

臭氧處理對牡蠣肉化學組成及其衛生品質之影響

侯明君¹ 陳莉臻^{2*} 蕭泉源¹

1.國立台灣海洋大學食品科學系

2.國立宜蘭大學食品科學系

摘要

本研究探討臭氧水清洗處理對牡蠣肉化學成分及微生物品質之影響，牡蠣剝殼取肉後分別以蒸餾水、2% 鹽水或濃度 0.5 mg/L之臭氧水清洗，發現三種處理皆能達到減少總生菌數的效果，而臭氧水清洗處理過的牡蠣肉在 8℃ 貯藏 3 天期間內之總生菌數皆較未清洗、蒸餾水與或2% 鹽水清洗之樣品少，顯示臭氧水可應用於牡蠣肉之清洗以降低其菌數。以傳統銷售泡水牡蠣之方法所製產品之水分含量顯著高於未經泡水處理與經臭氧處理之不泡水牡蠣產品，但其固形物、灰分、鹽分、肝醣含量則顯著減少。傳統處理之牡蠣肉游離胺基酸總量減少約 37%，貯藏至第3 天時減少51%，但經臭氧處理之不泡水牡蠣產品游離胺基酸總量在貯藏期間並無顯著變化。三種牡蠣產品的揮發性鹽基態氮 (VBN)值、次黃嘌呤 (Hypoxanthine) 含量、K 與 K' 值皆隨貯藏時間延長而增加，除VBN外，經臭氧處理之產品皆低於傳統處理之牡蠣肉。官能品評除部分外觀外，改進處理牡蠣之風味、質感與整體接受性均較傳統處理者佳。

關鍵詞：牡蠣，泡水處理，臭氧水，衛生品質

Chemical Composition and Hygienic Quality of Shucked Oyster as Affected by Ozone Water Treatment

Ming-Chun Hou¹ Li-Chen Chen^{2*} Chyuan-Yuan Shiau¹

1. Department of Food Science, National Taiwan Ocean University

2. Department of Food Science, National Ilan University

Abstract

The changes in chemical composition and microbiological quality of shucked oyster meat using ozone water treatment were investigated. The total plate count (TPC) of shucked oyster meat dipped in water, 2% brine, or 0.5 mg/L of ozone water was reduced. During storage at 8 °C for 3 days, oyster meat treated with ozone water showed a lower TPC than those of the samples without treatment, dipped in water or in 2% brine. Ozone water could be applied on oyster processing for sanitation control. Oyster product with traditional treatment had significantly higher amount of moisture than those with brine-dipping and ozone cleaning. However, the total solids, ash, salt and glycogen levels were significantly lower. The total free amino acids in oyster product with traditional treatment were reduced 37% and further reduced 51% at the 3rd day of storage, but

those in the sample with ozone cleaning showed no significant change during storage. The volatile basic nitrogen (VBN), hypoxanthine, K and K' values in both traditional and improved treatment samples were gradually increased during storage; however, those with the exception of VBN in the latter were lower than the former. Except appearance, all other sensory attributes including flavor, texture and acceptability in oysters with improved treatment were better than samples with traditional treatment had.

Key words: oyster, immersion treatment, ozone water, hygienic quality

*Corresponding author E-mail: ywchen@niu.edu.tw

前言

牡蠣 (*Crassostrea gigas*) 俗稱蚵仔或蠔，為本省最重要的淺海養殖經濟貝類 (丁, 1995)，常為菜餚羹湯原料，亦有少部分加工為蚵乾或蠔油 (孫和翁, 1994)。在台灣牡蠣剝殼取肉後會以浸水的方式出售 (王, 1990; 孫和翁, 1994)，優點是外觀較為飽滿且可吸水增重 (Fieger *et al.*, 1962; Kramer *et al.*, 1962)，但牡蠣經淡水清洗、浸泡等處理後，因滲透壓關係致使營養與呈味成分大量流失且鮮度下降，而造成品質不佳 (陳等, 2001; Fieger *et al.*, 1962; Kramer *et al.*, 1962)。前報 (陳等, 2005) 顯示牡蠣剝殼取肉後以 1~2% 鹽水浸泡，固形物流失較泡淡水者少，同時保存較多營養成分 (如肝醣與牛磺酸) 及呈味成分 (如胺基酸與 ATP 相關化合物)。

牡蠣屬於利用過濾水中微藻及有機碎屑為生的二枚貝，在生長時即附著各種不同微生物 (蔡, 1997)，因此在產地剝殼過程中可能使蚵肉受微生物污染、大量生長而造成品質下降。由於臭氧通入水中會急速分解產生氧原子，具有很強的氧化力與殺菌力，因此許多產業利用臭氧的這種特性來做殺菌、脫臭及漂白作用 (魏, 1993)。在食品方面的應用上，已有降低雞屠體細菌數、防止黴菌腐敗、延長儲存時間等相關研究 (魏, 1993; Barth *et al.*, 1995; Chen *et al.*, 1992; Gammon *et al.*, 1973; Kaess *et al.*, 1968; Restaino *et al.*, 1995; Sheldon and Brown, 1986)。影響臭氧水溶解度的因素眾多，當 pH 值愈低，臭氧的安定性愈佳 (Walter and Sherman, 1976)；水溫愈低臭氧溶入水中的濃度愈高，溫度提高則臭氧分解成氧的速度也愈快 (吳, 1994; 張, 1997; Khadre *et al.*, 2001; Achen and Yousef, 2001)；氯化鈉也可增長臭氧在水中的衰變時間，但添加過量時會使臭氧的耗損時間增快 (Walter and Sherman, 1976)，因此 Chen *et al.* (1992) 指出在 5°C 及 2% 氯化鈉溶液中臭氧溶解效率較純水佳。

由於牡蠣因剝殼、運輸、泡水分裝及販售過程中，可能造成蚵肉品質衛生劣化問題，希望能利用臭氧水清洗來改善牡蠣的衛生品質，因此本研究使用 1~2% 鹽水浸漬蚵肉提昇其品質，再配合臭氧水清洗達到降低微生物的效果，評估魚介類的衛生標準及食品法規中所訂

水產食品的衛生指標菌包括總生菌數、大腸桿菌群、大腸桿菌、腸炎弧菌等微生物品質，進而瞭解不泡水小盒裝牡蠣產品在產銷物流過程之衛生品質。

材料與方法

一、實驗材料

新鮮帶殼牡蠣樣品分別為 4-10 月份購自於基隆碧砂漁港及嘉義東石牡蠣養殖業者，以大包裝且置碎冰之保溫箱冷藏方式送至實驗室後，立即以一般養殖戶使用之蚵刀人工剝殼取肉 (牡蠣個體重量為 6.43±1.05 g)，進行微生物及化學分析。購自碧砂漁港之牡蠣使用於探討臭氧水處理對減少新鮮牡蠣總生菌數之影響，而嘉義東石牡蠣則用於牡蠣產銷改進處理條件之研究。

二、實驗項目

(一) 臭氧水處理對減少新鮮牡蠣總生菌數之探討

使用每分鐘流量為 8~10 公升，每小時臭氧產生量 0~1g 之臭氧機 (OWA-1000, 鉅茂國際公司, 臺北) 製備臭氧水。取 3 公升已預冷至 4°C 之蒸餾水裝入燒瓶中，臭氧機出口管子接上氣泡石，由燒瓶頂端深入底部注入臭氧氣體。另將基隆碧砂漁港購買之帶殼牡蠣樣品，剝殼取肉後再分別以蒸餾水、2% 鹽水或臭氧水清洗 5 分鐘後，取出製成三種不同清洗方式之不泡水樣品，模擬超級市場及大賣場之冷藏溫度於 8°C 貯藏，貯藏期間每 24 小時取樣分析三種清洗方法對牡蠣肉菌數之影響，每組樣品均進行三重複測定。另以牡蠣剝殼取得之未清洗原料肉作為對照用之控制組。

(二) 牡蠣產銷改進處理條件之建立

嘉義東石取得之牡蠣經剝殼取肉後先以含 2% 鹽之臭氧水清洗，再經篩網 (孔徑 0.6 cm) 瀝水 2 分鐘後，置入 PP 材質塑膠盒 (直徑 112mm、高度 60mm) 中製成不泡水改進處理的牡蠣產品 (improved treatment)。另外，依現行牡蠣產銷方式製成傳統泡水牡蠣產品 (traditional treatment)，並將牡蠣剝殼取得之原料肉作為對照用之新鮮控制組 (control)。模擬超級市場及大賣場之冷藏溫度，將產品分別置於 8°C 下貯存，每 24 小時取樣進行下列分析項目，包括：一般成分 (水分、灰分、總固形物)、pH 值、鹽度、肝醣、游離胺基酸、ATP

相關化合物、VBN、總生菌數、大腸桿菌群、大腸桿菌、腸炎弧菌等，以比較不同處理方式之化學成分與衛生品質之差異，每組樣品三重複測定。

三、分析方法

1. 水分、灰分與總固形物 (total solids)：依 A.O.A.C. (1998) 方法測定水分和灰分，水分係將樣品置於 105°C 乾燥至恆重；灰分則以 550°C 加熱灰化。總固形物為樣品重減去水分後換算成百分比。
2. 鹽分：以 5 g 牡蠣肉和 45 ml 蒸餾水均質 (Polytron PT 3000, Germany) 後，以鹽度計 (Sinar Salt Meter, Merbrbu Corp., Japan) 測定之。
3. pH 值：上述均質液以 pH meter (Schott CG 840 型, Germany) 測定之。
4. 游離胺基酸：依照 Konosu et al. (1974) 之方法，使用 7% 三氯醋酸 (trichloroacetic acid, TCA) 萃取，TCA 抽出液經乙醚處理、減壓濃縮並定容至一定體積。以 0.02N HCl 適當稀釋再經 0.2µm 濾膜過濾後，使用胺基酸分析儀 (Hitachi L-8500 型 Amino Acid Analyzer, Japan) 進行游離胺基酸之分析，分析條件如前報 (Shiau et al., 1996) 所述。
5. 肝醣：依 Carroll 等 (1956) 所述方法，以上述 TCA 抽出液 1ml 與 95% 乙醇 5 ml 混合均勻，於室溫下靜置 10 小時後，1200 × g 離心 15 分鐘，沉澱部分加水適當稀釋。取 1 ml 稀釋液加入 5 ml anthrone 試劑反應，於 620 nm 測其吸光值，對照標準曲線換算出相對葡萄糖量，再乘以換算係數 0.9 即可得肝醣量。
6. 揮發性鹽基態氮 (Volatile basic nitrogen, VBN)：以微量擴散法 (Cobb et al., 1973) 測定之。取 1 ml TCA 抽出液置於 Conway's unit 外室，內室注入 1 ml 之 10% 硼酸吸收液，再於外室加入 1% 飽和碳酸鉀溶液，置於 37°C 下擴散 90 分鐘後，以 0.02 N HCl 滴定硼酸吸收液至桃紅色。對照組則以 1 ml 之 7% TCA 取代樣品液，由滴定量計算出揮發性鹽基態氮量。
7. ATP 相關化合物：牡蠣肉以預冷之 6% 過氯酸 (perchloric acid) 均質萃取並定容，經適當稀釋後以高效能液相層析 (HPLC) 法測定 ATP 相關化合物，包括腺嘌呤核苷三磷酸 (adenosine triphosphate, ATP)、腺嘌呤核苷二磷酸 (adenosine diphosphate, ADP)、腺嘌呤核苷單磷酸 (adenosine monophosphate, AMP)、肌苷酸 (inosine monophosphate, IMP)、腺苷 (adenosine, AdR)、肌苷 (inosine, HxR) 及次黃嘌呤 (hypoxanthine, Hx) 等，分析條件如前報 (Shiau et al., 1996) 所述。根據分析所得各樣品之 ATP 相關化合物含量，計算其 K 及 K' 值 (Saito et al., 1959; Yokoyama et al., 1994)，計算式如下：

$$K \text{ value } (\%) = [(HxR + Hx) / (ATP + ADP + AMP + IMP + HxR + Hx)] \times 100$$

$$K' \text{ value } (\%) = [(HxR + Hx + IMP) / (ATP + ADP + AMP + IMP + HxR + Hx)] \times 100$$

8. 好氧性總生菌數 (total plate count, TPC)：依照 FDA (1998) 方法測定之。25 g 牡蠣肉中加入 225 ml 磷酸緩衝液均質，吸取 1 ml 以磷酸緩衝液進行連續稀釋，吸取稀釋液至 PCA 培養基 (plate count agar) 中，於 37°C 培養 48 小時後計算菌落數。
9. 大腸桿菌群和大腸桿菌：依照 FDA (1998) 方法測定之。分別取上述連續稀釋液各 0.5 ml 注入三支 4.5 ml Lauryl tryptose broth 試管中培養，48 小時後判斷大腸桿菌群陽性者再接種於 Brilliant green lactose bile broth，在 35°C 培養 48 小時後，計算產氣陽性者的大腸桿菌群之 MPN 數。另取 1 ml 均質液滴入 Petrifilm 之 3M 快速檢測薄膜上，於 37°C 培養兩天後觀察，挑選藍紫色菌落且周圍產氣之菌落，計數大腸桿菌數。
10. 腸炎弧菌：依照 FDA (1998) 方法測定之。分別取上述連續稀釋液各 0.5 ml 注入含 APW (alkaline peptone water) 之試管，在 37°C 培養 8~24 小時後，呈陽性反應之試管個別劃線於 Thiosulfate-citrate-bile salts-sucrose (TCBS) agar 平板上，在 37°C 培養 24 小時後進行確認並求出其 MPN。
11. 官能品評：不同處理方式的牡蠣肉於 8°C 儲存 36 小時之後，以 A.O.A.C. (1998) 方法瀝乾水分再以沸水煮 1 分鐘後，由海洋大學食品科學系與宜蘭大學食品科學系師生共 52 人，就牡蠣之外觀、組織口感、風味與整體接受性等進行評分。另以牡蠣剝殼取肉立即瀝乾水分後沸水煮 1 分鐘作為對照之控制組。評分標準採用嗜好品評法，以 9 分制進行：1 分，無法接受；9 分，很喜歡。
12. 水中臭氧濃度測定：使用 Hoigne and Bader (1981) 的測定方法。在兩個 100 ml 的定量瓶中各加入 10 ml Indigo 試劑，其一加入純水至標線，搖晃均勻後以波長 600 nm 測此空白值吸光值 (Shimadu UV-160A)；再沿另一定量瓶管壁緩加入含臭氧之水樣至標線搖晃均勻後以波長 600 nm 測此樣品之吸光度，所測得之吸光值再與空白值做比較而計算所含臭氧濃度。

計算：

$$\text{臭氧濃度 (mg O}_3\text{/L)} = \Delta A \times 100 / F \times B \times 90$$

其中 ΔA ：空白值與樣品吸收值之差

F：0.42 (每單位濃度中臭氧的擴散速率)

B：石英吸光管的透光長度 (pathlength)，以 cm 表示

四、統計分析

實驗數據利用 SPSS (Statistical Products & Services Solution) 套裝 (SPSS, 2000) GLM (General Linear Model) 軟體做單向變異數分析 (One-way analysis of variance)，以鄧肯式多變域測驗 (Duncan's multiple range test) 測定各處理間之差異，顯著水準定在 0.05。

結果與討論

一、探討臭氧水清洗處理對生鮮牡蠣總生菌數之影響

已有文獻指出利用臭氧水噴灑或清洗雞隻及豬隻屠體，發現能顯著降低屠體表面之總生菌數(Sheldon and Brown, 1986；王，2001)。此外，臭氧也常用於蔬果表面清洗以降低表面之微生物含量(Kim et al., 1999；Wade et al., 2003)。由於臭氧在水中易分解生成氧，因此在清洗處理前方製備臭氧水，且添加氯化鈉的量低於3%，以避免降低臭氧在水中的濃度。將基隆碧砂漁港購買之牡蠣剝殼取肉後，分別以蒸餾水、2%鹽水與含2%鹽之臭氧水(臭氧濃度約為0.5 mg/L)清洗5分鐘，於8℃貯藏3天期間之總生菌數變化如圖1所示。牡蠣肉經

蒸餾水、2%鹽水與含2%鹽之臭氧水清洗後，牡蠣之生菌數由起始的6.43 log CFU/g分別減少為5.64、5.53與5.46 log CFU/g，結果顯示三種清洗方法皆能達到減少菌數的效果。但在貯藏1天後，以蒸餾水、2%鹽水清洗者之菌數則急劇增加，與未清洗者幾無差異，可知上述兩種清洗方法僅能降低表面之微生物；而以含2%鹽之臭氧水清洗之牡蠣肉其生菌數較未清洗處理組、水洗組與2%鹽水水洗組減少一個對數值，且在貯藏期間其生菌數均少於水洗組與2%鹽水水洗組，顯示臭氧水確實有降低牡蠣肉中細菌數之效果，可應用於剝殼牡蠣肉之清洗以提昇其衛生品質。

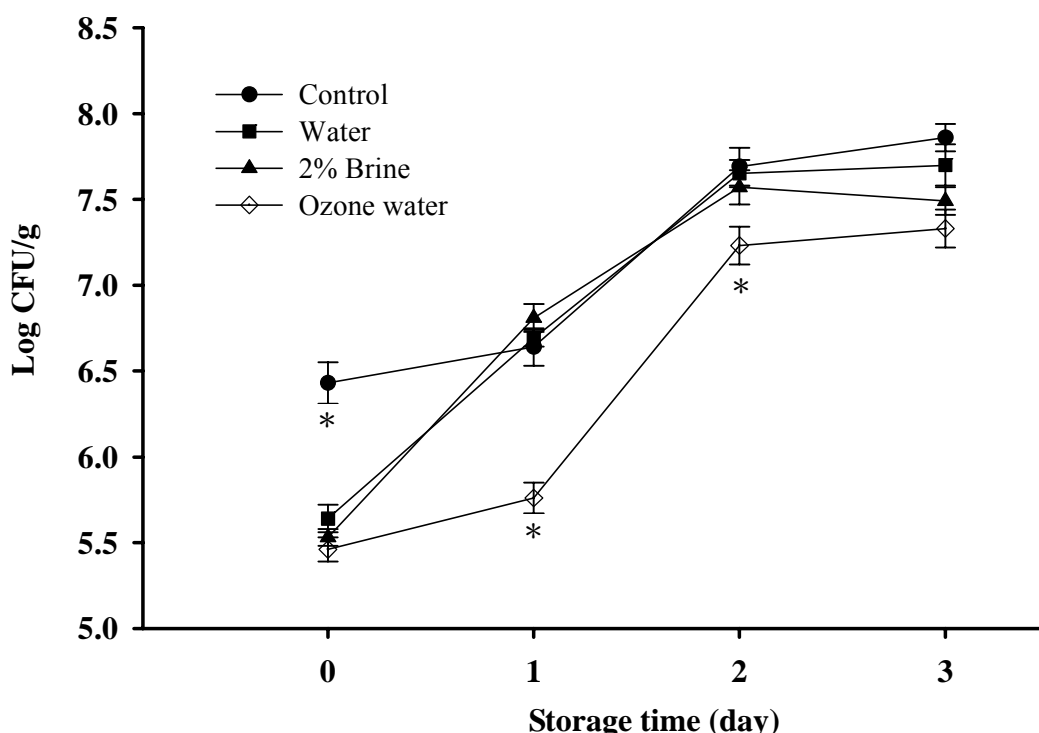


圖 1 不同清洗處理之牡蠣肉在 8℃貯藏期間總生菌數之變化

Fig. 1 Change in total plate count of oyster meat with different dipping treatment during storage at 8°C. (Treatment asterixed indicat significant difference, $p < 0.05$)

二、牡蠣產銷改進處理條件之建立

前報(陳等，2001；2005)指出傳統牡蠣處理流程會造成營養及呈味成分流失與產品品質下降，使用1-2%鹽水浸漬牡蠣肉可提昇其品質，而前述研究發現使用臭氧水清洗可減少牡蠣肉菌數，因此規劃將牡蠣剝殼取肉先置於2%鹽水中，再以含2%鹽之臭氧水清洗5分鐘、過濾滴水2分鐘後，分裝於小塑膠盒內的改進處理方法，測定鮮度與微生物指標以及化學成分之變化，綜合評估其與傳統以淡水清洗、加水浸泡產品之品質差異(一)水分、總固形物、灰分、鹽分與肝醣

牡蠣由產地剝殼、分裝、貯運、拍賣至消費市場，所需時間約在36小時內，因此將不同處理的牡蠣產品經8℃冷藏儲存36小時後，分析比較各組牡蠣肉的水分、總固形物、灰分與鹽分含量如表1所示。控制組、傳統泡水處理組和經含2%鹽之臭氧水處理之未泡水組等三種牡蠣肉的水分含量分別為84%、88%與86%，顯示傳統方法處理之牡蠣肉水分含量顯著高於控制組與改進處理者，但其灰分與鹽分則顯著減少；另外，控制組與改進處理牡蠣肉固形物分別為傳統處理者之1.3與1.2倍。在肝醣含量方面，改進處理的牡蠣肉肝醣含量

(655mg/100g) 雖然略低於控制組 (739 mg/100g), 但兩者間並無顯著差異 ($p > 0.05$), 不過卻顯著地高於傳統以淡水清洗再加水浸泡之產品 (350mg/100g) ($p <$

0.05)。三種清洗處理牡蠣之肝醣含量在貯藏期間均逐漸減少, 至第 6 天時控制組、傳統處理及改進處理之牡蠣肉肝醣含量分別減少至 289、276 及 108mg/100g (圖 2)。

表 1 傳統處理和改進流程處理牡蠣肉之水分、總固形物、灰分、鹽分與肝醣

Table 1 The moisture, total solids, ash, salt and glycogen of oyster meat with traditional treatment and improved

	Control	Traditional ¹ treatment	Improved ² treatment
Moisture (%)	84.26 ± 1.42 ^{ab}	88.45 ± 0.69 ^a	85.85 ± 0.11 ^b
Total solids (%)	15.74 ± 1.42 ^a	11.55 ± 0.69 ^b	14.15 ± 0.11 ^a
Ash (%)	2.02 ± 0.20 ^a	1.36 ± 0.07 ^b	2.02 ± 0.06 ^a
Salt (%)	1.50 ± 0.00 ^a	0.57 ± 0.06 ^c	1.40 ± 0.00 ^b
Glycogen (mg /100g)	738.74 ± 122.17 ^a	350.40 ± 21.80 ^b	654.58 ± 92.59 ^a

*Expressed as mean ± standard deviation (n=3). Means followed by the same letter within each row are not significantly different ($p > 0.05$).

¹Oyster were washed with water and immersed in water.

²Oyster were washed with ozonized water(2% brine).

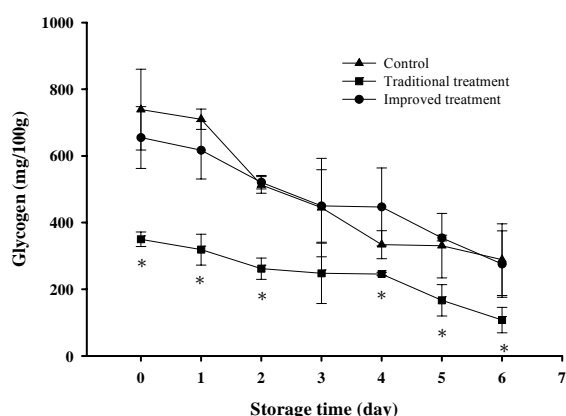


圖 2 傳統處理和改進流程處理牡蠣肉於 8°C 貯藏期間肝醣含量之變化

Fig. 2 Changes in glycogen of oyster meat with traditional and improved treatment during storage at 8°C. (Treatment asterixed indicate significant difference, $p < 0.05$)

(二)pH、VBN 值與微生物

控制組、傳統處理組和改進處理組之牡蠣肉於 8°C 下貯藏的 pH、VBN 值與微生物變化如表 2。在 6 天貯藏期內, 牡蠣原料與改進處理牡蠣肉之 pH 值並未有顯著的變化, 但傳統處理牡蠣肉之 pH 值則隨貯藏時間增長而逐漸下降。VBN 為常用的魚貝類鮮度判定指標, VBN 隨鮮度的下降而上升, 目前衛生署標準規定生鮮水產品的 VBN 含量應在 25mg/100g 以下。測定儲藏期間三種牡蠣肉之 VBN 值變化皆呈現緩慢增加之趨勢, 其

中改進處理之牡蠣肉貯藏至第 4 天期間皆保持略低於牡蠣控制組與傳統處理組之 VBN 值。Haraguchi 等 (1969) 以臭氧氣體處理魚體表面的微生物, 在含有臭氧 0.6 ppm 的 3% 氯化鈉溶液中, 可使魚體菌數減少 $10^2 \sim 10^3$ CFU/g; 若每隔兩天利用臭氧處理一次, 則可延長保存期限 1.2~1.6 倍, 但如果只是在開始儲存時使用臭氧處理一次, 則會加速 VBN 的生成。林 (2000) 處理雞隻屠體表皮時, 也發現 VBN 與總生菌數、大腸菌群與大腸桿菌有顯著的相關性, 當總生菌數、大腸桿菌與大腸桿菌增加, VBN 亦隨之增加。本實驗獲得與前述文獻類似之結果, 在牡蠣肉貯藏期間總生菌數增加, VBN 亦隨之增加。

台灣牡蠣食用習慣以熟食為主且目前並無冷藏牡蠣適用的規範, 因此使用冷凍食品類衛生標準作為討論微生物品質的參考基準。改進處理之牡蠣肉其總生菌數較原料及傳統處理者分別減少 0.63 及 0.44 log CFU/g, 而大腸桿菌、大腸桿菌與腸炎弧菌則無顯著差異。生鮮牡蠣與經傳統處理之牡蠣肉在貯藏至第 2 天時, 其總生菌數量分別為 7.21 與 7.72 log CFU/g, 超過法規所定之冷凍食品衛生標準 (3×10^6 CFU/g)(行政院衛生署, 1998); 而經改進處理之牡蠣肉貯藏至 2 天, 其總生菌數量達 6.44 log CFU/g 方趨近於規定值, 直至第 3 天才超出衛生標準。在貯藏的過程中, 改進處理者之生菌數皆低於生鮮剝殼與傳統處理之牡蠣肉, 同時生鮮剝殼、經傳統處理與改進處理者之牡蠣肉皆未檢出大腸桿菌且大腸桿菌群最確數皆符合衛生標準 (表 2)。

表 2 傳統處理和改進流程處理牡蠣肉 8°C 貯藏期間品質與微生物之變化

Table 2 Changes in the quality and bacteria count of traditional and improved method treated oyster meat during storage at 8°C

	Time(day)							
	0	1	2	3	4	5	6	
未處理	pH	6.52±0.03 ^{1a}	6.50±0.02 ^a	6.52±0.02 ^a	6.48±0.02 ^a	6.47±0.01 ^a	6.52±0.03 ^a	6.48±0.06 ^a
	VBN (mg/100g)	2.02±0.30 ^g	5.04±1.12 ^f	7.78±0.56 ^e	10.13±0.58 ^d	13.95±2.26 ^c	22.12±1.50 ^b	26.22±3.43 ^a
	TPC (logCFU/g)	5.54±0.08 ^f	5.89±0.05 ^e	7.21±0.01 ^d	7.60±0.03 ^e	7.71±0.04 ^b	7.80±0.03 ^{ab}	7.89±0.04 ^a
	Coliform (MPN/g)	4	9	14	9	9	9	23
	<i>E. coli</i> (CFU/g)	ND ²	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	<i>V. parahaemolyticus</i> (MPN/g)	21	21	11	11	11	11	20
	傳統處理	pH	6.51±0.01 ^{1a}	6.32±0.02 ^b	6.33±0.02 ^b	6.34±0.06 ^b	6.29±0.02 ^{bc}	6.26±0.07 ^{bc}
VBN (mg/100g)		2.05±0.65 ^g	3.37±0.32 ^f	4.78±0.33 ^e	7.78±1.25 ^d	13.16±1.20 ^b	19.36±0.46 ^b	22.93±1.93 ^a
TPC (logCFU/g)		5.35±0.07 ^e	6.26±0.07 ^d	7.72±0.14 ^c	8.12±0.05 ^b	8.18±0.04 ^a	8.36±0.04 ^a	8.11±0.03 ^b
Coliform (MPN/g)		4	9	23	23	23	9	93
<i>E. coli</i> (CFU/g)		ND ²	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>V. parahaemolyticus</i> (MPN/g)		23	23	14	11	11	4	93
改進處理		pH	6.52±0.03 ^{1a}	6.50±0.02 ^a	6.52±0.03 ^a	6.51±0.02 ^a	6.49±0.04 ^a	6.50±0.06 ^a
	VBN (mg/100g)	1.67±0.56 ^f	4.48±0.56 ^e	4.63±0.19 ^e	7.95±1.20 ^d	12.63±1.24 ^c	23.12±3.67 ^b	42.06±3.24 ^a
	TPC (logCFU/g)	4.91±0.06 ^e	5.43±0.22 ^d	6.44±0.12 ^d	6.99±0.03 ^b	7.14±0.06 ^b	7.17±0.02 ^b	7.62±0.08 ^a
	Coliform (MPN/g)	4	9	9	23	23	4	93
	<i>E. coli</i> (CFU/g)	ND ²	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	<i>V. parahaemolyticus</i> (MPN/g)	15	15	15	11	11	3	<3

¹Expressed as mean ± standard deviation (n=3). Means followed by the same letter within each row are not significantly different (p > 0.05)

²ND, not detectable

(三)游離胺基酸

在 8°C 貯藏期間生鮮剝殼、傳統處理與改進處理牡蠣肉之游離胺基酸變化如表 3、表 4 及表 5 所示，生鮮剝殼之牡蠣肉游離胺基酸總量為 878.23mg/100g，經傳統泡水處理後減少為 557mg/100g，而改進處理後則為 838 mg/100g。游離胺基酸是重要的魚貝類萃取成分和呈味物質，改進處理者與生鮮牡蠣肉之游離胺基酸總量比較並無顯著差異，但牡蠣在泡水後其胺基酸總量與生鮮剝殼與改進處理者比較則有顯著差異，顯示改進處理方式可減少傳統上牡蠣經過水洗、浸泡後，游離胺基酸因滲透壓作用而造成流失，可用以生產較傳統處理品質更佳之牡蠣肉產品。比較不同處理牡蠣肉在 8°C 的貯藏過程中游離胺基酸總量的變化情形，生鮮剝殼與改進處理牡蠣肉之游離胺基酸總量變化並不明顯，惟傳統泡水處理之牡蠣肉貯藏至第 3 天時，游離胺基酸總量由原本 557 mg/100g 減少至 274 mg/100g，而貯藏至第 6 天時，游離胺基酸總量與第 3 天並無顯著的差異，此種貯藏期間游離胺基酸總量之增減變化在同樣為貝類的鮑魚肉研究中也發現(Watanabe et al., 1992)。不同處理方式的牡蠣肉

游離胺基酸含量變化主要與滲透壓作用有關，而游離胺基酸貯藏期間之增減和蛋白質及胺基酸的分解酵素種類與活性有關，當內生蛋白水解酵素分解蛋白質較細菌酵素分解游離胺基酸為快則游離胺基酸增加，反之減少。

生鮮剝殼牡蠣肉個別游離胺基酸組成以牛磺酸 (Tau) 含量最為豐富，佔其總游離胺基酸之 62%，其他則以天門冬胺酸 (Asp)、麩胺酸 (Glu)、甘胺酸 (Gly)、丙胺酸 (Ala)、精胺酸 (Arg) 等含量較多 (表 3)，結果與其他研究報告相似 (Murata and Sakaguchi, 1986; 陳, 2005)。傳統處理與改進處理之牡蠣肉的主要游離胺基酸與生鮮牡蠣肉組成型態相似 (表 4 及表 5)，且生鮮剝殼與改進處理牡蠣肉之主要游離胺基酸 Tau 含量變化並不明顯，但傳統處理牡蠣肉之 Tau 含量則明顯較生鮮牡蠣肉減少 37% (圖 3)，與前報所得結果相同 (陳等, 2005)。在 8°C 的貯藏過程中個別游離胺基酸之變化上，傳統處理牡蠣肉之酥胺酸 (Thr)、異白胺酸 (Ile)、酪胺酸 (Tyr)、苯丙胺酸 (Phe)、乙醇胺 (ethanolamine) 隨貯藏期間延長有增加之現象，磷絲胺酸 (P-Ser)、Tau、Asp、Glu、Leu 隨貯藏期間延長而逐漸減少 (表 4)，而

表 3 生鮮剝殼牡蠣肉 8°C 貯藏期間游離胺基酸含量之變化

Table 3 Changes in free amino acids (mg/100g) of raw-shucked oyster meat during storage at 8°C

	Storage time (day)		
	0	3	6
Phosphoserine	6.25 ± 0.96 ^{3a}	7.68 ± 2.61 ^a	7.72 ± 0.81 ^a
Taurine	545.55 ± 81.21 ^a	622.39 ± 147.42 ^a	572.3 ± 58.43 ^a
Aspartic acid	18.14 ± 2.89 ^a	9.19 ± 2.58 ^b	6.54 ± 2.56 ^b
Threonine	2.36 ± 0.40 ^a	2.93 ± 0.70 ^a	4.35 ± 1.68 ^a
Serine	3.49 ± 0.64 ^a	3.31 ± 1.08 ^a	3.96 ± 0.35 ^a
Glutamic acid	78.50 ± 11.00 ^a	74.41 ± 20.70 ^a	75.19 ± 1.80 ^a
α-AAA ²	4.62 ± 1.52 ^a	4.66 ± 1.23 ^a	4.76 ± 1.09 ^a
Glycine	72.71 ± 10.46 ^a	91.16 ± 22.25 ^a	92.16 ± 23.53 ^a
Alanine	47.37 ± 6.89 ^a	57.17 ± 14.80 ^a	58.98 ± 10.28 ^a
α-ABA ¹	0.80 ± 0.70 ^a	1.54 ± 0.61 ^a	1.59 ± 0.40 ^a
Valine	12.91 ± 0.74 ^b	12.84 ± 1.15 ^b	16.38 ± 1.33 ^a
Methionine	- ¹	-	-
Isoleucine	1.65 ± 0.18 ^b	1.96 ± 1.06 ^b	4.35 ± 0.81 ^a
Leucine	3.01 ± 1.21 ^b	2.93 ± 1.17 ^b	6.25 ± 0.42 ^a
Tyrosine	3.88 ± 1.17 ^a	4.34 ± 0.79 ^a	5.57 ± 0.31 ^a
Phenylalanine	1.18 ± 0.04 ^b	1.98 ± 0.52 ^b	3.67 ± 0.55 ^a
β-Alanine ²	8.59 ± 1.13 ^b	10.29 ± 2.07 ^{ab}	14.33 ± 3.86 ^a
β-AiBA ²	2.60 ± 3.13 ^a	2.64 ± 0.35 ^a	4.04 ± 1.56 ^a
γ-ABA ²	0.88 ± 0.81 ^b	1.43 ± 0.60 ^{ab}	2.28 ± 0.31 ^a
Ethanolamine	0.69 ± 0.61 ^b	2.07 ± 0.66 ^a	2.42 ± 0.35 ^a
Ornithine	4.01 ± 1.01 ^a	9.15 ± 4.21 ^a	4.01 ± 1.50 ^a
Lysine	5.31 ± 1.77 ^a	5.65 ± 2.57 ^a	10.11 ± 3.34 ^a
Histidine	2.74 ± 1.50 ^a	3.02 ± 1.20 ^a	3.23 ± 0.78 ^a
Arginine	28.84 ± 6.71 ^a	20.22 ± 3.74 ^a	18.91 ± 10.29 ^a
Proline	-	-	-
Total	878.23 ± 113.77 ^a	961.31 ± 273.92 ^a	923.04 ± 85.38 ^a

¹not detectable.

²α-AAA, α-Amino adipic acid; α-ABA, α-Amino butric acid; β-AiBA, β-Amino isobutyric acid; γ-ABA, γ-Amino butyric acid.

³Expressed as mean ± standard deviation (n=3). Means followed by the same letter within each row are not significantly different (p>0.05).

表 4 傳統處理牡蠣肉 8°C 貯藏期間游離胺基酸含量之變化

Table 4 Changes in free amino acids (mg/100g) of traditional method treated oyster meat during storage at 8°C

	Storage time (day)		
	0	3	6
Phosphoserine	7.07 ± 1.36 ^{3a}	8.96 ± 1.87 ^a	8.41 ± 2.18 ^a
Taurine	538.40 ± 101.56 ^a	563.40 ± 144.48 ^a	551.18 ± 85.08 ^a
Aspartic acid	20.06 ± 3.08 ^a	21.49 ± 2.52 ^a	8.39 ± 3.86 ^b
Threonine	1.87 ± 0.35 ^b	2.69 ± 0.52 ^{ab}	2.99 ± 0.45 ^a
Serine	3.72 ± 0.73 ^a	5.00 ± 0.81 ^a	3.85 ± 0.41 ^a
Glutamic acid	72.71 ± 10.55 ^a	89.89 ± 10.68 ^a	77.35 ± 11.87 ^a
α-AAA ²	7.15 ± 3.46 ^a	6.07 ± 1.23 ^a	4.10 ± 0.77 ^a
Glycine	66.64 ± 11.41 ^b	100.24 ± 10.59 ^a	77.55 ± 7.31 ^b
Alanine	41.98 ± 7.03 ^b	53.40 ± 5.73 ^a	53.03 ± 1.02 ^a
α-ABA ²	1.81 ± 0.92 ^a	1.37 ± 0.86 ^a	2.21 ± 0.96 ^a
Valine	11.54 ± 1.52 ^b	13.09 ± 1.26 ^b	16.24 ± 0.43 ^a
Methionine	- ¹	-	-
Isoleucine	0.85 ± 0.28 ^c	1.63 ± 0.07 ^b	4.27 ± 0.50 ^a
Leucine	1.77 ± 0.57 ^b	2.81 ± 0.32 ^b	6.36 ± 1.03 ^a
Tyrosine	1.31 ± 1.16 ^b	3.74 ± 0.60 ^a	5.00 ± 0.34 ^a
Phenylalanine	1.29 ± 0.16 ^b	1.53 ± 0.23 ^b	3.69 ± 0.49 ^a
β-Alanine ²	12.91 ± 1.89 ^a	8.58 ± 1.81 ^b	13.06 ± 1.18 ^a
β-AiBA ²	- ^c	1.71 ± 0.95 ^b	3.51 ± 0.55 ^a
γ-ABA ²	0.51 ± 0.05 ^b	1.29 ± 0.15 ^b	2.46 ± 0.81 ^a
Ethanolamine	0.85 ± 0.44 ^c	1.57 ± 0.18 ^b	2.34 ± 0.37 ^a
Ornithine	4.82 ± 0.26 ^b	8.64 ± 2.35 ^a	12.00 ± 1.90 ^a
Lysine	3.18 ± 0.17 ^b	7.35 ± 1.23 ^a	11.24 ± 3.15 ^a
Histidine	2.91 ± 0.10 ^a	3.07 ± 0.42 ^a	4.04 ± 1.08 ^a
Arginine	20.58 ± 1.16 ^b	27.15 ± 1.83 ^a	15.09 ± 1.81 ^c
Proline	-	-	-
Total	838.01 ± 146.98 ^a	934.69 ± 182.45 ^a	949.86 ± 107.54 ^a

¹ not detectable

² α-AAA, α-Amino adipic acid; α-ABA, α-Amino butric acid; β-AiBA, β-Amino isobutyric acid; γ-ABA, γ-Amino butyric acid.

³ Expressed as mean ± standard deviation (n=3). Means followed by the same letter within each row are not significantly different (p>0.05).

表 5 臭氧處理牡蠣肉 8°C 貯藏期間游離胺基酸含量之變化

Table 5 Changes in free amino acids (mg/100g) of ozone treated meat during storage at 8°C

	Storage time (day)		
	0	3	6
Phosphoserine	7.07 ± 1.36 ^{3a}	8.96 ± 1.87 ^a	8.41 ± 2.18 ^a
Taurine	538.40 ± 101.56 ^a	563.40 ± 144.48 ^a	551.18 ± 85.08 ^a
Aspartic acid	20.06 ± 3.08 ^a	21.49 ± 2.52 ^a	8.39 ± 3.86 ^b
Threonine	1.87 ± 0.35 ^b	2.69 ± 0.52 ^{ab}	2.99 ± 0.45 ^a
Serine	3.72 ± 0.73 ^a	5.00 ± 0.81 ^a	3.85 ± 0.41 ^a
Glutamic acid	72.71 ± 10.55 ^a	89.89 ± 10.68 ^a	77.35 ± 11.87 ^a
α-AAA ²	7.15 ± 3.46 ^a	6.07 ± 1.23 ^a	4.10 ± 0.77 ^a
Glycine	66.64 ± 11.41 ^b	100.24 ± 10.59 ^a	77.55 ± 7.31 ^b
Alanine	41.98 ± 7.03 ^b	53.40 ± 5.73 ^a	53.03 ± 1.02 ^a
α-ABA ²	1.81 ± 0.92 ^a	1.37 ± 0.86 ^a	2.21 ± 0.96 ^a
Valine	11.54 ± 1.52 ^b	13.09 ± 1.26 ^b	16.24 ± 0.43 ^a
Methionine	- ¹	-	-
Isoleucine	0.85 ± 0.28 ^c	1.63 ± 0.07 ^b	4.27 ± 0.50 ^a
Leucine	1.77 ± 0.57 ^b	2.81 ± 0.32 ^b	6.36 ± 1.03 ^a
Tyrosine	1.31 ± 1.16 ^b	3.74 ± 0.60 ^a	5.00 ± 0.34 ^a
Phenylalanine	1.29 ± 0.16 ^b	1.53 ± 0.23 ^b	3.69 ± 0.49 ^a
β-Alanine ²	12.91 ± 1.89 ^a	8.58 ± 1.81 ^b	13.06 ± 1.18 ^a
β-AiBA ²	- ^c	1.71 ± 0.95 ^b	3.51 ± 0.55 ^a
γ-ABA ²	0.51 ± 0.05 ^b	1.29 ± 0.15 ^b	2.46 ± 0.81 ^a
Ethanolamine	0.85 ± 0.44 ^c	1.57 ± 0.18 ^b	2.34 ± 0.37 ^a
Ornithine	4.82 ± 0.26 ^b	8.64 ± 2.35 ^a	12.00 ± 1.90 ^a
Lysine	3.18 ± 0.17 ^b	7.35 ± 1.23 ^a	11.24 ± 3.15 ^a
Histidine	2.91 ± 0.10 ^a	3.07 ± 0.42 ^a	4.04 ± 1.08 ^a
Arginine	20.58 ± 1.16 ^b	27.15 ± 1.83 ^a	15.09 ± 1.81 ^c
Proline	-	-	-
Total	838.01 ± 146.98 ^a	934.69 ± 182.45 ^a	949.86 ± 107.54 ^a

¹ not detectable.

² α-AAA, α-Amino adipic acid; α-ABA, α-Amino butric acid; β-Ala, β-Alanine; β-AiBA, β-Amino isobutyric acid; γ-ABA, γ-Amino butyric acid.

³ Expressed as Mean ± standard deviation (n=3). Means followed by the same letter within each row are not significantly different (p>0.05)

臭氧改進處理及 8°C 貯藏對牡蠣肉之游離胺基酸組成影響如表 5 所示，牡蠣的纈胺酸 (Val)、Ile、白胺酸 (Leu)、Phe、ethanolamine 含量隨貯藏期間延長有增加之現象，Arg 則隨貯藏期間延長而逐漸減少。

(四)次黃嘌呤、K 與 K' 值

魚貝類死亡後，其體內 ATP 因酵素分解而生成多種核苷酸相關化合物如 ADP、AMP、IMP、HxR 與 Hx 等 (Spielli, 1965)，可應用作為魚貝類鮮度的判定指標。不同方式處理牡蠣肉貯藏過程中 K 值、K' 值與 Hx 之變化如圖 4 所示。K 值常用於表示魚貝類的鮮度，一般魚肉 K 值愈小即表示鮮度愈好，當 K 值在 60% 以上則品質為不可接受程度 (Mazorra-Manzano et al., 2000)。分別測定控制組、傳統泡水處理組及改進處理組牡蠣肉的

K 值在 8°C 貯藏期間之變化情形，結果三組牡蠣的 K 值均隨著貯藏時間延長而緩慢增加 (圖 4(A))，其中傳統處理牡蠣肉之 K 值在第 0 天為 13.91%，貯藏到第 3 天時增至 54.55%，直到貯藏至第 6 天時 K 值超過於 60% 升高至 74.44%。雖然貯藏第 3 天的牡蠣肉 K 值尚未超過不可接受品質之臨界值，但此時已有輕微的異味產生，應已屬不適宜食用的階段，顯示以 K 值並不合適作為牡蠣鮮度之判定。除 K 值之外，Yokoyama et al. (1992; 1994) 亦指出 K' 值可作為貝類的鮮度指標，當牡蠣之 K' 值超過 70% 代表不新鮮。牡蠣貯藏期間 K' 值的變化與 K 值的變化相似，隨著貯藏時間的延長，傳統處理與改進處理之 K' 值分別由最初的 47.86% 及 41.36% 增為 85.88% 及 76.33% (圖 4(B))，本研究顯示傳統處理牡

蠔肉之 K 與 K' 值增加速率較經改進處理組為快。測定生鮮牡蠣、經傳統或改進處理之牡蠣肉的 Hx 最初含量分別為 0.24、0.13 及 0.14 $\mu\text{mole/g}$ ，隨著貯藏時間之延長則 Hx 含量皆逐漸增加，貯藏至第六天時分別增加至 1.35、1.27 及 1.27 $\mu\text{mole/g}$ (圖 4(C))，因此牡蠣在貯藏的過程中測定 Hx 的含量似可作為判定其鮮度變化之參考指標。

(五)官能品評

對不同處理方式之煮熟牡蠣肉進行官能品評以比較其接受性，品評結果顯示以傳統處理之牡蠣肉在外觀方面較受品評人員喜愛，而風味、質感與總接受性方面，經改進處理牡蠣肉組之品評結果皆較傳統處理組為佳，但與生鮮控制組比較並無太大差異(表 6) ($p > 0.05$)。

結 論

- 一、 臭氧水可用於剝殼牡蠣肉之清洗，減少總生菌數並提昇其衛生品質。
- 二、 綜合物理、化學、微生物與官能品評等指標，以含 2% 鹽之臭氧水清洗處理的小盒裝不泡水牡蠣產品與傳統泡水產品比較，其肝醣、牛磺酸等營養與呈味成分之流失顯著減少，可提昇官能品質和延長產品貯存期限。
- 三、 牡蠣保鮮貯運作業建議流程：牡蠣剝殼後先將肉置於 2% 鹽水中，收集後以含鹽臭氧水清洗 5 分鐘，經濾過滴水後，將牡蠣肉分裝於小塑膠盒內，冰藏或冷藏貯運出售。

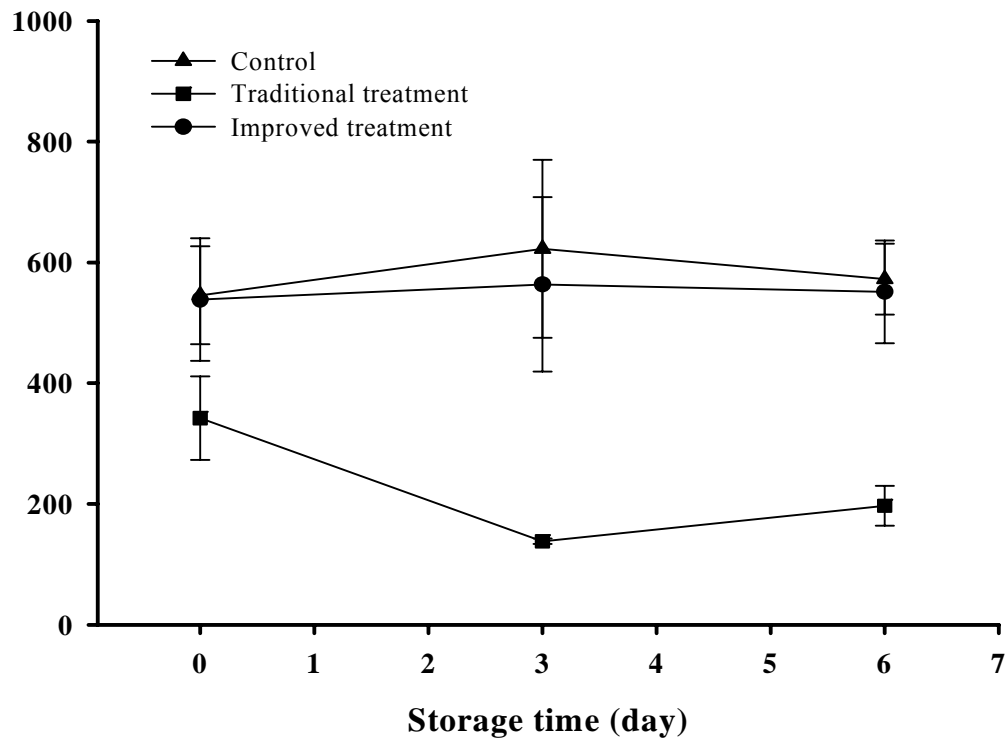


圖 3 傳統處理和改進流程處理牡蠣肉於 8°C 貯藏期間牛磺酸含量之變化

Fig. 3 Changes in taurine of oyster meat with traditional and improved treatment during storage at 8°C.

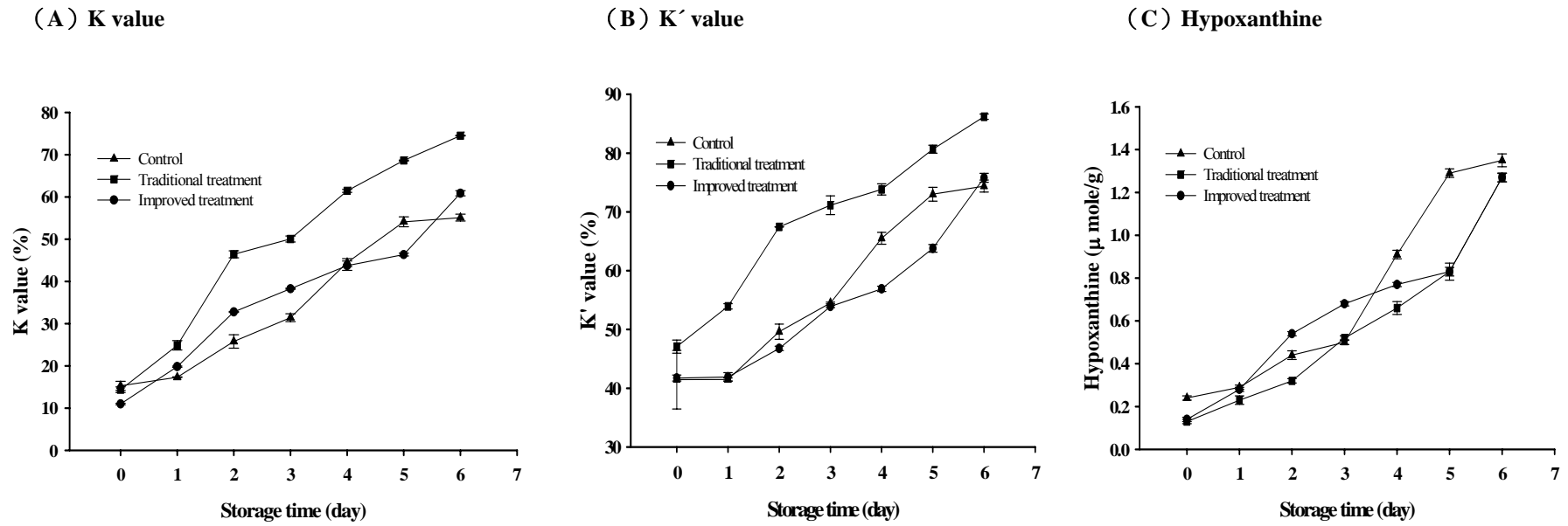


圖 4 傳統處理和改進流程處理牡蠣肉於 8°C 貯藏期間(A) K 值(B)K' 值和(C)次黃嘌呤含量之變化

Fig. 4 Changes in (A) K value, (B) K' value and (C) hypoxanthine of oyster meat with traditional and improved treatment during storage at 8°C.

表 6 傳統處理和改進流程處理牡蠣肉之官能品評

Table 6 Sensory evaluation of oyster meat with traditional treatment and improved treatment

	Appearance	Flavor	Texture	Overall acceptability
Control	5.91 ± 1.77 ^{*b}	5.88 ± 1.91 ^a	6.13 ± 1.56 ^a	5.78 ± 1.56 ^a
Traditional	7.09 ± 1.44 ^a	4.69 ± 1.55 ^b	4.94 ± 1.85 ^b	4.50 ± 1.78 ^b
Improved	5.97 ± 1.80 ^b	5.97 ± 1.23 ^a	6.13 ± 1.36 ^a	6.13 ± 1.10 ^a

*1-9 scale: 1= dislike very much, 9= like very much.

Expressed as mean ± standard deviation (n=52). Means followed by the same letter within each column are not significantly different (p>0.05).

參考文獻

- 丁雲源。1995。貝類養殖(一)牡蠣。台灣農家要覽漁業篇，pp.241-244。豐年社。台北。
- 王文亮。1990。牡蠣之收穫處理及加工方法。台灣水產加工業現況專輯，pp.45-49。台灣省漁業局。台北。
- 王貞懿。1995。食品微生物檢驗訓練。衛生報導 5：37-40。
- 王進添。2001。臭氧水濃度和噴灑時間對冷藏豬肉保存性之影響。東海大學畜產學系碩士學位論文。
- 行政院衛生署。1998。冷凍食品衛生標準。衛署食字第 87032655 號公告。
- 林致苑。2000。不同臭氧濃度及冷卻時間對生鮮雞肉保存性之影響。東海大學畜產學系碩士論文。
- 吳漢民。1994。礦泉水常用的殺菌方法。食品工業 26：44-53。
- 孫寶年、翁秀珍。1994。台灣地區常見食用魚貝類圖說，pp.126-127。行政院衛生署。台北。
- 陳莉臻、侯明君、吳純衡、蕭泉源。2005。鹽水浸泡改善牡蠣產品品質之探討。台灣農業化學與食品科學 43：79-85。
- 陳莉臻、蕭泉源、林瑞堂。2001。泡水處理對牡蠣化學成分與品質之影響。台灣農業化學與食品科學 39：122-128。
- 張炳文。1997。臭氧冰塊製作及其抑菌保鮮效果之探討。國立海洋大學水產食品科學系碩士論文。
- 蔡土及。1997。水產食品衛生安全與微生物。八十六年魚市場檢驗人員訓練班講義。
- 魏佳玲。1993。環保之佼佼者-臭氧。化工技術 6：146-150。
- Achen, M. and A. E. Yousef. 2001. Efficiency of ozone against *Escherichia coli* O157:H7 on apple. J. Food Sci. 66: 1380-1384.
- A.O.A.C. 1998. "Official Methods of Analysis", 16th edition, Association of Official Analytical Chemists, Maryland.
- Barth, M. M., C. Zhou, J. Mercier, and F. A. Payne. 1995. Ozone storage effects on anthocyanin content and fungal growth in blackberries. J. Food Sci. 60: 1286-1288.
- Carroll, N. V., R. W. Congley, and J. H. Roe. 1956. The determination of glycogen in liver and muscle by use of anthrone reagent. J. Biol. Chem. 220: 583-591.
- Chen, H. C., S. H. Huang, M. W. Moody, and S. T. Jiang. 1992. Bacteriocidal and mutagenic effects of ozone on shrimp (*Penaeus monodon*) meat. J. Food Sci. 57: 923-927.
- Cobb, B. F., I. Aoaniz, and C. A. Thomson. 1973. Biochemical and microbial studies on shrimp: Volatile nitrogen and amino acid analysis. J. Food Sci. 38: 3341-437.
- FDA. 1998. "Bacteriological Analytical Manual", 8th ed. Food and Drug Administration, Gaithersburg, MD.
- Fieger, E. A., A. F. Novak, and W. T. Burnett. 1962. Tritiated water for measuring fluid transfer in oysters. Food Technol. 16: 112-114.
- Gammon, R. and K. Kerelak., 1973. Gaseous sterilization of foods. Am. Inst. Chem. Eng. Symp. Ser. 69: 91.
- Haragunchi, T., T. U. Simidu, and K. Aiso. 1969. Preserving effect of ozone to fish. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 35: 915-919.
- Hoigen, J. and H. Bader. 1981. Determination of ozone in water by the indigo method. Water Res. 15: 449-456.
- Kaess, G. and J. F. Weidemann. 1968. Ozone treatment of chilled beef. J. Food Technol. 3: 325.
- Khadre, M. A., A. E. Yousef, and J. G. Kim. 2001. Microbiological aspect of ozone applications in food: A review. J. Food. Sci. 66: 1242-1252.
- Kim, J. G., A. E. Yousef, and D. Sandhy. 1999. Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of food: A review. J. Food Prot. 62: 1071-1087.
- Konosu, S., K. Watanabe, and T. Shimizu. 1974. Distribution of nitrogenous constituents in the muscle extracts of eight species of fish. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 40: 909-915.

- Kramer, A., B. H. Willier, R. Edge, H. R. Smith, A. W. Tubman, C. F. Lee, and C. Toompas. 1962. The government industry cooperative oyster research program. Part III. Processing studies. J. AOAC. 45: 1011-1037.
- Mazorra-Manzano, M. A., R. Pacheco-Aguilar, E. I. Dlaz-Rojas, and M. E. Lugo-sanchez. 2000. Postmortem changes in black skipjack muscle during storage in ice. J. Food. Sci. 65: 774-779.
- Murata, M. and M. Sakaguchi. 1986. Changes in contents of free amino acids, trimethylamine, and nonprotein nitrogen of oyster during ice storage. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 52: 1975-1980.
- Restaino, L., E. W. Frampton, and J. B. Hemphill. 1995. Efficacy of ozonated water against various food-related microorganisms. Appl. Environ. Microbiol. 61: 3471-3475.
- Saito, T., K. Ari, and M. Matsuyoshi. 1959. A new method for estimating the freshness of fish. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 24: 749.
- Sheldon, B. W. and A. F. Brown. 1986. Efficacy of ozone as a disinfectant for poultry carcasses and chill water. J. Food Sci. 51: 305-309.
- Shiau, C. Y., Y. J. Pong, T. K. Chiou, and Y. Y. Tin. 1996. Effects of growth and starvation on the concentration of free histidine in the muscle of milkfish (*Chanos chanos*). The 2nd World Fisheries Congress, July 28th-August 2nd, Brisbane, Australia. pp.105.
- Spielli, J. 1965. Effect of hyxpoxtanthine on the flavor of fresh and stored low-dose irradiated petral sole fillets. J. Food Sci. 30: 1063.
- Wade, W. N., A. J. Scouten, K. H. Mcwatter, R. L. Wick, A. Demirci, W. F. Fett, and L. R. Beuchat. 2003. Efficacy of ozone in killing *Listeria monocytogenes* on alfalfa seed and sprouts and effect on sensory quality of sprouts. J. food Prot. 66: 44-51.
- Walter, R. H. and R. M. Sherman. 1976. Duration of ozone in water in upper solubility range. J. Food Sci. 41: 993-995.
- Watanabe, H., H. Yamanaka, M. Sato, and H. Yamakawa. 1992. Post-mortem biochemical changes in muscle of disk abalone during storage. Nippon Suisan Gakk. 58: 2081-2088.
- Yokoyama, Y., M. Sakaguchi, F. Kawai, and M. Kanamori. 1994. Chemical indices for assessing freshness of shellfish during storage. Fish. Sci. 60: 329-333.
- Yokoyama, Y., M. Y. Sakaguchi, F. Kawai, and M. Kanamori. 1992. Changes in concentration of ATP-related compounds in various tissue of oyster during ice storage. Nippon Suisan Gakk. 58: 2125-213

96年01月05日投稿

96年08月27日接受