

加工製程對冷凍牡蠣品質之影響

蔡慧君^{1*}·黃珮芬²·吳純衡¹

¹行政院農業委員會水產試驗所 水產加工組

²行政院農業委員會漁業署 漁政組加工及運銷科

摘 要

本研究之目的是將旺季生產之體型肥碩且價格較為低廉的牡蠣，利用加工手段保持其鮮度並減少滴出液 (Drip) 的產生，同時延長其貯存期限。將嘉義縣沿海養殖的牡蠣，經加熱 (95°C, 3 或 5 min)、裹漿裹粉、凍結 (-20°C 或 -70°C) 等加工處理後，置於 -20°C 下凍藏 16 週，結果發現其揮發性鹽基態氮 (VBN) 值低於 10 mg%，pH 和好氣性生菌數均無顯著變化，證明具有保鮮效果。凍藏的牡蠣解凍後，滴出液產生量減少，顯示裹漿裹粉可避免冷凍損傷，且未檢出大腸桿菌 (*Escherichia coli*) 與腸炎弧菌 (*Vibrio parahaemolyticus*)，符合衛生標準。

關鍵詞：去殼牡蠣、冷凍、滴出液、裹漿裹粉、衛生指示菌。

前 言

牡蠣 (*Crassostrea gigas*) 俗稱蚵或蜆，營養美味，為台灣重要的淺海養殖種類，年產量約 2 萬公噸，年產值為新台幣 23 億元左右 (漁業署, 2002)。主要養殖區分佈在嘉義、雲林、彰化、台南等縣市，尤以位於嘉義縣八掌溪出海口附近為首要產區 (蕭等, 2002)。牡蠣肉質柔軟、多汁，含有肝醣、維生素、礦物質及豐富的水溶性蛋白質 (蘇等, 1987) 與呈味成分 (Murata and Sakaguchi, 1986)，亦含有大量的牛磺酸，而牛磺酸具有降低血液中的膽固醇與預防高血壓的作用 (Yamanaka *et al.*, 1985; Guertin *et al.*, 1993)。

牡蠣的盛產期為每年的 4 - 6 月和 8 - 10 月 (蕭等, 2002)，恰與台灣的颱風季節重疊，而天災可左右牡蠣的產量，導致其市場價格的波動。又，傳統上牡蠣通常會浸水後再販售 (孫與翁, 1986; 王, 1990)，因其具有外型飽滿及重量增加的優點，但相對地，牡蠣中的營養與呈味成分也會因滲透壓作用而大量流失，降低其營養價值與美味。此外，泡水牡蠣的鮮度容易下降，貯存期限也較短。

目前雖有部份業者改以塊狀方式將牡蠣凍結貯存，然而解凍後其組織嚴重破裂，並產生大量的白色滴出液 (Drip)，造成營養成分嚴重流失，商品價值更是大幅滑落。因此，本研究旨在將旺季生產之肥碩且價格相對低廉的牡蠣，經由加工手段保存至淡季，除保存其鮮度與延長貯存期限，減少滴出液外，並藉以調節盛產期的產量，穩定市場價格，進而提高養殖與加工業者的收益。

材料與方法

一、牡蠣之品質測定

實驗用牡蠣購自嘉義，經去殼後，置於保麗龍盒中，以冰藏方式於當天運回備用。試驗進行前，先測定其一般成分、好氣性生菌數 (Aerobic plate count, APC)、大腸桿菌群 (Coliforms) 及大腸桿菌 (*Escherichia coli*)、腸炎弧菌 (*Vibrio parahaemolyticus*)、重金屬及揮發性鹽基態氮 (volatile basic nitrogen, VBN) 等。

二、不同加熱與凍結溫度對牡蠣凍藏期間品質之影響

選別、秤取每顆重量約 7 ± 3 g 之牡蠣，先以 3% NaCl 溶液浸泡、水洗再瀝乾後，分成 6 組進

*通訊作者 / 基隆市和一路 199 號, TEL: (02) 2462-2101; FAX: (02) 2463-2677; e-mail: hjchai@mail.tfri.gov.tw

行下列各項試驗。各組之處裡條件如下：

對照組：生鮮牡蠣直接以-70℃凍結後，於-20℃凍藏。

A 組：生鮮牡蠣在 95℃下加熱 5 分鐘，於-70℃凍結，再於-20℃凍藏。

B 組：生鮮牡蠣在 95℃下加熱 3 分鐘，裹漿裹粉後於-20℃凍結，再於-20℃凍藏。

C 組：生鮮牡蠣在 95℃下加熱 3 分鐘，裹漿裹粉後於-70℃凍結，再於-20℃凍藏。

D 組：生鮮牡蠣在 95℃下加熱 5 分鐘，裹漿裹粉後於-20℃凍結，再於-20℃凍藏。

E 組：生鮮牡蠣在 95℃下加熱 5 分鐘，裹漿裹粉後於-70℃凍結，再於-20℃凍藏。

其中除對照組和 A 組外，其餘各組 (B-E) 皆以 95℃熱水分別加熱 3 分鐘或 5 分鐘，快速冷卻後，隨即在 4℃下進行裹漿、裹粉、排盤，於-20℃或-70℃下凍結 24 小時，再分袋包裝，儲藏於-20℃冷凍庫中 16 週。凍藏期間每隔 2 - 4 週採樣分析品質變化，測定項目包括 APC、Coliforms、*E. coli*、*V. parahaemolyticus*、pH、VBN 及滴出液量。

三、化學分析和微生物檢測

(一) 一般成分：

依據 A.O.A.C.方法 (1984) 測定之。

(二) 總固形物 (Total solids)：

為一般成分總量減去水分之百分比。

(三) pH 值：

稱取約 5 g 之樣品，加入 45 ml 之蒸餾水，以均質機 (Polytron PT 3000 型) 均質後，再以 pH meter 測定之。

(四) 滴出液產生量：

將冷凍牡蠣於室溫下進行解凍後，以紗布將滴出液吸乾後秤重，計算其滴出液之產生量(%) = $100\% \times (W_2 - W_1) / W_2$ ，式中， W_1 = 解凍後去除滴出液之牡蠣淨重； W_2 = 牡蠣原重。

(五) VBN 值：

參考 Cobb *et al.* (1973)之微量擴散法，於

Conway's unit 之內室注入 10% 硼酸吸收液 1 ml，外室則分別依序加入 7% TCA 抽出液和 1% 飽和碳酸鉀溶液各 1 ml 並充分混合後，置於 37℃擴散 90 分鐘，再以 0.02 N HCl 滴定硼酸吸收液至桃紅色，由滴定量計算出 VBN 含量。另，對照組則以 7% TCA 取代供試液。

(六) 肝醣 (Glycogen)：

依 Anthron 硫酸法 (Corroll *et al.*, 1956) 測定。

(七) APC：

稱取 25 g 試樣，加入 225 ml 已滅菌之磷酸緩衝液後均質 15 秒，再以已滅菌之磷酸緩衝液進行一系列 10 倍稀釋，然後使用無菌吸管吸取各稀釋液 1 ml，接種至 APC 測試片 (Petrifilm™ Aerobic count plate, 3M Co., USA)，每一稀釋液接種 2 片，在 35℃培養 48 小時後，計算其菌落數。

(八) Coliforms 及 *E. coli*：

稱取 25g 試樣，加入 225 ml 已滅菌之磷酸緩衝液後均質 15 秒，取此稀釋液 1 ml，接種至大腸桿菌測試片 (Petrifilm™ *E. coli* count plate, 3M Co., USA)，每一樣品接種 2 片，在 35℃培養 24 小時，由菌落顏色判斷為大腸菌群或大腸桿菌，並分別計算其菌落數。

(九) *V. parahaemolyticus*：

稱取 25g 試樣，加入 225 ml 已滅菌之 3% NaCl 溶液後均質，再進行一系列 10 倍稀釋，然後使用無菌吸管吸取 10^{-1} 、 10^{-2} 、 10^{-3} 倍各稀釋液 1 ml，加入裝有 APW 的試管中，每一稀釋倍數作 3 重複，培養 9 小時以上，再勾取 1 白金耳菌懸濁液劃線至 TCBS (thiosulfate-citrate-bile salts-sucrose agar) 上，在 35℃培養 24 小時，觀察是否有綠色菌落產生，如有即疑似為 *V. parahaemolyticus* (FDA, 1995)，並可藉此查出最確數 (most probable number, MPN)。

(十) 重金屬含量：

採濕式灰化法，以 A.O.A.C.法 (1998) 進行前處理，再以 GBC 906AA 型原子吸收光譜儀分析樣品中汞、鋅、銅、鎳、鉛和鎘之含量。

(十一) 統計分析：

各實驗之三次測定結果，皆以 SAS 之 Duncan's multiple comparison test 比較其差異性，其顯著水準 (significant level) 設 p 為 0.05。

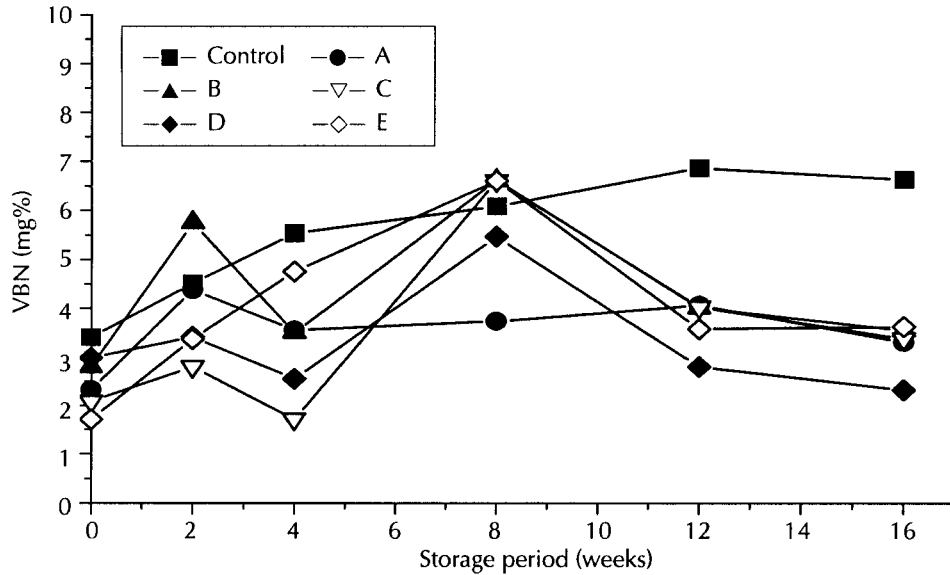


Fig. 1 Changes in volatile basic nitrogen (VBN) of oysters treated by different manufacturing processes during storage at -20°C for 16 weeks. Control: raw oysters frozen at -70°C ; group A: raw oysters heated to 95°C for 5 min, and then frozen at -70°C ; group B: raw oysters heated to 95°C for 3 min, and then frozen at -20°C after battering and coating; group C: raw oysters heated to 95°C for 3 min, and then frozen at -70°C after battering and coating; group D: raw oysters heated to 95°C for 5 min, and then frozen at -20°C after battering and coating; group E: raw oysters heated to 95°C for 5 min, and then frozen at -70°C after battering and coating.

結 果

一、生鮮牡蠣之品質

將嘉義縣東石鄉沿海養殖的牡蠣，冰藏攜回實驗室後，隨即進行品質分析、衛生指示菌和及重金屬含量之檢測，其結果顯示，生鮮牡蠣之水分含量為 85.80%，固形物中主要成分為粗蛋白 (63.10%) 和肝醣 (18.10%)，粗脂肪含量僅 10.99%。VBN 值為 5.41 mg%，APC 為 5.03 log CFU/g，Coliforms 為 1.97 log CFU/g，*E. coli* 及 *V. parahaemolyticus* 則皆未檢出。至於重金屬含量以鋅 (86.71 ppm) 最為豐富，其次為銅 (13.20 ppm)，汞 (0.01 ppm)、鎳 (0.30 ppm) 和鎘 (0.11 ppm) 僅檢出微量，鉛則未檢出。

二、不同加熱與凍結溫度對凍藏牡蠣品質之影響

選別後的生鮮牡蠣，每顆平均重量約 7 ± 3 g，先以 3% NaCl 溶液浸泡、水洗和瀝乾後，分成 6 組進行不同的加工處理，再於 -20°C 凍藏 16 週，以探討不同加熱與凍結溫度對凍藏牡蠣品質之影

響。結果顯示 (Fig. 1)，將生鮮牡蠣直接以 -70°C 急速凍結的對照組，在室溫解凍後，其 VBN 值為 3.40 mg%；生鮮牡蠣在 95°C 下加熱 5 分鐘後，直接以 -70°C 快速凍結，但未經裹漿裹粉處理的 A 組，VBN 值為 2.32 mg%；加熱、快速凍結並裹漿裹粉之 B–E 組，VBN 值為 2.08–2.71 mg%。在貯藏期間，各組之 VBN 值大都有增加之趨勢，且經統計分析得知，以對照組最為顯著 ($p < 0.05$)，而裹漿裹粉處理之 B–E 組，在貯藏至第 8 週時，其 VBN 值皆達最大值 (5.46–6.60 mg%)，之後，隨貯藏週數之遞增，呈顯著遞減趨勢，且此 4 組間之變化趨勢相似，彼此無顯著差異。貯藏期間各試驗組之 VBN 值皆未超過 10 mg%。

滴出液的產生量以對照組最高，貯藏到第 4 週時達最大值 (26.98%)，但至第 8 週後則顯著地減少 (Fig. 2)，研判此一現象可能與凍藏期間之脫水有關，有待進一步探討。A 組滴出液產生量的變化情形同對照組，亦以貯藏至第 4 週時達最高值，但僅為 4.38%。裹漿裹粉處理之 B–E 組在凍藏期間皆無滴出液產生，且解凍後其口感與生鮮牡蠣類似。此結果顯示，生鮮牡蠣可藉由適度的加熱處理來減少滴出液之產生量，而裹漿裹粉之

加工手段，則可有效避免牡蠣的冷凍損傷。

對照組牡蠣在貯藏 0 週之 pH 值為 6.25，A 組為 6.20，B - E 組為 6.45 - 6.50。隨貯藏週數之增加，各組之 pH 值皆有先增後減的趨勢，其中除對照組和 B 組之變化不顯著 ($p > 0.05$) 外，其餘各試驗組之 pH 值皆在貯藏第 2 週時顯著降低，至第 4 週時顯著升高，此後隨貯藏週數之增加再下降，但其變化並不顯著 ($p > 0.05$) (Fig. 3)。

生鮮牡蠣之 APC 為 5.03 log CFU/g，對照組為 4.54 log CFU/g，A 組為 4.15 log CFU/g，B - E 組為 3.18 - 3.72 log CFU/g。凍藏期間 APC 之變化

如 Fig. 4 所示，各試驗組皆隨貯藏週數之增加而遞減，此係低溫對微生物造成之抑制作用。貯藏至第 16 週時，各組之 APC 皆低於衛生署訂定之冷凍食品類衛生標準 (行政院衛生署, 1998a)。又，各組之 APC 在凍藏期間，經統計分析在試驗組的組內和組間皆無顯著差異 ($p > 0.05$)。

生鮮牡蠣和貯藏 0 週之對照組有檢出 Coliforms，其值分別為 1.97 log CFU/g 和 1.60 log CFU/g，此後，各試驗組 (包括對照組) 在凍藏期間不僅無 Coliforms 之檢出，亦未檢出 *E. coli* 與 *V. parahaemolyticus*。

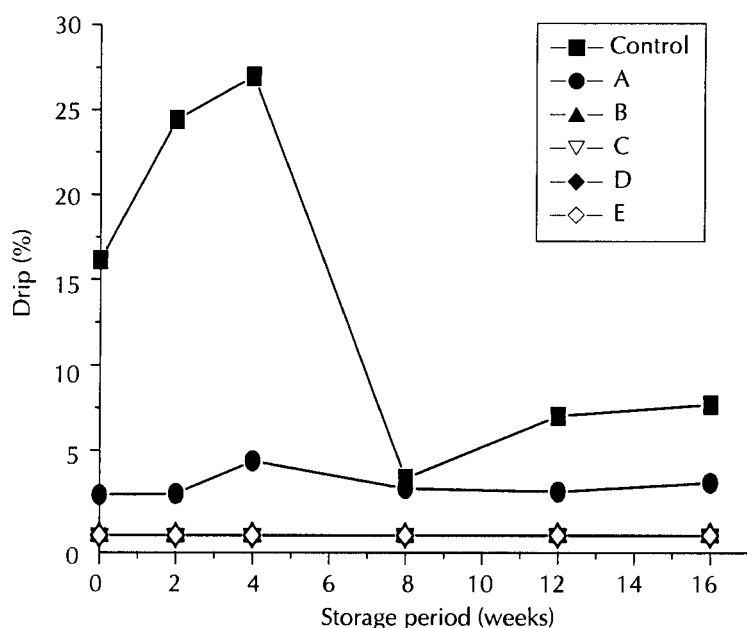


Fig. 2 Changes in drip (%) of oysters treated by different manufacturing processes during storage at -20 °C for 16 weeks. The various groups are the same as those described in Fig. 1.

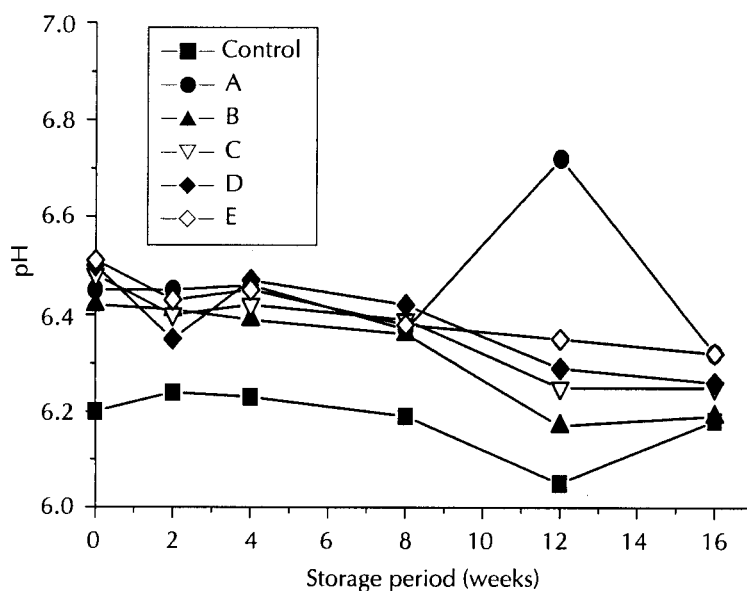


Fig. 3 Changes in the pH of oysters treated by different manufacturing processes during storage at -20 °C for 16 weeks. The various groups are the same as those described in Fig. 1.

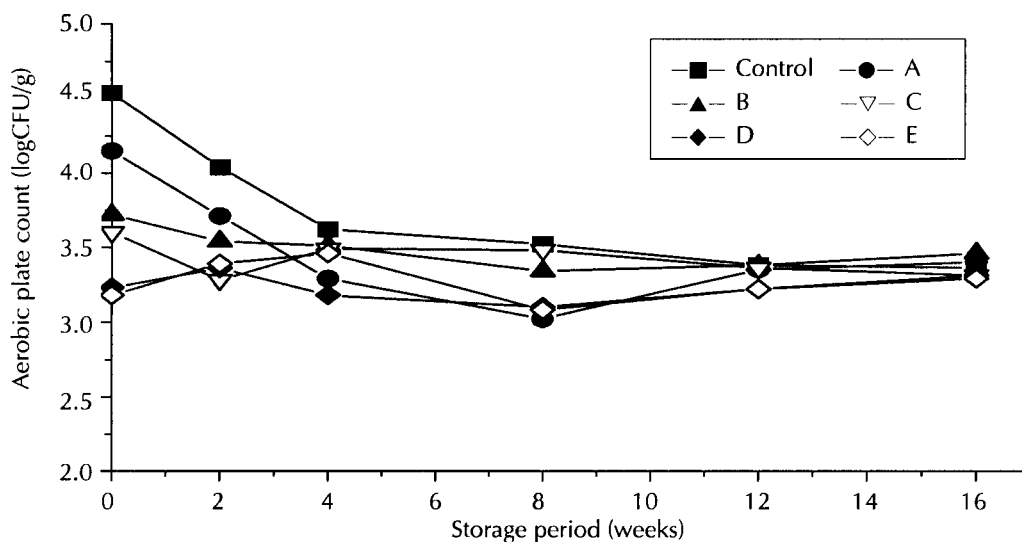


Fig. 4 Changes in aerobic plate counts (log CFU/g) of oysters treated by different manufacturing processes during storage at -20°C for 16 weeks. The various groups are the same as those described in Fig. 1.

討 論

牡蠣是一種高蛋白、低脂肪的食品，據汪等 (2003) 檢測新鮮牡蠣之蛋白質含量為 50.63%，達乾物重的一半以上，而粗脂肪含量在 7% 以下，此與本試驗之結果相近。牡蠣含有豐富的肝醣 (22.41%)，而肝醣不僅是左右牡蠣口感與呈味的相關物質 (Watanabe *et al.*, 1990)，更是人體細胞進行代謝的能源，可改善心臟和血液功能 (Li, 1989)。此外，牡蠣中鋅的含量頗高，鋅為人體中重要的組成元素，參與有機體內的各種新陳代謝，缺乏鋅會導致疾病和發育缺陷，在嬰幼兒生長發育過程中，鋅尤其重要，故鋅常被譽為「生命元素」(行政院衛生署, 1998a)。在水產動物中，以貝類的鋅含量最高，其中又以牡蠣特別豐富，平均每 100 g 牡蠣肉中含有 18–33 mg 的鋅。我國現行的魚蝦類衛生標準，在重金屬中僅對甲基汞含量有所規定，亦即除洄游性魚類外，所有魚蝦類之甲基汞含量，應在 0.5 ppm 以下 (行政院衛生署, 1998a)，其他重金屬則尚無明文規定。本試驗用牡蠣之汞含量遠低於衛生署所訂之標準，衛生指示菌量亦符合『加熱後始可供食之冷凍食品類』的衛生標準 (行政院衛生署, 1998b)。

冷凍牡蠣在解凍後產生滴出液的原因，除了冰晶對細胞所產生的機械性損傷外，山崎 (1974) 指出，滴出液的產生與其肥滿度、鮮度、粒度大

小等生物性因素有關，且隨著肌肉含水量之增加有增多的傾向。又，在加工過程中，延長牡蠣的水洗時間，則其含水量會因吸水膨脹而增加，故解凍時滴出液產生量亦增多。江等 (1977) 以不同濃度之 NaCl 溶液浸漬清洗牡蠣後，比較滴出液產生量，結果以 3% NaCl 溶液浸漬處理者，其滴出液產生量，可由一般水洗或清水浸漬處理者之 26.3% 降到 9.4%，同時也比使用 1% 及 2% NaCl 溶液處理者 (分別為 17.7% 及 15.2%) 為低。據此本試驗乃預先以 3% NaCl 浸漬清洗試驗用牡蠣，來減少滴出液的產生量。

由不同加熱與凍結溫度對牡蠣凍藏期間品質之影響的試驗結果顯示，加熱與凍結等加工手段可能會造成牡蠣的含氮物質部分溶於熱水或其冷凍再解凍後所產生的滴出液中，以致於對照組及 A 組之 VBN 值 (3.40 mg% 和 2.32 mg%) 顯著低於生鮮牡蠣 (5.41 mg%)。至於裹漿裹粉之 B–E 組的 VBN 值 (2.08–2.71 mg%) 比前 2 組為低，則可能係因牡蠣包裹太白漿粉後，粉料對 VBN 檢測值造成之誤差所致。又，在貯藏期間以對照組之 VBN 值增加趨勢最為顯著 ($p < 0.05$)。將生鮮牡蠣以相同加熱時間與裹漿裹粉處理後，在 -70°C 冷凍組之 VBN 值比 -20°C 冷凍組為低，但在相同冷凍溫度下，加熱時間的長短則對凍藏牡蠣之 VBN 值無顯著影響 ($p > 0.05$)，顯示高溫 (95°C) 短時間 (3–5 分鐘) 的加熱處理，可有效地減緩凍藏牡蠣

鮮度的改變，而加熱與裹漿裹粉處理後的牡蠣更須低溫急速凍結以保持鮮度。

此外，本研究發現經裹漿裹粉處理之凍藏牡蠣，解凍後皆無滴出液產生，在貯藏期間其鮮度和衛生指示菌量亦皆符合衛生署所訂定之冷凍食品類的衛生標準。由此可知裹漿裹粉之處理，不僅可有效避免滴出液產生，又因減少牡蠣與空氣的直接接觸，亦可降低脂質氧化並防止冷凍變性的發生。至於生鮮牡蠣在加熱處理中所產生之熱水抽出液，富含胺基酸及水溶性營養成分，亟待進一步之研發利用，達成以加工手段來調節牡蠣產銷之目的，促使牡蠣完全利用與提升產品價值，進而提高養殖與加工業者的收益。

謝 辭

本文承嘉義區漁會熱心提供試驗用牡蠣原料，行政院農業委員會水產試驗所水產加工組同仁葉龍山先生、許雅婷小姐協助試驗分析，及未具名審查者提供寶貴意見，謹此一併致上由衷之謝忱。

參考文獻

- 山崎闊(1974) 冷凍カキのドリップの生因とその生物學的要因について. 冷凍, 49: 619-631.
- 王文亮 (1990) 牡蠣收穫後處理及加工方法. 台灣水產加工業現況, 台灣省漁業局, 台北, 45-49.
- 江善宗, 陳茂松, 吳純衡 (1977) 牡蠣之凍結貯藏研究—I. 台灣水產學會刊, 6: 56-65.
- 行政院衛生署 (1998a) 魚蝦類衛生標準. 81 年 8 月 26 日衛署食字第 8143635 號公告修正.
- 行政院衛生署 (1998b) 冷凍食品類衛生標準. 81 年 8 月 26 日衛署食字第 8143635 號公告修正.
- 汪何雅, 楊瑞金, 王璋 (2003) 牡蠣營養成分及蛋白質的酶法水解. 水產學報, 27(2): 163-168.
- 孫寶年, 李國誥, 翁秀貞 (1986) 台灣地區常見食用魚貝類圖說. 行政院衛生署, 台北, 126-127.
- 漁業署(2002) 中華民國台灣地區漁業年報. 行政院農業委員會漁業署, 台北, 188 pp.
- 蕭玉田, 張恬瑞, 簡伶容 (2002) 牡蠣之加工利用與凍結貯藏 (一). 漁友, 291: 27-31.
- 蘇堯銘, 周正俊, 劉廷英 (1987) 牡蠣中腸炎弧菌在運銷過程及佐料添加下之存活. 中國農業化學會誌, 25: 82-90.
- A.O.A.C. (1984) Official Methods of Analysis (14th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, Chap. 35: 6-10; Chap. 39: 1-8.
- A.O.A.C. (1998) Official Methods of Analysis (16th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, Chap. 35: 6.
- Cobb, B. F., I. Aoaniz and C. A. Thomson (1973) Biochemical and microbial studies on shrimp: Volatile basic nitrogen and amino acid analysis. J. Food Sci., 38 (3): 431-436.
- Corroll, V. V., R. W. Longley and J. H. Roe (1956) The determination of glycogen in liver and muscle by use of anthrone reagent. J. Biol. Chem., 220: 583-591.
- FDA (1995) Bacteriological Analytical Manual (8th ed.). Food and Drug Administration, Chap. 9: 1-27.
- Guertin, F., C. C. Roy., G. Lepage, I. Yousef and B. Tuchweber (1993) Liver membrane composition after short-term parenteral nutrition with and without taurine in guinea pigs: the effects to taurine. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 203: 418-423.
- Li, Q. X. (1989) Health caring food from oyster and survey of its exploitation in other countries. Chinese J. Marine Drug, 2: 47-52.
- 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.
- Watanabe, K., H. L. Lan, K. Yamaguchi and S. Konosu (1990) Role of extractive components of scallop in its characteristic taste development (Taste-active components of scallop Part II). Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 37(6): 439-445.
- Yamanaka, Y., K. Tsuji, T. Ichikawa, Y. Nakagawa and M. Kawamura (1985) Effect of dietary taurine on cholesterol gallstone formation and tissue cholesterol contents in mice. J. Nutr. Sci. Vit., 31: 151-161.
- Zhang, C. H., P. Z. Hong and S. G. Deng (2000) Food chemical characteristics of two kinds of shellfish in south China sea and its application for preparing aquatic hydrolyzed animal protein. Food of 21st Century-Food and Resource Technology Environment, 84-88.

Effect of Manufacturing Processes on Quality of Frozen Oyster

Huey-Jine Chai^{1*}, Pei-Fen Huang² and Chwen-Herng Wu¹

¹Seafood Technology Division, Fisheries Research Institute

²Processing and Marketing Division, Fisheries Regulation Department, Fisheries Agency

Abstract

The purpose of this study was to maintain the freshness and extend the shelf-life of frozen oysters, and to reduce the level of dripping after thawing. The raw oysters (*Crassostrea gigas*) used in this study were cultured oysters from the coastal area of Chiayi, Taiwan. Raw oysters were pretreated according to the procedures of heating (95 °C, for 3 or 5 min), battering, coating, and freezing (-20 or -70 °C). The processed oysters were stored at -20 °C for 16 weeks. The level of volatile basic nitrogen was lower than 10 mg%, and the pH value and aerobic plate count showed no significant changes during storage ($p > 0.05$). Results indicated that the quality of the processed oysters was as good as that of raw oysters. After thawing, the level of drip was low, and the oyster was prevented from freezing damage due to the process of battering and coating. Neither *Escherichia coli* nor *Vibrio parahaemolyticus* was detected, suggesting that frozen oyster products can meet sanitation criteria.

Key words: raw-shucked oyster, frozen, drip, battering and coating, sanitary indicator bacteria.

*Correspondence: Seafood Technology Division, Fisheries Research Institute, 199 Hou-lh Rd., Keelung 202, Taiwan.
TEL: (02) 2462-2101; FAX: (02) 2463-2677; e-mail: hjchai@mail.tfrin.gov.tw