0.27 a	0.28 a	0.24 b
10	0.22 b	0.22 b	0.26 a	0.27 b	0.24 b	0.24 a	0.22 c	0.26 b	0.29 a	0.24 bc	0.23 b	0.24a	0.28 a	0.28 a	0.24 b

*In 0.05M acetic acid solution.

a-f :Values in column followed by different letters are significantly different (P<0.05).

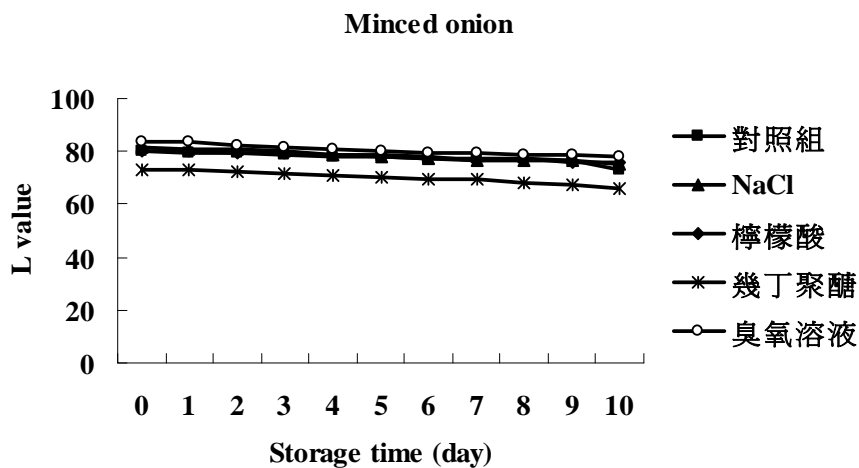
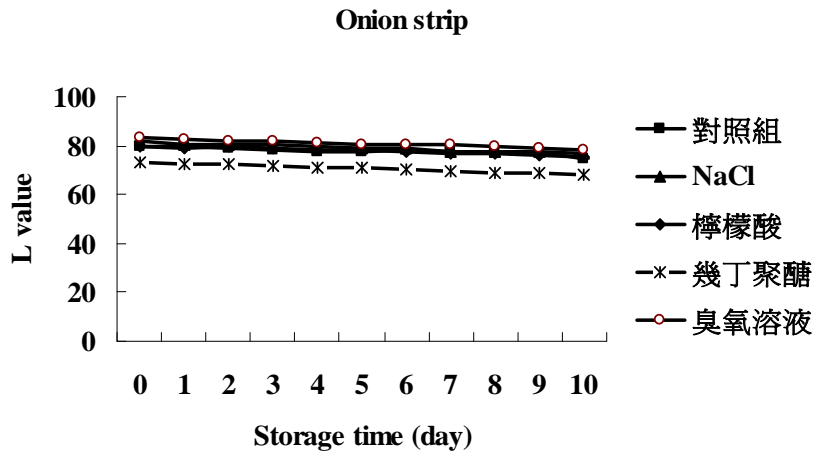
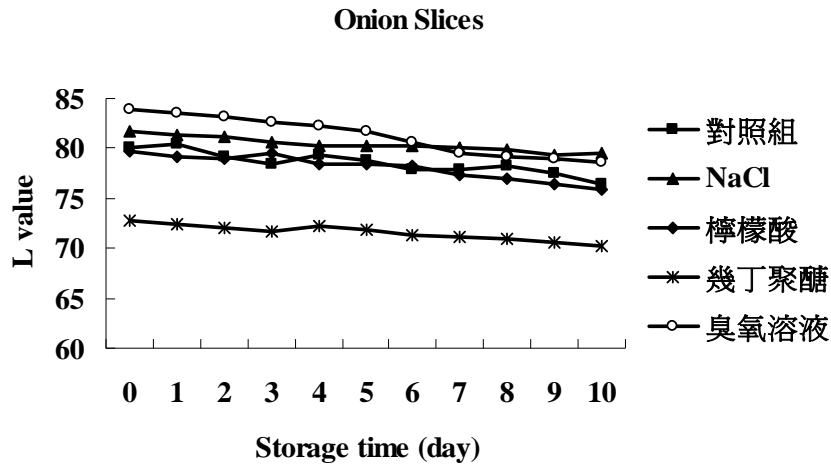
表十二、截切洋蔥經不同溶液處理後在 5±1℃ 冷藏 10 天間 pH 的變化

Table 12. Effect of solution treatment on the pH of fresh-cut onions stored at 5±1 °C for 10 days.

Day	pH														
	Onion slices					Onion strip					Minced onion				
	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone
0	5.37 de	5.35 c	5.32 ef	5.36 de	5.38 de	5.42 e	5.35 f	5.32 c	5.32 c	5.38 fg	5.38 de	5.37 cd	5.30 c	5.32 c	5.38 bcd
1	5.36 de	5.58 bc	5.30 f	5.34 e	5.35 d	5.42 e	5.40 de	5.32 c	5.35 bc	5.40 defg	5.38 de	5.37 cd	5.30 c	5.33 c	5.42 bc
2	5.61 bcd	5.62 abc	5.32 ef	5.38 bcd	5.38 bcd	5.45 cde	5.38 de	5.32 c	5.35 bc	5.37 g	5.40 cd	5.38 bc	5.31 bc	5.36 bc	5.44 a
3	5.59 cd	5.62 abc	5.35 de	5.36 de	5.42 abc	5.47 c	5.42 d	5.34 c	5.32 c	5.42 bcde	5.40 cd	5.38 bc	5.31 bc	5.38 ab	5.42 ab
4	5.61 bcd	5.56 bc	5.36 cd	5.42 bc	5.43 ab	5.50 bc	5.42 d	5.34 c	5.36 ab	5.39 efg	5.42 cd	5.38 bc	5.32 bc	5.41 a	5.40 bc
5	5.62 bcd	5.64 ab	5.39 bc	5.44 ab	5.39 bc	5.52 bc	5.46 cd	5.38 bc	5.42 a	5.38 fg	5.42 cd	5.39 bc	5.32 bc	5.37 ab	5.38 bcd
6	5.69 bc	5.68 ab	5.42 ab	5.45 ab	5.43 ab	5.57 abc	5.50 bc	5.40 ab	5.44 a	5.41 cdef	5.43 cd	5.40 bc	5.32 bc	5.38 ab	5.38 bcd
7	5.72 abc	5.68 ab	5.42 ab	5.37 de	5.38 bcd	5.57 abc	5.58 ab	5.44 a	5.45 a	5.44 abc	5.45 bc	5.43 ab	5.33 abc	5.39 ab	5.38 bcd
8	5.76ab	5.72 a	5.43 a	5.39 bcd	5.41 abc	5.63 ab	5.58 ab	5.44 a	5.37ab	5.43 bcd	5.48 b	5.43 ab	5.34 ab	5.42 a	5.40 bc
9	5.83 a	5.74 a	5.43 a	5.44 ab	5.46 a	5.66 a	5.66 a	5.44 a	5.44 a	5.45 ab	5.48 b	5.44 a	5.36 a	5.37 ab	5.39 bc
10	5.86 a	5.74 a	5.43 a	5.46 a	5.44 ab	5.68 a	5.62 a	5.46 a	5.42 a	5.47 a	5.52 a	5.44 a	5.38 a	5.40 a	5.42 ab

*In 0.05M acetic acid solution.

a-f : Values in column followed by different letters are significantly different (P<0.05).



圖十八、截切洋蔥經不同溶液處理後在 $5\pm 1^\circ\text{C}$ 冷藏 10 天間之 L 值
 Figure 18. Effect of solution treatment on the L value of fresh-cut onions stored at $5\pm 1^\circ\text{C}$ for 10 days.

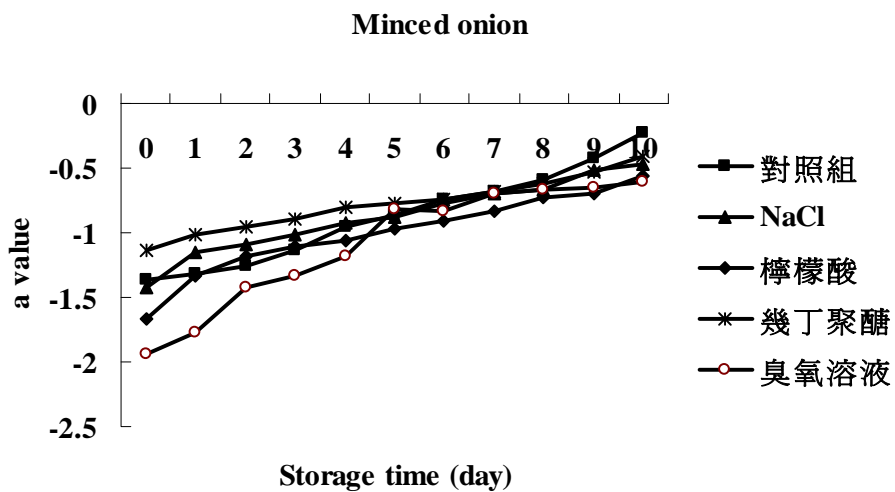
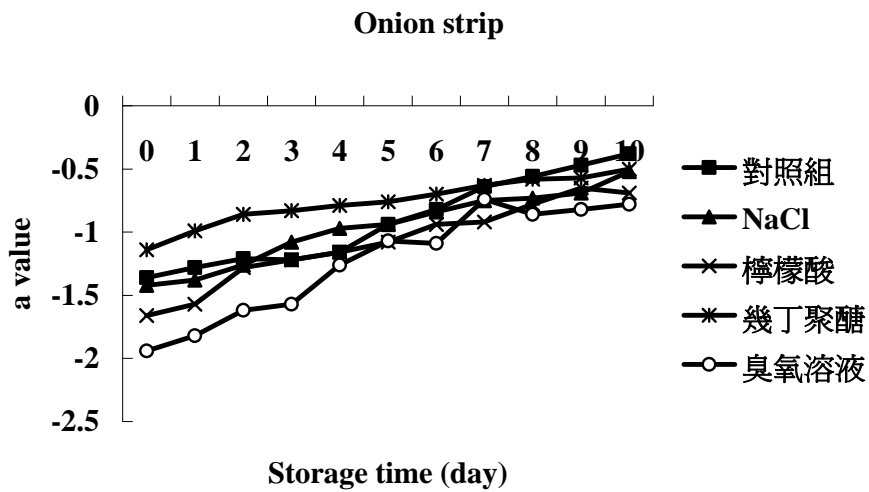
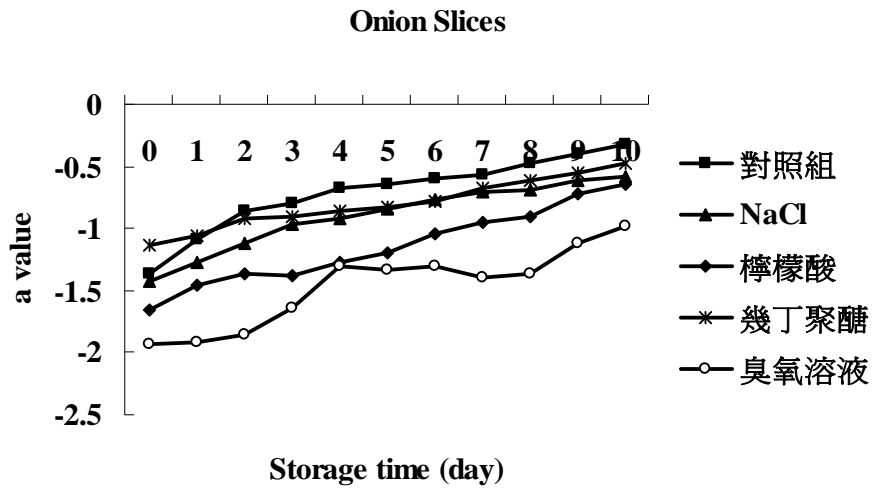
表十三、截切洋蔥經不同溶液處理後在 5±1 °C 冷藏 10 天間 Hunter's L 值的變化

Table 13. Effect of solution treatment on the Hunter's L value of fresh-cut onions stored at 5±1 °C for 10 days.

Day	Hunter's L value														
	Onion slices					Onion strip					Minced onion				
	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone
0	80.1a	81.8a	79.7a	72.8a	83.9a	80.0a	81.8a	79.7a	73.0a	83.5a	80.0a	81.6a	80.0a	73.2a	83.8a
1	80.4a	81.3ab	79.2b	72.5a	83.5a	79.4ab	80.6ab	79.2ab	72.7a	82.7a	79.7ab	81.2a	79.8a	72.9a	83.6a
2	79.2b	81.1bc	79.0b	72.0ab	83.2a	78.8b	80.3ab	79.5ab	72.6a	82.0a	79.2b	80.7ab	79.3b	72.3ab	82.3ab
3	79.5b	80.6cd	79.6a	71.7ab	82.6ab	78.3b	80.2ab	78.9b	72.0ab	81.8ab	78.6c	80.0b	79.6ab	71.6b	81.8b
4	79.4b	80.3d	78.5c	72.2a	82.2b	77.6bc	79.4b	78.4bc	71.2abc	81.3ab	78.3c	78.5c	78.9b	71.2b	81.1b
5	78.8c	80.2de	78.4c	71.8ab	81.8bc	77.2c	79.3b	78.4bc	70.7cd	80.7b	77.8c	78.3c	78.5bc	70.4bc	80.2c
6	78.8c	80.2de	78.2c	71.4abc	80.6c	77.9bc	78.8bc	77.8c	70.4d	80.4bc	77.5cd	77.6cd	78.bc	69.7c	79.6cd
7	77.9e	80.1de	77.4d	71.2abc	79.5cd	77.6bc	77.7c	76.9d	69.6e	80.2bcd	77.4cd	76.7d	76.6cd	69.2cd	79.5cd
8	72.2d	79.9ef	77.0d	70.9bcd	79.2d	77.5c	77.5c	76.7d	69.1f	79.7cd	77.0d	76.4d	77.0c	68.3d	79.0d
9	77.6e	79.4f	76.4e	70.6cd	78.9de	77.5c	77.2cd	76.1e	68.7e	79.0d	76.6e	76.8d	76.2cde	67.2de	78.7de
10	76.4f	79.6ef	75.8f	70.2d	78.e	74.d	76.6d	75.7ef	68.4ef	78.4de	73.0f	75.2e	75.2e	66.3e	78.2e

*In 0.05M acetic acid solution.

a-f : Values in column followed by different letters are significantly different (P<0.05).



圖十九、截切洋蔥經不同溶液處理後在 5±1°C 冷藏 10 天間之 a 值
 Figure 19. Effect of solution treatment on the a value of fresh-cut onions stored at 5±1°C for 10 days.

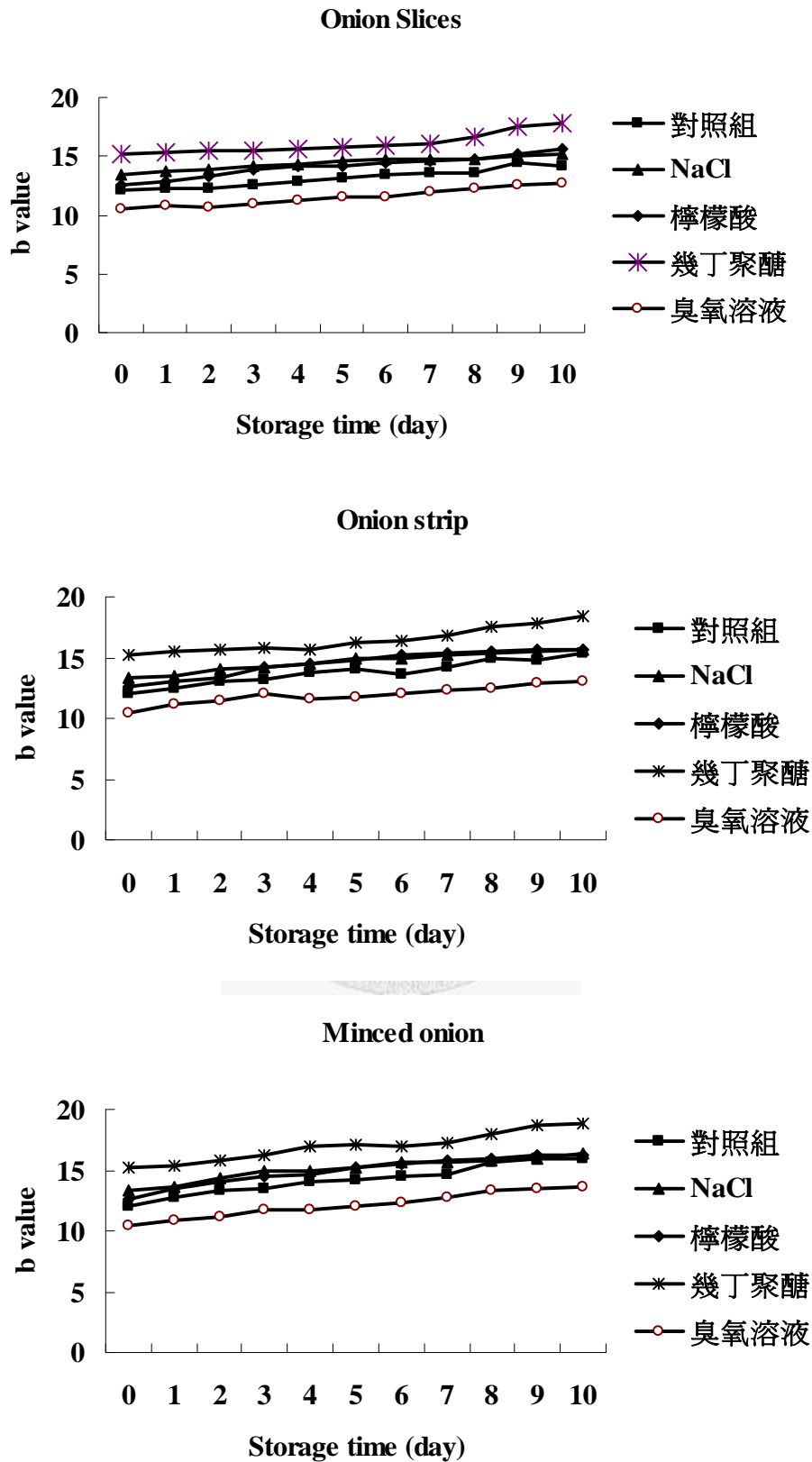
表十四、截切洋蔥經不同溶液處理後在 $5\pm 1^\circ\text{C}$ 冷藏 10 天間 Hunter's a 值的變化

Table 14. Effect of solution treatment on the Hunter's aL value of fresh-cut onions stored at $5\pm 1^\circ\text{C}$ for 10 days.

Day	Hunter's a value														
	Onion slices					Onion strip					Minced onion				
	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone
0	-1.36i	-1.42j	-1.66j	-1.14j	-1.94h	-1.36j	-1.42i	-1.66j	-1.14g	-1.94g	-1.36g	-1.42j	-1.66j	-1.14j	-1.94i
1	-1.09h	-1.28i	-1.46i	-1.06i	-1.91h	-1.28i	-1.38h	-1.57i	-0.99f	-1.82g	-1.32g	-1.15i	-1.33i	-1.02i	-1.77h
2	-0.86g	-1.12h	-1.37h	-0.92h	-1.86g	-1.21h	-1.26g	-1.28h	-0.86e	-1.62f	-1.26f	-1.09h	-1.18h	-0.95h	-1.43g
3	-0.79f	-0.96g	-1.38h	-0.90h	-1.64f	-1.22h	-1.08f	-1.22g	-0.83de	-1.57f	-1.14ef	-1.02g	-1.10g	-0.89g	-1.33f
4	-0.68be	-0.92f	-1.27g	-0.86g	-1.30c	-1.16g	-0.97e	-1.16f	-0.79d	-1.26e	-0.95e	-0.92f	-1.06f	-0.81f	-1.18e
5	-0.65e	-0.85e	-1.19f	-0.83f	-1.34d	-0.94f	-0.94e	-1.08e	-0.76d	-1.07d	-0.87d	-0.88e	-0.97e	-0.77e	-0.82d
6	-0.60d	-0.77d	-1.04e	-0.78e	-1.30c	-0.82e	-0.84d	-0.94d	-0.70c	-1.09d	-0.74cd	-0.77d	-0.91d	-0.74e	-0.84d
7	-0.57d	-0.70c	-0.95d	-0.67d	-1.40e	-0.64d	-0.75c	-0.92d	-0.63b	-0.74c	-0.68c	-0.69c	-0.84c	-0.68d	-0.69c
8	-0.48c	-0.69c	-0.91c	-0.62c	-1.36d	-0.56c	-0.73c	-0.78c	-0.58ab	-0.86b	-0.59c	-0.66c	-0.72b	-0.62c	-0.66bc
9	-0.40b	-0.62b	-0.72b	-0.55b	-1.12b	-0.47b	-0.69b	-0.65a	-0.57ab	-0.82b	-0.43b	-0.52b	-0.69b	-0.53b	-0.65b
10	-0.32a	-0.58a	-0.64a	-0.48a	-0.98a	-0.38a	-0.52a	-0.69b	-0.50a	-0.78a	-0.22a	-0.47a	-0.56a	-0.41a	-0.60a

*In 0.05M acetic acid solution.

a-f : Values in column followed by different letters are significantly different ($P<0.05$).



圖二十、截切洋蔥經不同溶液處理後在 $5\pm 1^\circ\text{C}$ 冷藏 10 天間之 b 值
 Figure 20. Effect of solution treatment on the b value of fresh-cut onions stored at $5\pm 1^\circ\text{C}$ for 10 days.

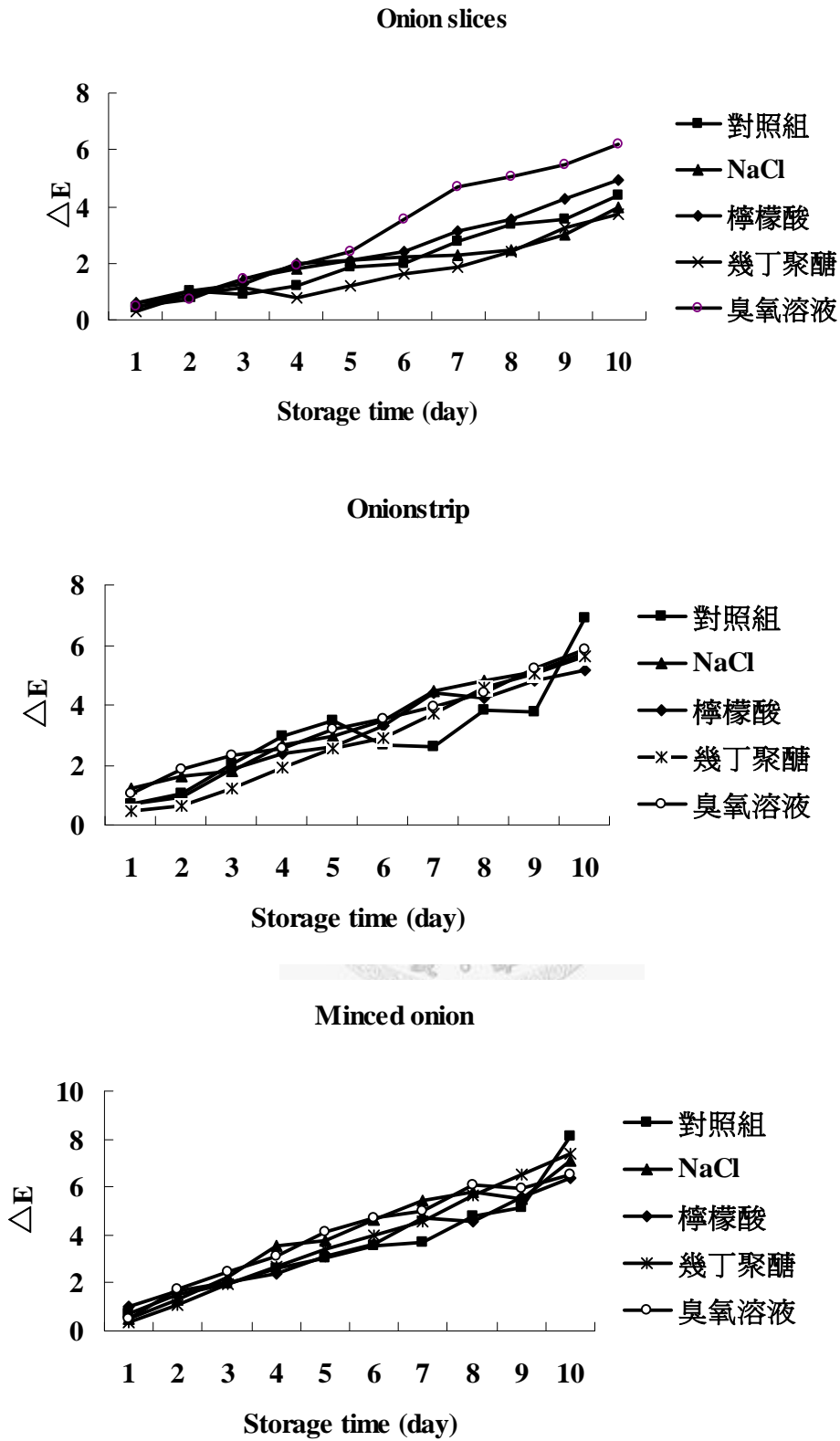
表十五、截切洋蔥經不同溶液處理後在 $5\pm 1^\circ\text{C}$ 冷藏 10 天間 Hunter's b 值的變化

Table 15. Effect of solution treatment on the Hunter's b value of fresh-cut onions stored at $5\pm 1^\circ\text{C}$ for 10 days.

Day	Hunter's b value														
	Onion slices					Onion strip					Minced onion				
	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone
0	12.1d	13.4c	12.6h	15.2f	10.5g	12.1g	13.4de	12.6e	15.2f	10.5g	12.1g	13.4e	12.6h	15.2g	10.5g
1	12.2d	13.7c	12.9h	15.3f	10.8fg	12.4g	13.5de	13.1de	15.5fe	11.2f	12.8f	13.6e	13.5g	15.4g	10.9fg
2	12.3cd	13.8c	13.3g	15.5ef	10.6g	13.1f	14.0cd	13.4d	15.6e	11.5e	13.4e	14.3d	14.0f	15.8f	11.2f
3	12.5c	14.1bc	13.8f	15.5ef	11.0ef	13.2f	14.2c	14.2c	15.8e	12.0cd	13.5e	14.9cd	14.5e	16.3e	11.8e
4	12.8c	14.3b	14.1ef	15.6de	11.2de	13.8de	14.5bc	14.5bc	15.7e	11.6e	14.0d	15.0c	14.6e	16.9d	11.8e
5	13.2b	14.6ab	14.2e	15.8cde	11.5cd	14.0cd	14.9ab	14.8ab	16.2d	11.7de	14.2cd	15.2c	15.2d	17.1cd	12.1cd
6	13.4b	14.8ab	14.4de	15.9cd	11.6c	13.6e	15.0ab	15.2a	16.4d	12.0cd	14.5bc	15.6bc	15.5cd	17.0cd	12.3c
7	13.6b	14.7ab	14.6cd	16.1c	12.0b	14.2c	15.2a	15.3a	16.8c	12.3bc	14.6b	15.7b	15.8bc	17.3c	12.7b
8	13.6b	14.8ab	14.8c	16.6b	12.2b	14.9b	15.4a	15.5a	17.5b	12.5b	15.7a	15.8ab	15.9b	17.9b	13.3a
9	14.4a	15.0a	15.2b	17.5a	12.5b	14.8b	15.5a	15.6a	17.8b	12.9a	15.9a	16.0a	16.2ab	18.7a	13.5a
10	14.2a	15.2a	15.6a	17.8a	12.7a	15.4a	15.6a	15.7a	18.4a	13.1a	16.0a	16.4a	16.3a	18.8a	13.6a

*In 0.05M acetic acid solution.

a-f : Values in column followed by different letters are significantly different ($P<0.05$).



圖二十一、截切洋蔥經不同溶液處理後在 $5\pm 1^\circ\text{C}$ 冷藏 10 天間之 ΔE
 Figure 21. Effect of solution treatment on the ΔE of fresh-cut onions stored at $5\pm 1^\circ\text{C}$ for 10 days.

表十六、截切洋蔥經不同溶液處理後在 5±1℃ 冷藏 10 天間 Hunter's ΔE 值的變化

Table 16. Effect of solution treatment on the Hunter's ΔE of fresh-cut onions stored at 5±1 °C for 10 days.

Day	Hunter's b value														
	Onion slices					Onion strip					Minced onion				
	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone
1	0.4 h	0.6f	0.62h	0.33g	0.49h	0.68g	1.20g	0.71gh	0.45g	1.07f	0.76i	0.52g	0.98i	0.35i	0.48h
2	1.05fg	0.86e	1.03fg	0.88ef	0.71h	1.03f	1.62ef	0.91g	0.62f	1.83e	1.53h	1.32f	1.64h	1.1h	1.73fg
3	0.88g	1.46d	1.24f	1.17e	1.42fg	2.03e	1.82e	1.84f	1.21ef	2.29d	1.99g	2.23e	2.02g	1.96g	2.46ef
4	1.2f	1.82c	1.96e	0.77f	1.95f	2.95c	2.67d	2.36de	1.9e	2.55d	2.58f	3.52cd	2.36f	2.65f	3.09e
5	1.84de	2.08bc	2.11d	1.21e	2.4e	3.45de	2.95d	2.62d	2.54d	3.17cd	3.05e	3.74c	3.08e	3.40e	4.1d
6	1.99d	2.22b	2.42cd	1.61de	3.54d	2.64d	3.45c	3.3c	2.9d	3.55c	3.52de	4.61bc	3.6d	3.96de	4.7cd
7	2.78c	2.26b	3.13c	1.89d	4.68cd	2.59d	4.48bc	4.39ab	3.71c	3.95bc	3.67d	5.46b	4.74bc	4.54bcd	4.99c
8	3.38bc	2.47ab	3.56b	2.42c	5.03c	3.84bc	4.79b	4.26b	4.56b	4.43b	4.75c	5.78ab	4.57c	5.62b	6.06a
9	3.53b	3a	4.3ab	3.24b	5.48b	3.79bc	5.11ab	4.79a	5.06ab	5.22a	5.18b	5.53b	5.60b	6.53ab	5.97ab
10	4.38a	2.96a	4.92a	3.74a	6.22a	6.92a	5.72a	5.15a	5.64a	5.84a	8.09a	7.13a	6.41a	7.41a	6.53a

*In 0.05M acetic acid solution.

a-f :Values in column followed by different letters are significantly different (P<0.05).

b 值也呈上升之趨勢(圖二十),原因應是截切洋蔥於冷藏期間,產生輕微褐化所導致的黃化現象。

而 2%幾丁聚醣醋酸溶液處理過之洋蔥樣品 L 值則明顯偏低, b 值明顯偏高,原因應是幾丁聚醣醋酸溶液本身呈黃色,而浸泡過 2%幾丁聚醣醋酸溶液的截切洋蔥產生黃化現象而導致顏色暗淡、L 值下降且 b 值偏高。經 3%檸檬酸溶液及 6% 氯化鈉溶液之處理組於色澤方面與對照組並無明顯差異。

而截切洋蔥整體之色澤差異 color difference (ΔE)如圖二十一,所有處理組皆呈大幅上升之趨勢,雖以 SAS 統計分析(表十六)顯示各處理組 ΔE 值皆呈顯著提高之趨勢,但肉眼並不易分辨其冷藏十天期間色澤之變化。

(七) 蒜素之變化

比較截切洋蔥樣品中的蒜素含量,無論不同截切形狀與相同溶液處理後冷藏十天並無明顯的變化。不同溶液處理後之樣品中所含有蒜素含量則有明顯之差異(表十六),經臭氣溶液處理過者,蒜素含量與對照組含量範圍相似,而經檸檬酸溶液、氯化鈉溶液處理過之樣品所含有蒜素則有稍微偏低,而經幾丁聚醣醋酸溶液處理之截切洋蔥中,蒜素有明顯

下降趨勢。

學者李等(2007) 提出蒜素(allicin)，被認為有重要的抗微生物活性，但蒜素本身很不穩定，易降解。蒜素(Allicin) 在完整果實中僅以蒜素的前趨物(Alliin) 存在，果實破碎後 Alliin 需經蒜氨酸酶催化而形成蒜素。

學者喬等(1999) 指出蒜氨酸酶活性在 pH 6.0 時有較好的穩定性，而 pH 6.24 時活性最高，隨著 pH 值降低，酵素活性逐漸降低。

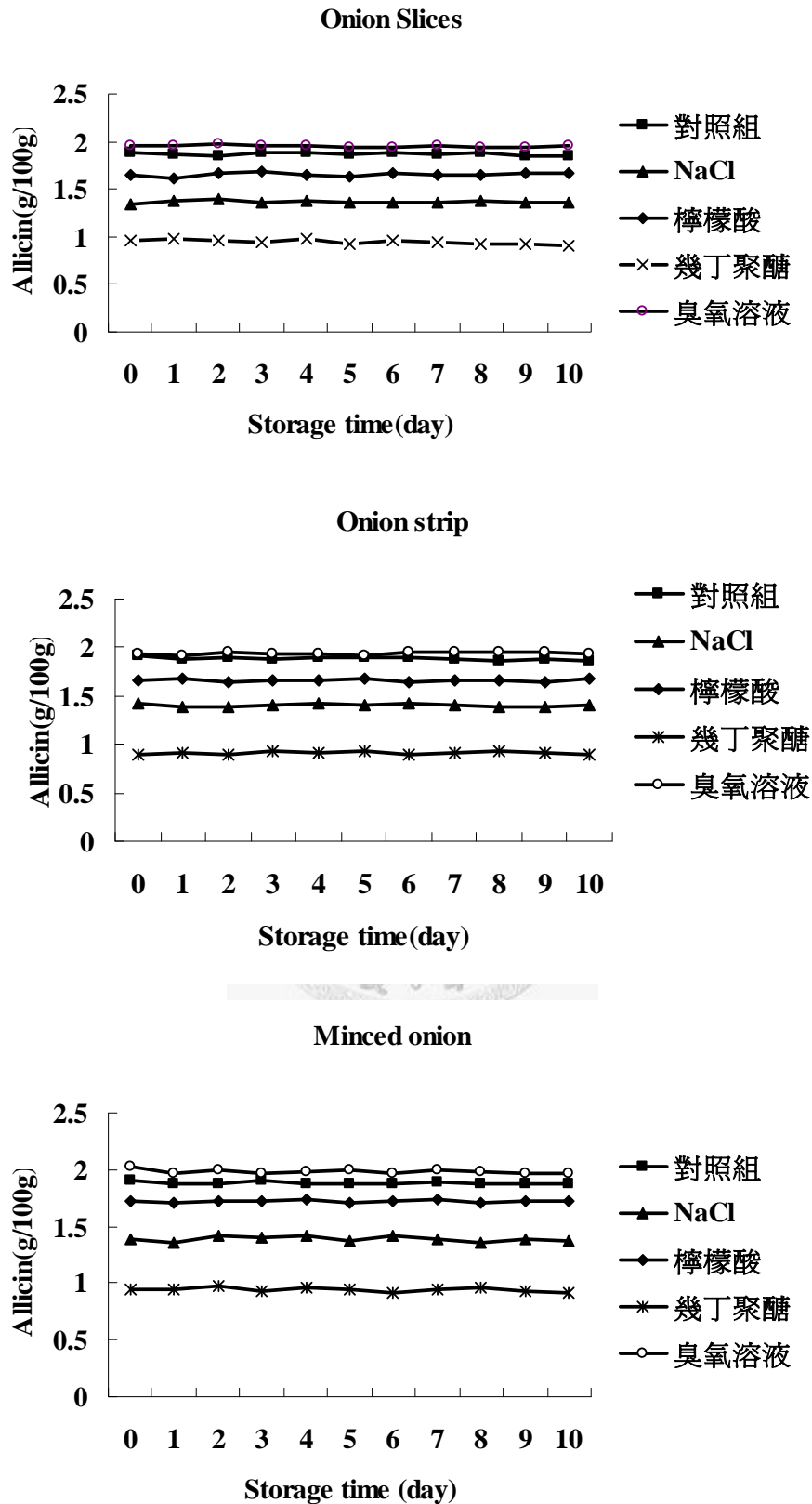
學者譚等(1997) 指出單以 2% 醋酸溶液對大蒜具有良好的脫臭效果，其原因在於，蒜素在有機溶劑中能提高溶解度。而經 6% 氯化鈉溶液處理之截切洋蔥，蒜素損失量僅次於 2% 幾丁聚醣醋酸溶液處理。

學者張(1995) 指出在無蒜臭味的蒜泥製法中，除了調整 pH 外仍需添加食鹽分離生蒜之沉澱物，據以上學者之說法，推測洋蔥中蒜素之變化，原因應與溶液處理相關，因檸檬酸能調整 pH 使蒜胺酸酵素活性減弱而使少部分 alliin 無法被催化形成 allicin；而食鹽溶液對蒜素之影響，依學者張(1995) 製造無臭大蒜亦用食鹽溶液促進蒜素沉澱，使洋蔥中之 Alliin 雖經蒜氨酸酶催化成 Allicin，但可能大部分已溶在食鹽水溶液中，使樣品中蒜素含量減少；而幾丁聚醣醋酸溶液處理過之洋蔥樣品因調整 pH

使蒜氨酸酶不易催化成蒜素，使蒜素大幅減少，又因幾丁聚醣具被膜性質，經幾丁聚醣處理過之洋蔥樣品不易與空氣接觸，以致貯藏期間蒜素含量仍無法提高。也有學者張等(2003)指出大蒜脫臭法中，利用酒、食醋、檸檬酸、草酸等溶液浸泡，能使蒜氨酸酶受到抑制和破壞。

洋蔥貯藏期間蒜素並無明顯變化(圖二十二) 與截切洋蔥洋品貯藏期間之 pH 並無明顯之關係，應與截切當天所浸泡之溶液 pH 相關。經過低 pH 溶處理之蒜氨酸酶已失去活性無法回復。





圖二十二、截切洋蔥經不同溶液處理後在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10 天間之蒜素
 Figure 22. Effect of solution treatment on the Allicin of fresh-cut onions stored at $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ for 10 days.

表十七、截切洋蔥經不同溶液處理後在 5±1℃ 冷藏 10 天間蒜素的變化

Table 17. Effect of solution treatment on the Allicin content of fresh-cut onions stored at 5±1°C for 10 days.

Day	Allicin content (g/100g)														
	Onion slices					Onion strip					Minced onion				
	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone	Control	6% NaCl	3% Citric acid	2% Chitosan *	0.3mg/L Ozone
0	1.88a	1.34c	1.65abcd	0.96ab	1.96a	1.92a	1.42ab	1.66ab	0.89b	1.94ab	1.9a	1.38bc	1.72ab	0.94abc	2.02a
1	1.86ab	1.38ab	1.62d	0.97a	1.96a	1.88abc	1.39b	1.67ab	0.92ab	1.92b	1.87a	1.36c	1.70b	0.94abc	1.96c
2	1.85b	1.39a	1.66abc	0.96ab	1.97a	1.90ab	1.39b	1.64b	0.90ab	1.96a	1.88a	1.42a	1.73ab	0.97a	1.99abc
3	1.88a	1.35bc	1.68a	0.95abc	1.96a	1.88abc	1.41ab	1.66ab	0.93a	1.93ab	1.90a	1.40ab	1.72ab	0.93bc	1.97bc
4	1.88a	1.37abc	1.65abcd	0.97a	1.95a	1.89abc	1.43a	1.66ab	0.91ab	1.94ab	1.88a	1.42a	1.74ab	0.96ab	1.98bc
5	1.87ab	1.35bc	1.63cd	0.93bcd	1.94a	1.89abc	1.41ab	1.67ab	0.93a	1.92b	1.88a	1.37bc	1.70b	0.94abc	1.99abc
6	1.88a	1.36abc	1.66abc	0.96ab	1.94a	1.90ab	1.42ab	1.64b	0.90ab	1.95ab	1.87a	1.42a	1.72ab	0.92c	1.96c
7	1.86ab	1.36abc	1.64bcd	0.95abc	1.95a	1.88abc	1.40ab	1.66ab	0.92ab	1.96a	1.89a	1.38bc	1.74a	0.95abc	2.00ab
8	1.88a	1.37abc	1.65abcd	0.93bcd	1.93a	1.86bc	1.39b	1.66ab	0.93a	1.95ab	1.87a	1.36c	1.71ab	0.96ab	1.98bc
9	1.85b	1.36abc	1.67ab	0.92cd	1.94a	1.88abc	1.39b	1.65ab	0.92ab	1.95ab	1.87a	1.39abc	1.73ab	0.93bc	1.96c
10	1.85b	1.35bc	1.67ab	0.90d	1.95a	1.87bc	1.41ab	1.68a	0.90ab	1.94ab	1.87a	1.37bc	1.73ab	0.92c	1.97bc

*In 0.05M acetic acid solutiona

a-f :Values in column followed by different letters are significantly different (P<0.05).

伍、結論

- 一、0.3mg/L 臭氧水溶液及 2% 幾丁聚醣醋酸溶液處理均可降低截切洋蔥的初菌數，及抑制微生物生長，因而延長截切洋蔥之櫥架壽命。
- 二、不同溶液處理之截切洋蔥，在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 貯藏十天，所含可溶性固形物含量與樣品之酸鹼值皆隨貯藏期間延長而顯著提高，可滴定酸度則隨冷藏時間之延長呈明顯下降。
- 三、截切洋蔥在低溫 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 貯藏十天期間，分析色澤方面之變化以 L 值呈現下降之情形，b 值呈現上升之趨勢較顯著，顯示樣品會有輕微黃化之現象，但以肉眼觀察色澤變化則不顯著。
- 四、幾丁聚醣醋酸溶液處理過之樣品亮度較低及 b 值也明顯較高，且肉眼觀察即可明顯看出差異，原因應是幾丁聚醣醋酸溶液本身呈微黃色，造成截切洋蔥黃化現象。
- 五、不同截切形狀的洋蔥樣品所含蒜素在 $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 十天間並無顯著差異。以幾丁聚醣醋酸溶液及氯化鈉溶液處理過之樣品明顯的會減少蒜素之形成，使洋蔥樣品中蒜素含量明顯下降。

陸、參考文獻

- 王進琦 1989 食品微生物學 藝軒出版社 台北
- 王憶鎧 2005 截切蔬果微生物安全性及清洗技術 食品工業 37(4):09-19
- 行政院衛生署 2007 食品衛生法規 行政院衛生署彙編
- 行政院衛生署 1998 台灣地區食品營養成分資料庫
- 行政院農委會 2007 農業統計資料庫
- <http://ag.coa.gov.tw/index.asp>
- 汪曉琪 1998 七種蔥屬植物對黃麴菌與薰煙色麴菌之抑菌效果 私立中山醫學院營養科學研究所論文
- 吳碧鏗 1997 截切蔬菜及沙拉製造衛生管制 蔬果保鮮及加工 食品工業發展研究所 p104-113
- 李強、劉聖紅、索菲亞、苟萍 2007 蒜氨酸和蒜氨酸酶的制備及抑菌作用的研究 食品科學 中國 128(6):230-232
- 李碩朋 1991 蔥科蔬菜淺述 興農雜誌 268:26-31
- 李雅志 2001 臭氧及溶液處理對輕度加工蘋果楔形切塊品質改善之研究 國立台灣大學園藝學研究所碩士論文

- 邱浚祐、張慶源 1997 臭氧在廢水處理場中的應用 中國
化學工程學會會刊 44(3):11-78
- 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
- 林美芸 1996 幾丁質與幾丁聚醣之食用安全性及幾丁聚
醣對銅在大白鼠毒作用之影響 國立海洋大學水產食
品科學研究所碩士論文
- 林美伸 2007 電解次氯酸水應用在生鮮截切甘藍清洗處
理之研究 國立台灣大學園藝學研究所碩士論文
- 林曉榆 2005 幾丁聚醣處理對輕度加工番石榴楔形切塊
櫥架品質影響之研究 國立台灣大學園藝學研究所碩
士論文
- 徐偉俊 2004 臭氧去冷超濾薄膜積垢之研究 國立中央
大學 環境工程研究所 碩士論文
- 陳如茵 1997 截切蔬果之保存 食品工業 29(4):8-18
- 陳如茵、蔡美珠、錢明賽 1996 溫度及調理方式對截切蔬
果櫥架期之影響 中國園藝 42(3):249-261
- 陳如茵、錢明賽、蔡美珠 1997 清洗及貯存溫度對截切韭
菜及結球萵苣總菌數之影響 食品科學 40:437-444

- 陳光華、鄧德豐 1977 蔬菜中抑制微生物之物質 食品科學 4(2):33-44
- 張實 1995 無蒜臭味的蒜泥制法 食品研究與開發 中國 16(4):28-46
- 張士剛、張威 2003 大蒜脫臭六法 China Fruit&Vegetable 5:36-39
- 黃俊智 1998 洋蔥萃取液之抑菌性探討 國立屏東科技大學食品科學系碩士論文
- 黃錦城 2005 截切蔬果之趨勢與關鍵性技術 食品工業 37(4):1-4
- 黃聖雯 2002 大蒜中四種含硫化合物在非酵素系統中氧化活性之試驗 中山醫學大學營養科學研究所碩士論文
- 喬旭光、張振華、韓雅珊 1999 蒜氨酸酶動力學特性研究 山東農業大學學報 30(1) 42-46
- 楊文振 1998 洋蔥像顆催淚彈 高雄區農情月刊 6:14-17
- 楊明全 1996 使用臭氧來改進新鮮蔬果的安全性 低溫食品 45:2-5
- 彭子模 1998 大蒜脫臭方法及其系列保健產品開發及利

用 食品工業科技 1:23-24

溫添進、張家欽 1994 臭氧之應用及其電解法製造 中國

化學工程學會會刊 41(3):60-71

葉欣誠 1992 臭氧消毒的基本現象與機制研究 國立台

灣大學環境工程學研究所碩士論文

詹麗謙 1994 微泡臭氧之除臭、脫色、殺菌效果 國立台

灣大學農業化學研究所碩士論文

鄭麗慧 2005 分析數種蔥屬蔬菜之大蒜素與槲皮黃酮含量及機能

性食品開發之研究 大同大學 生物工程系碩士論文

劉秀璋 2003 發酵洋蔥中抗氧化活性物質之探討 國立屏東科

技大學食品科學系碩士論文

優良農產品發展協會 2006 優良農產品專刊 行政院農

業委員會

謝欣玟 2004 幾丁聚醣膜之透氣性與對香蕉果實後熟之影響 國

立台灣大學園藝學研究所碩士論文

謝婷婷^a 2000 番石榴楔形切塊輕度加工之研究 國立台

灣大學園藝學研究所碩士論文

謝寶全^b 2000 洋蔥萃取液之抑菌性探討第二報 儲存條件及添

加各種化學試劑對洋蔥萃取液之抑菌性影響 屏東科技大學

學報 89(12):259-268

鍾穎建 1993 幾丁聚醣在草莓保鮮之應用 國立台灣大學食品科技研究所碩士論文

譚第明、張萬萍、陳小容、呂利賓 1997 大蒜脫臭方法的效果比較
貴州農學院學報 16(3): 51-54.

Agarwal, K.C. 1996. Therapeutic action of garlic constituents. *Med.Res.Rev.* 16(1):111-124
Ankri S, Mirelman D. 1999. Antimicrobial properties of allicin from garlic. *Microbes Infects* 1:125-129.

Alder, M.G., and Hill, G.R. 1950. The kinetics and mechanism of hydroxide ion catalyzed ozone decomposition in aqueous solution. *J.Amer.Chem.Soc.* 72:1885-1887.

Alzamora S.M., Lopez-Malo A., and Tapia M.S. 2000. Overview. In: Alzamora S.M, Tapia M.S, Lopez-Malo A, editors. *Minimally processed fruits and vegetables: fundamental aspects and applications.* Gaithersburg, Md.: Aspen. p1-9.

AOAC. 1984. *Official Methods of Analysis* 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, U.S.A

- Arai, K., Minumari, K., and Fujita, T., 1968. Toxicity of chitosan. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. 43:89-94.
- Bayer, T.H., Breu, W., Seligmann, O., Wray, V., and Wagner, H., 1989. Biologically active thiosulphinates and α -sulphinyl-disulphides from *Allium Cepa*. Phytochemistry 28(9):2373-2377.
- Beuchat L.R. 2000. Use of sanitizers in raw fruit and vegetable processing. In: Alzamora SM, Tapia MS, Lopez-Malo A, editors. Minimally processed fruits and vegetables: fundamental aspects and applications. Gaithersburg, Md.: Aspen. p63-78.
- Block E. 1985. The chemistry of garlic and onions. Scientific American 252:94-99.
- Block, E., Nagsathan, Putman, D., and Zhao, S.H. 1992. *Allium* Chemistry: HPLC analysis of thiosulfinates from onion, garlic, wild garlic (Ramsoms), leek, scallion, shallot, elephant (Great-headed), garlic, chive, and Chinese chive. Uniquely high allyl to methyl ratios in some garlic.
- Bough, W.A., and Landes, D.R., 1976. Recovery and nutritional evaluation of proteinaceous solid separated from whey by coagulation with chitosan. J. Dairy

Sci.76(2):226-232.

Bruno, L. 1991. Ozone in water treatment-application and engineering. American Water Works Association Research Foundation, Lewis Publishers. p11-13.

Caragay, A.B. 1992. Cancer-preventive foods and ingredients. Food Tech. 35:65-68. Colelli, -G, Amodio, -M-L, and Natola, -K. 2004 Effects of pre-treatments on quality of kiwifruit slices stored in air and in controlled atmosphere. Industrie-Alimentari. 43(435):382-388.

Cavallito CJ., and Bailey JH. 1944. Allicin, the antibacterial principle of allium sativum. I. Isolation, physical properties and antibacterial action J. Am. Chem. Chem. Soc. 66:1950-1952

Chang, B., J.Lin, and J.Lee, 1998. Physical and chemical properties of chitosan membranes. Proceedings of the third Asia-Pacific Chitin and chitosan Symposium. p.261-266.

FDA 1995. Beverages: Bottled water, Final rule. Food and Drug Admin. Fed. Reg. 60:57075-57130. 40:67.

FDA 2001. Secondary direct food additives permitted in food for human consumption. Fed Reg. 66(123):33829-30

Fenwick, G.R., and Hanley A.B. 1985. The genus Allium.

- Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 22(3):199-271.
- Filar, L.J., and M.G. Wirick. 1978. Bulk and solution properties of chitosan. In: Muzzarelli, R.A.A., E.R. Pariser, editors. Chitin enzymology: Proceedings of the 1st International Conference on Chitin/Chitosan. 1st ed. London: Atec. p 169-215.
- Fetner, R.H., and Ingols, R.S. 1956. A comparison of bacterial activity of ozone and chlorine against *Escherichia coli*. 15: 381-385.
- Francis, G.A., Thomas C., and O'beirne D. 1999. The microbiological safety of minimally processed vegetables, International Journal of Food Science & Technology 34:1-22.
- Garcia, A., Mount, J.R., and Davidson, P.M. 2003. Ozone and Chlorine Treatment of Minimally Processed Lettuce. J. Food Sci. 68:2747-2751.
- Ghaouth, A.E., R. Ponnampalam, and F. Castaigne, J. Arul. 1992. Chitosan coating to extend the storage life of tomatoes. HortScience 27(9):1016-1018
- Hadwiger, L.A., Kendra, D.F., Fristensky, B.W., and Wagoner, W. 1986. Chitosan both activates genes in plants and inhibits RNA synthesis in fungi. In: Muzzarelli, R.,

- C.Jeuniaux, G.W. Gooday, editors. Chitin in Nature and Technology. 3rd. New York and London: Plenum. p209-221.
- Hirano, S., Konda, Y., and Fuji, K. 1985. Preparation of acetylated derivatives of modified chito-oligosaccharides by the depolymerization of partially N-acetylated chitosan with nitrous acid. Carbohydr. Res. 144(3):338-342.
- Hoover DG. 1997. Minimally processed fruits and vegetables : reducing microbial load by nonthermal physical treatment. Food Technol. 51(6):66-71.
- International Fresh-cut Produce Association (IFPA) and the Produce Marketing Association (PMA). 1999. Handling guidelines for the fresh-cut produce industry. 3rd ed. p.5- 7. IFPA, Alexandria, VA.
- Ishizaki, K. 1981. Degradation of Nucleic acids with ozone-1. Degradation of nucleobases, ribonucleosides, and ribonucleosides 5'-monophosphates. Chem. Pharm. Bull. 29(3):868
- King, A.D., and H.R. Bolin 1989. Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. Food Technol. 43:132-135.
- Kienzle-Sterzer, C., and C.K. Rha. 1985. Flow behavior of a cation biopolymer: chitosan. Polymer Bull. 13-16.

- Knorr, D. 1984. Use of chitinous polymers in food Food Technol.38:85.
- Leuba, J.L., and P.Stossel 1986. Chitosan and other polyamines: antifungal activity and interaction with biology membranes.In: Muzzarelli, R.,C.Jeuniaux, G.W.Gooday,editors. Chitin in Nature and Technology.3rd. New York and London:Plenum. p.74-85
- Mccurdy, J.D. 1992. FDA and the use of chitin and chitosan derivatives.In:Charles, J.B., P. Sandford, J.P.Zikakis, editors. Advances in Chin and Chitosan. London and New York: Eliseviser Applied Science.p695-736
- Michael, K.,Martina, J., Ingo, K., and Michale, J. 2005. Biosensoric detection of the cysteine sulphoxide alliin.Sensor and Actuators B(95)297-302.
- Muzzarelli,R.A. 1985. Determination of the degree of acetylation of chitosans by first derivative ultraviolet spectrometry. Carbohydr.Polymers 5(4):461-467.
- Nebel, C. 1981. Ozone treatment of potable water-Part 1. Public Works. June: 86-90.
- Nguyen-The, C., and Carlin, F. 1994. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. Crit. Food Sci. Nutr. 34(4):371-401.

- O’Gara EA., Hill DJ., and Maslin DJ. 2000. Activities of garlic oil, garlic powder and their diallyl constituents against *Helicobacter pylori*. *Applied & Environmental Microbiology* 66:2269-2273.
- Pier P. L., and Erica L. 2004. Effect of processing and storage conditions on the microbiological quality of minimally processed. *Int. J. Food Sci &Tech.* 39:1061-1068.
- Prasad K., Laxdal VA., Yu M., and Raney BL. 1995. Antioxidation activity of allicin, an active principle in garlic. *Mol. Cell. Bio* 148:183-189.
- Rabea, E.I., M.E.T. Badawy, C.V. Stevens, G. Smagghe, and W. Steurbaut 2003. Chitosan as antimicrobial agent: applications and mode of action. *Biomacromolecules* 4(6):1457-1465
- Rice, R.G., 1997. “Application of Ozone for industrial Wastewater Treatment-A Review.” *Ultrapure water*, Vol.7, pp.24-30
- Rideal, E.K. 1920. *Ozone*. Condon: Constable & CO. Ltd.
- Rip, R.G. and Netzer, A. 1982 *Handbook of ozone technology and applications*. vol. 1.
- Sapers, G.M. 2001. Efficacy of washing and sanitizing

- methods for disinfection of fresh fruit and vegetable products. *Food Technol Biotechnol* 39:305-11.
- Sax, N.I., and Lewis, R.J. 1989. Dangerous properties of industrial materials. 7th ed., Van Nostrand Reinhold, New York, U.S.A.
- Scott, D. B. M., and Lesher, E. C. 1963. Effect of ozone on survival and permeability of *Escherichia coli*. *J. Bacteriol.* 85:567-576.
- Scott, V.N. 1989. Interaction of factors to control microbial spoilage of refrigerated foods. *J. Food Prot.* 52:431-435.
- Scouten A.J., and Beuchat LR. 2002 Combined effects of chemical, heat and ultrasound treatments to kill *Salmonella* and *Escherichia coli* O157:H7 on alfalfa seeds. *J Appl Microbiol.* 92:668-74.
- Seymour, I.J., Burfoot, D., Smith, R.L., Cox, L.A., and Lockwood, A. 2002 Ultrasound decontamination of minimally processed fruits and vegetables. *International Journal of Food Science and Technology.* 37:547-557.
- Skelly, G. C., G. E. Fandino, J. H. Haigler, and R. C. Sherard 1985. Bacteriology and weight loss of pork carcasses treated with a sodium hypochlorite solution. *J. Food Protect.* 48:578-581.

- Standard Method. 1986. APHA. AWWA. WPCF, 17th Edition.
- Torok B., Belagyi J., Rietz B., and Jacob R. 1994. Effectiveness of garlic on the redical activity in radical generating systems. *Arzneimittelforschung* 44(5):608-611.
- Vrochinskii, K. K. 1963. Experimental data on water decontamination with ozone. *Hyg. Sanit.* 28:3.
- Westerhoff, P., R. Song, G. Amy, and R. Minear 1997. "Application of Ozone Decomposition Models." *Ozone Science & Engineering*, Vol. 19, pp. 55-73.
- Wiley, R.C. 1994. Minimally processed refrigerated fruits and vegetables. 1st ed. New York: Chapman & Hall. 368 p.
- Xu, X., J. Zhang, and Q. Huang 1998. Effect of quercetin on inhibition of non-enzymatic alycation and oxidation in kidney of streptozotocin-induced diabetic rat, *Chen. J. Endocrinol Metab.* 14:34-37.
- Xu, L. 1999 Use of ozone to improve the safety of fresh fruits and vegetables. *Food Technology.* 53(10):58-61.
- Yin M.C., Chang H.C., and Tsao SM. 2002. Inhibitory effects of aqueous garlic extract, garlic oil and four diallyl sulphides against four enteric pathogens. *Journal of Food & Drug Analysis* 10:120-125.

Zohri, A.N., Abdel-Gawad,K.,and Saber,S. 1995.

Antibacterial, antidermatophytic and antitoxigenic

activities of onion(*Allium cepa*

L.)oil.Microbiol.Res.150(2):167-172.

