

# 檸檬酸鈉緩衝溶液對吳郭魚及硬尾鱔的保鮮效果

張士軒·劉世芬

## Effects of Sodium Citrate Buffer Solutions on the Storage Life of *Tilapia* sp. and *Decapterus lajang*

Shyh-Shiuan Chang and Shyh-Fen Liu

The purpose of this study was to determine the effects of sodium citrate buffer solutions with low pH on the storage life of fish. Very fresh *Tilapia* sp. and *Decapterus lajang* were immersed into sodium citrate buffer solutions ( pH=4.5, 5.5, and 6.5 ), and then stored at 5 °C for 11 days and 6 days respectively. The results were as follows: (1) they were still fresh until the end of the storage period as judged from the organoleptic test; (2) the predominant bacteria in sodium citrate buffer solutions or on fish skin were non-spoiling ones. These bacteria were psychrophilic and halophilic, and can use citric acid as the source of carbon; (3) the sodium citrate buffer solutions had no influence on the fish meat during storage; (4) the VBN Value and K value of these fish during spoilage may be far higher than the levels of 30 - 40 mg% and 50 - 60 % respectively; and (5) the effect of pH 4.5 sodium citrate buffer solution on prolonging the storage life of these two fishes was better than the others.

### 前 言

食品的酸度以及一些環境因素會影響食品中微生物的生長<sup>(1)</sup>，某些水果本身具有的酸度足以防止微生物的破壞<sup>(2)</sup>，人類乃將酸類或酸性成分加入食品中使微生物將糖類發酵成爲酸，增加其酸度以保存食品。

目前加工食品朝向低食鹽含量的方向進行，此等製品在保存時容易腐敗，故有利用乙醇及其他有機酸來保存食品的傾向。山本等<sup>(3)</sup>研究七種有機酸對腐敗細菌的抑制效果，發現在 pH 5.0 時之抗菌力以醋酸爲最強，其次是琥珀酸及乳酸，而檸檬酸、酒石酸和蘋果酸很弱，抗菌力之大小與其未解離分子的比率高低一致，此等未解離分子具有細胞膜透過性而使酸類具有抗菌力。

爲了延長牛、羊屠體的保存期限並節省能源，Osthold等<sup>(4)</sup>配製一種混合的酸液（於水中加入 2% 醋酸、1% 乳酸、0.25% 檸檬酸及 0.1% 抗壞血酸），對牛、羊屠體噴洒，分別在 7 °C 和 10 °C 下保存，結果認爲能有效的抑制腸內細菌、大腸菌群，減少生菌數，具有延長保存期限的效果。在低 pH 時，酸類的未解離型分子比率即增加，醋酸原本具有良好的抗菌力，而在添加其他酸類後，其抗菌效果更爲顯著。

由於酸類對於果實、發酵食品以及牛、羊屠體具有延長保存期限的效果，筆者等乃欲探討酸類對魚類是否也具有保鮮的效果。雖然醋酸效果最好，但有揮發性刺激味，易使人不舒爽，乳酸可能促進

乳酸菌的生長而使魚肉呈酸性，琥珀酸價昂，檸檬酸價廉可供食用，亦無前述之缺點，故選擇檸檬酸為本試驗用的酸。將檸檬酸溶液以氫氧化鈉調整其 pH 值在酸性下，成為檸檬酸鈉緩衝溶液。然後將新鮮的吳郭魚和硬尾鯪浸漬其中，在 5°C 下貯存，以探討此等緩衝溶液之保鮮效果。

## 材料與方法

### 一原料魚：

(一)吳郭魚 (*Tilapia* sp.)：為基隆市仁愛市場中銷售的極新鮮狀態者。平均體長 24.26 cm，平均體重 300.52g。

(二)硬尾鯪 (*Decapterus lajang*)：為宜蘭縣大溪漁港當天漁獲以水水運回港內者，鮮度極佳。

### 二藥品：

(一)檸檬酸 (citric acid)：為食品級。

(二)其他分析用藥品：為特純級以上者。

### 三試驗方法：

#### (一)吳郭魚：

市售極新鮮的吳郭魚→採樣(選擇大小相近者)→加碎冰保溫→返回實驗室→分組→檸檬酸鈉緩衝溶液中浸漬→5°C 貯存→定期測定鮮度。

#### (二)硬尾鯪：

現撈的硬尾鯪→採樣→加碎冰保溫→1~2 小時內返回實驗室→檸檬酸鈉緩衝溶液中浸漬→5°C 貯存→定期測定鮮度。

### 四檸檬酸鈉緩衝溶液的配法：

先配製 M/10 檸檬酸溶液及 N/10 氫氧化鈉溶液，將其按一定比例混合，再以鹽酸調整其 pH 值為 4.5，5.5 及 6.5，並預冷至 5°C 供試驗用。

在硬尾鯪試驗中，另外加入 1.5 食鹽於各緩衝溶液中。

### 五測定項目及方法：

(一)檸檬酸鈉緩衝溶液：pH 值<sup>(5)</sup>、生菌數 (aerobic plate count, APC)<sup>(6)</sup>。

(二)魚體：pH 值<sup>(5)</sup>、VBN 值<sup>(7)</sup>、K 值<sup>(8)</sup>、生菌數 (APC)<sup>(6)</sup> 及官能檢查<sup>(9)</sup>。

## 結果與討論

### 一魚肉 pH 值之變化

一般而言，魚死後隨着鮮度的低落，魚肉的 pH 值會先下降，然後回升，終至腐敗。從圖 1 得知：吳郭魚在 pH 4.5，5.5 及 6.5 的檸檬酸鈉緩衝溶液中浸漬 11 天，其肉之 pH 值並無明顯的差異，亦無升高的傾向，表示魚肉仍具有良好的緩衝能力，魚肉鮮度仍佳，而以 pH 4.5 組的效果最好。硬尾鯪之結果與吳郭魚相似 (未圖示)。

### 二檸檬酸鈉緩衝溶液 pH 值之變化

結果如圖 2 所示。在貯存期間定期測定檸檬酸鈉緩衝溶液的 pH 值，顯示隨貯存日數之增加，其值有漸升的傾向，上升幅度約為 0.5~1.0。pH 值上升的原因，可能是存在於魚皮上或緩衝溶液中的微生物，利用檸檬酸及魚皮上的黏液為營養源，而代謝產生一些鹼性物質所致。

### 三魚肉 VBN 值之變化

吳郭魚在 11 天貯存期間，其肉之 VBN 值都在 20mg% 以下，各組間並無明顯差異，而且都維持在穩定狀態，顯示 VBN 的生成及分解受到控制而達平衡的狀態，如圖 3 所示。

硬尾鯪在貯存到第 4 天以前，其肉之 VBN 值仍在 20mg% 以下，如圖 4 所示，顯然 VBN 的生成在第 4 天以前受到相當的抑制。空白組及 pH 5.5 組在第 5 天達最高值，第 6 天時反而下降，可能因

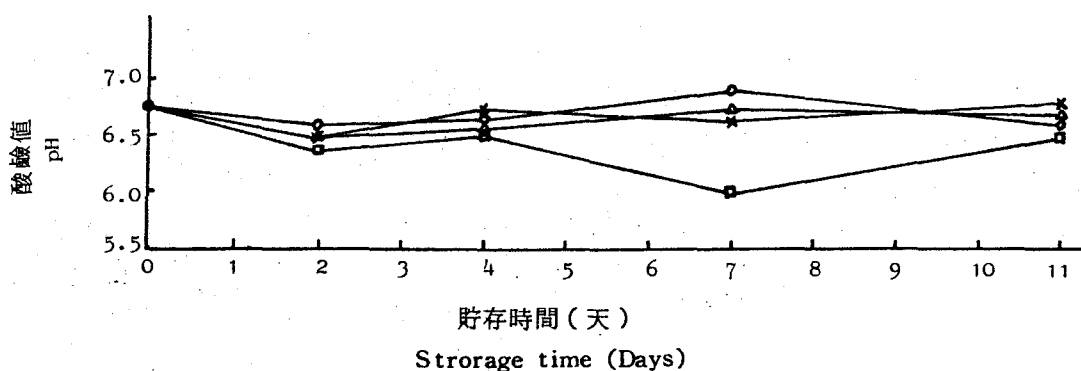


圖 1 吳郭魚在 5°C 檸檬酸鈉緩衝溶液中貯存 11 天期間背肉酸鹼值的變化。

Fig. 1 Changes in pH value of dorsal meat of *Tilapia* sp. during storage in different sodium citrate buffer solutions at 5°C for 11 days. (×: control; □: pH 4.5; ○: pH 5.5; △: pH 6.5)

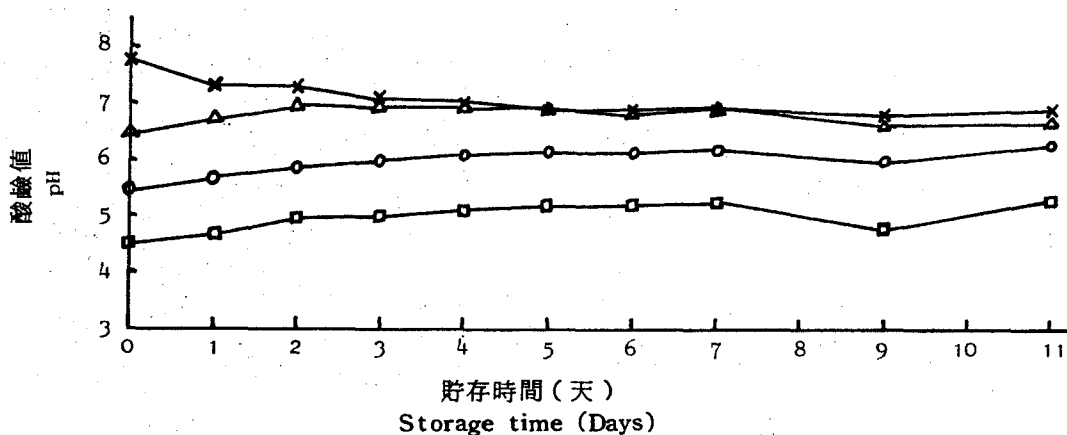


圖 2 吳郭魚在 5°C 檸檬酸鈉緩衝溶液中貯存 11 天期間浸漬液酸鹼值的變化

Fig. 2 Changes in pH value of immersing solutions of *Tilapia* sp. during storage in different sodium citrate buffer solutions at 5°C for 11 days. (×: control; □: pH 4.5; ○: pH 5.5; △: pH 6.5)

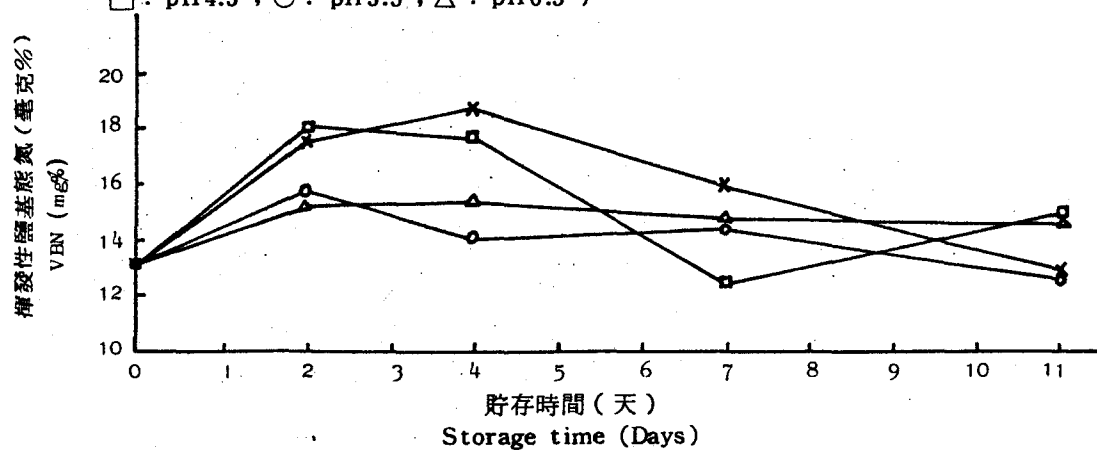


圖 3 吳郭魚在 5°C 檸檬酸鈉緩衝溶液中貯存 11 天期間背肉揮發性鹽基態氮的變化

Fig. 3 Changes in VBN value of dorsal meat of *Tilapia* sp. during storage in different sodium citrate buffer solutions at 5°C for 11 days. (×: control; □: pH 4.5; ○: pH 5.5; △: pH 6.5)

VBN的分解速度大於生成速度所致。pH 4.5組及pH 6.5組在第6天時急速上升，可能是VBN生成速度大於分解速度的緣故；雖然其值超過50mg%，但從後述的官能檢查結果得知魚肉尚未腐敗，故在本試驗條件下，VBN值之上升並不表示其鮮度已急速降低或腐敗。

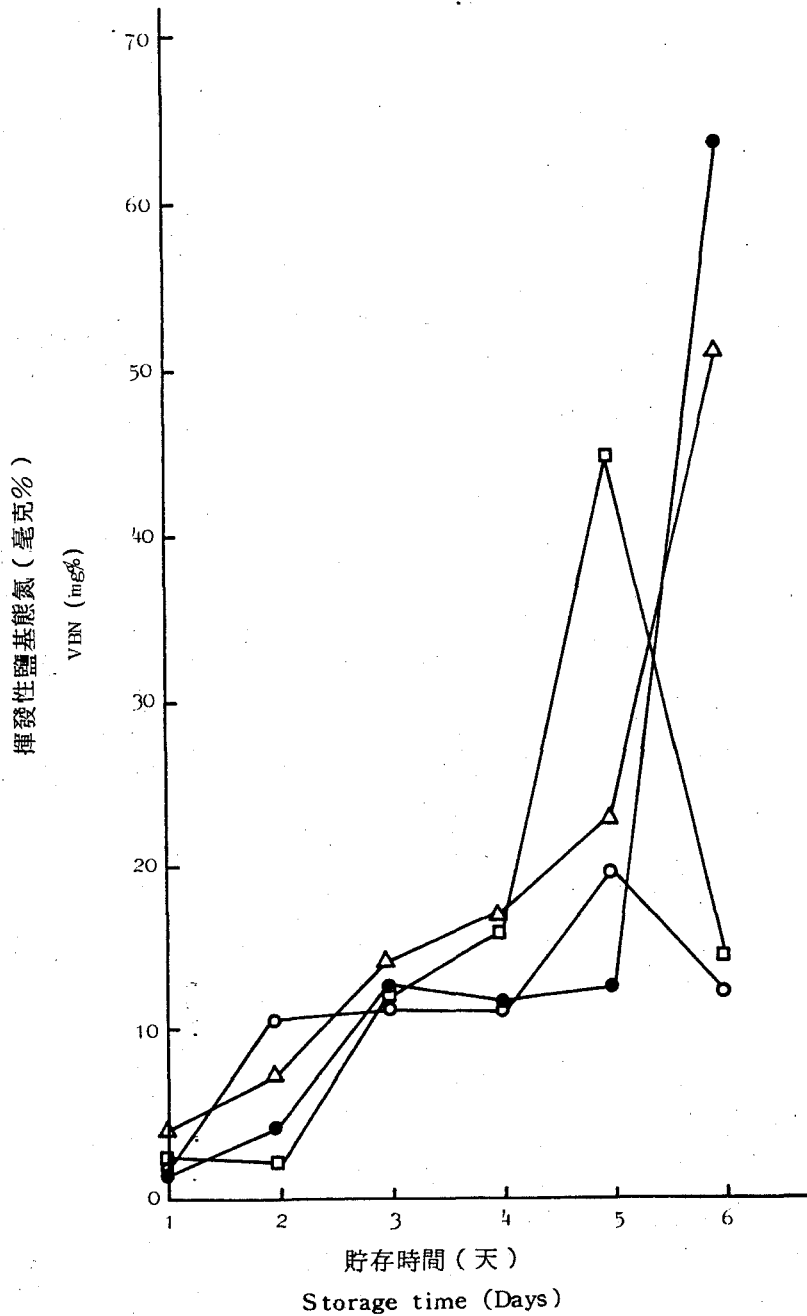


圖4 硬尾鯨在5°C檸檬酸鈉緩衝溶液中貯存6天期間背肉揮發性鹽基態氮的變化。

Fig. 4 Changes in VBN value of dorsal meat of *Decapterus lajang* during storage in different sodium citrate buffer solutions at 5°C for 6 days. (□: control; △: pH 4.5; ○: pH 3.5; ●: pH 6.5)

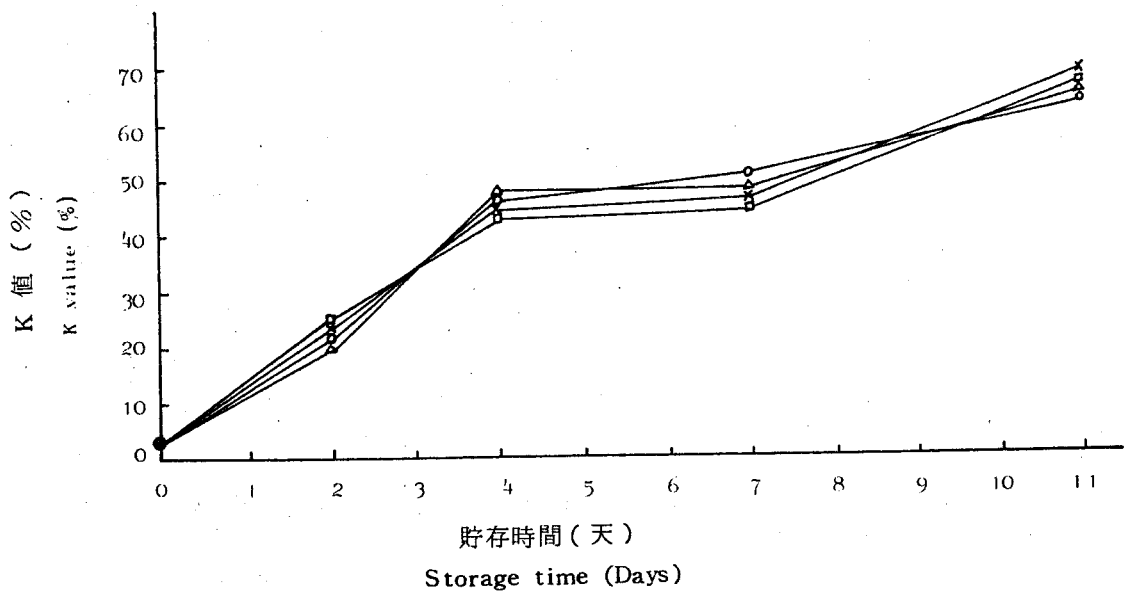


圖5 吳郭魚在5°C檸檬酸鈉緩衝溶液中貯存11天期間背肉K值的變化

Fig.5 Changes in K value of dorsal meat of *Tilapia* sp. during storage in different sodium citrate buffer solutions at 5°C for 11 days. (×: control; □: pH 4.5; ○: pH 5.5; △: pH 6.5)

#### 四魚肉K值之變化：

如圖5所示，吳郭魚的K值在貯存期間有上升的趨勢，四組之間並無明顯的差異。雖然在第11天高達60~70%，但因魚肉尚未腐敗，故在此貯存條件下，檸檬酸鈉雖然不能阻止K值的上升，但有延長保存期限的效果。

硬尾鯪在貯存期間，其肉之K值亦有上升的趨勢，pH 5.5組在第6天達52%左右，pH 4.5組最低為25%左右，如圖6所示。此結果與吳郭魚者很相似。

#### 五生菌數之變化：

##### (一)吳郭魚方面：

1. 檸檬酸鈉緩衝溶液：如圖7所示，在第7天前均有上升的傾向，以空白組上升最多，pH 4.5組最少，顯示pH值較低時對微生物具有較好的抑制效果，其原因乃PH值較低時，未解離的檸檬酸分子較多之故<sup>(4)</sup>。

2. 魚皮：如圖8所示，魚皮上生菌數之變化與檸檬酸鈉緩衝溶液者很類似，其原因應為魚皮與該緩衝溶液直接接觸所致。pH 4.5組在第4天前具有較好的抑菌效果，pH 5.5組及空白組之抑菌效果較差，顯然此時的優勢菌較適合在pH 5.5的緩衝溶液中生長，但不適合在pH 4.5的條件下生長。

3. 魚肉：如圖9所示，在第7天前，微生物的成長較慢，顯然具有遲滯的作用。在第11天時，pH 4.5組反而最高，從前述魚肉pH值無顯著變化的結果推知檸檬酸鈉緩衝溶液對魚肉並無影響，故其增加應與魚肉中存在的微生物種類、性質及數量有關。

##### (二)硬尾鯪方面：

1. 檸檬酸鈉緩衝溶液：與圖10相似，在第4天前，除pH 5.5組外，其他各組的微生物都受到相當的抑制。空白組在第6天時之所以升高，可能為好鹽菌利用魚皮上之黏液及水溶性成分為營養源而大量繁殖所致。pH 5.5組之生菌數急速上升，表示此種好鹽菌在pH 5.5的狀態下，能有效的利用檸檬酸

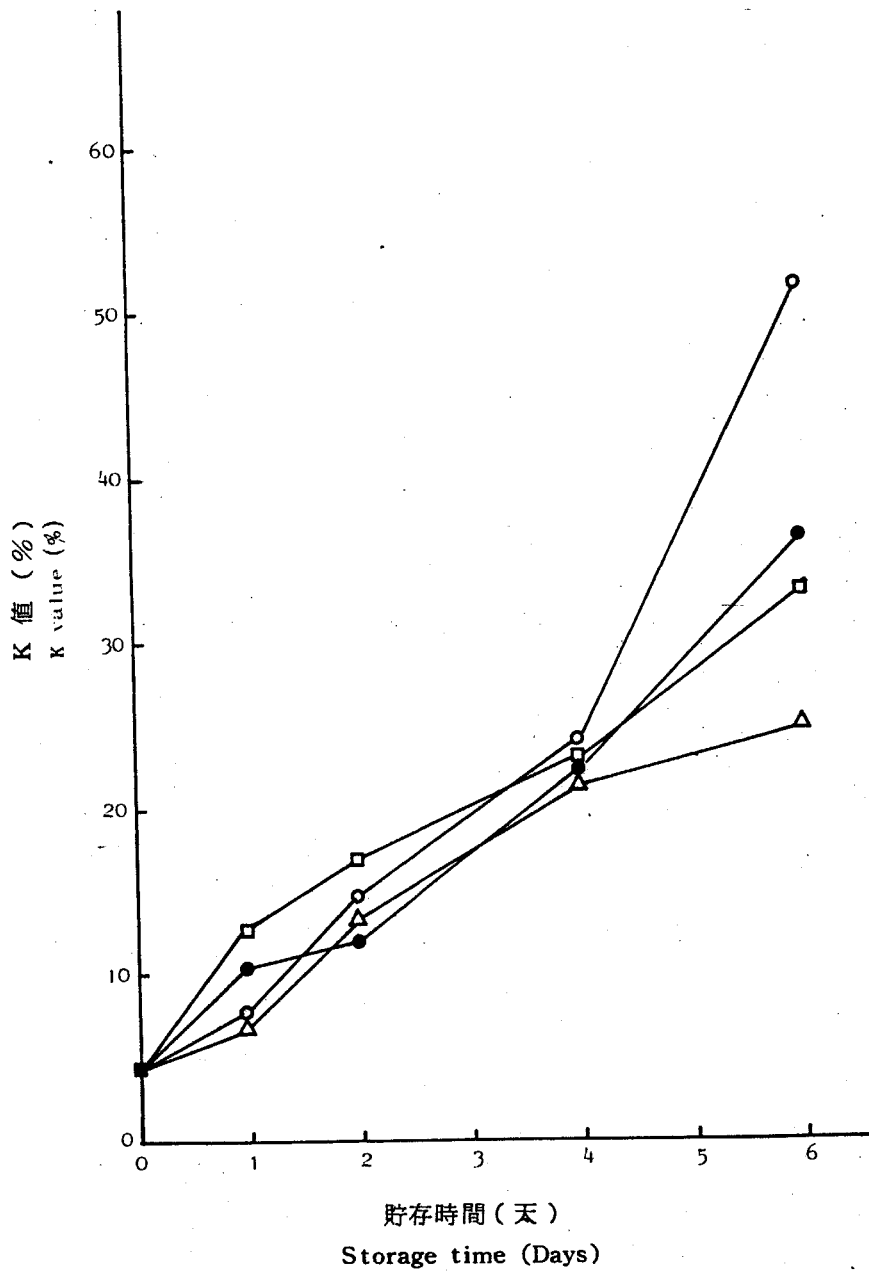


圖 6 硬尾鱈在 5°C 檸檬酸鈉緩衝溶液中貯存 6 天期間背肉 K 值的變化。

Fig.6 Changes in K value of dorsal meat of *Decapterus lajang* during storage in different sodium citrate buffer solutions at 5°C for 6 days.

(□ : control ; △ : pH 4.5 ; ○ : pH : 5.5 ; ● pH 6.5 )

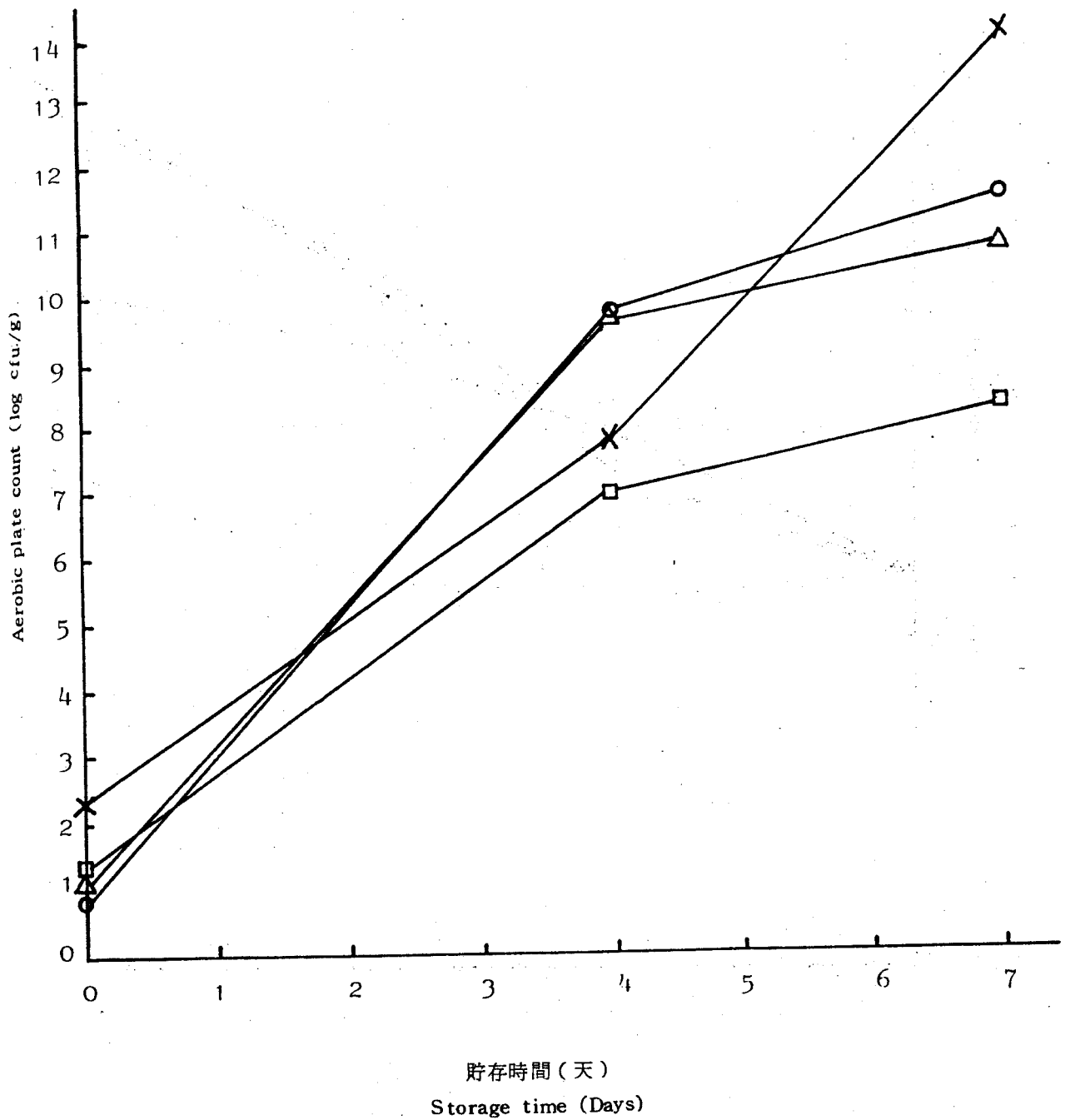


圖7 吳郭魚在5°C檸檬酸鈉緩衝溶液中貯存7天期間浸漬液好氣性平板菌數的變化  
 Fig.7 Changes in aerobic plate count of immersing solutions of *Tilapia* sp. during storage in different sodium citrate buffer solutions at 5°C for 7 days.  
 ( × : control ; □ : pH 4.5 ; ○ : pH 5.5 ; △ : pH 6.5 )

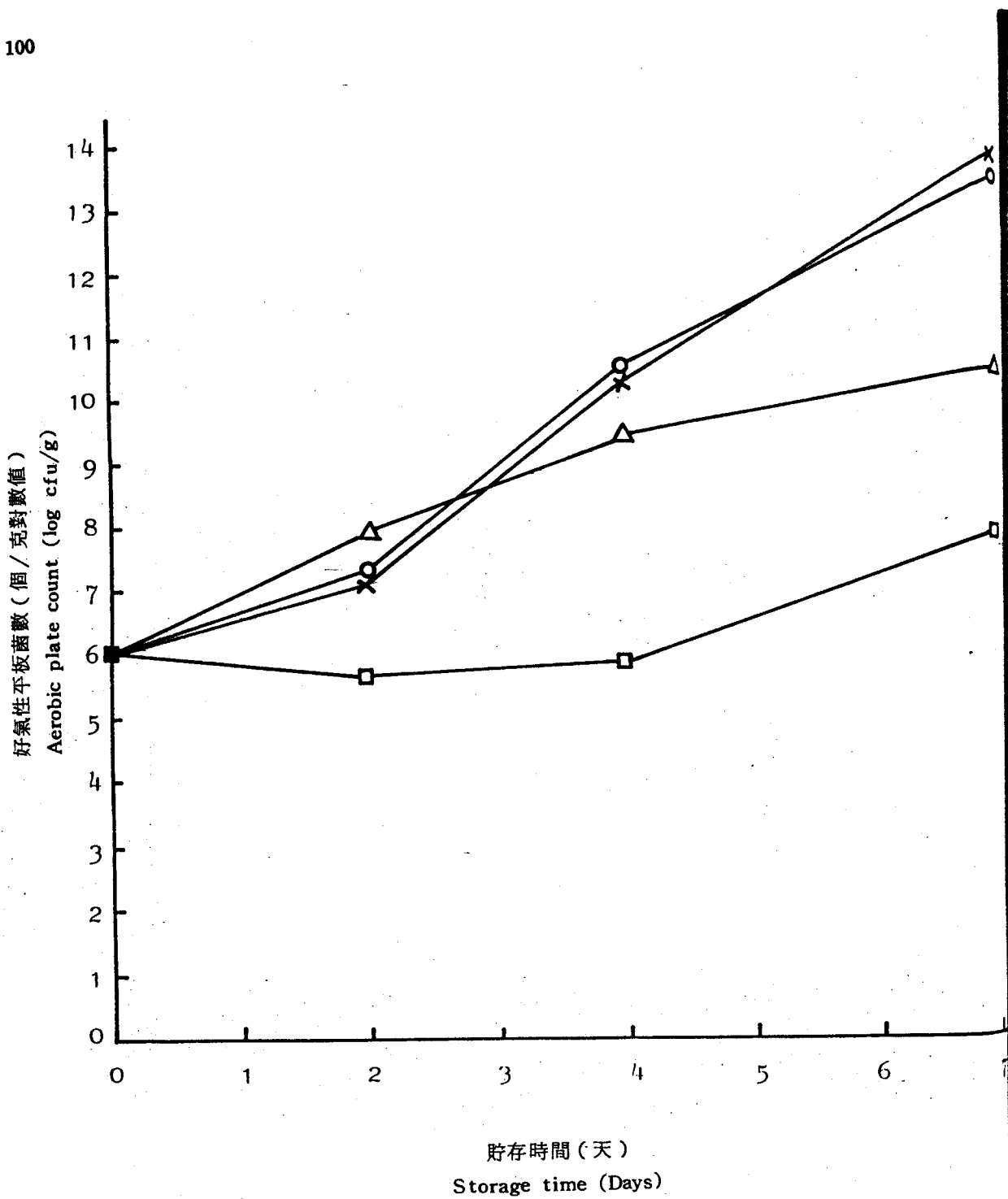


圖8 吳郭魚在5°C檸檬酸鈉緩衝溶液中貯存7天期間表皮好氣性平板菌數的變化。

Fig.8 Changes in aerobic plate count of skin of *Tilapia* sp. during storage in different sodium citrate buffer solutions at 5°C for 7 days. ( × : control ; □ : pH 4.5 ; ○ : pH 5.5 ; △ : pH 6.5 )



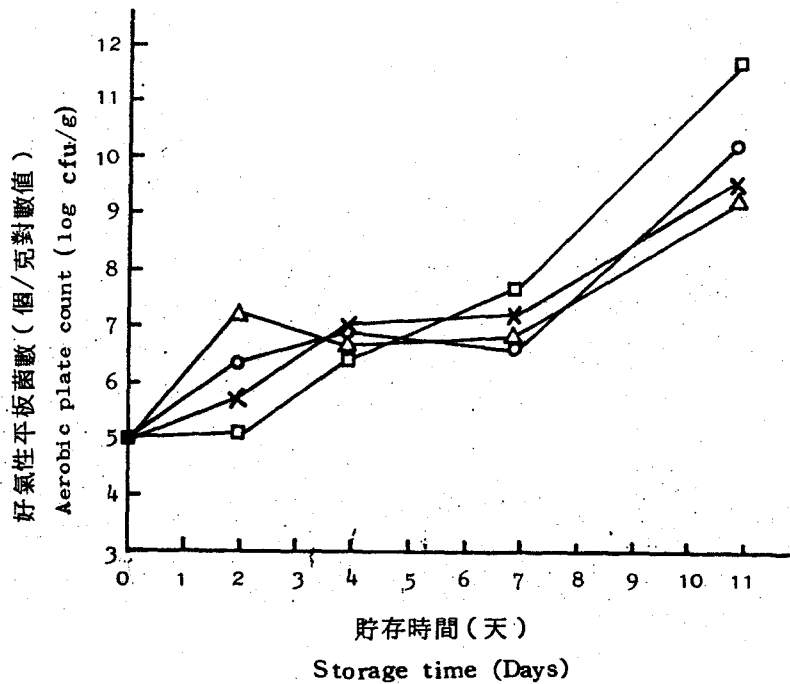


圖9 吳郭魚在5°C檸檬酸鈉緩衝溶液中貯存11天期間背肉好氣性平板菌數的變化。

Fig.9 Changes in aerobic plate count of dorsal meat of *Tilapia* spp. during storage in different sodium citrate buffer solutions at 5°C for 11 days. (×: control; □: pH 4.5; ○: pH 5.5; △: pH 6.5)

為碳源，但不適合在 pH 4.5 或 pH 6.5 的條件下生長。此外，由於魚肉並未腐敗，故此時存在的優勢菌應為好鹽性，最適生長 pH 為 5.5，能利用檸檬酸為營養源，非腐敗菌。

2.魚皮：如圖10所示，其生菌數之變化與緩衝溶液中者相似，亦以 pH 5.5 組為最高，其原因為魚皮與該緩衝溶液直接接觸所致。

3.魚肉：圖11顯示，與吳郭魚的情形類似，在第4天以前有一遲滯期，微生物的生長受到抑制。第6天時則以 pH 5.5 組增長最多，空白組次之，其原因亦應與原來存在的微生物之種類、性質及數量有關。

(三)吳郭魚與硬尾鯪之比較：

#### 1.相異點：

硬尾鯪在貯存期間，不論是檸檬酸鈉緩衝溶液、魚皮或魚肉中生菌數的增加速度，都比吳郭魚為慢，其原因可能是非好鹽性微生物在硬尾鯪的試驗條件下被食鹽抑制所致。

#### 2.相同點：

在檸檬酸鈉緩衝溶液或魚皮上佔優勢的微生物，其最適生長 pH 約為 5.5，能利用檸檬酸為營養源，不是腐敗菌，不適合在 pH 4.5 或 pH 6.5 的檸檬酸鈉緩衝溶液中生長。pH 4.5 的檸檬酸鈉緩衝溶液在試驗初期，雖能有效地延遲微生物的成長，但由於溶液的 pH 值隨貯存日數而上升，故到末期此等微生物乃呈成長的趨勢。由於魚肉的 pH 值幾乎不受外界檸檬酸鈉緩衝溶液的影響，顯示具有良好的緩衝能力，仍然新鮮，故魚肉中微生物之變化，應與原來存在的微生物種類、性質及數量有關。

#### 六官能檢查

表1及表2為對體表色澤、眼球透明度、鰓的顏色、肉質彈性及臭味之官能檢查結果。其評分標

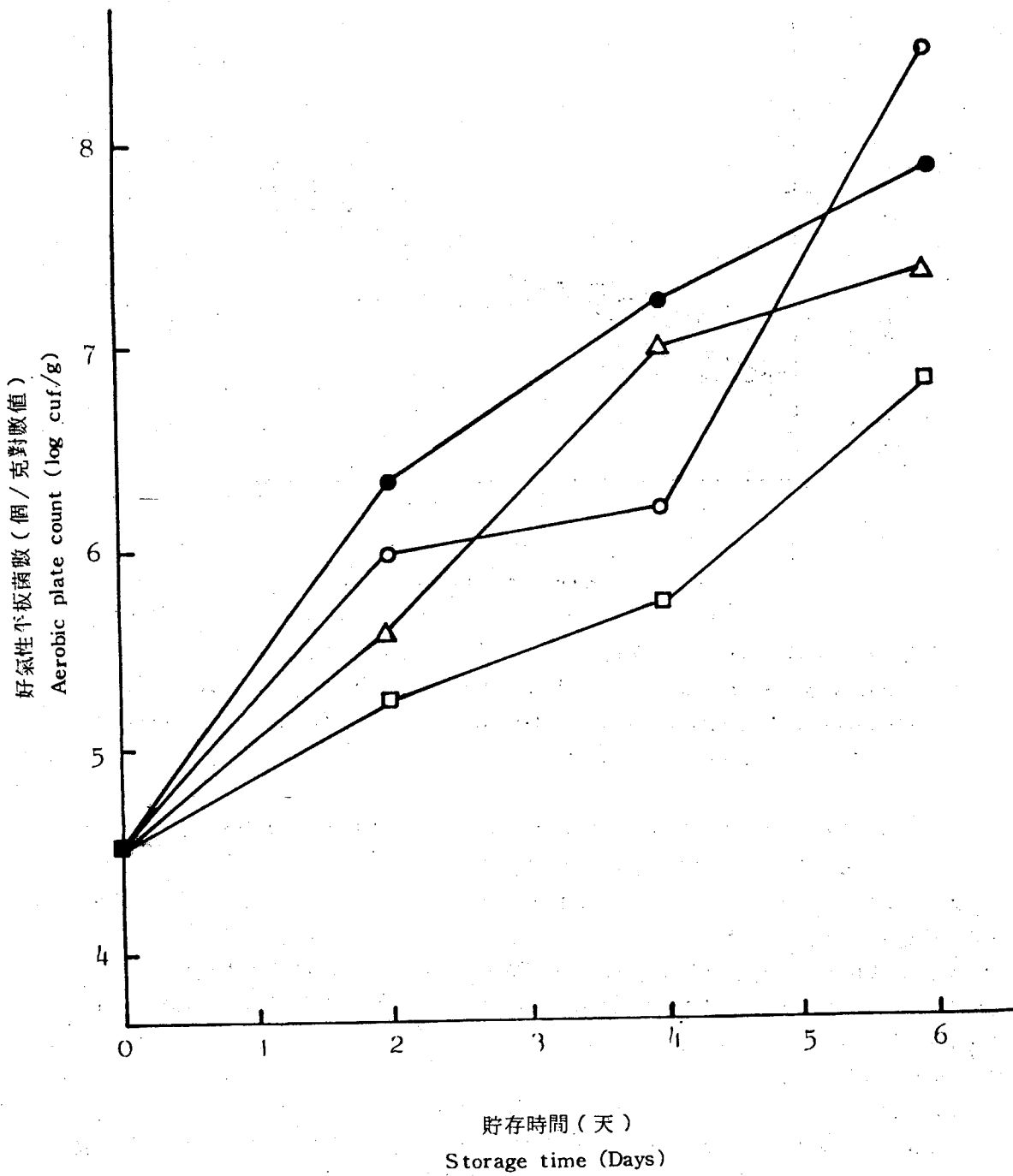


圖10. 硬尾鯨在 5°C 檸檬酸鈉緩衝溶液中貯存 6 天期間表皮好氣性平板菌數的變化。

Fig.10 Changes in aerobic plate count of skin of *Decapterus lajang* during storage in different sodium citrate buffer solutions at 5°C for 6 days. (□: control; △: pH 4.5; ○: pH 5.5; ●: pH 6.5)

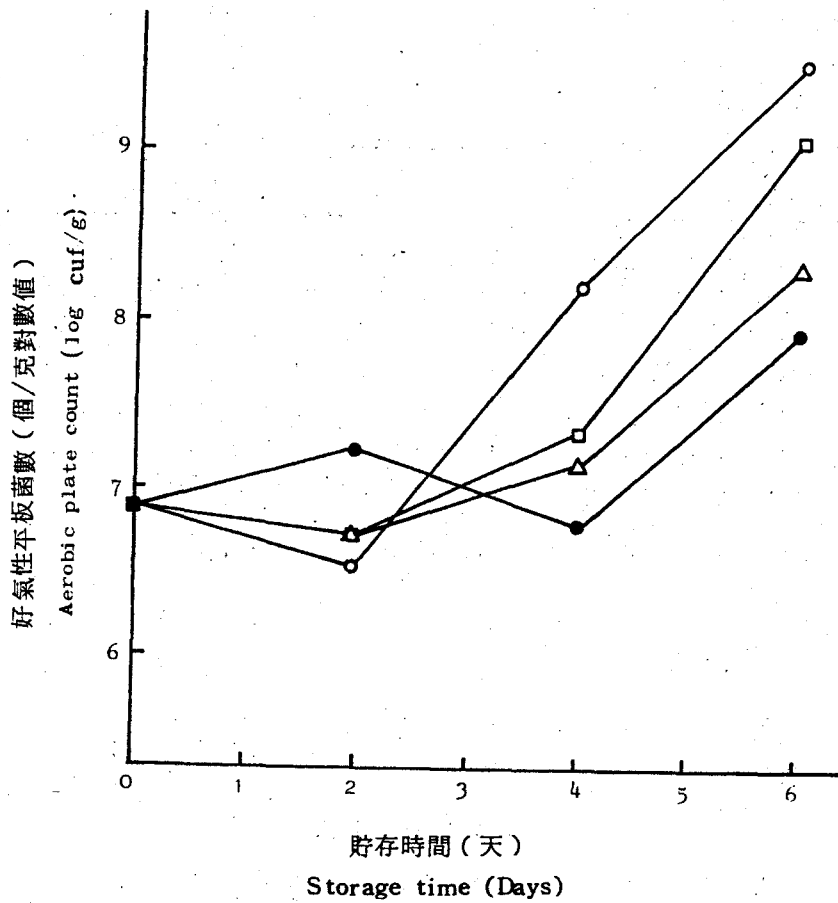


圖11. 硬尾鯪在 5°C 檸檬酸鈉緩衝溶液中貯存 6 天期間背肉好氣性平板菌數的變化。

Fig.11 Changes in aerobic plate count of dorsal meat of *Decapterus lajang* during storage in different sodium citrate buffer solutions at 5°C for 6 days. (□: control ; △: pH 4.5 ; ○: pH 5.5 ; ●: pH 6.5 )

表 1 吳郭魚在 5°C 不同的檸檬酸鈉緩衝溶液中貯存 11 天期間的官能檢查結果。

Table 1 Results of organoleptic test\* of *Tilapia* sp. during storage in different sodium citrate buffer solutions at 5°C for 11 days.

項目 Item	外觀 Appearance				眼睛 Eye				鰓 Gill				質感 Texture				臭味 Odor			
	2	4	7	11	2	4	7	11	2	4	7	11	2	4	7	11	2	4	7	11
對照組 Control	1	2	2	3	1	1	2	3	1	1	2	3	1	2	2	3	1	1	2	3
pH 4.5	1	1	2	2	1	1	2	3	1	1	1	3	1	2	2	2	1	1	2	3
pH 5.5	1	1	1	2	1	1	1	3	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	2	3
pH 6.5	1	1	1	2	1	2	2	3	1	1	2	2	1	1	2	3	1	2	2	3

\* 評分 1, 2, 3 分別用來表示良好、普通、低劣。

\* The scores, 1,2,and 3, are used to represent good, fair, and poor respectively.

表2 硬尾鯪在 5°C 不同的檸檬酸緩衝溶液中貯存 6 天期間的官能檢查 \* 結果。

Table 2 Results of organoleptic test\* of *Decapterus lajang* during storage in different sodium citrate buffer solutions at 5°C for 6 days.

項目 Items	外觀 Appearance					眼睛 Eye					鰓 Gill					質感 Texture					臭味 Odor				
	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
天 Day																									
對照組 Control	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2	3
pH 4.5	1	2	2	2	3	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
pH 5.5	2	1	1	2	3	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
pH 6.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3

\* 評分 1, 2, 3 分別用來表示良好、普通、低劣。

\* The scores, 1, 2, and 3, are used to represent good, fair, and poor respectively.

準為 3 點法，即 1 代表良好，2 代表普通，3 代表低劣。

結果顯示，不論是吳郭魚或硬尾鯪，浸漬用的檸檬酸鈉緩衝溶液的 pH 值較高時，較能保持體表的色澤，眼睛亦較透明，但對鰓的顏色，肉質彈性及臭味則效果不好；pH 值較低者，其情形則相反。在試驗期間，兩種魚肉均無腐敗跡象。依接受性而言，空白組及 pH 6.5 組較差。

### 結果與討論

- pH 4.5 的檸檬酸鈉緩衝溶液的保鮮效果優於 pH 5.5、pH 6.5 及空白組，此與未解離的檸檬酸分子比例較高有關。
- 從官能檢查結果顯示，在試驗期間，魚肉均未腐敗。在檸檬酸鈉緩衝溶液及魚皮上的優勢菌，為低溫、好鹽性，最適生長 pH 值為 5.5 左右，能利用檸檬酸為碳源，但不是腐敗菌。
- 魚肉的 pH 值不受檸檬酸鈉緩衝溶液之影響，顯示其具有良好的緩衝能力，魚肉仍新鮮。在此種貯藏方式下，魚肉達腐敗時的 VBN 值或 K 值可能遠高於一般認為的 30~40 mg % 或 50~60 %<sup>(9)</sup>。
- 由於檸檬酸鈉緩衝溶液在初期即含有大量的生菌數，對於保鮮效果可能有影響。如能先予以滅菌處理，再進行試驗，則應更能正確反應出其保鮮的效果。

### 摘要

將極新鮮的市售吳郭魚及硬尾鯪，在 pH 4.5、5.5 及 6.5 的檸檬酸鈉緩衝溶液中浸漬，在 5°C 貯存 11 天及 6 天。結果顯示：在貯存期間，魚肉尚未腐敗；在緩衝溶液及魚皮上的優勢菌並非腐敗菌，而屬於低溫好鹽性菌，能利用檸檬酸為碳源而大量增殖；該緩衝溶液對魚肉並無影響，但魚肉腐敗時的 VBN 值和 K 值可能遠高於 30~40 mg % 和 50~60 %。pH 4.5 的緩衝溶液之保鮮效果最好。

### 謝辭

本試驗進行期間，承蒙王文亮先生、駱秋燕小姐以及國立台灣海洋學院陳壁裕、林旭陽兩位同學之協助，得以完成，謹申謝忱。

### 參考文獻

- Blocher, J.C. and Busta, F.F. (1983). Bacterial spore resistance to acid. Food

- Technology, **37(11)**, 87-99.
2. Jay, J.M. (1978). "Modern Food Microbiology", 2nd ed., D. Van Nostrand Co., New York.
  3. Yamamoto, Y., Higashi, K., and Yoshii, H. (1984). Inhibitory activity of organic acids on food spoilage bacteria. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **31(8)**, 525-530.
  4. 林高塚譯 (1985). 應用噴酸處理延長屠體保存期限・現代肉品半年刊, **4**, 12-13.
  5. 山本・允・曾根原正典 (1953). pH價による魚介類の鮮度測定・日水誌, **19**, 761.
  6. FDA (1978). "Bacteriological Analytical Manual," 5th ed., Food and Drug Administration, Bureau of Foods Division of Microbiology.
  7. 蘇和傑 (1974). "水産化学実験法", 一文出版社.
  8. 小林 宏、内山 均 (1970)・魚類鮮度の簡易測定法・東水研報, **62**, 21.
  9. 張士軒 (1983). 大型圍網漁獲物白腹鯖微生物相在貯藏期間之變化・台灣省水産試験所試験報告專輯.
  10. 内山 均 (1983). 水産化学の基礎と應用研究——魚類の生鮮度判定と新貯藏法の開發研究をめぐって。New Food Industry, **25(1)**, 49-55.