

## 個別凍結法牡蠣品質改進之研究

孫朝棟·彭昌洋·蘇素月

### On Quality Improvement of I.Q. Frozen Oyster

Chao-Tung Sun, Chang-Yang Perng and Suh-Yueh Su

For the purpose of to adjust the balance of harvesting and consumption and to improve the quality of frozen oyster.

The technology of low temperature preservation of oysters was developed in our laboratory. The quality characteristics of frozen oysters which pretreated with some selected cryoprotectants, sorbitol, glucose, sucrose and monosodium glutamate, and salt solution before I.Q. frozen and stored at  $-25^{\circ}\text{C}$  for 3 months were evaluated in terms of the parameters such as ATPase activity, salt soluble protein content, water holding capacity, hydration ability and cooked shrinkage percentage. Those pretreated oysters excepted the salt treated one possessed a quality as fresh as the just shucked oysters. The quality of I.Q. frozen oysters which without any pretreatment and can be thawed quickly with air or tap water would possessed a better quality of less drip loss, textural characters than of the traditional air blast frozen oysters blocks but the hydration ability of the untreated I.Q. frozen oysters are still less than of the unfrozen oysters.

### 前 言

牡蠣為我臺灣地區海產食品中最具傳統性者之一，在本省各地養殖已有二百年之久<sup>(1)</sup>，深獲大眾之嗜愛。根據中華民國台灣地區漁業年報<sup>(2)</sup>（1982）報導，台灣地區牡蠣養殖面積占全部養殖面積之21%，產量高達2萬公噸，目前由於養殖技術之革新，不但養殖面積不斷增加，而且單位面積之產量亦有提高，每年四至六月及八至十月為盛產期，產地價格大幅降低，約為淡季之50～60%，而且又正值盛夏，牡蠣於運銷流程中需多量冷藏用冰，稍不慎易導致腐敗及細菌性污染，對國民之衛生保健影響至鉅，早在1954年，美國太平洋地區牡蠣協會即大力倡導開發牡蠣之保藏技術，然而牡蠣多汁液，且又富含水溶性蛋白質，冷藏保鮮確屬不易，而以冷凍方法保存，雖有良好效果，但是此種凍結牡蠣解凍後，極易產生汁液外流現象，此種白色粘性汁液通常在5～30%（W%）<sup>(3)</sup>，不但影響牡蠣的品質，對業者而言，此種冷凍牡蠣解凍後步留率即為之降低。站在營養學的立場，此種解凍汁液中除具多量水溶性蛋白質外，尚有不少胺基酸及無機成分亦隨之外溢，牡蠣特有風味亦隨之損減。此種冷凍處理對牡蠣個體之傷害，因子甚多<sup>(4)</sup>，但是仍以冰晶的物理性機械傷害<sup>(5)</sup>及蛋白質冷凍變性為主因<sup>(6)</sup>，前者導致牡蠣原有質地（Texture）構造之破損，後者引起牡蠣原有蛋白質的良好保水性之減退，進而使牡蠣之供食質地受損。為避免前述之不良影響，筆者深信加速牡蠣之冷凍速率以降低冰晶直徑及以適當吸濕劑或冷凍保護劑（Cryoprotectant）來

保護牡蠣蛋白質使免於變性，得以有效改進冷凍牡蠣之品質。關於冷凍牡蠣品質之改進，前人已有不少報導<sup>(7) - (9)</sup>但是對品質之改進，均缺乏完整性的數據支持，為了適應目前台灣地區冷凍食品業 I.Q.F (個別快速凍結) 設備之普遍性，牡蠣冷凍法由每 kg 重的塊狀凍結方式應改為以小粒為單位之個別凍結，此種 I.Q.F 法不但可提高凍結速率，降低冰晶直徑，並且又可易於分裝成小袋，便於適應超級市場的銷售型態，同時又因能於最短期間內完成解凍，甚至不需經以充分解凍即可先行供做烹調之用，解凍時對品質之傷害均可完全免除。因此冀期能完成牡蠣個別凍結法之科技，以應台灣地區牡蠣養殖事業迫切的需要，進而使廣大衆多消費者亦能享受價錢公道，衛生良好，而品質又佳之美食。

## 材料與方法

### 一、材料

本試驗所用牡蠣材料，於民國七十二年八至九月間購自東港鎮，其品種屬東方傳統性牡蠣 *Crassostrea gigas*，收穫後 3~5 小時內開殼取肉後，以 PE 袋包裝並加碎冰冷藏携回高雄前鎮本所高雄分所進行處理。

所用牡蠣原料之水分經分析結果均在 85~87% 之間，而其粒度大小分佈如圖 1 所示，顯示出所用牡蠣原料與一般市場供售狀態無異，但與美國東岸牡蠣相較，均屬超小形者。

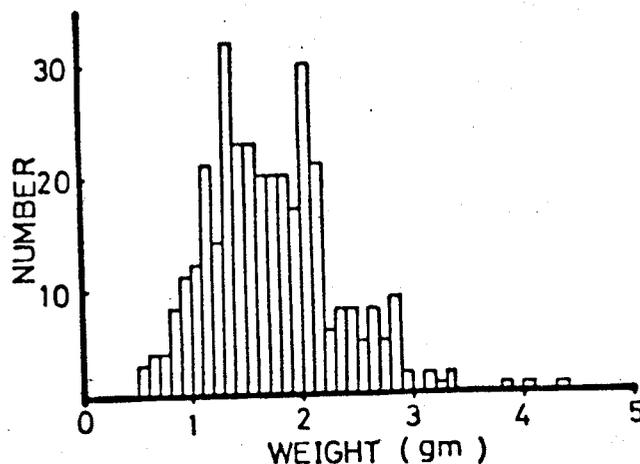


圖 1 原料牡蠣重量分佈圖

Fig.1 Frequency distribution of sample oyster size.

### 二、處理流程

(一) 對照組：將牡蠣原料以適量自來水水洗三次，每次不超過一分鐘，隨即加以滴乾，部份以每袋 100 gm 之方式分裝經加熱封口後接觸式 (Contact freezing) 凍結保存，是為接觸凍結組。其餘以個別快速凍結法進行凍結處理，所用凍結裝置為 Friguscandia 牌之 Flo-freezer，氣流溫度為  $-40^{\circ}\text{C}$ ，風速經調整為可牡蠣上浮而又不致吹散開為度，冷凍期間共計十五分鐘。凍結完成後即行分裝並以  $-25^{\circ}\text{C}$  下之溫度貯藏供試。

(二) 保護劑處理組：

將前述預洗之牡蠣，在各種冷凍保護劑溶液中進行浸漬處理，分別以十分鐘，廿分鐘及四

十分鐘三種時間，以行控制浸入冷凍保護劑之含量。所用保護劑計有食鹽、味精、砂糖、山梨糖醇、葡萄糖及聚磷酸鹽 P-15 等，並做適當的交互混合處理。經保護劑處理後之牡蠣經滴乾後，放在 5°C 之冷房中令之平衡，此期間並測定其步留率，以了解冷凍保護劑對牡蠣所產生之脫水效應。次日，將此種原料以上述同法經個別快速凍結法凍結、分裝、凍藏條件亦同上述。

為瞭解各種保護劑之浸漬滲透速率，並另行測定其各個滲透曲線供設計上之參考。

### (三) 解凍處理：

(A) 流水解凍法：本試驗中通常所用供試樣品，均以本法行之，其法為將各分裝之凍結牡蠣，以約 20°C 之自來水沖淋，歷時 40~60 分鐘後供用。

(B) 微波爐解凍法：以 SHARP 牌微波爐，以行解凍，歷時八分鐘即可使各分裝中之凍結牡蠣完全解凍，而品溫又不超過 35°C。

### 三 測定方法：

(一) 步留率：以原料牡蠣處理前後之重量差計之。

(二) 粒度分佈：任意取樣供試牡蠣 350 個，個別稱其重量，分組統計做成常態粒度分佈圖。

(三) 食鹽之測定：取 10 公克經處理之牡蠣，加入 90 ml 蒸餾水，經均質後，隨即以 3000 r.p.m 之速度離心十分鐘，取此上澄液 25 ml，置入 250 ml 三角瓶中，加入蒸餾水 100 ml，及 1 ml 10%  $K_2CrO_4$  為指示劑，以 N/50 之  $AgNO_3$  滴定至終點，並計算 NaCl 之含量。

(四) 味精含量之測定：樣品之均質處理同前(3)，取此上澄液 3 ml，加入 1 ml 1% 之 Ninhydrin 試液，經加熱 15 分鐘，隨即冷卻，於 570 nm 下測定其吸光度，並以等量未經處理之樣品做空白試驗，其所增加的吸光度，經查標準曲線求得樣品中味精之含量。

(五) 葡萄糖含量之測定<sup>43</sup>：樣品之均質處理同前(3)，取此上澄液 3 ml，加入裝有 3 ml Dinitro salicylic acid 試劑之試管中，於沸水浴中加熱 15 分鐘，取出加入 1 ml 40% 之 Rochelle salt 溶液，隨即放冷，以 575 nm 測其吸光度，經扣除空白試驗組之吸光度後，查標準曲線並計算樣品中葡萄糖之含量。

(六) 蔗糖含量之測定：樣品之均質處理同前(3)，取此上澄液 50 ml，置入 250 ml 三角瓶中，加 N/12 HCl 15 ml，行迴流分解 30 分鐘，隨即冷卻之，再以 N/10 之 NaOH 中和之，以測定葡萄糖之方法測定其中葡萄糖含量，並經扣除其中空白試驗組之吸光度，再乘以 0.95 即為供作計算蔗糖含量。

(七) 保水力之測定：將供試牡蠣解凍後，在 PVC 紗網上放置使不再有滴汁流出時，將之以 105°C 之溫度下行烘乾至恆重，以 gm  $H_2O$  / gm. Dry Matter 表示其保水能力。

(八) 復水率：精稱牡蠣 50 gm，置 500 ml 燒杯中，加入 250 ml 5°C 之冷水，置於 5°C 之冷房中，每隔定時取出滴乾，稱重，以重量之增加來計算其復水率。

(九) 滴出液 (drip) 之測定：稱取 10 gm 冷凍牡蠣待樣品解凍後，倒置於套有紗布之燒杯上，歷時 10 分鐘，稱重，以其重量之損失，計算其滴出液之量。

(十) 煮後體積收縮率：稱取牡蠣 50 gm，置入 100 ml 之量筒中，加入蒸餾水至刻劃，求出該樣品牡蠣所佔之體積 ( $V_1$ )，隨即將樣品加五倍水，煮沸三分鐘取出放冷，再以同法測定其體積 ( $V_2$ )，此置沸處理前後之體積差率即為煮後體積收縮率。

$$\text{即 煮後體積收縮率} = \frac{V_1 - V_2}{V_2} \times 100\%$$

(十一) 鹽溶性蛋白質之測定<sup>44</sup>：精稱樣品牡蠣 15 gm，加入 10 倍之冷蒸餾水，均質後以 3000 r.p.m 離心之，傾除上澄液復行同法水洗三次，再以 0.045 M KCl 洗一次，離心之，將所得之沉澱

物加入 25 ml 0.6 M KCl 溶液，攪料均勻後，於冷房中（5°C）放置二小時後，復以 7,000 r.p.m. 20 分鐘之條件離心之，取此上部溶液少許，以 Biuret 法制定其中蛋白質含量並計算之。

(B) ATP ase 活性之測定<sup>10</sup>：將前(1)所述之 0.6 M KCl 抽出 2 小時之浮懸液，以紗布（20 支紗）濾除牡蠣之筋蛋白質後，取此 1 ml，做為 ATP ase 酵素源，加入反應本液，所用反應本液，包括 0.5 M Tris-meleate buffer 0.5 ml，0.1 M CaCl<sub>2</sub> 0.5 ml，2.0 M KCl 2.2 ml，20 mM ATP 0.5 ml，及蒸餾水 5.3 ml。反應本液先行於 25°C 水浴中加以平衡其溫度。ATP ase 反應之時間共十分鐘，俟時間一到，即加入 1 ml 5% TCA 溶液以行中止酵素活性，隨即過濾，取該濾液 1 ml，加入 1 ml 鉛鉍酸，0.5 ml Elon 試劑，2.5 ml 蒸餾水，於 25°C 之水浴中呈色 45 分鐘，於 640 nm 下測定其吸光度，並算成每 g 乾物重下每分鐘生成 Pi 之量，做為 ATPase 之活性。

### 結果與討論

基於牡蠣冷凍時所受到的傷害為冰晶機械性之破壞及其中蛋白質冷凍變性引發的保水能力減退所致的概念，本試驗除以同樣包裝規格的牡蠣，行接觸式凍結以供參考對照外，其餘均以個別快速凍結方式凍結之。同時為了能有效避免或減輕蛋白質冷凍變性，本試驗特選定習用處理法<sup>(7)</sup>及合乎“未凍結說”（unfrozen theory）<sup>10</sup>要求的蛋白質保護劑，例如味精、蔗糖、葡萄糖，及山梨糖醇等，冀期能藉各種方法，使之滲入牡蠣中以行降低牡蠣之共晶點，使在凍藏溫度下牡蠣組織蛋白四周仍能保有若干水分，使蛋白質之立體結構得以保持完整不變而冷凍變性得以緩減。故本試驗首先測定四種添加物溶液浸漬牡蠣時，此等添加物之滲透速度，結果如圖 2 所示。由此可知此四種添

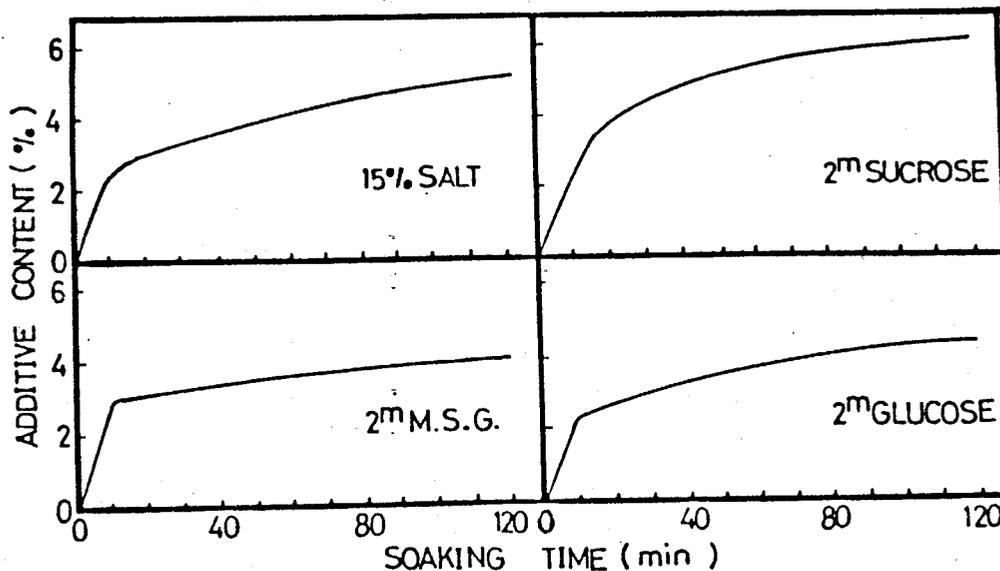


圖 2 數種添加物在牡蠣內之滲透狀態

Fig. 2 Penetration curves of some kind of additives for fresh oysters.

加物中，以砂糖之滲入最易，次為食鹽，再次為味精及葡萄糖，此中食鹽為冷凍變性劑，但因能引起牡蠣的脫水作用，間接提高牡蠣內容物之濃度，以降低牡蠣之凍結點及共晶點而達到所要求之目

的：由圖 2 所示，浸漬時間以 10 至 40 分鐘之間，牡蠣粒中添加物含量即可達 2.5~4.0%，如果以冷凍魚漿添加 5% 蔗糖即可有效減緩冷凍變性為參考例<sup>(19, 27)</sup>而言，此種浸漬條件下牡蠣中所具有的冷凍保護劑濃度應能顯著發揮防止牡蠣中蛋白質變性之效果，故以下各種樣品均依照此結果施行之。

一由 ATPase 酵素活性來研判，牡蠣冷凍時所受到的冷凍變性程度，其結果如圖 3 所示，由酵素活

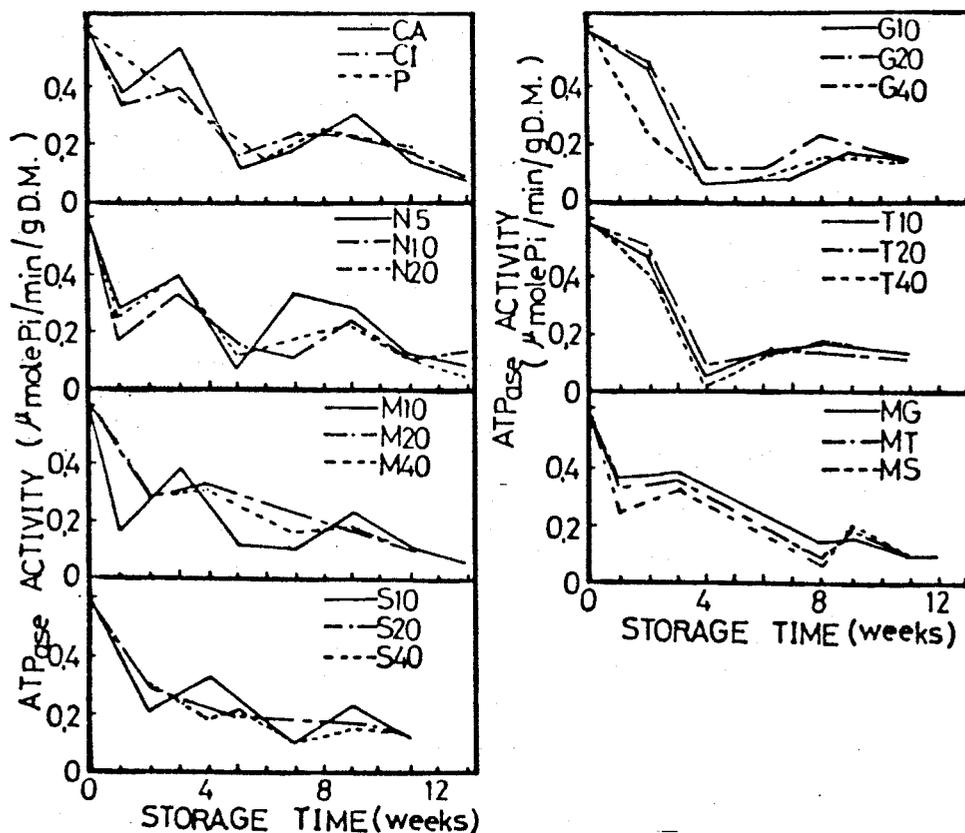


圖 3 前處理對冷凍牡蠣中 ATPase 活性之影響

Fig.3 Effects of pretreatments on the ATPase activity of oysters frozen storage.

Note ; CA; contact frozen. CI; I.Q.Frozen. P; Polyphosphate. N; NaCl. M; MSG. S; Sorbitol. G; Glucose. T; Sucrose. The number is the treated time in min. F; Fresh sample.

性淨值來看，牡蠣全乾物重中，所具有 ATPase 存在的肌纖維球蛋白 (Actomyosin) 之量不多，此仍基於其他部位，尤其內臟部份佔去極大比率所致，由全面活性變化來討論，ATPase 酵素之活性，仍與時俱減，但是各組在四週內，其酵素仍能保持原有 50% 之活性。亦即冷凍牡蠣在收穫加工一個月以內，其蛋白質的質方面尚能保持優良的功能性，此種關係不因添加物之種類及含量而有所顯著差異。

二由鹽溶性蛋白質含量來研判，牡蠣冷凍時所受到的冷凍變性程度，其結果如圖 4 所示，在基本原

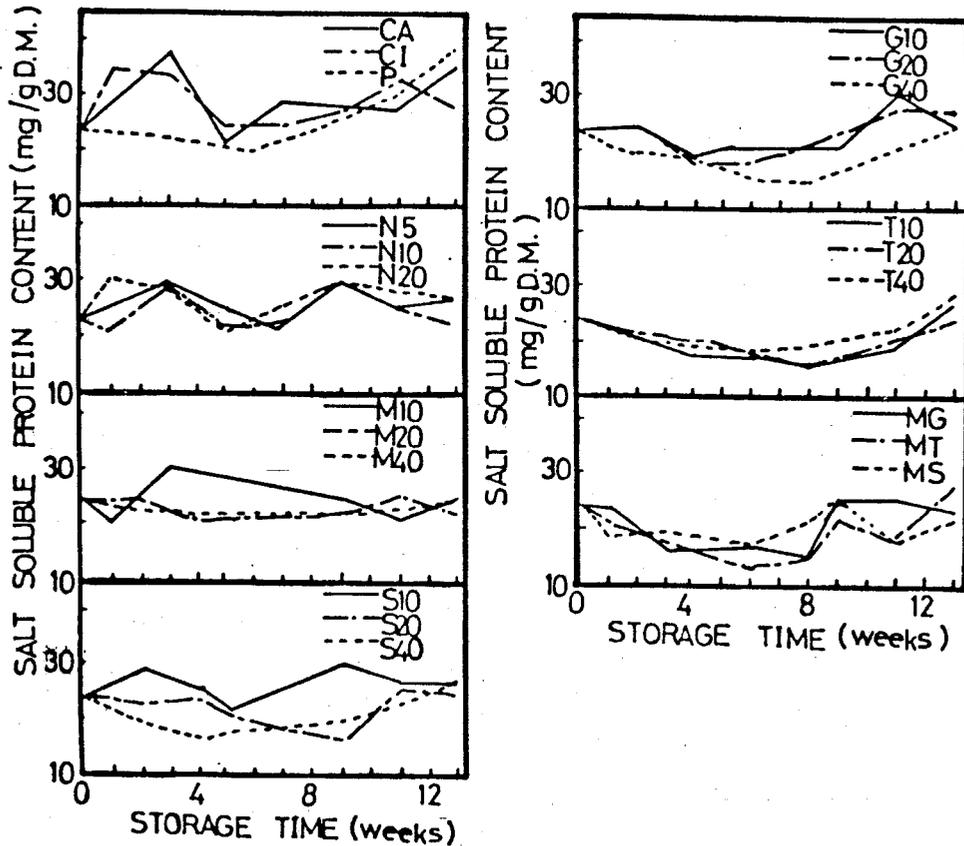


圖 4 前處理對冷凍牡蠣中鹽溶性蛋白質含量之影響

Fig. 4 Effects of pretreatments on the salt soluble proteins content of oysters during frozen storage.

理而言，水產品中所含鹽溶性蛋白質越多，其取食時的官能評分也越高<sup>10</sup>，所以牡蠣中鹽溶性蛋白質能保持不減者，例如經食鹽、砂糖、山梨糖醇等處理過的均能維持其鹽溶性蛋白質含量於原有水準。但是葡萄糖，及混合添加劑處理組的鹽溶性蛋白質含量均有所降低趨勢，但是在對照組及各組在第十週以後的鹽溶性蛋白質量均有增加趨勢，著作認為是源自於凍藏期間，冰晶對牡蠣組織發生機械破損作用，使牡蠣肉鬆弛柔軟，易於被 0.6 M KCl 抽取而導致分析結果上之偏差所成。

三由牡蠣加熱烹調時之收縮率來研判冷凍牡蠣之品質為國人主婦最注目的因子之一，因為國人常以牡蠣為供調製湯漿之材料，故各種不同處理過之牡蠣，以其煮後收縮率小的為最佳品質，彼等之結果如圖 5 所示，由於測定方法為以凍結後未煮樣品為基準，故應先考慮牡蠣凍藏時流汁狀態，前處理時所發生之脫水現象，固為流汁或脫水越多，未煮前的牡蠣體積即為較小，而造成煮後收縮率之降低。因為因添加劑而引起之脫水現象佔失水之絕大部份，所以以煮後收縮率來研判冷凍牡蠣之品質，應由圖 5 各變動曲線之後段來研判較為合理，如是可免除因脫水而造成的錯覺，由結果所示，以味精處理者之結果較為平穩，由是可知牡蠣蛋白質在冷凍過程中，幾無明顯之變性發生，其他食鹽，山梨糖醇、葡萄糖、砂糖等亦均有減緩變性之趨勢。

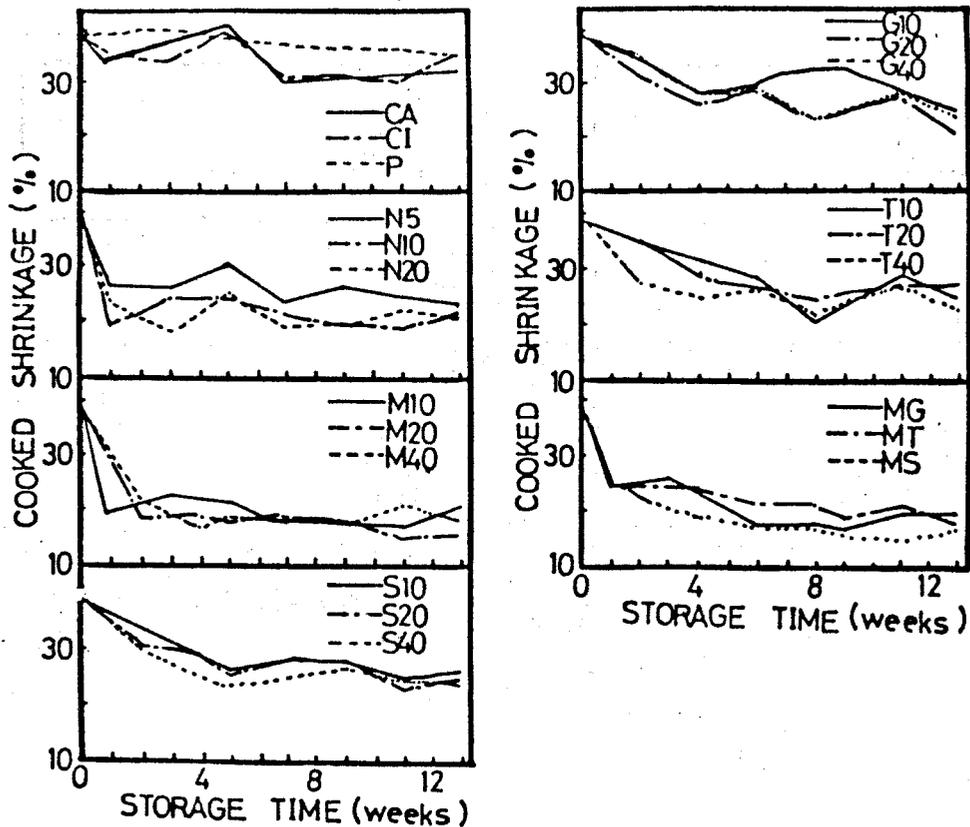


圖 5 前處理對冷凍牡蠣煮後體積收縮率之影響

Fig. 5 Effects of pretreatments on the cooked shrinkage of oysters during frozen storage.

四各種不同前處理對冷凍牡蠣保水力之影響之結果如圖 6 所示，概因本項測定之方法所使用之樣品為解凍滴汁後之牡蠣，此時牡蠣之含水狀態，可直接反應牡蠣原料在冷凍時所受之機械損傷及蛋白質變性之程度。由圖 6 所知未經前處理之樣品及聚磷酸鹽添加之樣品之保水能力均大，其他各處理者均維持  $3 \sim 4 \text{ gm H}_2\text{O} / \text{gm D.M}$  之保水能力，此結果可能源自前處理時將自由水分已事先再以排除，而樣品解凍後所能保有之水分，當然無法充分滿足牡蠣中蛋白質之水合 (Hydration) 之要求。且又因本試驗解凍是在塑膠袋密封狀態下進行者，解凍時又無法復水增加重量，解凍後之汁液可能會被牡蠣重新水合吸回，所以解凍後牡蠣之復水性狀需加試驗，藉以瞭解牡蠣之品質。

五前處理方式對冷凍牡蠣解凍後復水能力之影響，其結果如圖 7 所示，由本試驗結果所知，以味精做為冷凍保護劑之牡蠣之復水曲線增加最鉅，幾與生鮮牡蠣之復水性狀完全一致。如果以味精與其他保護劑，例如砂糖、葡萄糖，及山梨糖醇等混合使用，其結果最佳。單獨使用時砂糖之效果亦甚佳，葡萄糖及山梨糖醇次之。食鹽處理者及未處理者，不論以個別快速凍結法或接觸式凍結法者，均可發現，此等冷凍牡蠣解凍後之復水性能力已受到三分之一之損傷。

六綜觀各種不同前處理對牡蠣品質保護之效果，可整理歸納成表 1，由前處理對步留率而言，味精

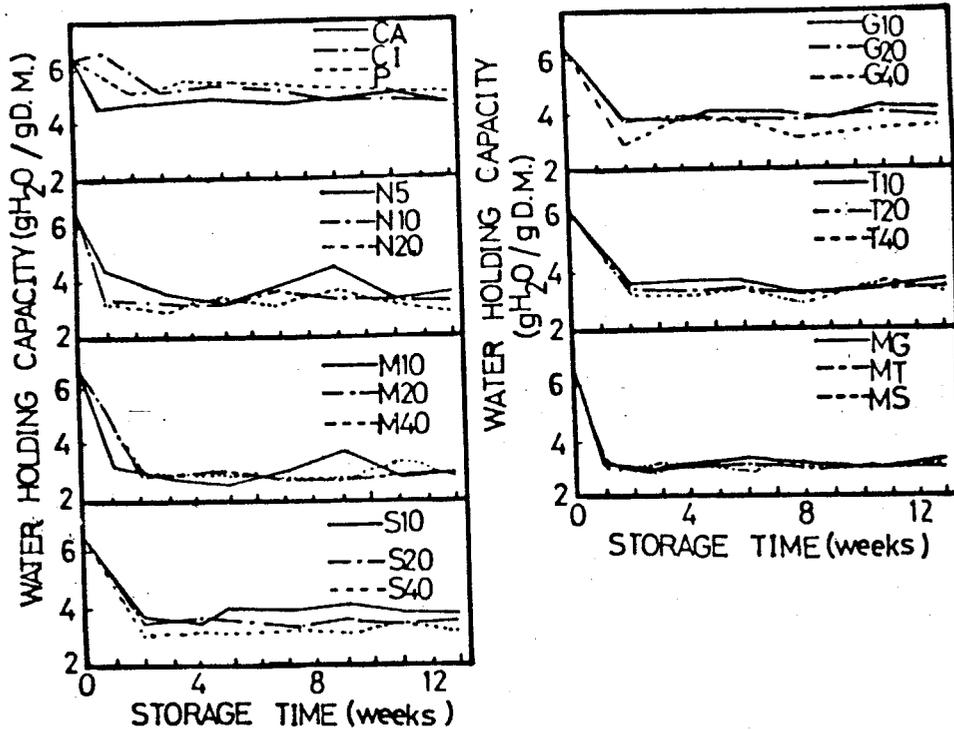


圖 6 前處理對冷凍牡蠣保水能力之影響

Fig. 6 Effects of pretreatments on the water holding capacity of oysters during frozen storage.

導致生鮮牡蠣之脫水效應為最大，使生鮮牡蠣經處理後失重達 23~25% 之多，此乃由於味精之分子能與牡蠣蛋白質分子上相對電荷相結合成橋鍵並因而向內拉緊，使脫水現象較為明顯<sup>(19)</sup>。其他保護劑所造成的脫水程度較輕，唯仍有 15~20% 之譜。另一方面而言，凡前處理時易發生脫水現象者，此種冷凍牡蠣解凍時之滴出液量即相對減少。解凍後之牡蠣之復水能力得以保持，對功能性而言，亦甚為重要，如果將冷凍牡蠣以流水直接方法解凍，則在解凍期間即同時發生復水現象，牡蠣的步留率即將大為提高，而含水量亦可恢復生鮮時之 84.40~81.81% 之值<sup>(19)</sup>，關於牡蠣解凍時之滴汁液，山崎<sup>(3)</sup>報導牡蠣大的通常只有 5.6%，而小型粒牡蠣將高達 11.2%，本試驗所用之牡蠣依山崎之分級標準均屬超小型者，而滴汁率平均均在 3.0~6.0% 之間，可見本試驗之各種前處理方法對保持冷凍牡蠣品質均屬有效。

牡蠣在凍結貯藏中，會因乾燥及脂肪的氧化而徐徐起褐變<sup>(3)</sup>，又牡蠣肉中含有相當量的酪胺酸 (tyrosine) (35~42 mg%) 在貯藏中受酪胺酸酶 (tyrosinase) 之作用氧化產生黑色素 (melanin)<sup>(20)</sup>，而且牡蠣中的糖與胺基酸於貯藏中產生梅納反應 (maillard reaction) 以及內臟色素的向表面移行<sup>(21)</sup>皆會產生褐變，造成風味及外觀上的劣化，影響商品價值。此種褐變現象，可採用真空包裝，添加適量 BHA 或亞硫酸氫鈉等方法抑制之，若同時施以包冰衣之處理於 -18°C 下凍藏，即可有效的抑制牡蠣肉的褐變<sup>(21)(22)</sup>。

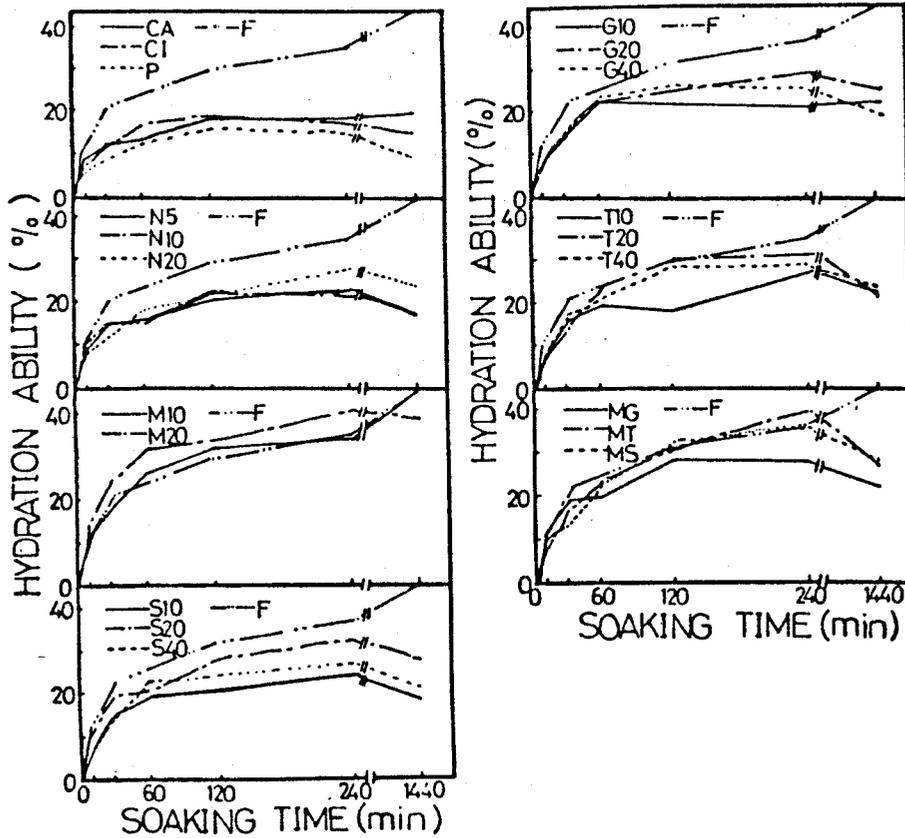


圖7 前處理對冷凍牡蠣解凍後復水能力之影響

Fig.7 Effects of pretreatment on the hydration ability of thawed oysters.

冷凍牡蠣之滴汁率尚受冷凍度之影響，一般急速凍結法較緩慢凍結法具有良好的品質，凍藏溫度較低亦可防止牡蠣粒中冰晶的成長（Morton 及 Dyer，1956）。本試驗所用之凍結條件至為理想，不論凍結速度及凍藏溫度均保持優良條件，故得以避免經凍藏三個月後之牡蠣尚能保有良好的品質。Osterhang（1959）稱謂 propylene glycol 及 Ascorbic acid 能防止牡蠣臭氣之生成，並發現牡蠣原料水洗時間是支配滴汁率主要因子，由本試驗之結果看來，本試驗各種處理包括食鹽處理組在內之各項處理樣品之所以能有良好品質，包括低滴汁率及低煮後收縮率，其主要因子均在牡蠣內部含水量較少之故。所以倘以凍結方式為貯藏為目的者，此種牡蠣原料切勿事先浸水，以免破壞質地及品質等級。因為此種個別凍結之冷凍牡蠣，事先業經充分之淨化處理，並以小型適量方式分裝保藏，取食時經開封後即可供烹調之用，簡便衛生，質佳味美，此種冷凍方法可供養殖及冷凍業者推廣採用之。

表1 不同處理方法對冷凍牡蠣品質之影響  
Table 1 Quality characteristics of Various pretreated frozen Oysters.

處理別 <sup>(a)</sup>	收率(%)	滴出液(%)	保水力 (gH <sub>2</sub> O/g Drymatter)	
			解凍後	浸水2小時後
CA	100	12.89 (14.68) <sup>(b)</sup>	4.78 (4.20) <sup>(b)</sup>	5.81 (5.82) <sup>(b)</sup>
CI	100	5.86 (5.56) <sup>(b)</sup>	5.12 (4.24) <sup>(b)</sup>	6.26 (5.47) <sup>(b)</sup>
P	97.5	11.15	5.35	6.36
N5	80.5	8.91	3.43	4.32
N10	85.7	5.20	3.69	4.72
N20	86.9	9.60	3.24	4.14
M10	77.6	3.75	2.85	4.03
M20	76.7	3.75	2.64	3.83
M40	74.9	-	-	-
S10	81.1	4.12	3.50	3.50
S20	83.2	3.72	3.45	4.66
S40	81.1	5.05	3.17	4.15
G10	83.2	5.80	5.67	7.08
G20	83.7	3.16	4.10	5.31
G40	79.4	3.55	3.45	4.59
T10	85.7	4.13	3.73	4.76
T20	82.8	6.14	3.42	4.69
T40	83.9	2.99	2.58	4.85
MG	77.9	6.81	2.58	3.57
MT	76.7	10.67	3.09	4.32
MS	81.1	1.37	5.00	6.88
F <sup>(c)</sup>	100	0	4.35 <sup>(c)</sup>	5.98 <sup>(c)</sup>

(a) CA 為接觸式凍結, CI 為 I.Q.F 凍結, 其餘均為 I.Q.F 凍結處理, 英文字母係保護前代號。  
P: Polyphosphate, N: Salt M: M. S. G. S: Sorbitol, G: Glucose, T: Sucrose 數字表示浸泡時間, 單位為分鐘。

(b) 為微波解凍, 餘均為流水解凍, 水溫 13—17°C, 解凍時間 40~60 分鐘。

(c) 未凍結生鮮牡蠣。

## 摘 要

爲開發牡蠣冷凍保藏技術，以調節產地產量及便於提供高品質之牡蠣起見，特以個別快速凍結法並採用數種冷凍保護劑之前處理；冀期能產製高品質之冷凍牡蠣。所採用之前處理方法包括以食鹽、味精、山梨糖醇、葡萄糖、砂糖等溶液分別浸漬十至四十分鐘，結果發現該等冷凍牡蠣雖經三個月之凍藏，彼解凍後之品質，經以ATPase 酵素活性殘存量，鹽溶性蛋白質含量，解凍後之保水力，解凍後之復水能力以及煮後體積收縮率等方式鑑定結果，均屬佳品，幾與生鮮者無異，因本試驗所用之凍結方法爲個別快速凍結法，既使未經施以保護前處理之冷凍牡蠣之品質，亦遠較塊狀慢速凍結法者爲佳，唯其解凍後之復水能力較生鮮者稍差。

## 參考文獻

1. 黃丁郎 (1974). 台灣牡蠣養殖, 台灣銀行季刊, 25 (1), 218—225.
2. 中華民國台灣地區漁業年報 (1982)。
3. 山崎潤 (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—613.
4. Desrosien, N.W. and Tresler, D.K. (1977). Fundamental of Food Freezing. 346—352. AV1.
5. 加藤舜郎 (1968). 食品冷凍の理論上應用 P. 57, 光琳書院, 東京。
6. Fennema, O., Powrie, W.D. and Marth, E.H. (1973). Low temperature preservation of foods and living matter 202—336 Marcel Dekker, Inc. New York.
7. Jiang, S.T., Chen, M.S. and Wu, C.H. (1977). Freezing preservation of oyster (*Crassostrea gigas*) ..... 1. Reduction of drip loss from frozen shucked oyster. J. Fish. Soc. Taiwan. 6(1), 56—64.
8. Osterhaug, K.L. and Nelson, R.W. (1959) Frozen oyster (*Crassostrea gigas*). Frozen. (Japanese) 35, 411—413.
9. Morton, M.L. and Dyer, W.J. (1956). Frozen oyster. J. Fish Res. Bd. Canada. 13(1), 47—51.
10. Fieger, E.A., Novak, A.F. and Bailey, M.E. (1959). Problem: Preventing weighting, flavor loss, discoloring in frozen Louisiana oyster. Quick Frozen Foods. 22(4), 72—73.
11. Jeng, S.T. and Chen, M.S. (1981). Studies on preventing the degradation of oyster during frozen storage. Bull. Taiwan Fish. Res. Inst. 33, 377—383.
12. Wu, C.E., Feng, K.K. and Chen, M.S. (1979) Studies on fresh preservation of oyster (*Crassostrea gigas*). Bull. Taiwan Fish. Res. Inst. 31, 333—344.
13. Miller, G.L. (1959). Reducing sugar by Dinitrosalicylic acid reagent. Analy. Chem. 31(3), 426—428.
14. 齋藤恆行, 內山均, 梅本滋, 河端俊治 (1974) 水產生物化學, 食品學實驗書 PP. 189, 204, 341 恆星社, 厚生閣, 東京。
15. Sun, Chao-Tung (1981). Water behter behavior and functionality of frozen dolphin

- fish mince. Ph. D. Thesis. National Taiwan University, Taipei, Taiwan, Rep. of China.
16. Arai, K., Kawashima, T. ( 1973 ). Studies on muscular proteins of fish--x. The amount of actomyosin in frozen " Surimi " from Alaska pollack. *Bull. Jap. Soc. Fish.* 39 , 525 — 532.
17. Matsuda, Y. ( 1979 ). Influence of storage temperature of the kamaboko-forming ability of lyophilized Alaska pollack surimi. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 45 , 517 — 521.
18. Dyer, W. J. ( 1951 ). protein denaturation in frozen and stored fish. *Food Res.* 16 , 522 — 527.
19. Ward, D. R., Loez, A. and Williams, H. L. ( 1983 ). Sodium content of oyster ( *Crassostrea virginica* ) and the effect of processing method. *J. Food Sci.* 48 , 1061 — 1063.
20. 藤井實、藤村清二 ( 1965 ). カキの褐變防止に関する研究。缶詰時報 44 ( 2 ) , 50 — 52.
21. 井山満雄、山崎潤、砂川満男、前梶健治、今井寛 ( 1965 ). カキボイルド 缶詰における貝肉の變色現象に関する研究 ( 第 1 報 ) — 貝肉色素の分離について。缶詰時報 44 ( 2 ) , 53 — 55.
22. 鄭溪潭、陳茂松 ( 198 ) 。牡蠣凍藏中品質劣化防止之研究。台灣省水產試驗所試驗報告 , 33 , 377 — 383.