

第一章 前言

國人一向偏好食用生鮮食品，尤其是魚介類更是講究新鮮生猛。近年來由於工商業發達，加上生活水準的提高，國人對於水產品的品質及衛生安全也更加重視。以本省大宗養殖漁類之一的吳郭魚為例，其年產量近 5 萬公噸⁽¹²⁾，且肉質鮮美，價格低廉，烹調容易，所以相當受到國人的喜愛，亦是在傳統或超市最常見的魚種之一。

近來，許多關於市售吳郭魚受微生物污染之檢測報告；如針對北、中、南三區之大型購物中心、量販店、生鮮超市、傳統市場等販售處之冷凍吳郭魚片受微生物污染情形作調查，發現平均好氣性總生菌數分別在 7.8×10^4 、 1.4×10^4 及 1.5×10^5 CFU/g 左右⁽⁸³⁾；另外，周等⁽²¹⁾亦曾對台南地區生鮮超市及傳統零售市場的吳郭魚肉作衛生調查，可分別檢出金黃色葡萄球菌及大腸桿菌群的存在。因此，為維護國人飲食之健康，改善吳郭魚品質及衛生狀況有加強之必要。

目前消費者對於吳郭魚的取得方式一為在傳統市場中直接購買活體或溫體方式，一為購自於超市中已調理包裝之成品或加工廠的加工處理品（生魚片）。無論以

何種方式販售，吳郭魚之處理流程中，清洗步驟是重要管制點之一⁽³²⁾，因此添加殺菌劑到清水或冷卻水中是維持鮮度的重要方法之一⁽²⁴⁾。

在常見的食品消毒劑中，因為漂白水價格便宜且具高穩定性，所以廣泛的被使用在食品工業上，除了使用在加工設備、水質處理及環境消毒外，亦作為手部消毒和原料清洗方面的使用，但是大量使用時須考慮其使用濃度及使用條件，否則容易有惡臭產生，且對於人畜之威脅也是一項隱憂⁽³⁷⁾。

近年來較受注目的殺菌技術，利用所謂的「電解水」，即是將稀鹽水加以電解，分別在陽極可生成具氧化力之酸性電解水，陰極則產生還原力之鹼性電解水，兩種不同性質水，其中酸性水具有洗淨殺菌功能而鹼性水則具膨潤蛋白質及洗淨作用⁽⁶⁵⁾。在 1996 年邱⁽¹⁷⁾表示酸性電解水因無毒性、無副作用、具經濟性、除菌力高，更具瞬間殺菌功能，舉凡生鮮魚肉的清洗殺菌，廚房調理器具，容器之洗淨消毒，冷藏庫、冷凍庫之清潔殺菌，蔬果類農藥之去除、保鮮及作業場所之衛生消毒皆可應用，不但具有過氧化氫系及氯系等殺菌劑之種種優點而無其缺點，且使用便捷、實用性高，是食品加工業可選擇的另一種殺菌劑。

本研究目的以吳郭魚為原料，經酸性電解水或次氯酸鈉溶液浸洗之前處理後，評估其銷售儲存期間鮮度變化及感官接受性。另外，亦將市售吳郭魚（潮鯛）生魚片，以酸性水短時高頻浸洗，評估對其微生物的影響。進一步的對工廠處理所用之器具如刀具金屬的耐蝕性和毛巾等衛生狀況之改善效果亦加入評估，以期提供業者對電解水利用之參考。

第二章 文獻回顧

2.1 吳郭魚

2.1.1 吳郭魚特性

吳郭魚(*Oreochromis niloticus*, tilapia)在分類上屬於慈鯛類之熱帶魚類，體型與鱸魚、鯛魚近似，身體稍長而側扁，成橢圓形，頭背部隆起，下頷稍長於上頷，唇厚而發達，鰓蓋骨無棘，尾鰭平圓形成微凹形，屬於雜食性動物。原產於非洲唐家尼加湖，1946年引進在台灣繁殖，經與尼羅河紅魚雜交成功，成為一種雜食性、繁殖力強、適應性高的魚種，目前統稱為“福壽魚”，又稱為“尼羅魚”、“南洋鯽魚”，但習慣上仍稱“吳郭魚”^(10,23)。其肉質鮮美，不帶細刺且營養價高，飼養四個月體重即可達 150 g 以上，一年飼養期約可長到 300 600 g⁽⁹⁾，而最經濟養殖體型為 300 g，但一般的市場需求則在 500 600 g 左右⁽¹³⁾。

2.1.2 吳郭魚產量與產值

吳郭魚一直為我國之大宗養殖產品，不論是從產值及產量來看，在民國 54 年為 7,683 公噸，民國 86 年為 42,324 公噸，民國 88 年為 57,269 公噸，產值為 1,770,106 仟元，總養殖面積達 9,001 公頃，而至民國 89 年已達 49,235 公噸，產值為 2,089,851 仟元，生產量以台南縣最大，其產量增加之速率更為各養殖魚類之冠。產值及生產面積已超越鰻魚而僅次於魷魚、正鰹、黃鰭鮪（其它魚類）、大目鮪、長鰭鮪，排名第七位，是為本省大宗養殖魚種之一⁽¹²⁾。

2.1.3 吳郭魚外銷市場狀況

吳郭魚早期廣為消費者所食用，但這幾年來隨著國人消費的改變和替代性漁產品的競爭，使吳郭魚的國內消費量和其價格長期地呈現相對低落現象，惟近年來在漁政單位和產業界積極的努力下，積極地開拓外銷市場，從 1996 年吳郭魚出口量有 16,261 公噸，1999 年出口量為 40,039 公噸，成長率達 2.5 倍⁽³³⁾。而目前大都以加工冷凍全魚的型態外銷至中東及美國，近年來亦有少部分以冷藏、冷凍魚片的方式外銷日本、韓國⁽¹¹⁾。

2.1.4 吳郭魚消費型態及其處理流程之污染源

目前消費者對於吳郭魚的取得方式大都為傳統市場活體、生鮮超市中調理包裝品或加工廠的加工處理品（生魚片）。傳統市場零售攤的漁貨，先將活魚即殺後再置於冰上或以少許冰覆蓋的方式來進行販售，故其污染途徑容易因不潔的刀或砧板等用具或不佳的溫度控制而影響到水產品之品質⁽²²⁾。近年來由於工商業發達，國人對於水產品之消費習慣漸漸由早期傳統活體或溫體之購買方式，逐漸進入在生鮮超市中購買已調理包裝好的冷藏品。一般在生鮮超市冷藏櫃銷售的吳郭魚，在上架前必須藉由生鮮食品處理中心作去鱗、鰓和內臟、清洗、預冷、拭乾等一連串動作後，最後再以 PS(polystyrene) 淺盤和 PVC(polyvinyl chloride) 膜包裝冷藏（4-7 天）販售，其儲藏期限約 4-5 天左右^(4,22)。另外，因吳郭魚剝皮後，其外觀與天然鯛類剝皮後之生魚片極為相似，因此近幾年來，本省每年有為數不少之吳郭魚以「潮鯛」之名稱外銷日本市場，並備受消費者的喜愛而做為高價位之生魚片來食用，所以本省養殖業者與加工業者競相開拓內、外銷市場使用吳郭魚加工做成生魚片。

魚體在肉片、去膜及除刺之加工過程中，雖有充分之清水洗滌，但仍不免受到器具、刀子砧板及作業

員手指之污染，所以前處理完畢後的魚片，必須以微量加氯之清水詳加洗滌以減少微生物之附著，但不得浸漬以免氯氣之味道殘存。其加工流程為將原料魚表皮消毒，取下兩側魚肉剝皮除膜後，略洗滌，再用 CO 呈色，接著浸漬臭氧水，使用毛巾（使用一段時間後回收殺菌）進行擦拭，隨後立即真空包裝再急速凍結，置於-20℃下凍藏。由於吳郭魚生魚片的整個加工流程中沒有加熱處理的步驟，因此整個流程必須讓魚片在良好的衛生條件下處理，尤其在剝皮處理後，附著在魚片上的細菌會不斷在加工流程中繁殖增生。因此魚片的處理時間愈長，生菌數也會愈高。在這些操作流程中，原料魚的鮮度、清洗和儲藏溫度的控制皆為重要的管制點。這些步驟若能妥善控制，才能確保水產品之品質衛生及保有較長的儲存壽命⁽¹⁸⁾。

2.1.5 吳郭魚品質衛生問題

就全魚而言，王等⁽⁴⁾針對南部地區淡水養殖之吳郭魚分別在不同溫度 4℃及 -15℃下將生鮮吳郭魚用 PS 淺盤和 PVC 膜包裝，做 4,8,12 天的儲存試驗，結果發現 4℃下儲藏 4-12 天後，好氧性總生菌數，揮發性鹽基態氮，胺基態氮及酸價隨著儲藏時間增加而 pH 值下降。另外，周等⁽²¹⁾對台南地區養殖魚塢、

生鮮超市及傳統零售市場三地的吳郭魚就部位區分，魚頭與魚肉之好氣性總生菌數較魚鰓與魚腸少。而魚肉中之衛生指標菌方面，三地皆有檢出大腸桿菌群，金黃色葡萄球菌檢出率以零售市場市場較其它市場為高，生鮮超市及零售市場則未檢出沙門氏桿菌。而周和朱⁽¹⁹⁾將即殺吳郭魚去頭除內臟後，分別置於 10℃ 及 0℃ 下之儲藏試驗中顯示魚肉 pH 值在 0℃ 冰藏時，初期有下降之現象，然後再緩慢上升；而 10℃ 儲藏者，其初期 pH 些微下降，但儲藏至第 3 天時有明顯上升之現象。

自民國 86 年 7 月起至 87 年 6 月，Shin and Hung⁽⁸³⁾針對市售冷凍吳郭魚片寄生蟲感染情形及微生物分佈，共計抽樣 300 件冷凍吳郭魚樣品，分別購至北（新竹以北）、中（新竹至嘉義）、南（嘉義以南）三區之大型購物中心、量販店、生鮮超市、傳統市場。發現寄生蟲寄生感染之檢驗結果皆為陰性，衛生菌調查則有好氣性總生菌數與腸炎弧菌，結果顯示北中南三區之吳郭魚好氣性總生菌數分別為 7.8×10^4 、 1.4×10^4 及 1.5×10^5 CFU/g；依購買地店劃分，大型購物中心、生鮮超市、傳統市場之平均總生菌數分別為 1.1×10^5 、 1.4×10^5 及 1.5×10^5 CFU/g，腸炎弧菌之檢測結果皆為陰性。而我國衛生署所訂定生食魚肉的衛生標準⁽¹⁴⁾包括有總生菌數在 10^5 /g 以下、大腸桿菌群 10

個菌落以下、大腸桿菌測試需為陰性及揮發性鹽基態氮需小於 20 mg/100g 魚肉。

2.2 魚介類死後之化學變化

魚介類被捕撈而脫離原來的生活環境後，體內因無法獲得氧氣而不能正常運作，而產生一些變化如死後硬直（rigor mortis）、醣解作用（glycolysis）、自家消化作用（autolysis）及微生物作用^(56,82,84)。

2.2.1 死後硬直及醣解作用

一般而言，魚死後由於高能磷酸化合物（high-energy phosphate）之肌酸磷酸（creatine phosphate, Crp）可將 ADP(adenosine diphosphate)轉成 ATP(adenosine triphosphate)，但一旦 Crp 減少，則 ATP 供應亦開始減少，使肌肉中之肌動蛋白（actin）及肌凝蛋白（myosin）形成不可逆的肌動肌凝蛋白（actomyosin），而開始產生硬直現象。ATP 一旦消耗完，肌肉則達到完全硬直狀態。當魚介類死後，其體內為一嫌氣環境，使得因醣解作用不完全所生成的丙

酮酸還原成乳酸，因而造成乳酸堆積^(36,45)。

2.2.2 自家消化

自家消化指魚介體死後之某些成分受到體內的酵素分解而對風味組織造成影響，如蛋白質分解酵素的作用，使得魚肉組織變軟及游離胺基酸含量增加，使得魚肉有腥臭味的產生，同時也因核糖酸分解，造成魚肉失去原有的美味^(45,54)。

2.2.3 微生物作用

因自家消化酵素所生成之蛋白質分解物有利於微生物的作用，使得腸道內和魚體表面之各種微生物，可利用此等分解物而快速繁殖，並分泌各種酵素使魚體組織分解產生異味及造成魚體外觀改變如鰓變色、體表失去光澤及平滑感^(45,54)。

2.3 水產物之鮮度鑑定法

魚捕撈後通常任其置於空氣中掙扎而死，此時肌肉激烈運動，使高能分子如 ATP 急速分解、損失而進入僵直狀態，此狀態下肉質喪失透明特性。解僵後的魚體產生軟化現象且受微生物及酵素作用而逐漸腐敗。鑑定魚貝類鮮度的方法，除了感官鑑定(organoleptic test)外，亦採用包括細菌學及物理化學的檢測的方法⁽⁴⁵⁾。

2.3.1 感官鑑定法

所謂感官鑑定，是用人的眼睛觀察魚之外觀，鼻子嗅魚體之氣味，用手之觸感判別魚體肌肉受力之變形及恢復之能力，作為鮮度的判定方法。此種方法之優點為簡單並且可以迅速判斷，但常因個人的感覺差異或熟練程度，而產生不同的判別。以水產物而言，自新鮮至腐敗之品質特徵如下；在外觀上，眼球從明亮至失去光澤並沒入眼眶內；瞳孔由黑色、褐色至乳白色；鰓部的周圍隨著鮮度的低下而呈現灰色或暗綠灰色；體表黏液由水樣狀至黃褐色之黏稠狀等現象。氣味由原先新鮮之海藻氣味，逐漸產生醃胺類之臭味、酸味、低級脂肪酸的味道，最終產生如三甲胺等低級胺類及 indole、氨等令人不悅的臭氣。至於組織則由堅實有彈性逐漸軟化且濕潤，最後肉質軟綿綿且易自背骨脫離^(45,63)。

2.3.2 物理鑑定法

物理鑑定是利用因魚體死後僵直而硬化，隨即產生解僵而軟化等現象做鮮度良好與否的辨別，但此法容易受魚種及其生前狀態影響。鑑定方法包括有魚肉浸出液黏度、魚肉彈性、魚體導電度、眼房液折射率變化等物理測定法。這些方法雖然簡易迅速，但影響測定值的因素很多，所以目前實際應用上仍存有困難⁽⁴⁵⁾。

2.3.3 化學鑑定法

魚肉隨著鮮度的降低，其分解產物亦隨之增加。利用化學的方法測定分解產物，以了解鮮度變化之情形，被檢驗單位認定的方法有下列幾種。

以魚肉成分分解生成物為指標者包括 pH 值(氫離子濃度值)的測定；一般魚肉生鮮時呈中性或稍偏於鹼性，死後由於醱解作用，使 pH 值下降⁽⁴⁵⁾。紅肉魚類之鮪魚，其 pH 值在 5.4~5.8，可認為鮮度極佳，以 6.5 附近為鮮度良好，7.7~7.95 則鮮度轉惡，但仍可食用。然而白肉魚類的 pH 若達 6.7~6.8 以上時，則已進入初期腐敗階段(initial stage of decomposition)。揮發性鹽基態氮(volatile basic nitrogen, VBN)指的是魚肉死後變化初期，主要由

於 AMP 的脫胺基反應而產生氨的緣故，接著再加上氧化三甲胺（TMAO）的分解而產生三甲胺（TMA）和二甲胺（DMA）以及因胺基酸等含氮化合物的分解而生成各種氨。若測定因鮮度的降低所產生的胺、氨等蛋白分解產物，即可知道魚貝肉的鮮度狀態^(45,54)。普通魚類之 VBN 在 5~10 mg/100g 者極新鮮，15~25 mg/100g 者為普通的鮮度，30~40 mg/100g 者為初期腐敗，50 mg/100g 以上者視為腐敗。亦有單獨對三甲胺所謂魚肉腥臭成分測定以作為鮮度判定。一般魚類的三甲胺含量如達 3~5 mg/100g 程度可視為初期腐敗，但新鮮鱈魚類含此量甚高，可多達 30~40 mg/100g。再者 K 值即以核糖酸的分解生成物為指標的鮮度判定法。魚肉的 ATP 是經由 ATP → ADP → AMP → IMP → HxR → Hx 之途徑而分解，隨著鮮度的降低，反應向右進行，K 值則以 HxR 及 Hx 的合計量對這些總量之百分率表示之。一般而言，K 值在 20 % 以下者為高鮮度品，40 % 以下者為良好鮮度品，超過 60 % 為腐敗品⁽⁸⁰⁾。其他還有像揮發性有機酸、非蛋白態氮、胺基態氮及組織胺等為指標方法。

以蛋白質變性為指標者，因魚肉冷藏或凍藏時，肌肉蛋白質通常會失去其功能性⁽⁷⁴⁾，如溶解度、保水力等；而肌肉中的肌動凝蛋白之 ATPase 活性亦會下降，此酵素的活性與支配肌肉運動程度有關，而肌動凝蛋白之變性程度與其 ATPase 活性呈直接相關⁽⁶⁹⁾，故 ATPase

活性亦可作為判定魚肉品質的指標之一⁽⁴¹⁾。

2.3.4 微生物鑑定法

在微生物鑑定方法方面，食品的腐敗是由於微生物作用所致。因此生菌數的增加與食品腐敗進行有關，所以理論上測定細菌數可以相對地判斷食品的鮮度。一般魚體在新鮮狀態時，其生菌數是皮膚每一平方公分含 $10^3 \sim 10^4 \log^{(84)}$ ，達到初期腐敗時為 10^6 左右，若繁殖到 $10^7 \sim 10^8$ 時，就會感覺到很強的腐敗味⁽⁴⁵⁾。而每克魚肉中的生菌數在 $10^5 \sim 10^6$ 以上則可認為污染程度很高。生菌數之測定，不僅需相當的人力和器具，而時間也至少需 48~72 hr 以上，並非簡單易行，但仍可提供作為對魚貝肉的微生物指標。

2.4 水產品細菌性中毒產生途徑與預防

世界各國所發生的水產品食品中毒事件佔有相當的比率，其中以細菌等微生物所引起之疾病最為常見。水產品導致之細菌性中毒主要可藉由三個途徑產生；一為水域中自然存在的病原包括有 *Clostridium botulinum*、

Vibrionaceae 科的微生物如 *Vibrio parahaemolyticus*、*V. cholerae*、*V. vulnificus* 及 *V. fluvialis* 等；其次為水域受到污染如垃圾及下水道衛生處理不當所引起的病原菌，包括有 *Salmonella* 屬細菌及細菌性腸內病原菌等，而最後的途徑則是因捕獲後魚介類處理不當如加工、儲藏條件不佳和操作人員的衛生不良等原因所造成的污染，污染菌包括有 *Staphylococcus aureus*、*Salmonella*、*Clostridium perfringens*、*Bacillus cereus* 等細菌⁽⁵⁹⁾。

為減少食物中毒菌的污染，在魚類捕獲後，對於鮮度的維持可藉迅速冷卻及小心處理清潔魚體，以避免二次污染的發生或保存在適當低溫下來著手⁽⁴²⁾。另外，對於在調理、加工及包裝所造成的二次污染，亦可藉由化學藥劑、臭氧或紫外線等不同種類的方法來進行除菌⁽⁴⁷⁾。

2.5 生鮮水產品之保鮮

生鮮水產物是人類重要的動物性食品之一，其營養豐富且容易消化，故有益於身體健康。其獨特風味、肉質鮮嫩、口味鮮美，不同於陸上動物，因此水產品之消費量也日益增加。但水產物因本身結締組織少且軟弱、

水分含量多等特點所以極易腐敗且保存困難⁽⁴⁵⁾，亦是引起食物中毒的重要媒介之一，所以生鮮漁獲的保藏及衛生條件便相形重要⁽²²⁾。

生鮮魚類的保鮮方法很多，除了傳統之冷藏及冷凍外，許多技術也被陸續開發中，如不同的加工方法包括有藉水漂作用^(64,85)去除魚肉中色素、脂質及水溶性蛋白以增加魚肉彈性、抑制水產魚類中常存在的氧化三甲基胺（TMAO）被微生物利用而還原成三甲基胺（TMA）之大氣控制法⁽⁷⁸⁾，及一些添加劑的使用，諸如有效降低革蘭氏陰性菌的保鮮劑有二氧化氯（chlorine dioxide）、重合磷酸鹽（polyphosphate）及己二烯酸鉀（potassium sorbate）等⁽⁷⁸⁾。亦有使細菌和病毒不活化的強氧化劑臭氧之採用^(8,55)或藉由添加殺菌劑到清水或冷卻水中以降低屠體表面微生物之方法；眾多化學消毒劑中，氯系殺菌劑的使用頻率最高，主要原因為具有高殺菌力且價格便宜，所以廣泛的被使用在食品工業上作為清洗之用途^(24,37,48,52)。

2.6 氯系殺菌劑的種類及沿革

食品消毒劑廣泛使用於家庭及食品工廠，最主要的

功用在於消滅或減少經由食物而對人類健康及生活品質有影響的微生物，其使用範圍包括有食品加工設備、食品容器及處理食品的人員手部等⁽³⁷⁾。原料清洗大多採用水作為溶劑使用，清洗液的溫度、使用洗劑的種類及 pH 值都會改變洗淨力，進而影響清洗效果⁽⁸⁾。

常見的氯系殺菌劑^(8,27,37)包括有（1）液態氯（liquid chlorine）即將氯氣直接通入水中形成氯液，此種氯液在潮濕的條件下活性很高，容易與有機溶劑結合形成化合物，所以通入水中的氯氣量需比真正具有殺菌活性的有效氯量高。（2）次氯酸鈉或次氯酸鈣（sodium hypochlorite 或 calcium hypochlorite），此類殺菌劑以氯為主，在水溶液中形成次氯酸（HOCl）可有效殺死細菌，其反應快速且價格便宜，不會釋放有毒物質所以在正常濃度的使用下不會對人體造成毒害。（3）二氧化氯（chlorine dioxide）此種殺菌劑價格較昂貴，但在有機物質存在時不會影響殺菌活性，主要是以自由基來氧化含硫胺基酸而達到殺菌效果且不會形成氯化合物，其殺菌力極大，對皮膚及黏膜的刺激腐蝕性極強。它可破壞水中的酚化合物，故可作為飲用水的殺菌消毒用。加上可有效去除黏菌（slime），所以在造紙工業上亦常被使用。

氯系殺菌劑的使用早在 1930 年 Tonney et al.⁽⁸⁷⁾ 即已指出含 0.15~0.25 ppm 的氯水對細菌的活體（包括一

般的病原菌)有殺菌作用，所以含低濃度氯的氯水在食品加工上常被用來清洗設備和產品。1951 年 Goresline et al.⁽⁶²⁾報導若在家禽加工上添加 10 ppm 的氯到最後水洗的水中可以減少水中細菌達百分之七十八，若把氯氣的含量提高到 20 ppm 則可減少百分之九十。使用 50、100、200 及 400 ppm 不同濃度的氯系殺菌劑包括有次氯酸鈉或次氯酸鈣及二氧化氯等殺菌劑對市場上牛肉屠體進行清洗殺菌，其中以次氯酸鈉處理組的效果較佳，且隨著濃度的增加，殺菌力也隨之上升⁽⁵⁷⁾。若將漂白水（次氯酸鈉）添加到家禽屠體的冷卻水中進行殺菌。發現冷卻水中添加漂白水對屠體表面的生菌數和不加漂白水到冷卻水並沒有差異，可是卻能降低冷卻水中的細菌數，其效果和所用的漂白水濃度成正相關⁽²⁴⁾。

2.7 次氯酸鈉的物理化學性質

次氯酸鈉通稱次氯酸鈉漂白水或簡稱漂白水，其化學式為 NaOCl ，分子量 74.45。外觀上通常為無色或淡黃色透明液體，除了水溶液之外還有無水物及水合物，都是綠黃色的結晶且具有吸濕性及獨特的氯臭味。比重與有效氯含量有關，隨著有效氯濃度增加，比重也跟著變大。市面上常見銷售的次氯酸鈉其比重約 1.20、有效

氯濃度在 140 g/l、含 12.28 % 次氯酸鈉及在 20 °C 下比熱為 0.918 (cal/g) 水合物種類包括有 NaOCl · H₂O、NaOCl · 2.5H₂O、NaOCl · 5H₂O、NaOCl · 6H₂O 及 NaClO · 7H₂O⁽²⁷⁾。

次氯酸鈉的化學性質包括有 (1) 生成反應：次氯酸鈉的生成方式有很多，包括有用苛性鈉溶液吸收氯氣製造 ($2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + 24.65 \text{ kcal}$) 或在特殊電解槽中電解氯化鈉溶液，未施以隔膜讓電解槽中陽極所生成的氯和陰極所生成的鹼化合成次氯酸鈉或將次氯酸鈉液冷卻，使次氯酸鈉的水合物分離，再經真空乾燥後添加穩定劑以製造其無水物的方法。(2) 分解反應：次氯酸鈉的分解除了一般的自然分解即常溫保存時會引起分解而成為氯化鈉和初生態氧 (nascent oxygen)外，還有受日光 (特別是紫外線曝曬則促進其分解之光化學分解)、受熱分解、添加酸，使 pH 值減低至 7 以下則急劇發生分解而生成氯氣及重金屬類所致的觸媒性分解。(3) 氯化反應即一級胺 (primary amine) 會與次氯酸鈉起反應而生成氯胺 (chloramine) ⁽²⁷⁾。

2.7.1 不同 pH 值下有效氯之存在狀態

有效氯之殺菌力容易因 pH 值改變而有所影響⁽²⁾。

酸性狀態下，pH 小於 2 時，大部分以氯氣存在，所以容易揮發，而 pH 2.4~2.7 溶液中以氯氣及次氯酸型態居多，雖不安定但其殺菌力強；pH 3~4 間以次氯酸狀態存在；4~7.5 則以次氯酸佔多數，只有少數次氯酸根離子；7.5 以上的偏鹼性狀況下，大多以次氯酸根離子型態存在且隨 pH 增加該離子數目亦跟著增多⁽⁴⁴⁾。陳和吳⁽²⁵⁾指出反應媒介物（reaction medium）具酸性時有利於 NaOCl 之氯化，在鹼性下則會增加蛋白質之氧化。

2.7.2 次氯酸鈉對微生物的影響

次氯酸鈉對病毒、無孢子菌、耐酸菌、細菌孢子、絲狀菌、藻類、原蟲類均具有殺菌效果，在與有機物作用下，1~10 ppm 低濃度即可達到滅菌效果，而絲狀菌之抗藥性較強，滅菌效果差⁽⁴⁰⁾。

2.7.3 次氯酸鈉的殺菌機制

早期研究者認為可能是次氯酸鈉在水中能游離出初生態氧，此初生態的氧具有極強的氧化能力，能與細胞中的組成分、酵素及細胞膜上的蛋白質直接作用，導致微生物死滅⁽³⁴⁾。然而後來的研究認為滅菌的作用可能是

次氯酸發揮的功效所致。Rudolph and Levine⁽⁸¹⁾ 則認為是次氯酸在水中的非解離部分穿透入細胞的胞壁，而在原生質中產生有毒物質的關係，但 Friberg⁽⁶¹⁾卻指出次氯酸的殺菌是由於破壞了細胞膜的穿透性，而不用等到有毒物質形成。但近年來的研究則認為次氯酸鈉的殺菌是由於它影響細胞的蛋白質合成，和核酸起作用，導致去氧核酸的流失及其轉化能力的消失等^(24,38)。

2.7.4 影響次氯酸鈉殺菌效果的因素

2.7.4.1 pH 值

所有氯化物消毒劑均會於溶液中形成次氯酸 (HOCl)，此分子是氯化化合物具有抗菌性的原因。隨著 pH 增加，次氯酸濃度漸減而成為次氯酸根離子 (OCl^-)。水中 HOCl 及 OCl^- 存在之比例與 pH 有關⁽⁸⁹⁾。當酸化至 pH 值少於 4 時，次氯酸濃度已減少，則以揮發性氯氣 (Cl_2) 形式居多。而在 pH 4 至 5 時，實際上氯均為次氯酸型式的氯化物。當 pH 在 5 以上時，次氯酸根離子 (OCl^-) 呈比例增加，但殺菌力也隨之減弱^(44,49)。Park et al.⁽⁷⁵⁾ 報告中將 45 ppm 次氯酸鈉溶液 (pH 9) 酸化至 pH 4~5，以該液浸洗萵苣，結果發現殺菌力較未經酸化之次氯酸鈉溶液提高 1.5~4 倍。

2.7.4.2 濃度

使用不同濃度有效氯，會有不同的殺菌效果。有效氯濃度愈高，殺菌力愈強。有研究⁽³⁷⁾發現，當 HOCl 的使用濃度增加 2 倍時，其殺菌力會增強 30 %。雖然氯使用濃度愈高，殺菌效果愈強，濃度太高會造成危險性，除了惡臭外，若使用於加工設備上，也會造成腐蝕。一般對使用時的濃度建議，依使用對象不同而用不同的濃度；用於水質處理時，建議使用 20 ppm 有效氯；若用於食品加工設備，則建議使用 200 ppm 有效氯；若打算用來作為工廠混凝土材質的地板消毒，則可用 1,000 至 2,000 ppm 的有效氯^(2,27)。

2.7.4.3 溫度

一般任何化學反應速率溫度每增加 10℃，其速率加倍，消毒劑反應也是如此。溫度與有效氯的殺菌力也有密切關係，使用溫度愈高，殺菌力愈強，最適當的使用溫度是 37℃，但卻不可高於 50℃ 以上⁽⁶¹⁾。對溫度與有效氯殺菌力間關係的實驗，發現溫度每增高 10℃，可增加 60 % 至 65 % 的殺菌力⁽³⁷⁾。

2.7.4.4 有機物

有效氯的殺菌力與有機物也有關係。當氯溶液中含有有機物時，會消耗有效氯濃度，使氯的殺菌力減弱⁽³⁹⁾。有機物中的碳水化合物較不會影響氯的殺菌作用，而蛋白質或胺基酸（如 egg albumin 及 peptone 或 tyrosin, tryptophan）則會影響有效氯的殺菌力⁽³⁷⁾。欲克服有機物對氯的消耗困擾，可以利用調整有效氯的濃度或先將氯形成具延效性氯胺後，再作為消毒劑使用。

2.7.4.5 次氯酸鈉的應用

次氯酸鈉應用範圍很廣，除了對於紙漿、紙、棉紗布、麻紗布等纖維材質及澱粉果皮脂肪蟲膠漂白外，也有對於食品如牛肉、乳製品、蔬果、飲用水、家禽屠體等消毒、酪農及牛乳處理器具及畜舍之消毒除臭等或食品工廠器具之清洗、對生鮮魚介類之保鮮之應用及工廠廢水、排水污物及電鍍廢液（氰基系）之處理^(2,27,37)。

2.7.4.6 對生物體之有害性

次氯酸鈉的腐蝕性強度可以與苛性蘇打相比。對生物體之危害容易因 pH 高低而引起不同程度之傷害⁽⁸⁹⁾，遇酸性溶液則放出次氯酸而刺激皮膚、黏膜，不過，會很快地被身體表面作用成不活化性，因此，幾乎不會吸收而導致全身中毒。當誤入眼睛時會感覺劇烈的疼痛，

如不立即沖洗掉則角膜會受損。與皮膚長期接觸容易產生皮膚炎和溼疹。不過一般市售的次氯酸鈉水溶液都經稀釋過，所以危險性並不是很大⁽²⁷⁾。

2.7.4.7 對加工設備的腐蝕性

因次氯酸鈉具強氧化性之緣故，所以幾乎所有的金屬類、天然纖維類都會受其腐蝕，而對其耐蝕之材料有鈦、玻璃及陶瓷等。此外，還有硬質氯乙烯、聚偏二氯乙烯 (polyvinyl-i-dienechloride)、聚乙烯及含氟樹脂等，其次則是軟質氯乙烯、硬質膠 (ebonite)。所以公共衛生人員需注意使用的氯濃度為 pH 6 至 7.5 之緩衝氯溶液，在室溫下使用時則盡量縮短其接觸時間，使用耐腐蝕材料設備或採用含較低量的硫酸鹽或氯化物之處理用水，來降低侵蝕作用⁽²⁷⁾。

2.8 電解水之基本性狀

Hung et al. ⁽⁶⁵⁾表示將稀鹽水加以電解，分別產生兩種不同性質的電解水；陽極生成具氧化力之強酸性電解水，陰極則產生具還原力之強鹼性電解水。日本研發多種機型之電解水設備，包括有工業型及家用型電解水機；亦隨設計及鹽液的使用與否，產製之電解水而有所

差異。

強酸性電解水，具 pH 2.7、ORP 1100 mV、含氯 10-80 ppm 之特性。試驗發現對大腸桿菌及沙門氏菌具有殺菌效用，且在蘋果、生菜、蛋及家禽具有相當作用之效果⁽⁷⁶⁾。而 pH 11.3、ORP -800 mV、不含氯之強鹼性電解水可能具膨潤蛋白質效果及洗淨作用⁽⁶⁵⁾。而市售家庭用之電解水機，若不添加食鹽電解的酸性電解水 pH 5.6、ORP 472 mV、含氯 0.04 ppm。而其鹼性電解水 pH 9.33、ORP -53 mV、不含氯，故目前只有這部分被推廣作為養生保健之飲用水使用⁽²⁹⁾。

2.9 電解水之生成原理

當電解濃度為 0.07 至 0.13 % 之食鹽水(NaCl)時，陽極會吸附著負離子 Cl^- 和 OH^- ，此兩種離子在陽極釋出電子，然後轉化成氯原子(Cl) 及氫氧原子(OH)，這兩種原子結合而成次氯酸(HOCl)，因同時具 HOCl、 Cl^- 及氧(O_2) 產生所謂的酸性電解水。在陰極則會吸附著正離子 Na^+ 和 H^+ ，接受電子後成為金屬鈉(Na)，此原子立刻和水分子(H_2O) 產生劇烈反應，而生成氫氣(H_2) 及氫氧化鈉(NaOH)，故以鹼性電解水稱之⁽⁴⁴⁾。

若電極間以隔膜區隔則可分別產生以上所稱之酸性、鹼性電解水。而工業上未予區隔者則可產生漂白水（次氯酸鈉）⁽²⁷⁾。

2.10 電解水中的殺菌成分

酸性電解水宣稱具殺菌效能，主要是成分中包括有效氯成分如 Cl_2 （氯氣）、 HOCl （次氯酸）及 OCl^- （次氯酸根離子）^(38,44,49,73)。當 pH 值改變時，氯的種類亦會有所不同；pH 值為 2.5 時，該溶液的溶存氯包含有 85 % 的次氯酸及 15 % 氯氣（liquid）^(39,49)。但在一開放系統中，氯氣（liquid）卻容易揮發使得可利用的氯將會逐漸消失進而減少。所以溶液中主要以氯氣與水反應後形成次氯酸型態居多。但隨著 pH 由酸至鹼增加，次氯酸濃度漸減進而造成次氯酸根離子及氫離子游離。此三種有效氯的類型中以次氯酸的殺菌效果最強。次氯酸的殺菌效率是次氯酸根離子的 80 倍，但通常須視次氯酸的穩定與否而定^(49,70)。

2.10.1 酸性電解水對微生物的影響

酸性電解水對細菌、耐酸菌、真菌、病毒、放射菌及常見的食物中毒菌呈現殺菌效果⁽⁴⁹⁾，滅菌時間長短依不同菌種而異。Kim et al.⁽⁶⁶⁾指出在電解水試驗中仙人掌桿菌的活細胞較 *E. coli* O₁₅₇ : H₇ 和 *Listeria monocytogenes* 更有抵抗力。因為在數十秒至數分鐘內即可達到殺菌效果而被宣稱具有瞬間殺菌力^(35,66)。Bonde et al.⁽⁵³⁾亦提出酸性電解水可減低麥穗表面上之 *Tilletia indica* 孢子發生率。另外，在 Park et al.⁽⁷⁷⁾報告中也發現雞屠體上存有之 *Campylobacter jejuni* 菌屬，亦會因浸洗酸性電解水使得活性受到抑制。

2.10.2 酸性電解水的殺菌機制

微生物生存環境範圍 pH 值在 3~10 的範圍內；好氣性細菌生存環境之氧化還原電位 (oxidation reduction potential, ORP) 為 + 200 至 + 800 mV，嫌氣性細菌則為 - 700 至 + 100 mV 之間。換言之，ORP 在 - 700 至 + 800 mV 之間，細胞膜的內外才能得到平衡，微生物得以生存^(38,17)。但是，如果氫離子濃度突然增高，而且接觸到 ORP 超過 1000 mV 成長範圍的水時，細胞中的平衡崩潰，細菌無法生存。此外，在水溶液中，經電解後的氯氣與水反應形成次氯酸 (HOCl)，能分解破壞細胞膜的組成物 (雙層磷脂質及蛋白質)，而於瞬間殺死細菌。

故次氯酸先破壞細胞膜的脂質及蛋白質，然後加上強酸性 pH 2.7 及 ORP 1100 mV 以上之條件，即造成細菌失活^(38,17)。

2.10.3 影響酸性電解水殺菌效果的因素

酸性電解水本身的強酸性及高 ORP 值皆是細菌無法生長之因素，加上溶存氯的作用，對細菌之殺滅更有助益⁽⁴⁴⁾。酸性電解水中的有效氯包含有 HOCl 及 Cl₂ (liquid) 兩種類型，溶液中有效氯種類會依 pH 高低而有所改變^(39,49)。通常作用物上有污物或有機物質如蛋白質、碳水化合物、脂肪等物質存在時，pH 偏向中性的變化，其 ORP 則會下降，進而影響殺菌力⁽⁴⁹⁾。另外，產水的儲放條件也會對殺菌效力造成影響，故應選擇避光容器且置放於低溫暗處，置放時間盡可能不超過 2~3 週^(38,44)。

2.10.4 酸性電解水在水產業上之應用

電解水的建議應用範圍很廣，包括有廚房、餐廳、食品加工廠中作業員手部、環境或食品清潔；器具的洗滌（砧板、刀、碗盤及毛巾等）。在醫院則是對內部感

染的預防（手部、手套及地板等）及醫藥設備的清洗與衛生（內試鏡等）。而在農業上則是使用在蛋殼與洗滌消毒或家畜類糞便除臭^(28,35,38,44,46,49,73)。

而目前在水產業中的使用包括有魚的清洗消毒及除臭。比較酸性電解水與自來水分別對不同水產物如？魚、鮭魚片及田螺等之清洗試驗，發現酸性電解水對水產物的殺菌效果稍高於自來水⁽⁴⁴⁾。也發現經電解水處理過的魚肉之 K 值及 VBN 上升緩慢進而延長保存期限⁽⁴⁴⁾。根據日本電解水機製造商的技術資料⁽⁴⁹⁾顯示酸性電解水對惡臭物質如三甲基胺(TMA)及甲基硫醇(methyl mercaptan)可藉由酸性電解水提供對物質的氧化作用而達到除臭效果。

2.10.5 對生物體之有害性

酸性電解水與醫藥用的消毒劑 “Welpas”（廣泛的在醫院中使用）兩者間的比較，長時間的接觸下酸性電解水對手部有少許不良影響，手部會有疼痛或發熱現象，所以建議手部若是敏感且容易產生龜裂的人，可利用橡膠手套加以保護。若以酸性電解水餵食老鼠，對老鼠的眼睛、嘴巴、食道及胃黏膜上並沒有多大影響。而氯氣對人體健康的影響，1 ppm 以下的濃度是人體的最

大耐受度。所以在日本的勞工安全及衛生局就規定可允許的氯氣濃度一般為 1 ppm；若值超過 14 ppm，對人體會有生命威脅⁽⁴⁹⁾。產製電解水時也有氯氣之產生，故要求需有通風之設施。自來水的殘氯依規定⁽¹⁵⁾應在 0.2~1.5 ppm 左右，因此並不建議飲用工業用型之酸性電解水。

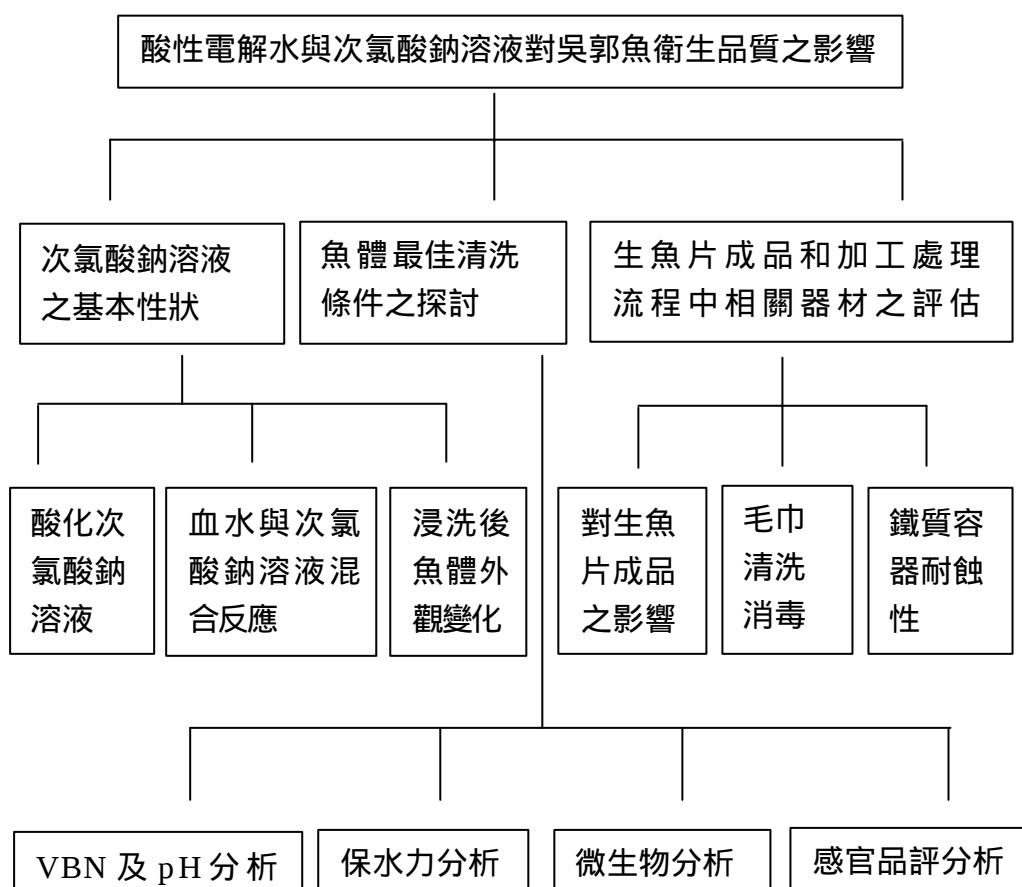
2.10.6 對加工設備的腐蝕性

電解水因本身的 pH 及 ORP 特殊，容易對金屬方面材質造成影響⁽⁷¹⁾。松尾⁽⁴⁴⁾指出 304 不銹鋼材質鐵片經強酸性水及自來水分別浸漬處理 20 日後，顯示強酸性水鐵溶出量初期較顯著為 $1.2 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ，自來水則沒有任何影響（溶出量為 $0 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ）。另外，電解水機製造商也指出酸性水或鹼性水進行儲存時，兩者都會對鋁或銅器腐蝕，同樣也發現酸性水若殘留在不銹鋼鋼材中太久亦會發生腐蝕現象，所以一般在使用完後，必須充分水洗來加以預防。齒科材料、治療器具等鐵板、鋁和汞合金等材質，經酸性電解水消毒處理後，金屬表面會有黑變的現象⁽⁴³⁾。而對食物料理時常用的鋁箔方面，也發現經酸性電解水處理後有穿孔的現象產生⁽³⁾。

第三章 材料與方法

3.1 實驗設計

酸性電解水與次氯酸鈉溶液對改善生鮮吳郭魚清洗應用之評估研究分成次氯酸鈉溶液之基本性狀、魚體最佳浸洗條件及生魚片成品和加工處理流程中相關器材如毛巾及鐵質容器等幾部分進行評估。實驗設計如下：



3.2 實驗樣品

3.2.1 吳郭魚原料

小型吳郭魚 (*Oreochromis niloticus*, tilapia) 取自於一般傳統市場之活體及生鮮超市中以 PS 淺盤及 PVC 膜包裝之產品，樣品採購後立即以冷藏方式儘速運回實驗室。為方便震盪浸洗，本實驗所用魚體長約 15 ~ 20 cm，體重約 120 ± 20 g。其中傳統市場所購入之魚體須清除魚鱗及內臟後才可供分析實驗使用。而生魚片樣品的取得則是由超市或量販店冷藏櫃或展示櫃中陳列之冷藏或冷凍真空包裝品。

3.2.2 吳郭魚血水

立即宰殺之 10 尾生鮮吳郭魚，經去鱗及內臟後，每一魚體以重量 2.5 倍無菌水沖洗所得之洗液為試驗之血水。此作為低菌量組，而室溫下放置時間超過 6 小時則為高菌量組。

3.2.3 魚片工廠之吸水毛巾

作為吸附魚肉血水之用的毛巾取自於屏東地區某一吳郭魚片加工廠。此種毛巾通常在使用一段時間後會回收清洗殺菌。本試驗以尚未經殺菌處理之毛巾進行清洗消毒效果評估。

3.2.4 金屬片

實驗中所用之金屬片取自於台南縣地區東盟鋼鐵工廠，寬 $4 \times 4 \text{ cm}^2$ ，厚度為 0.1 cm。材質分別有灰生鐵片和不銹鋼片（304 及 316）為奧斯鐵系不銹鋼系列，每片重量 $12 \pm 1 \text{ g}$ ，其特點⁽¹⁾如表一所示。

表一、不同金屬片之性狀

Table 1. Properties of various iron plates

種類	外觀	成分	使用器材名稱
灰生鐵片	銀灰色 表面粗糙	全鐵 + C + Si	實驗用鐵架、鋤頭、 鏟刀
304 不銹鋼片	銀光色 表面平滑	全鐵 + C + Si + Cr + Ni + Mn + P + S	自動紀錄計、金屬線 流理台檯面（食品級）
316 不銹鋼片	銀光色 表面平滑	全鐵 + C + Si + Cr + Ni + Mn + P + S + Co	高溫零件、照相器、 流理台檯面（化學級）

3.3 試驗溶液的製備

3.3.1 電解水及酸液和鹼液製備

電解水以 Hoshizaki Electric (Japan)之電解水機在電流量 14 安培 (A) 下產製，包含酸性電解水 (pH 2.6，氧化還原電位 +1100 mV, 總氯 50 ppm 中之 HOCl 及 OCl⁻ 濃度分別為 45 ppm 及 5 ppm) 和鹼性電解水 (pH 11.2，氧化還原電位 -798 mV，不含氯)。pH 對照組之酸液及鹼液則分別為 0.002 N 鹽酸及 0.007 N 氫氧化鈉溶液。

3.3.2 次氯酸鈉溶液的製備

次氯酸鈉溶液的配製為使用次氯酸鈉溶液 (5.25 % NaOCl, 試藥壹級, 日本) 含氯濃度 52,500 ppm 經蒸餾水稀釋成 50 及 200 ppm 濃度備用。而對於次氯酸鈉溶液 pH 的調整則是以 1 N 鹽酸及氫氧化鈉調配。

3.4 實驗方法

3.4.1 試驗處理

3.4.1.1 吳郭魚原料之浸洗處理

實驗中所用的生鮮吳郭魚及市售塑膠袋真空包裝之吳郭魚生魚片先秤重後，分別以電解水和不同濃度次氯酸鈉溶液(全魚或生魚片:試液=1:5, w/v)之比例置於 800 ml 塑膠杯中，於震盪機內固定經 220 rpm 速率密閉震盪浸洗。為維持魚體外觀，浸洗時間需在 5 分鐘內完成，其浸洗方式分別有 5 分鐘內之一階段浸洗、二階段浸洗（浸洗 5 分鐘後，再以鹼性水及無菌蒸餾水中和）及短時高頻浸洗（每一分鐘換水一次，共計四次，之後再進行中和）。

3.4.1.2 吳郭魚血水與試液混合處理

參考 Venkitanarayanan et al.⁽⁸⁹⁾的實驗方法，在無菌試管中分別加入 9 ml 已調整 pH 之次氯酸鈉溶液及電解水後，再混入 1 ml 血水混合震盪 30 秒後供實驗用。

3.4.1.3 魚片工廠之吸水毛巾清洗消毒

取得工廠中毛巾後，分成兩部分處理，一為不經脫脂，事先對處理前毛巾取菌，之後再以 0.01 % 肥皂絲以密閉方式震盪(150 rpm)浸漬清洗 120 分鐘再以大量冷卻之煮沸開水洗淨後，分別以酸性電解水和不同濃度

酸化次氯酸鈉溶液(毛巾:試液=1:5, w/v)置於透明塑膠袋中,於震盪機內固定經 150 rpm 速率震盪浸洗 30 分鐘(每 15 分鐘換水一次)後再以鹼性水中和,供消毒效果分析用。

二為以冷卻之煮沸開水清洗毛巾並晾乾後,分別秤重及測定色澤再以傳統的 Soxhelt 油脂萃取法,以乙醚及正己烷等有機溶劑移除毛巾上的油脂,同樣晾乾秤重並觀察色澤變化後,各別用酸性電解水和不同濃度酸化次氯酸鈉溶液(毛巾:試液=1:5, w/v)置於透明塑膠袋中,於震盪機內固定經 150 rpm 速率震盪 5 分鐘並中和後,供消毒效果分析用。

3.4.1.4 毛巾油脂之萃取

毛巾油脂之萃取依據 AOAC Soxhelt 快速油脂萃取法⁽⁵⁰⁾。將晾乾之不同黃變毛巾置入萃尿管中,套上盛裝乙醚或正己烷之接受器,隨後接上迴流管並開啟冷凝水,在恆溫水浴槽中分別以 40 及 80 溫度迴流 6 小時後,取出毛巾晾乾供實驗用,繼續迴流將乙醚或正己烷回收後即得毛巾油脂。

3.4.1.5 金屬浸漬液的收集

依 ASTM⁽⁵¹⁾ (American Standard Test Method) 方法將不同材質的鋼鐵片以每平方公分 24 ml 溶液之比例置於 800 ml 塑膠杯中，於震盪機內固定經 100 rpm 速率震盪 6、12、18 及 24 小時。以玻棒架立起鐵片，以利溶液能與表面充分作用，每 6 小時收集一次浸漬液，供 pH、ORP 和鐵溶出量之測定，並且觀察鐵片外觀之色澤變化。

3.4.2 電解水及次氯酸鈉溶液物理化學性質之測定

3.4.2.1 調整 pH 值之次氯酸鈉溶液中氯濃度之分析

參考 Len et al. ⁽⁷⁰⁾ 的實驗方法，配製 50 ppm 次氯酸鈉溶液以 1 N 鹽酸及氫氧化鈉和 1 N 醋酸及磷酸氫二鈉等化學緩衝溶液於褐色瓶中調整 pH 由 2.6 至 12。紫外線測量在 25℃ 下以 1 公分寬之石英管盛裝測量液，將去離子水作為空白組，次氯酸及次氯酸根離子的濃度濃度動態以 234 nm 及 292 nm 下吸光值測量，其摩爾吸收係數 (E 值) 分別為 247.20 及 279.78，再以 Beer's 法方程式換算。

3.4.2.2 pH 值及氧化還原電位 (ORP) 之測定

將吳郭魚原料震盪浸洗液、血水混合液及不同時間所收集的金屬浸出液，以 pH 計（Mettler MP230；Switzerland；電極棒：Redox Electrolyte 9811, Mettler, Swiss）及氧化還原電位計（Suntex sp-2200；Taiwan 電極棒：439/12 pH Mettler, USA）分別測定，而電解水機所產製之酸性水及鹼性水之 pH 值及氧化還原電位之分析亦採用同樣設備分別測定之。

3.4.2.3 總氯及餘氯之測定

依據 Len et al. ⁽⁷⁰⁾之方法，樣品取 0.5 ml 加入已裝好 25 ml 蒸餾水的三角錐瓶中，加入 0.05 g DPD（N,N-diethyl-p-phenylenediamine）藥劑（DPD total chlorine 及 DPD free chlorine）搖動混合均勻後呈粉紅色，再以 0.00564 N 硫酸乙烯二銨亞鐵溶液（ferrous ethylenediammonium sulfate, FEAS）滴定至無色維持 30 秒不褪色即為滴定終點。計算公式為 $\text{FEAS 滴定毫升數} \times 0.01 \times \text{稀釋倍數} = \text{total chlorine 及 free chlorine (mg/L)}$

3.4.2.4 酸、鹼洗出物之測定

依據水質分析 ⁽²⁶⁾方法，分別將酸鹼性之浸洗液過濾除去懸浮固體，再加熱蒸發水分所得的殘留物量。

3.4.3 魚肉品質測定

3.4.3.1 揮發性鹽基態氮及 pH 分析

揮發性鹽基態氮 (volatile basic nitrogen, VBN) 之測定，依國家標準法(CNS)⁽³¹⁾。取 1 g 之魚肉至研鉢中，加入 9 ml 2.2 %TCA(trichloroacetic acid)研磨，經 10 min 後用 No.5 濾紙過濾即為供試液。其次，取康威氏皿，將其接合處塗以凡士林，並取 1 %硼酸吸收液 1 ml 置於內室，外室加入 1 ml 供試液，之後再取 1 ml 飽和 K_2CO_3 置於外室，37℃ 靜置 90 min。最後，以 0.02 N HCl 滴定，並以 2.2 %TCA 進行空白試驗，計算 VBN 之含量。魚肉 pH 之測定，依據 Suvanich et al.⁽⁸⁵⁾ 等的實驗方法。將魚肉 5 g 加入 45 ml 的蒸餾水均質後以 pH 計測定之。

3.4.3.2 保水力分析

物理分析中有魚肉保水力之測定，參考 Jauregui et al. ⁽⁶⁹⁾ 等的實驗方法。魚肉解凍後，切取厚 0.5 cm 約 2 g 背肉稱重，以 Toyo 4 濾紙包裹後離心 16,000 rpm (30,900 g) 10 min 後，取下魚肉後稱重，由水分及流失率計算保水力。

3.4.3.3 微生物分析

生菌數(total plate count, TPC)之測定，依據中國國家標準 CNS 10890⁽⁵⁾之方法，以滅菌棉棒塗抹兩面魚體的表皮面積，塗抹操作時使用無菌之不銹鋼環，以固定所擦拭的表皮面積 3.8 cm² 採樣。塗抹表皮用的棉花棒於 0.1 % peptone 中震盪混合後，經一系列稀釋至適當濃度倍數後，取 0.1 ml 稀釋液置 plate count agar，經 37 培養 2 天後計算其菌落數。另以 7 培養 10 天進行嗜冷性細菌測定。而血水中菌量之測定則將 1 ml 血水與 9 ml 0.1 % peptone 或調整 pH 之次氯酸鈉溶液及電解水一同均質，其餘的測定方法同上。

大腸桿菌(*E.coli*)及大腸桿菌群(coliform)之測定，以 MERCK 的 coliform-agar 的培養基，以 35 培養 24 小時後計算其菌落⁽⁵⁹⁾。藍色菌落為大腸桿菌，合計藍色及紅色菌落和則為總大腸桿菌群⁽⁸⁶⁾。

3.4.3.4 感官品評分析

為了解生鮮吳郭魚經電解水及次氯酸鈉溶液處理過後感官品評的特性，提供品評員六條經不同處理且儲藏六天後吳郭魚(15 ×20 cm)，魚體大小及表皮顏色盡可能統一，防止品評時產生的視覺干擾。感官品評試驗採用 15 位參加過基礎品評訓練之品評員，進行品評試驗，男女比例為 1：2。品評試驗以順位法進行分析，品

評因子分別有外觀、觸覺、嗅覺、整體性等四大類。分析因子分別有魚眼凹陷、體表脫膜、魚體軟硬度、體表滑澀感、氯臭味及接受度等。評分方式為依感覺強弱強制給分制（6-深、淺、少、多、軟、硬、滑、澀、弱、強、劣、佳，1-不深、不淺、不少、不多、不軟、不硬、不滑、不澀、不弱、不強、不劣、不佳），品評表設計如表二。

3.4.4 儲藏性試驗

將浸洗過的魚體以 PS 淺盤及 PVC 膜包裝，置於 7 下儲存，分別於儲藏天數 0，2，4，6 天取樣，檢查儲存期間品質之變化。

3.4.5 色澤測定

毛巾之色澤測定使用 Hunter Lab Color Quest Sphere Spectrocolorimeter（Hunter Lab Associates Laboratory, Inc., Reston, Virginia, USA），以 Hunter L、a、b 值表示⁽²⁰⁾。測定前以標準白板（X 82.28, Y 87.14, Z 94.63）、灰板（X 47.6, Y 50.71, Z 55.53）校正。

3.4.6 過氧化價 (POV) 及酸價 (AV) 之測定

POV 測定依中國國家標準 CNS 3650⁽⁶⁾之方法，秤取 5 g 油脂於三角瓶中，加入 30 ml 冰醋酸、氯仿混合溶液加以溶解，隨後再加 0.5 ml 飽和碘化鉀溶液混勻後，加入 30 ml 蒸餾水再以標定過之 0.1 N 硫代硫酸鹽溶液滴定黃色快消失時，加入幾滴澱粉指示劑繼續滴定至藍色消失為止，維持 30 秒不褪色即為滴定終點。

AV 測定依中國國家標準 CNS 3647⁽⁷⁾之方法，秤取 5 g 油脂於三角瓶中，加入 50 ml 乙醚、酒精混合溶液加以溶解後，再加 2 滴酚太指示劑，以標定好的 0.05 N KOH 酒精溶液滴定至呈粉紅色維持 30 秒不褪色即為滴定終點。

3.4.7 鐵溶出量之測定

鐵溶出量依 ASTM⁽⁵¹⁾方法，將金屬片經不同溶液震盪處理後之溶液，以原子吸收光譜儀 (Hitachi, Z-8000, Japan)，光譜吸收波長 248.3 nm 等裝置，測其濃度 (ppm) 再換算浸漬金屬材料表面積及浸漬液體積，單位以 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 表示。

3.4.8 統計分析

將各部分之實驗樣品經三或四重複分析試驗，所得數據經 SAS 統計軟體析分析變異數後，再進一步以 Duncan 法比較各組差異⁽⁸¹⁾。

表二、不同溶液處理的吳郭魚冷藏試驗之品評分析表

Table 2. Sensory evaluation sheet of refrigerated Tilapia treated
with various solutions

姓名：_____ 性別：_____ 編號：_____

一、品評方式：

1. 評分標準 - 順位法

請依各項因子給予 1、2、3、4、5、6 之評分（* 注意千萬不可重覆給分）。

【1 - 最弱，依序是 2、3、4、5，而 6 - 最強】

2. 評分方式：

- (1) 樣品由左至右，可重複品評。
- (2) 品評項目順序由上而下，先品評六種樣品之外觀、觸感後，再進行嗅覺及整體感之品評。
- (3) 觸感的品評方法：
由頭往尾方向以手指作觸摸感覺。
- (4) 外觀的品評方法：
僅以目視品評。

二、品評項目：

樣品編號：_____

外觀：

魚眼凹陷：淺(1) — 深(6) _____

表皮脫落：少(1) — 多(6) _____

觸感：

軟硬度：軟(1) — 硬(6) _____

滑澀感：滑(1) — 澀(6) _____

嗅覺：

氯臭味：弱(1) — 強(6) _____

整體感：

接受度：劣(1) — 佳(6) _____

第四章 結果與討論

4.1 電解水與酸化次氯酸鈉溶液之基本性狀

依 Hoshizaki Electric Co. (Japan)之電解水機在電流量 14 安培 (A) 下產製，包含強酸性電解水（以下簡稱酸性水），含氯量為 50 ppm、pH 2.6、ORP +1148.9 mV 及強鹼性電解水（以下簡稱鹼性水）不含氯、pH 11.24、ORP -798 mV。其中酸性水具有洗淨殺菌功能而鹼性水則具膨潤蛋白質及洗淨作用⁽⁷⁶⁾。而因酸性電解水中含有有效氯如氯氣、次氯酸及次氯酸根離子等殺菌成分，加上本身的強酸性 pH 及高氧化還原電位，宣稱具有瞬間殺菌力^(17,28,35,38,44)。此等性質相似於常見的食品消毒劑-次氯酸鈉溶液通稱次氯酸鈉漂白水或簡稱漂白水；因價格便宜且具殺菌及漂白效果，所以廣泛的被使用在食品工業上⁽³⁷⁾。溶液中之次氯酸及次氯酸根離子存在之比例與其 pH 有關，故當食品與電解水或漂白水接觸時，溶液的 pH 值會產生變化，故藉由調整 pH 值可以了解不同 pH 值的酸性電解水或次氯酸鈉溶液對吳郭魚物理化學性質之影響。

4.1.1 次氯酸鈉溶液在分光光度計分析之特性

Len et al.⁽⁷⁰⁾ 及 Nakagawara et al.⁽⁷²⁾ 曾提出酸性水在調整 pH 值時, HOCl 最大濃度會隨調整 pH 值而改變。在酸性狀態下酸性水的 HOCl 較穩定, 隨 pH 增加為鹼性時, HOCl 解離成 OCl^- 。而次氯酸鈉溶液中之 NaOCl 可解離成 Na^+ 及 OCl^- 。因此隨酸化處理, 次氯酸鈉溶液的 OCl^- 可與 H^+ 結合成 HOCl。因此 50 ppm 的次氯酸鈉溶液, 最初 pH 值在 10.7 之間, 以 1 N 鹽酸、氫氧化鈉及醋酸、磷酸二鈉緩衝溶液調整 pH 至 2.6~12 之間, 溶液以紫外線分光光度檢測的結果如圖一及圖二。在紫外線吸收光譜, 次氯酸鈉溶液分別呈現屬於 292 nm (OCl^-) 及 234 nm (HOCl) 兩個吸收波峰。當溶液有較高的 pH 時, A_{292} 增加但 A_{234} 卻減少, 顯示調整 pH 會影響次氯酸和次氯酸根離子與氫結合或解離的平衡。溶液中次氯酸濃度最大值約在 pH 4。隨著 pH 增加至 5 時, 次氯酸分子漸漸解離成次氯酸根離子, 次氯酸濃度隨之降低。當 pH 值在 4 以下時, 次氯酸濃度呈漸減趨勢, 歸因於次氯酸及氯氣 (Cl_2) 的揮發或者因此紫外線無法測量氯氣的成分所致。此結果與 Len et al.⁽⁷⁰⁾ 報告一致。分別以鹽酸、氫氧化鈉及緩衝溶液調整 pH 值至 10 以上時, 溶液中可保有 100 % 次氯酸根離子之游離狀態。

4.1.2 調整 pH 值之次氯酸鈉溶液與酸性水氧化還原電位(ORP)的比較

以 1 N 鹽酸及氫氧化鈉調整次氯酸鈉溶液 pH 由 2.6 至 12 後，ORP 隨之改變（圖三）。濃度 50 ppm 次氯酸鈉溶液 pH 為 10.7，ORP 為 625.6 mV。經調整後，只有 pH 小於 4 者之 ORP 值才會位於 1000 mV 以上。其中 pH 2.6 及 pH 4，ORP 值分別為 1102.8 及 1033.3 mV。以去離子水調至同樣酸性 pH 值（pH 2.6）時，該酸液的 ORP 值僅為 525.9 mV。隨著 pH 增加至中性（pH 7）時，該值為 354.7mV。而 pH 增加為鹼性（pH 10）時 ORP 則隨之遞減成 198 mV（圖三），殘氯變化則隨 pH 增加為鹼性時，HOCl 漸漸解離成 OCl⁻（圖一及圖二）。酸性水經調整 pH 後，在 pH 2.6、4、7 及 10 之 ORP 分別為 1134.1、1032.7、863.2 及 628.3 mV。調整 pH 之次氯酸鈉溶液及去離子水兩者皆顯現隨著 pH 增加，ORP 則隨之遞減之現象，而鹼性狀態下所維持正值的 ORP 仍屬於具氧化能力狀態。鹼性水本身因不含氯，在鹼性下 ORP 則具還原性之 -798 mV，以去離子水調至同樣鹼性 pH 值（pH 12）時，該鹼液的 ORP 值僅有 194.6 mV。

4.1.3 調整 pH 值之次氯酸鈉溶液和電解水與吳郭魚血水反應後 pH ORP 及含氯量之變化

酸性水和調整 pH 值之次氯酸鈉溶液與有機物質(如吳郭魚血水) 反應後 , 溶液中基本性狀會隨之改變 (如表三所示)。比較反應後之酸性水與 pH 2.6、4 及 10.7 次氯酸鈉溶液 (50 ppm), 未經酸化次氯酸鈉溶液之 pH 值仍屬強鹼性 (pH 10.7), ORP 為 625.5 mV。當與血水混合後次氯酸鈉溶液 pH、ORP 數值分別下降至 10.46 及 418.4 mV , 無法測得總氯及游離氯量。經酸化次氯酸鈉溶液之 pH 仍屬強酸性 (pH 2.6、pH 4), 溶液的 ORP 在 1103.4 至 1039.7 mV 之間。當與血水混合後溶液的 pH 值可分別增加 0.14 及 0.55 之單位 , 而 ORP 值則隨之降低至 746.8 mV 及 677.2 mV , 其殘留總氯濃度約為 10.0 和 15.0 ppm , 無法測得游離氯。由含有效氯量的變化可知 HOCl 在酸性溶液中快速作用而損失 , OCl⁻ 反而因溶液維持在強鹼性狀態下損失較為緩和。

試驗中的酸性水與酸化次氯酸鈉溶液 (pH 2.6) 具相似之 ORP 及含有效氯量特性。接觸血水後其 pH 值增加至 2.70 , 而 ORP 值及有效氯量亦分別降低至 870.2 mV 及 8.9 ppm。酸性水的 ORP 值下降幅度較酸化次氯酸鈉溶液緩和些。鹽酸液對照組試液之 pH 值也會增加至 2.75 , 而 ORP 也由未混合前的 502.0 mV 下降為 480.1 mV。另外 , 鹼性水 (pH 11.24、ORP -798 mV) 一旦與血水作用後 , pH 下降為 10.96 ; ORP 則損失部分還原力上升至 -719.5 mV , 相同 pH 值之鹼液對照組與血水混合後其 pH 及 ORP 分別為 11.10 及 202.8 mV。結果顯示調

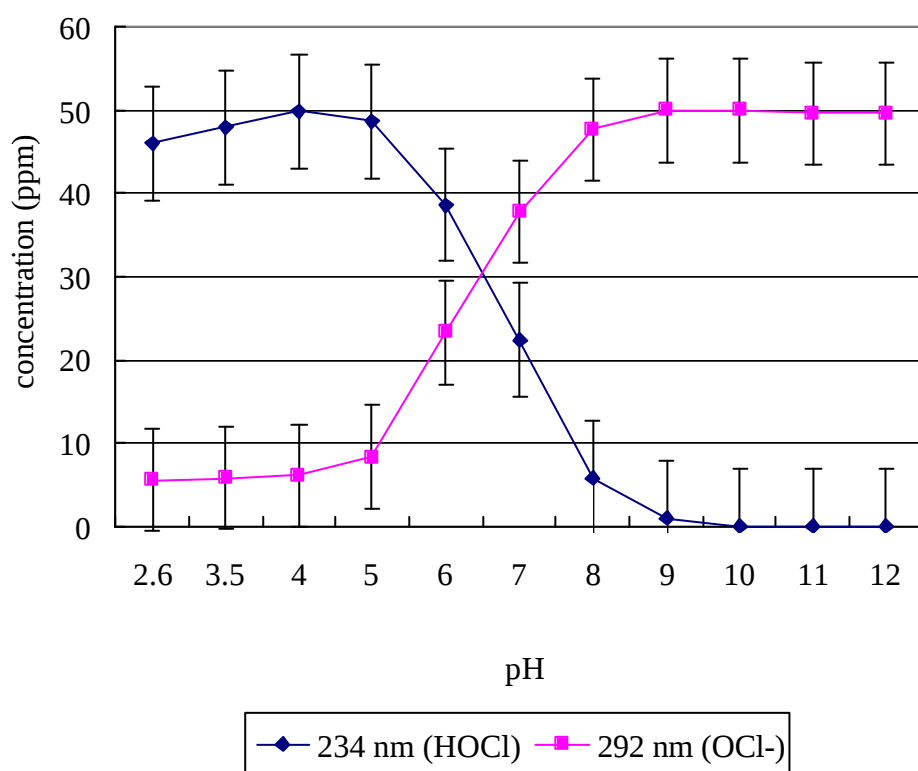
整 pH 之次氯酸鈉溶液及電解水與有機物質作用後，其 pH 依酸鹼離子稀釋而已，變化不大。但 ORP 改變幅度則較大，而各含氯試驗組之有效氯含量受有機物質影響而大幅損失。

4.2 調整 pH 值之次氯酸鈉溶液和酸性水對微生物殺菌力的探討

酸性水及次氯酸鈉溶液中的殺菌成分如氯氣、次氯酸及次氯酸根離子等，尤其當次氯酸鈉溶液酸化後可以轉變 OCl^- 成 HOCl ，同時受 pH 值及接觸之有機物而產生不同的變化。氯化物的形式也可直接影響殺菌效能 (2,44,48,73,74)。本實驗對已含高和低菌量之吳郭魚血水混合進行模型試驗探討含有效氯溶液之殺菌效能。

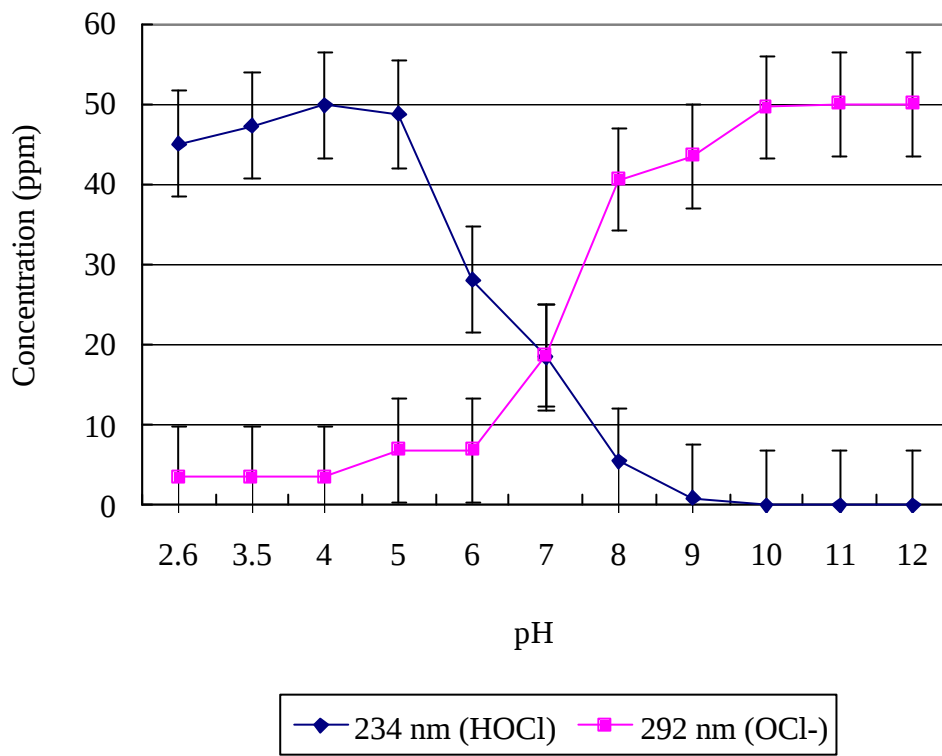
4.2.1 調整 pH 值之次氯酸鈉溶液對微生物之殺菌力

圖四及圖五顯示當次氯酸鈉溶液與吳郭魚血水 9 : 1 混合時，不同 pH 下之次氯酸鈉溶液 (50 ppm) 展現不同的 TPC、Coliform 殺菌力。



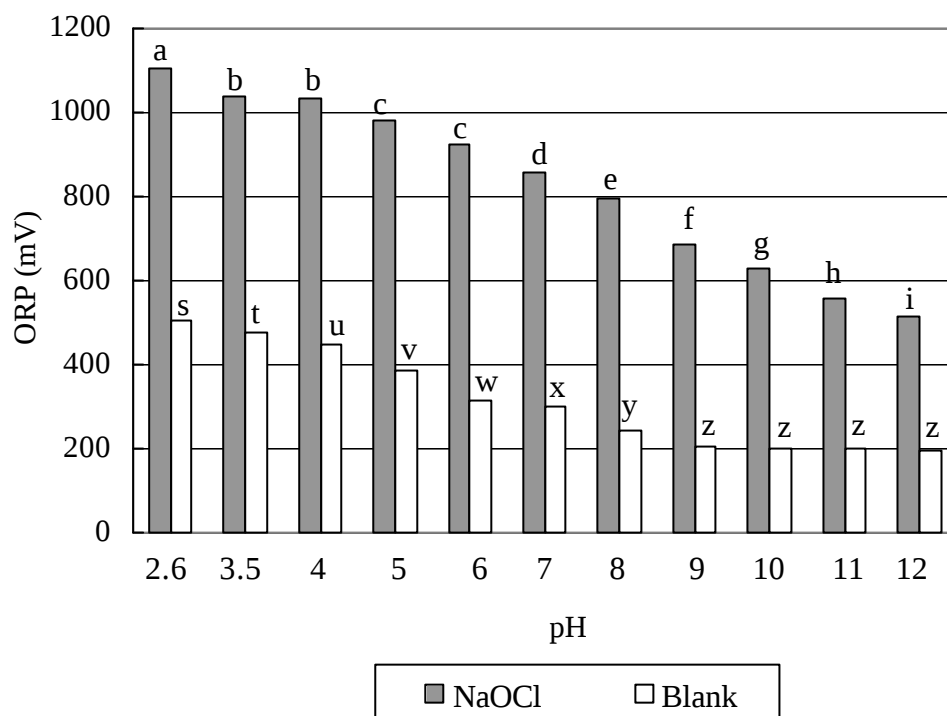
圖一、以鹽酸及氫氧化鈉調整不同 pH 值對 50 ppm 次氯酸鈉溶液解離之變化

Figure 1. Conversion of 50 ppm NaOCl into OCl⁻ by adjusting solution pH with HCl and NaOH.



圖二、以緩衝溶液調整不同 pH 值對 50 ppm 次氯酸鈉溶液解離之變化

Figure 2. Conversion of 50 ppm NaOCl into OCl⁻ by adjusting solution pH with buffer.



圖三、調整 pH 值之 50 ppm 次氯酸鈉溶液其氧化還原電位的比較

Table 3. Effect adjusting pH in the oxidation-reduction potential (ORP) of 50 ppm NaOCl solution.

a,b,c,d ,e,f,g,h,i Means in column followed by different letters are significantly different (p<0.05).

s,t,u,v,w,x,y,z Means in column followed by different letters are significantly different (p<0.05).

表三、不同處理液與吳郭魚血水 9:1 混和振盪 30 秒後前後性狀之變化

Table 3. Properties of various solution mixed with tilapia extravastated liquid by 9:1 ratio and shaken for 30 sec

Treatment	Concentration	Properties of solution					
		pH		ORP (mV)		Chlorine (ppm)	
		Before	After	Before	After	Total Cl ₂	Free Cl ₂
DW ^f	-	6.54 ^a	6.43 ^b	560.2 ^a	561.2 ^a	- ^d	-
HCl	0.002 N	2.60 ^a	2.75 ^b	502.0 ^a	480.1 ^a	-	-
NaOH	0.007 N	11.20 ^a	11.10 ^a	213.5 ^a	202.8 ^a	-	-
pH 2.6	50 ppm	2.60 ^a	2.74 ^a	1103.4 ^a	746.8 ^b	10.0 ±1.0 ^c	N.D. ^e
pH 4.0	50 ppm	4.00 ^a	4.55 ^b	1039.7 ^a	677.2 ^b	15.0 ±1.0	N.D
pH 10.7	50 ppm	10.70 ^a	10.46 ^b	625.5 ^a	418.4 ^b	N.D.	N.D
AC ^g	50 ppm	2.60 ^a	2.70 ^b	1148.9 ^a	870.2 ^b	8.9 ±0.1	N.D
AK ^g	-	11.24 ^a	10.96 ^b	-798.0 ^a	-719.5 ^b	- ^b	-

^{a,b} Values in column followed by different letters are significantly different (p<0.05).

^c Value are the means of four replicater measurement ±SD.

^d -, Not measured.

^e Not detectable.

^f Sterile deionized water.

^g Electrolyzed oxidizing water produced form ROX-20TA generator (14 amp).

當酸化次氯酸鈉溶液至 pH 值小於 7 的各試驗組中，以 pH 2.6 時之次氯酸鈉的殺菌力最強。血水中含高菌量 (7.5 log CFU/ml) 經次氯酸鈉溶液處理後降低了約 7 個 log 值之生菌數。此混合液仍為強酸性 (pH 為 2.74)，加上因溶液中的有效氯成分以可揮發性氯氣(Cl_2)及次氯酸濃度形式居多，故展現較強的殺菌力。酸化次氯酸鈉溶液至 pH 4 時亦可降低 6.5 個 log 值之生菌數。酸化次氯酸鈉溶液對低菌量方面的吳郭魚血水也呈現類似的殺菌效果。當試液在 pH 2.6 及 7 時，分別可降低 3.9 個 log 值及 2.5 個 log 值之生菌數 (圖四)。次氯酸應是次氯酸鈉溶液中的殺菌主體，在酸性時採密閉式試驗，有效氯成分的損失較少，同時微生物不適合在強酸性環境下存活^(38,44)。因此低的 pH 值和次氯酸成分對吳郭魚血水之殺菌力產生合併效果。當 pH 在 7 以上時，溶液中 HOCl 漸減成 OCl^- ，故殺菌力也隨之減弱。如 pH 12 之次氯酸鈉溶液混合血水後 pH 值仍屬強鹼性 (pH 11.75)，但此時僅可降低高、低菌量之吳郭魚血水分別為 0.9 個 log 值及 0.15 個 log 值之生菌數，可見殺菌效果不彰。

當分別比較含高和低大腸桿菌群量之吳郭魚血水受不同 pH 之次氯酸鈉溶液 (50 ppm) 震盪混合 30 秒的殺菌影響 (圖五)，發現當酸化次氯酸鈉溶液至 pH 值小於 7 時，仍以 pH 2.6 時之次氯酸鈉的殺菌力最強。血水中

含高菌量 (5.5 log CFU/ml) 被酸化之次氯酸鈉溶液降低了約 2.5 個 log 值之大腸桿菌群。pH 4 時亦可降低 2.3 個 log 值之大腸桿菌群。酸化次氯酸鈉溶液對低大腸桿菌群菌量 (4.5 log CFU/ml) 的吳郭魚血水也呈現類似殺菌效果。試液在 pH 2.6 及 7 時，分別可降低 2.3 個 log 值及 2 個 log 值之大腸桿菌群。同樣的在強鹼性的狀態下，僅降低高低菌量之血水中 0.7 個 log 值或 0.3 個 log 值之菌數。

4.2.2 酸化次氯酸鈉溶液和電解水對吳郭魚血水微生物殺菌力的比較

同步比較酸化次氯酸鈉溶液及電解水的殺菌效果 (圖六、圖七) 更可分辨其效果。同 pH 值的酸性水、酸化次氯酸鈉溶液與 0.002 N 鹽酸液分別可將血水中 7.5 個 log 值 (CFU/ml) 生菌數減少約 7 個 log 值。強酸性 (pH 2.6) 之溶液展現 pH 值對微生物死滅的影響力。上述三組殺菌力顯著的高於 pH 4 之酸化次氯酸鈉溶液，結果更符合先前提及微生物不適合在強酸性環境下存活的論點^(38,44)。而在低菌量 6.5 個 log 值 (CFU/ml) 時，也呈現相近的殺菌結果，分別降低生菌數 3.8 個 log 值。但酸性水、酸化次氯酸鈉溶液 (pH 2.6 及 4) 與鹽酸液四組間並無顯著差異。未酸化次氯

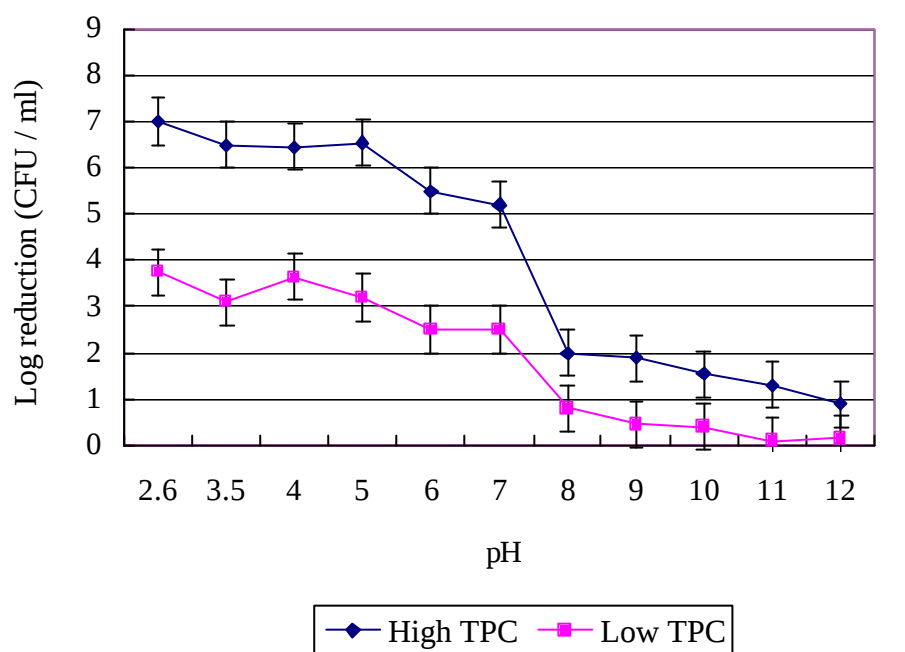
酸鈉溶液 (pH 10.7) 與鹼性水在高低菌量組下，約可減少 1.3 個 log 值、1 個 log 值及 1 個 log 值、0.8 個 log 值，其值高於氫氧化鈉鹼液 ($p < 0.05$) 所降低生菌數 0.6 個 log 值、0.3 個 log 值。低菌量組下，鹼性水與未酸化次氯酸鈉溶液的殺菌力均較氫氧化鈉鹼液高些 ($p < 0.05$)。未酸化次氯酸鈉組殺菌力與鹼性水較氫氧化鈉鹼液稍好的原因可能是前者溶液中存有次氯酸根離子而後者因其 ORP 值不適合為生物生存之緣故。各試驗組在高低菌量比較下，呈現對高菌量有較佳的降低微生物效果，可能與微生物存有之活化細胞多寡呈正相關。

酸性水可分別降低高、低菌量血水中 2.5 個 log 值及 2.2 個 log 值之大腸桿菌群，而鹽酸液對大腸桿菌群殺菌力卻只有 1.8 個 log 值及 1.3 個 log 值 (圖七)。酸化次氯酸鈉溶液 (pH 2.6、4) 及酸性水對高菌量之大腸桿菌群有相當的降低效果，顯示低 pH 值對於大腸桿菌群的菌數降低能力有限。鍾⁽³⁷⁾報告指出酸對微生物的作用是藉由不解離的酸分子快速透過細菌的半透膜，將細胞原生質中之蛋白質溶解，致使水溶性蛋白變性而達到殺菌效能，不過在微生物方面的作用大多認為是抑菌大於殺菌。相較下，除了低 pH 扮演重要角色外，有效氯仍扮演相當的效果。至於在鹼性狀態下對高低大腸桿菌量殺菌力依序為未酸化次氯酸鈉溶

液 (pH 10.7) 與鹼性水的 1.3 個 log 值、0.8 個 log 值及 0.6 個 log 值、0.4 個 log 值，其次則是 NaOH 鹼液的 0.5 個 log 值和 0.3 個 log 值。顯示濃度只有 0.007 N 氫氧化鈉鹼液殺菌效果最低，其結果與鍾⁽³⁷⁾ 報告中提出稀鹼液因仍會繁殖細菌及黴菌，所以通常不被當作殺菌劑使用相符。以上結果顯示 50 ppm 有效氯量對吳郭魚血水殺菌力配合 ORP 及 pH 可發揮顯著的作用。

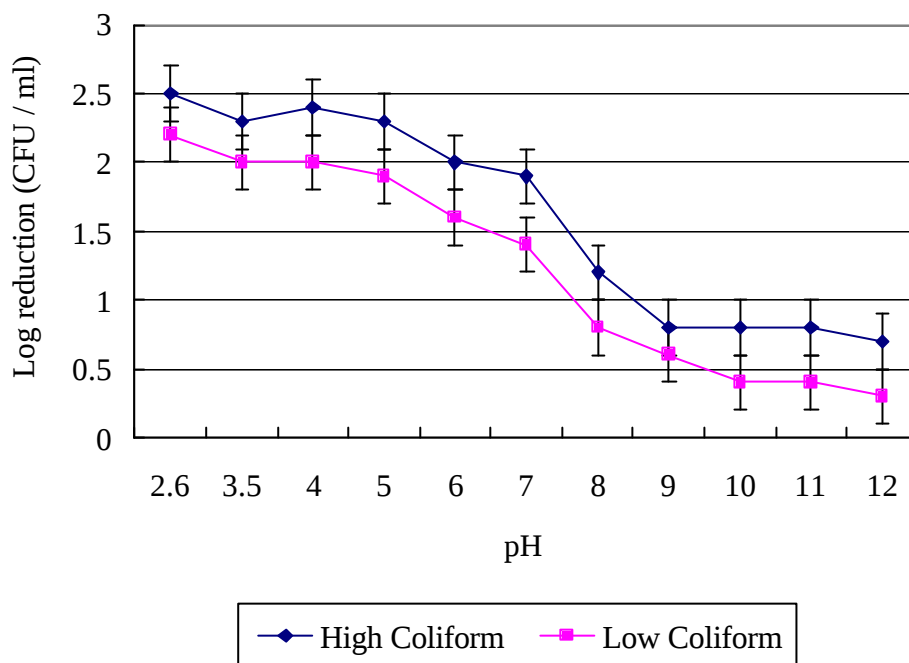
4.3 酸化次氯酸鈉溶液及酸性電解水對吳郭魚體之外觀影響

依前節模型試驗 50 ppm 酸化次氯酸鈉溶液及酸性水進一步應用於魚體之浸洗，觀察魚體外觀之影響(表四)。當魚體與酸性水及酸化次氯酸鈉溶液 (1:5, w/v) 比例，作振盪 (220 rpm) 浸洗時，目視觀察可發現兩者對魚體外觀的影響相同。經酸性水或酸化次氯酸鈉溶液 (pH 2.6) 浸洗 4 分鐘後的魚體並無明顯的影響。而浸洗 5 分鐘後，魚眼、魚體白化及表皮層黑色素脫落外觀上逐漸產生些許變化，但此等變化可在室溫下放置 5~10 分鐘後可恢復。隨著處理時間增加至 30~60 分鐘，外觀影響更是明顯。因兩者 pH 皆屬強酸性，故魚體浸洗後表皮黏膜及表皮層黑色素脫落，隨時間增長而愈明顯。此現象發生可能是因魚皮結締組織中膠原蛋白成分，容易受到強酸破壞而造成溶解⁽¹⁶⁾。另外，魚眼及魚

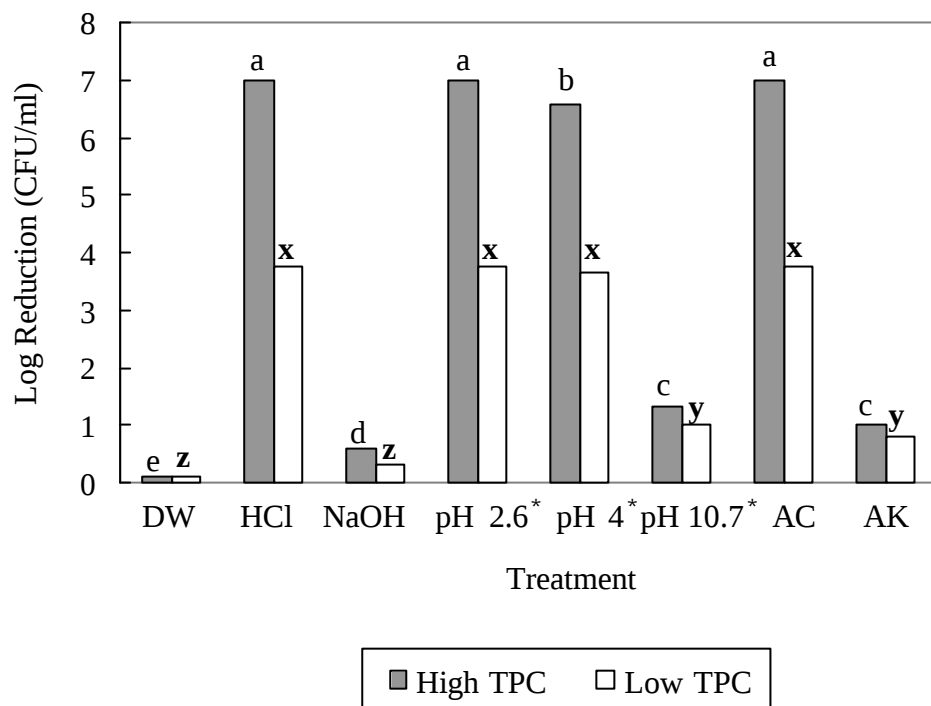


圖四、50 ppm 酸化次氯酸鈉溶液與吳郭魚血水 9:1 混合震盪 30 秒後生菌數(TPC)之減低情形

Figure 4. Reductions of TPC of extravasated liquid when mixed and shook for 30 sec with 50 ppm acidified sodium hypochlorite solution.



圖五、50 ppm 酸化次氯酸鈉溶液與吳郭魚血水 9:1
混合震盪 30 秒後大腸桿菌群(Coliform)之減低情形
Figure 5. Reductions of Coliform of extravasated liquid when mixed and
shook for 30 sec with 50 ppm acidified sodium hypochlorite
solution.



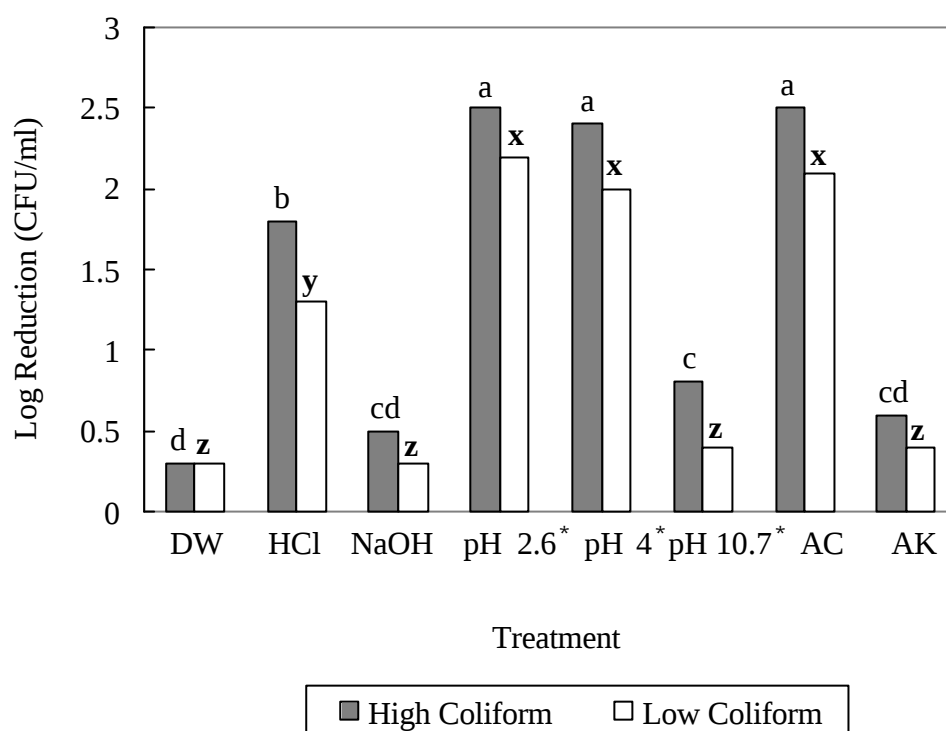
圖六、不同處理液與吳郭魚血水 9:1 混合震盪 30 秒後生菌數(TPC)之減低情形

Figure 6.Reductions of TPC of extravasated liquid when mixed and shook for 30 sec with various solutions.

^{a,b,c,d,e} Means in column followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

^{x,y,z} Means in column followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

* 50 ppm Sodium hypochlorite (NaOCl) solution.



圖七、不同處理液與吳郭魚血水 9:1 混合震盪 30 秒後大腸桿菌群(Coliform)之減低情形

Figure 7. Reductions of Coliform of extravasated liquid when mixed and shook for 30 sec with various solutions.

^{a,b,c,d} Means in column followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

^{x,y,z} Means in column followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

* 50 ppm Sodium hypochlorite (NaOCl) solution.

表四、生鮮吳郭魚經酸性電解水及酸化次氯酸鈉溶液振盪處理後外觀之變化

Table 4. Effect of acidic electrolyzed water and 50 ppm acidified NaOCl

solution washing on appearance of tilapia *

Terms	Treatment (min)				
	3	4	5	30	60
Discoloration of eyes	×	×	○		
Discoloration of body	×	×	○		
Peeling of melanin layer	×○	×	○		
Peeling of surface mucous		○			

× not significant. ○ Minor. significant.

* Both acidic electrolyzed water and 50 ppm acidic NaOCl solution had similar tread.

體白化原因可能為洗液中之有效氯成分造成漂白作用所致。

4.4 經酸化次氯酸鈉溶液與酸性水清洗處理後吳郭魚表皮微生物之影響

吳郭魚之處理流程中，清洗步驟是重要管制點之一⁽³²⁾。清水或冷卻水中殺菌劑的添加是維持鮮度常見的方法⁽²⁴⁾。酸性水成分中除了存有效氯之殺菌成分外，加上本身的強酸性及高氧化電位，皆是細菌無法生長之因素。次氯酸鈉溶液也有其優勢，除了可藉酸鹼調整原有的 pH 值外，尚可依需求提高其溶液中氯的濃度。吳郭魚浸洗時間亦需控制，以避免影響外觀品質。因此找出對吳郭魚之最佳浸洗條件及評估吳郭魚經酸性水及次氯酸鈉浸洗之前處理，對其銷售貯藏期間鮮度變化及感官接受性等之影響，方可瞭解此二洗液的應用性。

4.4.1 經酸化次氯酸鈉溶液與酸性電解水浸洗後吳郭魚表皮上之浸洗液性狀之變化

酸性水與酸化及未酸化次氯酸鈉溶液使用於生鮮吳郭魚處理後性狀（如 pH、ORP、有效氯量及固形物等）之變化如表五所示。濃度 50 ppm 酸性水組 pH、ORP 由原先的 2.61、1126.9 mV 改變為 pH 2.73、ORP 645.1 mV。濃度如同酸性水之酸化次氯酸鈉溶液及未酸化次氯酸鈉溶液 pH ORP 由原先的 2.61、1075.5 mV 及 pH 10.7 ORP 632.1 mV 改變為 pH 2.78 ORP 640.9 mV 及 pH 8.79、ORP 600.1 mV。若提高次氯酸鈉溶液濃度至 200 ppm（pH 11.4、ORP 733.8）則改變成 pH 9.53、ORP 690.1 mV 而酸化之 200 ppm 次氯酸鈉溶液（pH 2.61、ORP 1132.1 mV 及 pH 4.0、ORP 989.9 mV）則分別變成 pH 2.80、ORP 697.4 mV 及 pH 4.50、ORP 689.1 mV。顯示浸洗後的酸性組之 pH 會增加（ $p < 0.05$ ），鹼性組則下降（ $p < 0.05$ ），同時二液 ORP 皆會下降（ $p < 0.05$ ）（表五）。

浸洗液中含氯量變化，酸處理組包括酸性水、50 ppm 酸化次氯酸鈉溶液（pH 2.61）和 pH 2.6 及 4 之 200 ppm 酸化次氯酸鈉溶液組，對魚體浸洗後含總氯量分別為 10.5 ppm、11.6 ppm 和 22.7 ppm 及 21.6 ppm 而游離氯（free chlorine）則為 0.28 ppm、0.36 ppm 及 1.36 ppm 和 0.76 ppm。鹼性組包含 pH 10.7 及 11.4 之 50 及 200 ppm 未酸化次氯酸鈉溶液，則改變為 0 ppm 及 0.50 ppm。結果顯示浸洗液一旦接觸魚體後含有效

氯量及游離氯皆大幅降低。

鹼性組中的 50 ppm 及 200 ppm 未酸化次氯酸鈉溶液對魚體浸洗後之洗出物分別為 0.04 g 及 0.08 g。酸性組中的酸性水、pH 2.61 之 50 ppm 酸化次氯酸鈉溶液和 pH 2.6 及 4 之 200 ppm 酸化次氯酸鈉溶液組之洗出物則分別為 0.30 g、0.36 g、1.02 g 及 0.96 g。結果顯示這些洗出物應為受酸刺激而脫落之表皮黏膜組織，因在鹼性狀態下之洗出物量極少，且若將酸性組溶液的 pH 再調整為鹼性時，此等固形物則會全部溶解。隨著濃度提高至 200 ppm 並酸化為 pH 2.6 及 pH 4 時，酸洗出物量也隨之增加，魚體表皮則呈現粗澀的觸感。

4.4.2 浸洗後吳郭魚表皮生菌數之殺菌效果

次氯酸鈉溶液與酸性電解水兩者皆屬於強氧化性之殺菌劑，殺菌機制同為其中 HOCl 成分破壞細胞膜的組成物（雙層磷脂質及蛋白質），進而影響細胞的蛋白質合成或與核酸發生作用，導致去氧核酸的流失及其轉化能力的消失等，造成細菌失活⁽⁴⁴⁾。理論上微生物的死滅速度與藥劑濃度有很大的關係，低濃度時對微生物可能沒有效果，稍高則為抑菌作用，再提高濃度才有殺菌效能。

立即宰殺之生鮮吳郭魚，表皮上生菌數分佈在 3.3~4.9 個 log 值 (CFU/cm²) 之間 (圖八)，在此範圍菌數以低菌量稱之，高於此範圍之樣品則稱為高菌量組。酸性水、酸化及未酸化次氯酸鈉溶液 (50、200 ppm)，具降低吳郭魚體表皮上生菌數的效果 ($p < 0.05$)，其中又以酸性水與 200 ppm 酸化次氯酸鈉溶液 (pH 2.6、4) 的效果最佳，分別降低 2.4 個 log 值、2.7 個 log 值及 2.0 個 log 值之生菌數。浸洗 5 分鐘後，同一 50 ppm 含有效氯的溶液如酸性水、酸化及未酸化次氯酸鈉溶液可分別減少魚體表面每一平方公分 2.4 個 log 值、1.4 個 log 值及 0.8 個 log 值總生菌數 ($p < 0.05$)。若提高次氯酸鈉溶液未酸化濃度至 200 ppm，可減少 1.6 個 log 值，因濃度的增加而有倍比的殺菌效果。為將次氯酸根離子改變為次氯酸及氯氣，將 200 ppm 次氯酸鈉溶液酸化為 pH 2.6 及 pH 4，則可提高殺菌力達 2.7 個 log 值及 2.0 個 log 值 ($p < 0.05$)。結果顯示次氯酸鈉溶液酸化可有效降低微生物量，其結果與 Park et al.⁽⁷⁵⁾ 一致。

當吳郭魚以每平方公分表皮之高和低生菌量分組，經 200 ppm 酸化及未酸化次氯酸鈉溶液與酸性水浸洗後，分別以無菌水或酸性水對應之鹼性水加以中和，可以呈現酸化次氯酸鈉溶液與酸性水在吳郭魚表皮上真正的殺菌力 (圖九)。此一試驗與圖八結果比

較，魚體表皮菌量降低的數值較未中和者低，顯示不經中和處理之殺菌力僅為一種靜菌現象(bacteriostatic effect)。低菌量方面，200 ppm 未酸化次氯酸鈉溶液由未中和前的 1.6 個 log 值殺菌力降至 0.5 個 log 值，200 ppm 酸化次氯酸鈉溶液(pH 2.6 及 4)則分別由未中和前的 2.7 個 log 值及 2.0 個 log 值改變為 1.6 個 log 值及 0.7 個 log 值，而酸性水也從 2.4 個 log 值減少到僅有 1.1 個 log 值 (CFU/cm²) 殺菌力 (圖九)。結果顯示 200 ppm 酸化次氯酸鈉溶液較酸性水有顯著高的殺菌力，其次為 pH 4 之次氯酸鈉溶液及未酸化次氯酸鈉溶液 ($p < 0.05$)，此時則展現高有效氯濃度之次氯酸鈉溶液在強酸性方可有效殺死微生物。

表皮的生菌數分佈在 5.5 個 log 值 (CFU/cm²) 以上 (超市調理包裝吳郭魚)，將此範圍的菌數當作高菌量組區分。200 ppm 酸化組 (pH 2.6) 的殺菌效果稍高於酸性水 ($p < 0.05$)，其次則顯著高於 pH 4 的酸化組和未酸化組 ($p < 0.05$)，分別可減低魚體表皮 2.3 個 log 值、2.1 個 log 值、1.7 個 log 值和 1.3 個 log 值 (CFU/cm²)。整體上，發現 200 ppm 酸化次氯酸鈉溶液與酸性水對高菌量魚體之表皮殺菌效能較低菌量組高。依 Venkitanarayanan et al. ⁽⁸⁸⁾ 研究分別在 4 及 23 下以酸性水處理 10 分鐘後對 *E. coli* O₁₅₇:H₇、*Salmonella enteritidis* 及 *Listeria monocytogenes* 等可達

到無殘存菌量的殺菌效果。故可推測存在高菌量組中的菌體多為活細胞，所以較容易致死。因此對於減低吳郭魚表皮生菌數的有效因子包括有 pH、ORP、有效氯量及三者合併的作用，結果與 Kim et al. 所得的結果相符⁽⁶⁶⁾。

4.4.3 經酸化及未酸化次氯酸鈉溶液與酸性電解水之短時高頻浸洗後對吳郭魚表皮生菌數之影響

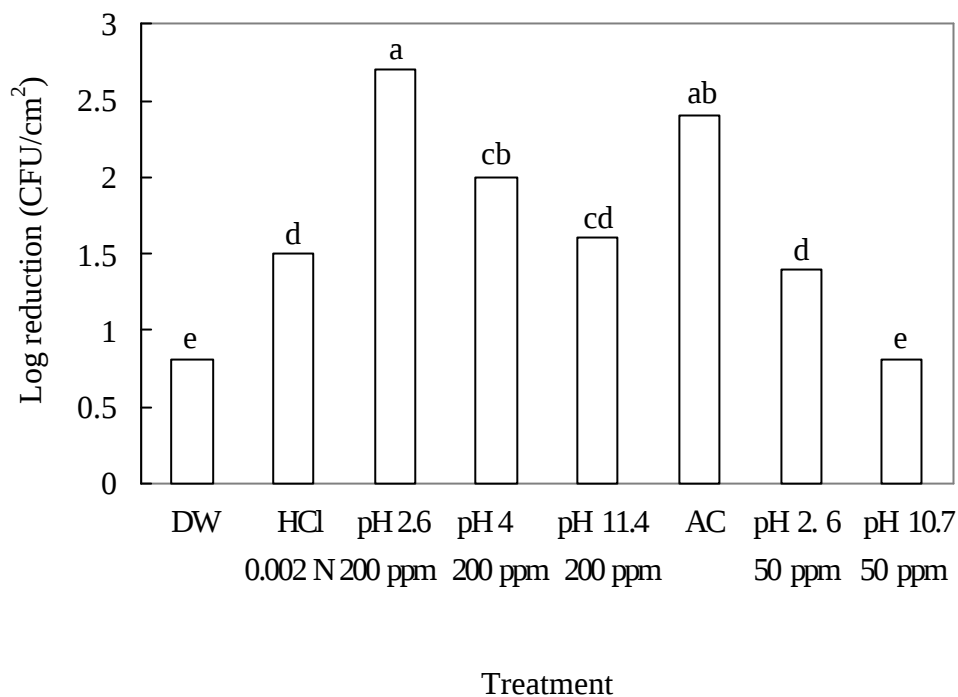
酸化及未酸化次氯酸鈉溶液（50 ppm）與酸性水對表皮總生菌數的殺菌力有一定程度的效果。溶液因接觸體表上的蛋白質、脂質等有機物質，使其 ORP 值急速改變及氯含量下降等原因，進而影響殺菌效果。試驗中短時高頻方式（每一分鐘換水一次，共計 4 次）加強浸洗評估殺菌力的改善狀況（圖十）。發現對低菌量組的殺菌效果，未酸化組由一次浸洗 5 分鐘的 0.5 個 log 值（CFU/cm²）提高為 4 分鐘降低 0.8 個 log 值的生菌數。酸化組 pH 2.6 及 4（200 ppm）二組則由 1.3 個 log 值及 0.7 個 log 值提高成 2.0 個 log 值及 1.2 個 log 值，酸性水則從 1.1 個 log 值增加至 1.4 個 log 值。在高菌量方面，多次浸洗也加強對魚體表皮生菌數的殺菌力，各組的殺菌力約提高 0.2 ~ 0.4 個 log 值（CFU/cm²），其值在濃度 200 ppm 未酸化組、pH 2.6、pH 4 之酸化組及 50 ppm 酸性水分別為 1.5 個 log 值、2.6 個 log 值、1.9 個 log 值及 2.3 個 log 值（CFU/cm²）。其中 200 ppm 之酸化次氯酸

表五、生鮮吳郭魚經不同處理液震盪處理 5 分鐘後浸洗液性狀之變化

Table 5. Properties of various solution from shake-washing tilapia for up 5 min

Treatment	Concentration	Properties of solution						
		pH		ORP(mV)		Chlorine (ppm)		Soluble solids (g)
		Before	After	Before	After	Total Cl ₂	Free Cl ₂	
DW ^f	-	6.33 ^a	6.32 ^b	560.2 ^a	563.8 ^a	- ^d	-	0.001 ±0.00
HCl	0.002 N	2.61 ^b	2.90 ^a	502.8 ^a	502.3 ^a	-	-	0.04 ±0.00
NaOCl	200 ppm	2.61 ^a	2.80 ^a	1132.1 ^a	697.4 ^b	22.7 ±0.04 ^c	1.36 ±0.04	1.02 ±0.00
NaOCl	200 ppm	4.00 ^a	4.50 ^a	989.9 ^a	698.1 ^b	21.6 ±1.02	0.76 ±0.03	0.96 ±0.00
NaOCl	200 ppm	11.4 ^a	9.53 ^b	733.8 ^a	690.1 ^b	15.0 ±0.01	0.50 ±0.01	0.08 ±0.01
AC ^g	50 ppm	2.61 ^b	2.73 ^a	1126.9 ^a	645.1 ^b	10.5 ±0.00	0.28 ±0.01	0.30 ±0.02
NaOCl	50 ppm	2.61 ^b	2.78 ^a	1075.5 ^a	640.9 ^b	11.6 ±0.00	0.36 ±0.00	0.36 ±0.00
NaOCl	50 ppm	10.70 ^a	8.79 ^b	632.1 ^a	600.1 ^a	10.1 ±0.01	N.D. ^e	0.04 ±0.01

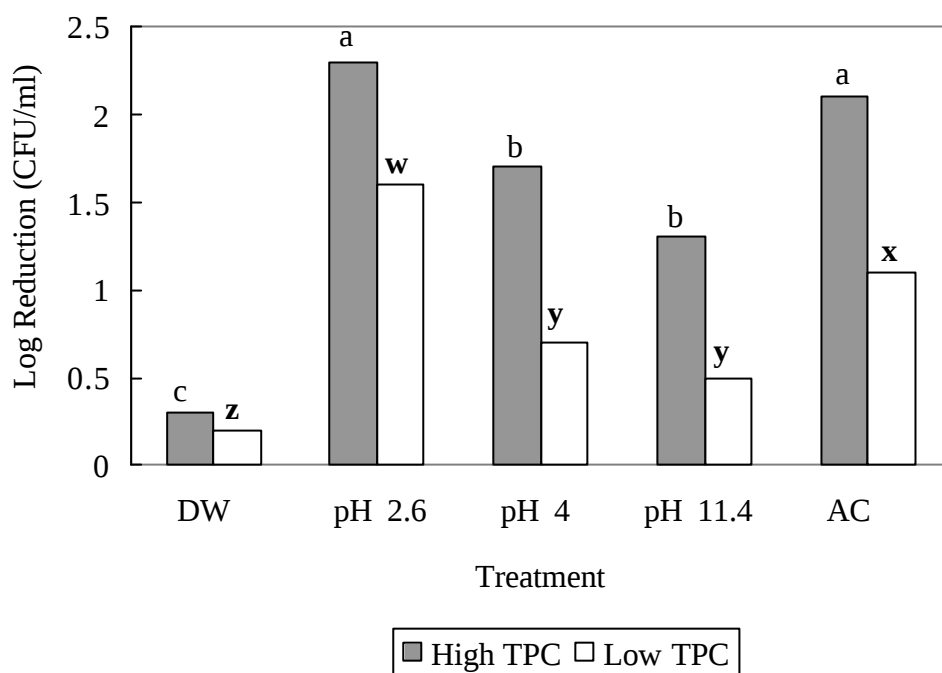
^{a-g} Means as Table 3.



圖八、經不同濃度之酸化及未酸化次氯酸鈉溶液與電解水
5 分鐘震盪清洗後對吳郭魚表皮生菌數之影響

Figure8. Effect of 5 minutes shake-washing of various concentration acidified sodium hypochlorite solution and sodium hypochlorite solution and electrolyzed water on the skin TPC of tilapia.

^{a,b,c,d,e} Means in column followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

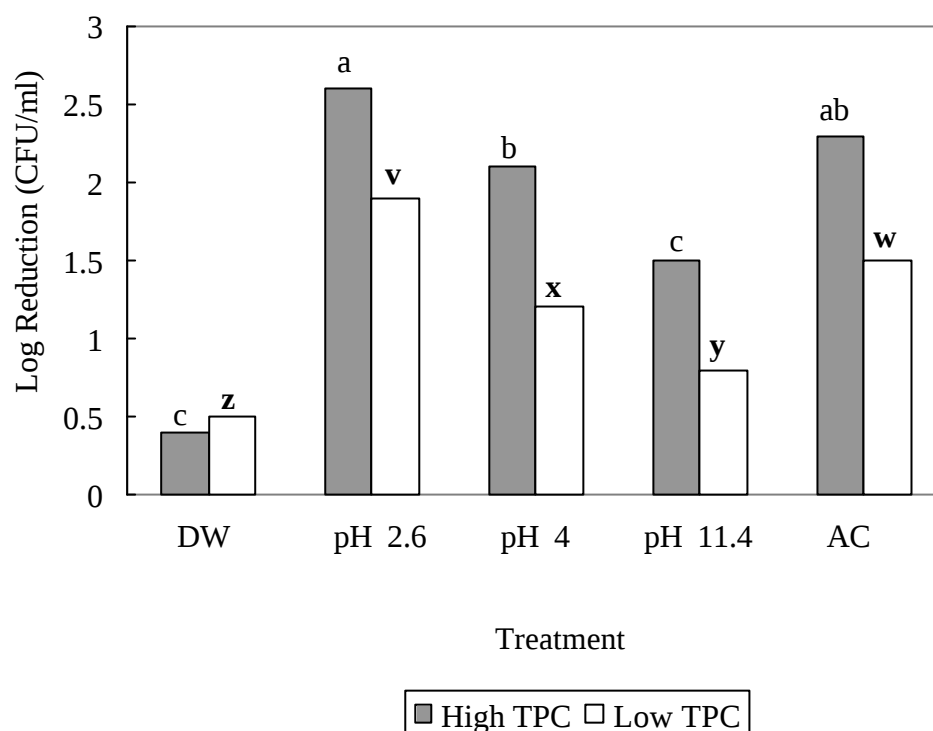


圖九、經 200 ppm 酸化及未酸化次氯酸鈉溶液與電解水
二階段震盪清洗後對吳郭魚表皮生菌數之影響

Figure 9. Effect of two steps shake-washing of 200 ppm acidified sodium hypochlorite solution and sodium hypochlorite solution and electrolyzed water on the skin TPC of tilapia.

^{a,b,c,d,e} Means in column followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

^{w,x,y,z} Means in column followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).



圖十、經 200 ppm 酸化及未酸化次氯酸鈉溶液與電解水
短時高頻震盪清洗後對吳郭魚表皮生菌數之影響

Figure 10. Effect of short time repeatedly shake-washing of 200 ppm acidified sodium hypochlorite solution and sodium hypochlorite solution and electrolyzed water on the skin TPC of tilapia.

a,b,c,d,e Means in column followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

v,w,x,y,z Means in column followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

鈉溶液 (pH 2.6) 效果最佳 ($p < 0.05$) , 酸性水及酸化至 pH 4 次之 , 未酸化次氯酸鈉溶液中有效氯含量雖比酸性水高出 4 倍但殺菌效果仍顯著的差些。故藉由多次更換清洗液可以維持溶液中 pH ORP 及有效氯含量在魚體表皮上的作用 , 進而提高殺菌力。

4.5 經酸化次氯酸鈉溶液與酸性電解水清洗處理後儲藏期間吳郭魚品質之變化

以濃度 200 ppm 未酸化 (pH 11.4) 和酸化次氯酸鈉 (pH 2.6) 溶液、50 ppm 酸性水及鹽酸液等浸洗條件處理吳郭魚後，低溫儲藏 (7) 6 天後其鮮度指標如 VBN、總生菌數、嗜冷菌、大腸桿菌群、pH、保水力及感官接受性等均受到浸洗處理之影響，而產生不同之效果。

4.5.1 儲藏期間吳郭魚肉 pH 之變化

一般活魚肌肉的 pH 為 7.2~7.4，但魚在死後，隨醱解反應的進行，pH 逐漸降低，在達到最低值之後，再隨著鮮度降低至鹽基性物質的生成而再度上昇⁽⁴⁵⁾。一般白肉魚類的 pH 達 6.7~6.8 以上時，則已進入初期腐敗階段⁽⁴⁵⁾。以水處理的吳郭魚在 2 天的儲藏天數內 pH 由 0 天的 6.53 下降為 6.49，但隨著儲藏期間增加到第六天，該值則上升到 6.7 左右 ($p < 0.05$) (圖十一)。鹽酸液處理組初期也呈下降趨勢，隨後的六天儲放則急速上升至 6.7 ($p > 0.05$)。未酸化次氯酸鈉組 pH 在第四天達

到最低點 6.51，隨後 pH 則顯著上升至 6.65。酸化次氯酸鈉（pH 2.6）0 至 4 天之 pH 變化不明顯約在 6.62 左右（ $p>0.05$ ），第六天才些許下降至 6.59。浸洗過酸性水之魚體，第二天 pH 急速下降至 6.59（ $p<0.05$ ），隨後到儲藏期的第六天其 pH 變化不顯著（ $p>0.05$ ）。各個處理組之 pH 因魚宰殺後醱解作用先降低，隨後上升之變化是因微生物分解作用所致，但整體上仍在良好狀態（圖十一），其結果與周和朱^{（19）}報告相符。

4.5.2 儲藏期間吳郭魚肉揮發性鹽基態氮(VBN)之變化

僅用水浸洗吳郭魚後，其肉中 VBN 含量約為 6.5 mg/100 g，兩天後上升至 11 mg/100 g，隨著儲藏天數延長至第六天，該值明顯增加至 16 mg/100 g（ $p<0.05$ ）（圖十二）。而經 200 ppm 未酸化次氯酸鈉及鹽酸液處理者 VBN 量分別在儲藏天數第六天後，含量才會顯著增加至 14 mg/100 g（ $p<0.05$ ），但其效果僅略比水洗組稍好，顯示強鹼性下（pH 11.4），溶液中次氯酸根離子並未發揮效果。另外，以酸性水處理之 VBN 值由 0 天的 9 mg/100 g，在兩天後顯著增加至 11.9 mg/100 g（ $p<0.05$ ），該值雖會隨天數增加而變化顯著，但增加速度卻比其他組來得和緩，第六天的儲存也僅增加為 13

mg/100 g。而 200 ppm 酸化次氯酸鈉處理組 (pH 2.6) , 可能因高濃度的有效氯量具有延效性, VBN 值六天後改變不大 (10 mg/100 g 左右)。由此可知酸性狀態 (低 pH 值) 溶液的處理, 可提供部分延緩 VBN 上升的功用, 但若與有效氯配合更可發揮功效, 故含 50 ppm 有效氯之酸性水更有助於 VBN 值的維持, 比較提高含有效氯濃度至 200 ppm 之次氯酸鈉溶液, 顯示濃度的提高則更有效地維持此一效果 ($p < 0.05$)。整體而言, VBN 含量以各試驗組的魚肉判斷均未達到腐敗的程度 (圖十二) 王等⁽⁴⁾報告中顯示由市場中購得生鮮吳郭魚切割成魚背、魚腹及魚尾等部位, 4 儲藏, 兩天後 VBN 在 15 mg/100 g 上下, 但六天後其值則大幅提昇至 35 mg/100 g, 已呈初期腐敗狀態。但本實驗結果在六天儲藏後的 VBN 卻仍為新鮮狀態, 導致不同結果的原因為本研究之魚體在宰殺後立即以不同溶液浸洗以降低原始菌量, 加上是保持全魚狀態下進行儲藏, 故儲藏期間受微生物生長污染機會較小所致。

4.5.3 儲藏期間吳郭魚表皮總生菌數 (TPC) 之變化

一般而言, 魚體在新鮮狀態時, 皮膚每一平方公分生菌數含 $10^3 \sim 10^4$ CFU/cm²⁽⁸⁴⁾, 達到初期腐敗時菌數在

為 10^6 CFU/cm² 左右，若繁殖到 $10^7 \sim 10^8$ CFU/cm² 時，就會感覺到很強的腐敗味⁽⁴⁵⁾。

以水浸洗的吳郭魚，0 至 2 天的儲藏魚體表皮的生菌數明顯增加（圖十三），四天後顯著增加至 4.9×10^4 CFU/cm² ($p < 0.05$)，第六天則為 1.3×10^7 CFU/cm²。經未酸化次氯酸鈉組（含 200 ppm 有效氯量）與鹽酸液組（低 pH 值）浸洗的魚體儲藏至第六天時，生菌數約為 $1.2 \sim 1.7 \times 10^6$ CFU/cm²，效果僅稍好於水洗組。當低 pH 值與有效氯量共存時，如酸化次氯酸鈉及酸性水處理組，魚體儲存二天後表皮菌數顯著增加到 $2.8 \sim 3.1 \times 10^3$ CFU/cm²，放置六天後表皮生菌數也僅為至 $1.1 \sim 1.9 \times 10^4$ CFU/cm² 之間 ($p < 0.05$)，魚體表皮仍屬於低微生物狀態。大致上，魚體經低 pH 值及含 50、200 ppm 有效氯處理液浸洗後 TPC 的狀況優於單獨以強酸或有效氯處理來的好。原因為酸化次氯酸鈉及酸性水兩液中的 pH 為強酸性且高 ORP 值及有效氯成分 (HOCl) 存在所致，其中含有效氯量愈高者對低量 TPC 之維持的效果愈好 ($p < 0.05$)。

4.5.4 儲藏期間吳郭魚表皮嗜冷性細菌 (PPC) 之變化

嗜冷菌因為在低溫下仍會繁殖而影響冷藏品的儲藏壽命。故嗜冷性細菌含量亦為衛生檢查指標之一⁽⁵⁾，檢

測結果與 TPC 類似 (圖十四)。僅以水清洗的吳郭魚，在儲藏 2 天後魚體表皮之嗜冷性菌急速上升至 1×10^5 CFU/cm² ($p < 0.05$)，第六天則顯著增加至 1.5×10^7 CFU/cm² ($p < 0.05$)。魚體經 200 ppm 酸化次氯酸鈉 (pH 2.6) 及 50 ppm 酸性水浸洗後儲藏至第六天時，表皮上的嗜冷性菌分別由 0 天的 1.7×10^3 CFU/cm²，在六天後僅增加至 $1.1 \sim 1.9 \times 10^4$ CFU/cm²，鮮度仍良好，較高的有效氯濃度展現較佳的殺菌 ($p < 0.05$)。殺菌效果次佳的未酸化次氯酸鈉與鹽酸液處理對魚體表皮嗜冷菌殺菌效能相似，不過兩者效果僅能持續儲藏至第四天，因低溫儲放達六天後，嗜冷菌均上升至 $1.2 \sim 1.8 \times 10^6$ log。

4.5.5 儲藏期間吳郭魚大腸桿菌群 (Coliform) 之變化

本實驗所採集吳郭魚樣品未驗到 *E. coli* 的存在，因此僅以大腸桿菌群之試驗結果作為討論，其變化趨勢類似 TPC 及 PPC 二種的結果。以水浸洗之魚體在 2 天內儲藏之表皮大腸桿菌群變化不顯著 ($p > 0.05$)，當天數延長到 4 天後菌數劇增至 1.2×10^6 CFU/cm² ($p < 0.05$) (圖十五)。魚體經未酸化次氯酸鈉與鹽酸液浸洗後，表皮大腸桿菌群數皆在 10^2 左右，隨著儲藏天數的增加，表皮大腸桿菌群也持續的增多，而且未酸化次氯酸鈉溶液

組之微生物控制效果略遜於鹽酸液組的效果 ($p<0.05$)。而同時含強酸及有效氯者如酸化次氯酸鈉 (pH 2.6) 及酸性水對魚體表皮大腸桿菌群的殺菌力則顯現其效果，儲藏 2 天後的表皮菌數才有變化 ($p<0.05$)，六天儲藏菌數分別只達到 1.9×10^3 及 1.1×10^4 CFU/cm² (圖十五)。

4.5.6 儲藏期間吳郭魚肉保水力之變化

由於清洗液具強酸或強鹼的特性，對魚肉蛋白質可能造成變性的問題。水處理組的保水力隨著儲藏天數的增加而下降；由 0 天的 78 %，至第六天時明顯下降至 70 % ($p<0.05$) (圖十六)。鹽酸與酸化次氯酸鈉溶液 (pH 2.6) 處理兩組的魚肉保水力結果相似，保水力會隨儲藏天數的延長而呈現緩慢降低之趨勢 ($p>0.05$)。酸性水在四天的儲藏其保水力顯著減低為 68 % ($p<0.05$)。另以未酸化次氯酸鈉溶液處理後，魚肉保水力在 2 至 6 天無顯著變化。

4.5.7 酸化次氯酸鈉溶液與酸性電解水對吳郭魚儲藏後感官品評之比較

依對魚體鮮度的外觀檢查試驗樣品性狀的感官分析包括視覺的、嗅覺的、觸覺的等三大項，結果如

表六所示。各試驗組樣品經六天儲存後，魚眼凹陷程度都較活魚即殺組高（ $p<0.05$ ），可能是放置六天後鮮度降低所致。各試驗組之間以二階段震盪浸洗之酸化次氯酸鈉溶液組較為嚴重，二階段與短時高頻震盪浸洗之酸性水組次之，顯示酸性狀態下的清洗會顯著影響魚眼的凹陷程度且有效氯濃度高者影響較大。魚體表皮脫落以短時高頻處理之酸性水組影響較大，其次則分別為二階段震盪浸洗水處理組、酸化次氯酸鈉及酸性水組。顯示對外觀的影響，以短時高頻處理組較其它試驗組大，可能是多次更換酸性水處理且 pH 又為強酸性所致，對照固形物溶出量結果亦發現以酸性水 5 分鐘一次震盪浸洗有 0.3 g 之固形物被洗出，為同濃度（50 ppm）未酸化次氯酸鈉組之 0.04 g 的 7.5 倍（表五）。觸感之魚體軟硬度以水處理組觸摸起來最軟（ $p<0.05$ ）進而比較其他鮮度指標，顯示已達初期腐敗狀態而造成魚體軟化之結果。而其它處理組之魚體軟硬度則和活魚相似。體表滑澀感則以 5 分鐘震盪浸洗之酸性水組觸感最滑，再者為短時高頻處理之酸性水組，推測原因為二組溶液皆經酸性水處理後再以鹼性水中和，因鹼性水為高 pH 值故觸摸時具滑溜感。魚的氯臭味以含有效氯組較重（ $p<0.05$ ），水處理組次之（ $p<0.05$ ）。整體喜好度仍以對照組的即殺活魚最被為接受，顯示不同試驗組浸洗魚體並儲藏 6 天後，效果仍無法與即殺活魚相比。而對各組間之

喜好度仍以水處理組稍高於其他處理組 ($p<0.05$) , 其中以 pH 11.4 未酸化次氯酸鈉組接受度較低 ($p<0.05$)。

4.6 市售吳郭魚（潮鯛）生魚片之調查

針對目前市售冷凍潮鯛生魚片產品以冷凍或冷藏販售形式作衛生調查（表七）符合衛生署規定^{（14）}總生菌數（TPC）在十萬以下共有 5 件，佔總數的 71.4 %，而不合於標準的 2 件中，發現皆在 7 冷藏形式販售下所致。各抽樣之嗜冷菌（PPC）皆在十萬以下。而 *E. coli* 呈陽性反應者發現有 1 件。大腸桿菌群（Coliform）皆大於 10 個。若樣品以 -18 冷凍狀態販售，TPC 在 3.5~4.8 log（CFU/g）之間，PPC 在 2.9~4.0 log（CFU/g）之間而 Coliform 則均低於 2.2 log（CFU/g）以下。微生物檢測結果顯示，冷凍販賣的生魚片較冷藏販賣者更能保持產品之衛生品質。品質調查結果顯示，吳郭魚肉之 pH 值在 6.3~7.1 之間，並不能反應前後微生物品質的狀況。至於保水力方面則為 40 % 上下 ($p<0.05$)（圖十六）。絕大多數的樣品的 VBN 均在 10 mg / 100 g 以下，僅有 1 組超過標準（20 mg/100g）範圍，其值為 24.1 mg / 100 g，此

組之販售方式係為以冰塊覆蓋其上，故未能保持在
-18℃ 下之冷凍形式販售進而影響產品品質。

4.6.1 經酸性電解水之短時高頻加強浸洗後對 市售潮鯛生魚片之影響

市售調查仍發現部分生魚片未達到衛生標準，用酸性水分別以靜置及震盪方式浸洗市售潮鯛生魚片 2 分鐘，比較對生魚片菌數之影響（表八）。結果顯示靜置浸洗組，可分別降低總生菌數、嗜冷性菌及大腸桿菌群約為 0.2~0.4 個 log 值(CFU/g) 而以震盪浸洗者，可減少 0.7~1.2 個 log 值生菌數。嗜冷性菌亦可減低 0.8~1.3 個 log 值，至於大腸桿菌群則有 2.0~2.7 個 log 值之顯著殺菌效果。浸洗方式以震盪浸洗效果較佳（ $p<0.05$ ）。為維持魚片之外觀色澤，以酸性水短時高頻震盪浸洗方式，結果顯示魚肉微生物的品質在生菌數方面分別由原菌量的 4.3 個 log 值、4.6 個 log 值及 3.6 個 log 值可降低至 3.5 個 log 值、3.9 個 log 值及 3.4 個 log 值，嗜冷性菌則由 3.1 個 log 值、4.2 個 log 值及 2.9 個 log 值降為 2.0 個 log 值、3.4 個 log 值及 1.6 個 log 值而大腸桿菌群甚至可由原來約 2 個 log 值減少至 0 個 log 值狀態。另外，也發現經酸性水及鹼性水分別震盪浸洗 2 分鐘後之固形物量分別為 0.003 g 及 0.0018

g，而魚片浸洗前後的重量變化上，鹼性水可增加 0.3 g 重量而酸性水卻有失重之現象，可能與鹼性水有洗淨及膨潤蛋白質效果之論點⁽⁶⁵⁾有關。

4.7 魚片工廠之吸水毛巾清洗消毒

魚片吸水毛巾因與魚片直接接觸，故需盡量減低其表面上之菌量，以防二次污染。脫脂與未經脫脂毛巾以酸性水及不同濃度之酸化次氯酸鈉溶液進行清洗消毒，結果如表九所示。

不同清洗方式及取樣方式，測定結果也不一樣。以塗抹方式取樣時，水處理組由原來菌數 2.4 個 log 值 (CFU/cm²) 僅減少 0.2 個 log 值，表面菌數降低效果並不顯著。若以不同濃度的酸性處理組包括 50 ppm 酸性水組、200 ppm 及 800 ppm 酸化次氯酸鈉組清洗，發現隨著濃度的提高，殺菌效力亦隨之增加 ($p < 0.05$)。由處理前的 2.2 個 log 值、2.4 個 log 值和 2.4 個 log 值 (CFU/cm²) 可分別減低成 1.9 個 log 值、1.5 個 log 值及 1.3 個 log 值。而以震盪方式取樣時，則可由 2.8 個 log 值、3.5 個 log 值和 3.3 個 log 值 (CFU/ml) 分別降低至 2.3 log 2.5 log 及 2.1 個 log 值的生菌數 ($p > 0.05$)。吸水毛巾的纖維干

擾塗抹取樣菌數，而以震盪取樣較能顯示毛巾上殘留的菌數。

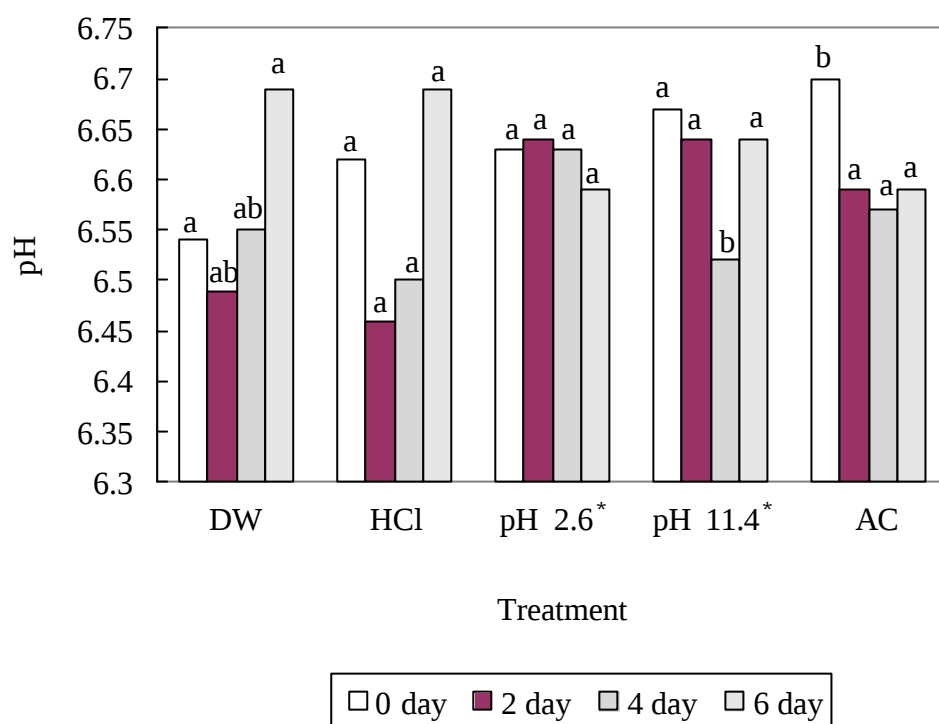
毛巾在清洗後仍具黏性，推測可能是毛巾重複接觸經臭氧浸洗後之魚片時，所沾附魚肉上之油脂及有機物所致，長期處理使得毛巾黃變，油脂氧化形成膠質狀態。毛巾上存在之有機物質會影響後續殺菌效果，藉由過氧化價(peroxide value, POV)及酸價(acid value, AV)等判定油脂氧化程度指標，檢測毛巾上油脂氧化狀況，結果發現 POV 和 AV 分別為 17.8 meq/kg fat 和 9.3 mg KOH/kg fat, 該值遠超出一般市售魚油 CNS 之標準(POV 為 10~15 meq/kg fat 及 0.5~5 KOH/kg fat)。經以不同溶劑如乙醚及正己烷對不同程度黃變之毛巾進行脫脂，再清洗消毒（表九）。發現無論塗抹或震盪方式，毛巾上殘存的菌數皆小於 1 個 log 值，顯示有機物的去除，經處理液之殺菌作用，方可達到有效的消毒毛巾。

另外，在脫脂前後色澤觀察也發現三組變黃毛巾，經兩種不同溶劑處理後之 L 值增加及 b 值下降趨勢。乙醚組之淡黃色、黃色及深黃色毛巾 L 值由原來的 88.26、85.67 及 85.37 顯著增加至 90.18、90.39 及 89.67 ($p < 0.05$)。a 值則由為處理前的 -0.76、-0.99 及 -0.85 變成 -1.97、-1.38 及 -1.05，淡黃色毛巾 b 值亦由 7.63 減少 6.08($p > 0.05$)，而黃色及深黃色毛巾則由 11.19 及 12.30

顯著減少為 7.10 及 9.99 (表十)。由表十一顯示正己烷組之淡黃色、黃色及深黃色毛巾 L 值由原來的 88.57、87.48 及 84.01 增加至 89、89.34 及 86.77 ($p<0.05$)。a 值則由為處理前的 -0.92、-0.82 及 -0.50 改變成 -1.17、-1.03 及 -0.73 , b 值亦由 10.43、11.38 及 15.03 減少為 10.10、10.02 及 12.51。只有黃色及深黃色毛巾可顯著增亮變白 ($p<0.05$)。相較下 , 經脫脂的處理組可有效地使毛巾增亮及增白 , 其中以乙醚組脫脂效果較佳。淡黃色、黃色及深黃色等不同氧化程度的毛巾經乙醚脫脂後失重分別為 25.9 g 30.1 g 及 32.1 g , 較可減掉 15.76 g、17.2 g 及 20.6 g 之正己烷的脫脂效果更好 ($p<0.05$)(圖十七)。

4.8 電解水對金屬材質腐蝕作用之探討

食品業使用器材之金屬常見的有不銹鋼及灰生鐵片材質 (表一)。這些材質受強酸、強鹼性之電解水作用可能造成的侵蝕 , 藉由電解水的 pH、ORP 及鐵溶出

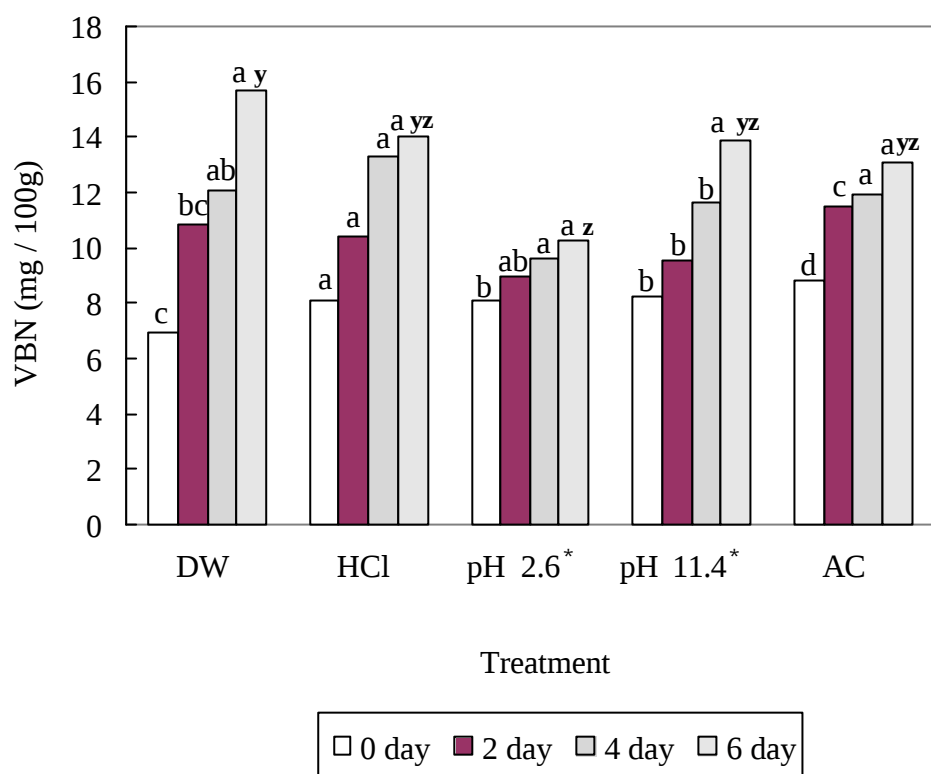


圖十一、生鮮吳郭魚經不同溶液震盪處理後儲藏期間 pH 之變化

Figure 11. Changes of pH of refrigerated tilapia treated with various solutions.

^{a,b} Means in every treatment followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

* 200 ppm Sodium hypochlorite (NaOCl) solution.



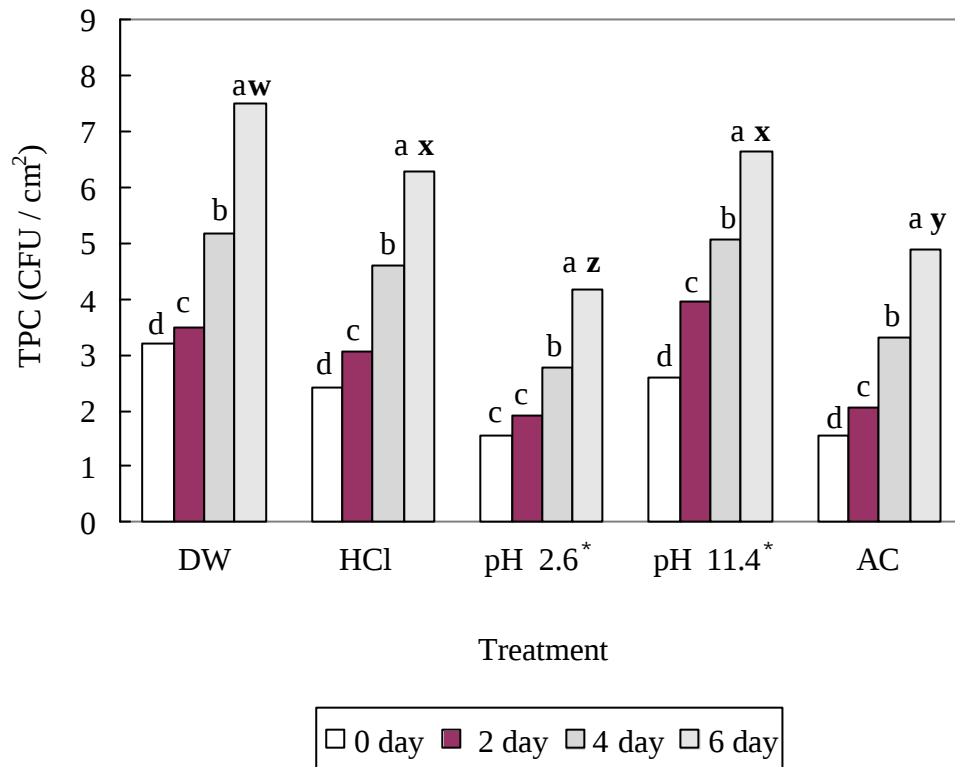
圖十二、生鮮吳郭魚經不同溶液震盪處理後儲藏期間揮發性鹽基態氮(VBN)之變化

Figure 12. Changes of VBN of refrigerated tilapia treated with various solutions.

^{a,b,c,d} Means in every treatment followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

^{x,y,z} Means in six day of storage among each treatment followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

* 200 ppm Sodium hypochlorite (NaOCl) solution.



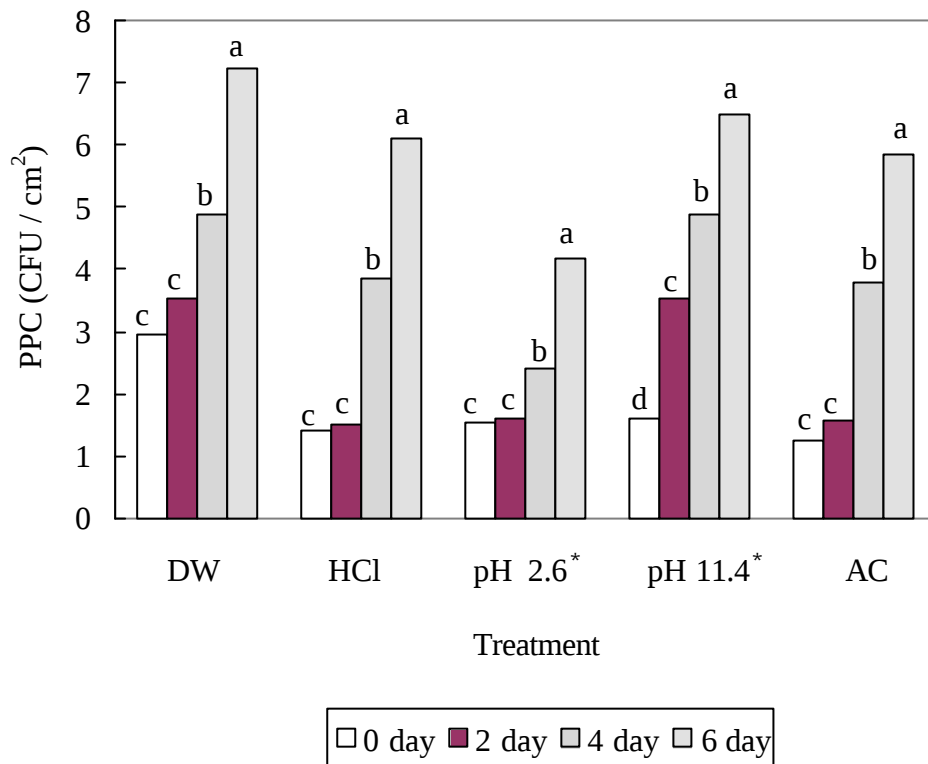
圖十三、生鮮吳郭魚經不同溶液震盪處理後儲藏期間 TPC 之變化

Figure 13. Changes of TPC of refrigerated tilapia treated with various solutions.

^{a,b,c,d} Means in every treatment followed by different letters are significantly different (p<0.05).

^{w,x,y,z} Means in six day of storage among each treatment followed by different letters are significantly different (p<0.05).

* 200 ppm Sodium hypochlorite (NaOCl) solution.

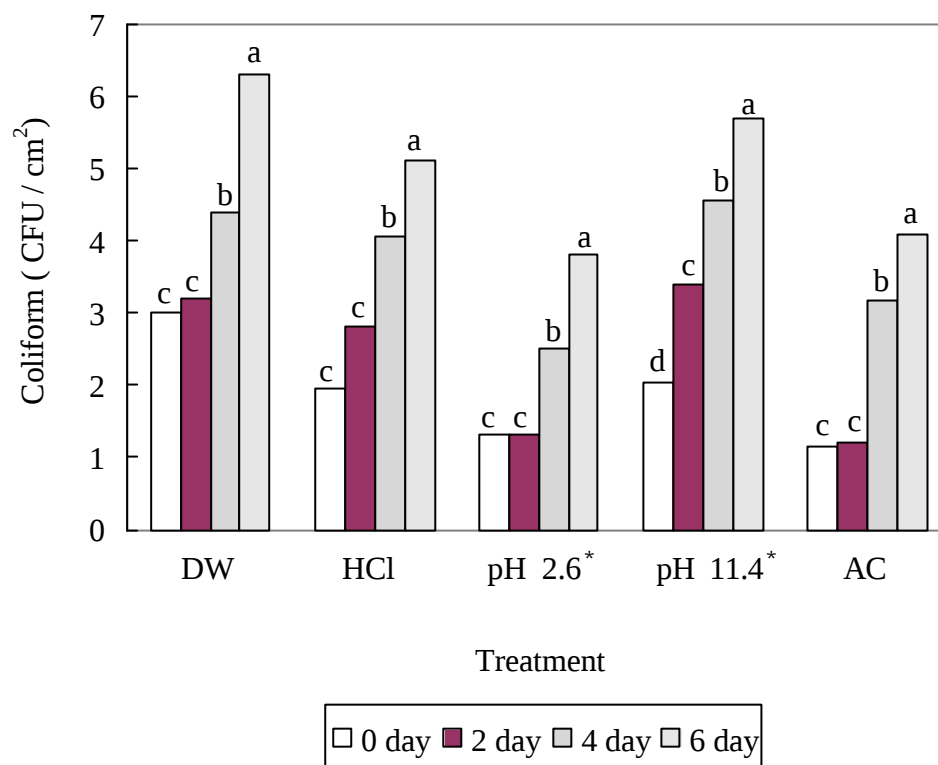


圖十四、生鮮吳郭魚經不同溶液震盪處理後儲藏期間嗜冷菌之變化

Figure 14. Changes of PPC of refrigerated tilapia treated with various solution.

^{a,b,c,d} Means in every treatment followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

* 200 ppm Sodium hypochlorite (NaOCl) solution.

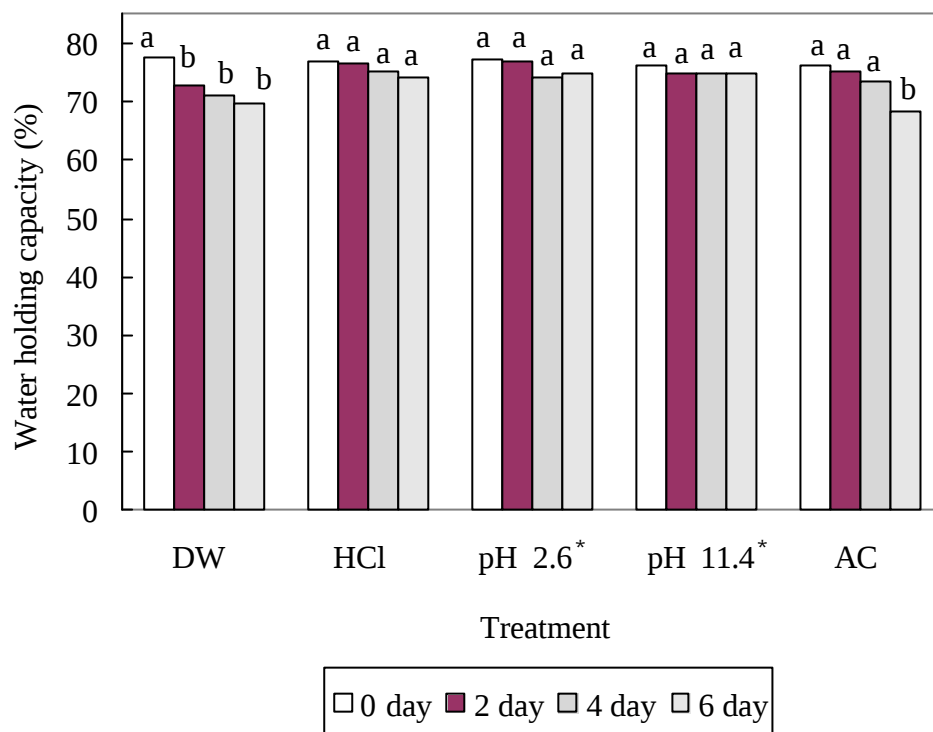


圖十五、生鮮吳郭魚經不同溶液震盪處理後儲藏期間大腸桿菌群之變化

Figure 15. Changes of Coliform of refrigerated tilapia treated with various solutions.

^{a,b,c,d} Means in every treatment followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

* 200 ppm Sodium hypochlorite (NaOCl) solution.



圖十六、生鮮吳郭魚經不同溶液震盪處理後儲藏期間保水力之變化

Figure 16. Changes of water holding capacity of refrigerated tilapia treated with various solutions.

^{a,b} Means in every treatment followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

* 200 ppm Sodium hypochlorite (NaOCl) solution.

表六、不同溶液處理的吳郭魚冷藏試驗之品評分析

Table 6. Sensory quality of refrigerated tilapia treated with various solutions

Group / Factor	Fresh	DW [*]	pH 2.6 [*]	pH 11.4 [*]	AC [*]	AC ^{**}	MSE
Appearance							
Fall of eyes	1.69 ^c	3.44 ^b	4.36 ^a	3.53 ^b	3.83 ^{ab}	4.14 ^{ab}	2.22
Peeling of melanin layer	3.39 ^{ab}	3.69 ^{ab}	3.67 ^{ab}	2.83 ^b	3.58 ^{ab}	3.97 ^a	2.87
Texture							
Hardness	3.86 ^{ab}	3.03 ^b	3.50 ^{ab}	3.97 ^a	3.50 ^{ab}	3.14 ^{ab}	2.88
Smoothness	1.61 ^d	3.64 ^{bc}	3.83 ^{bc}	3.19 ^c	4.67 ^a	4.03 ^{ab}	2.07
Odor							
Chlorine off-odor	1.72 ^c	3.36 ^b	4.33 ^a	3.83 ^{ab}	3.75 ^{ab}	3.92 ^{ab}	2.28
Overall							
Acceptance	4.64 ^a	3.85 ^a	3.44 ^b	3.03 ^b	3.19 ^b	3.08 ^b	2.70

^{a,b,c} Means in column followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$). df = 120, Mse = Mean Square of Error.

^{*} two steps shake-washing

^{**} short time repeatedly shake-washing

表七、市售真空凍結包裝吳郭魚（潮鯛）生魚片品質之調查

Table 7. Survey of vacuum-packed tilapia fillet sold in market

Temperature ()	number	Microbiological evaluation				Chemical evaluation		
		log TPC (CFU/g)	log PPC (CFU/g)	log Coliform (CFU/g)	log <i>E.coli</i> (CFU/g)	pH	VBN (mg/100g)	water holding capacity (%)
7	1	7.2	5.3	2.5	+ ^a	6.3	24.1 ±0.20 ^c	40.1 ±0.40
	2	5.7	3.8	3.1	- ^b	6.7	9.3 ±0.30	41.4 ±0.80
	3	4.3	3.1	2.0	-	6.6	8.3 ±0.20	40.6 ±2.00
	4	4.6	4.3	3.8	-	7.1	13.2 ±0.40	42.3 ±0.40
-18	1	4.8	4.0	2.2	-	6.7	7.4 ±0.10	40.1 ±0.20
	2	3.5	2.9	2.1	-	6.7	8.9 ±0.20	41.5 ±0.10
	3	4.1	3.7	2.0	-	6.9	8.1 ±0.10	40.2 ±1.00

^a Positive by an enrichment procedure.

^b Negative by an enrichment procedure.

^c Value are the means of four replicate measurements in mean ±SD.

表八、吳郭魚生魚片受電解水浸漬及震盪處理後微生物之變化

Table 8. Effect of electrolyzed water soaking and shake-washing on the microbiological tests of tilapia fillets

Treatment	Source	log TPC (CFU/g)			log PPC (CFU/g)			log Coliform (CFU/g)		
		Before	After	Diff	Before	After	Diff	Before	After	Diff
Soak	1	4.3	4.1	0.2 ^c	3.1	2.9	0.2 ^c	2.0	1.7	0.3 ^c
	2	4.6	4.3	0.3 ^c	4.2	3.8	0.4 ^c	2.7	2.5	0.2 ^c
	3	3.6	3.4	0.2 ^c	2.9	2.6	0.2 ^c	2.1	1.9	0.2 ^c
Shake	1	4.3	3.5	0.8 ^b	3.1	2.0	1.1 ^a	2.0	0	2.0 ^b
	2	4.6	3.9	0.7 ^b	4.2	3.4	0.8 ^b	2.7	0	2.7 ^a
	3	3.6	2.4	1.2 ^a	2.9	1.6	1.3 ^a	2.1	0	2.1 ^b

^{a,b,c} Means in column followed by different letters are significantly different (p<0.05).

表九、未經脫脂及脫脂後之魚片吸水毛巾經不同溶液浸洗處理後生菌數(TPC)之減低情形

Table 9. Reductions of TPC of undefatted and defatted towel with various cleaning treatments

Treatment	Concentration	Undefatted *		Defatted **	
		Smear (CFU/cm ²)	Shake (CFU/ml)	Smear (CFU/cm ²)	Shake (CFU/ml)
DW		2.2 ^b	2.5 ^a	1.4	1.7
AC	50 ppm	1.9 ^b	2.3 ^a	<1	<1
NaOCl (pH 2.6)	200 ppm	1.5 ^b	2.5 ^a	<1	<1
NaOCl (pH 2.6)	800 ppm	1.3 ^a	2.1 ^b	<1	<1

^{a,b} Means in column followed by different letters are significantly different (p<0.05).

* Washing for 30 min.

** Washing for 5 min.

表十、魚肉吸水毛巾經乙醚脫脂前後 L,a,b 值之變化

Table 10. Change of L, a, b of towel defatted by ethyl ester

Towel color	L		a		b	
	Undefatted	Defatted	Undefatted	Defatted	Undefatted	Defatted
Light yellow	88.26 ^a	90.18 ^b	7.63 ^a	6.08 ^b	-0.76 ^a	-1.97 ^a
Yellow	85.67 ^a	90.39 ^b	11.19 ^a	7.10 ^b	-0.99 ^a	-1.38 ^a
Dark yellow	85.37 ^a	89.67 ^b	12.30 ^a	9.99 ^b	-0.85 ^a	-1.05 ^a

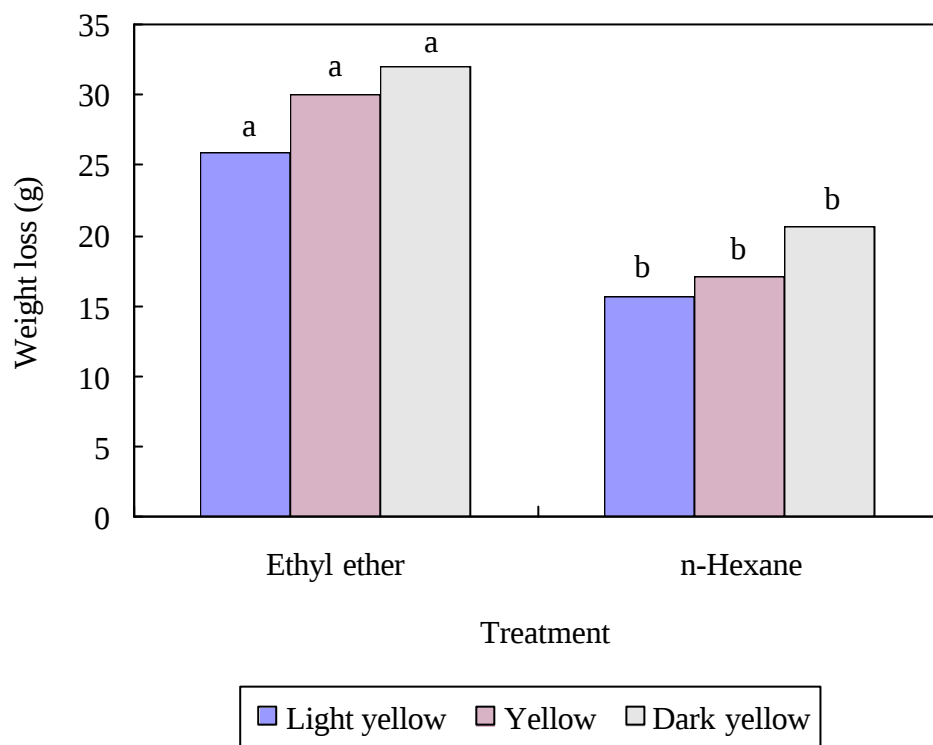
^{a,b} Means in column followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$), $df = 12$, $Mse = \text{Mean Square of Error}$.

表十一、魚肉吸水毛巾經正己烷脫脂前後 L,a,b 值之變化

Table 10. Change of L, a, b of towel defatted by n-Hexane

Towel color	L		a		b	
	Undefatted	Defatted	Undefatted	Defatted	Undefatted	Defatted
Light yellow	88.57 ^a	89.00 ^b	10.43 ^a	10.10 ^a	-0.92 ^a	-1.17 ^a
Yellow	87.48 ^a	89.34 ^b	11.38 ^a	10.02 ^b	-0.82 ^a	-1.03 ^a
Dark yellow	84.01 ^a	86.77 ^b	15.03 ^a	12.51 ^b	-0.50 ^a	-0.73 ^a

^{a,b} Means in column followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$), $df = 12$, Mse=Mean Square of Error.



圖十七、魚肉吸水毛巾脫脂之失重變化

Figure 17. Changes of weight loss of towel for fillet defatted by solvents.

^{a,b} Means in two treatment followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

量等分析，以探討溶液對金屬片的腐蝕情形。

4.8.1 不同浸漬液 pH 之變化

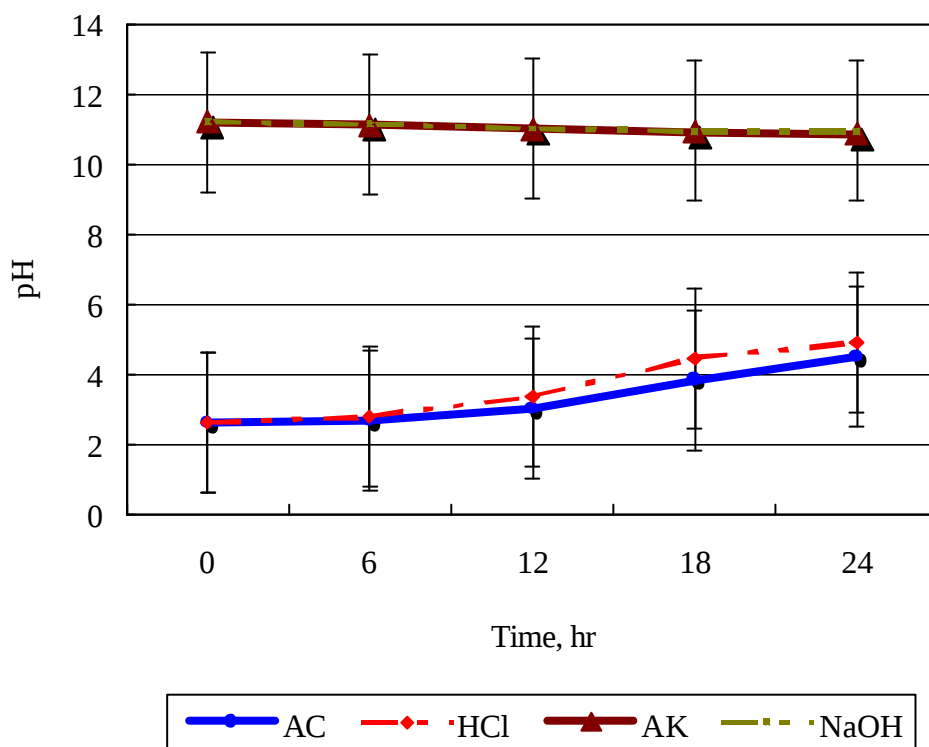
鐵片經酸鹼作用之浸漬試驗結果（如圖十八、圖十九、圖二十所示）。分別為灰鐵片與二種不銹鋼片，在鹼性狀態下 24 小時，三種測試金屬片所用之鹼液或鹼性水之 pH 幾乎沒有顯著變化。在鹽酸液試驗中，304 及 316 不銹鋼片受鹽酸液或酸性水影響如鹼性液一樣較不顯著，但灰生鐵片經酸液及酸性電解水浸漬震盪 12 小時後，由 pH 2.6 急劇上升至 pH 4.5~4.9，推測是 H^+ 與鐵產生物化作用，鐵原子失去電子而成二價鐵，甚至成為三價鐵。此一 pH 範圍之酸性水的氯雖以殺菌力較佳之次氯酸形式存在，但其他如 ORP 及離子解離的性狀亦會隨之改變。而日本電解水機製造商之技術資料⁽⁴⁹⁾中也指出當電解液中包含污物或有機物時，pH 有偏向中性之傾向進而影響到酸性水的穩定性或殺菌力。不銹鋼材質表面具有一層很薄的鈍化膜或氧化膜；其成分為氧化鉻，緻密不透氣，可防止短時間腐蝕性氣體或液體向內侵蝕⁽³⁰⁾。

4.8.2 不同浸漬液 ORP 之變化

酸性水、鹼性水及鹽酸液、氫氧化鈉鹼液對不銹鋼及灰生鐵鐵片反應後,不同浸漬液的 ORP 之變化(如圖二十一、圖二十二及圖二十三所示)。圖二十一中顯示浸漬灰生鐵片後之酸性水初期 12 小時的 ORP 值由原來的 1100 mV 急速下降至 400~500 mV, 隨後又緩慢上升至 569 mV。而鹽酸液原始 ORP 值原本就較酸性水低約 500 mV 左右, 故其 ORP 值降低不如酸性水顯著。鐵本身被認為一種良好的還原劑^(66,67), 若將鐵加入酸性電解水中, 容易造成酸性水中的溶存氯與鐵離子 (Fe^{+2}) 形成化合物, 而改變其有效電荷, 進而形成 $\text{FeCl}^{+}(\text{aq})$ 或 $\text{FeCl}^{+2}(\text{aq})$, 造成 ORP 大幅下降⁽⁶⁶⁾。若溶液中含有氯化物或鹵素離子 (Cl^- 、 Br^- 、 I^-), 能局部破壞金屬表面氧化膜, 每一破壞處形成一個局部電池, 藉著電流流動氯離子進入蝕孔, 形成氯鐵化合物所致⁽³⁰⁾。此等情形可解釋酸性狀態下的變化狀況(圖二十一)。

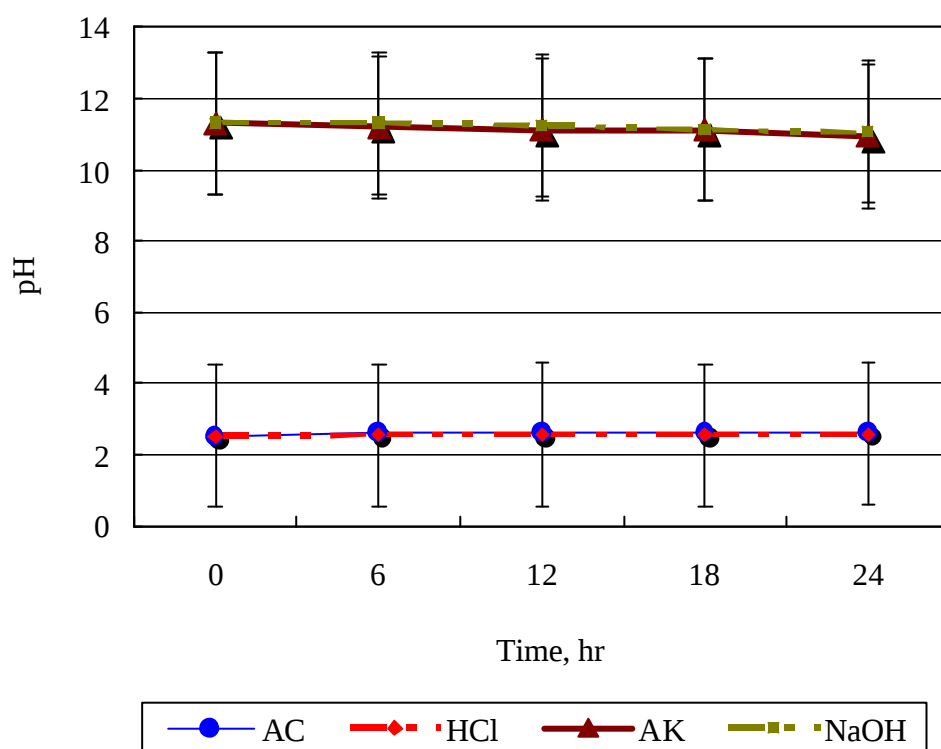
相對的, 304 及 316 不銹鋼片在酸條件下震盪處理 24 小時後, 沒有產生灰生鐵片一樣的氧化還原電位變化之現象, 且 304 及 316 兩組的 ORP 沒有明顯差異。歸因於不銹鋼具耐蝕性, 所以短時間的浸漬處理並不會對鐵片造成明顯的侵蝕作用。但在鹼性水下, 無論灰生鐵片或不銹鋼鐵片在初期即 0 ~ 6 小時間 ORP 由原來的 -798 mV 皆急速上升至 7 ± 4 mV, 而鹼液自一

開始即維持 20 ± 7 mV 至實驗結束皆無顯著改變。整體上圖二十一



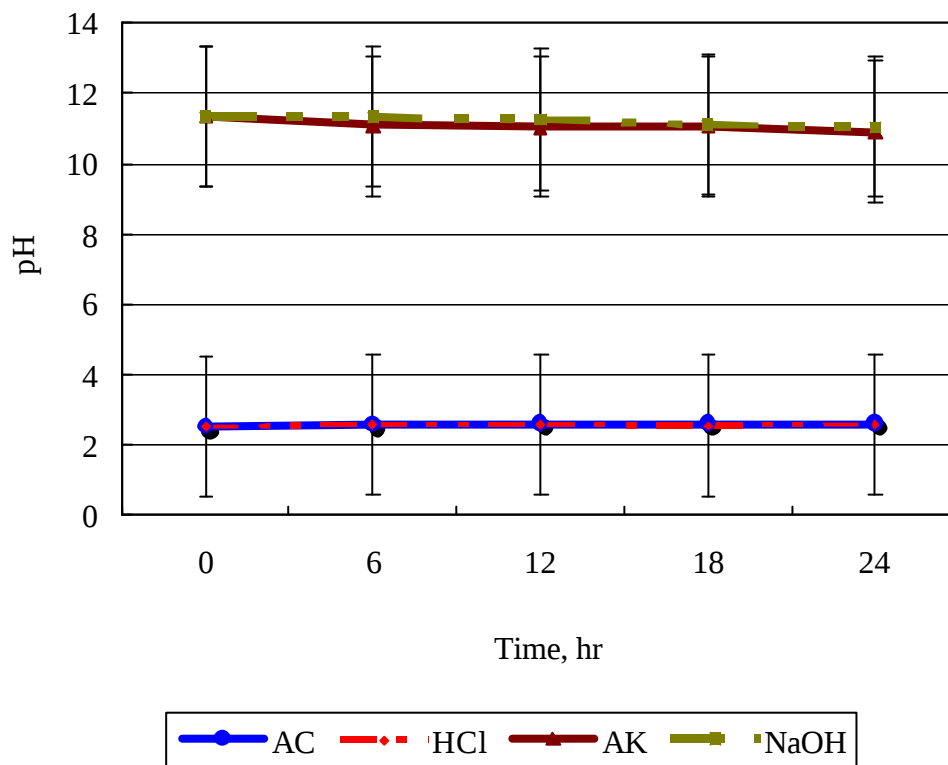
圖十八、不同溶液浸漬灰生鐵片後 pH 之變化

Figure 18. Changes of pH of various solutions soaked with iron plate.



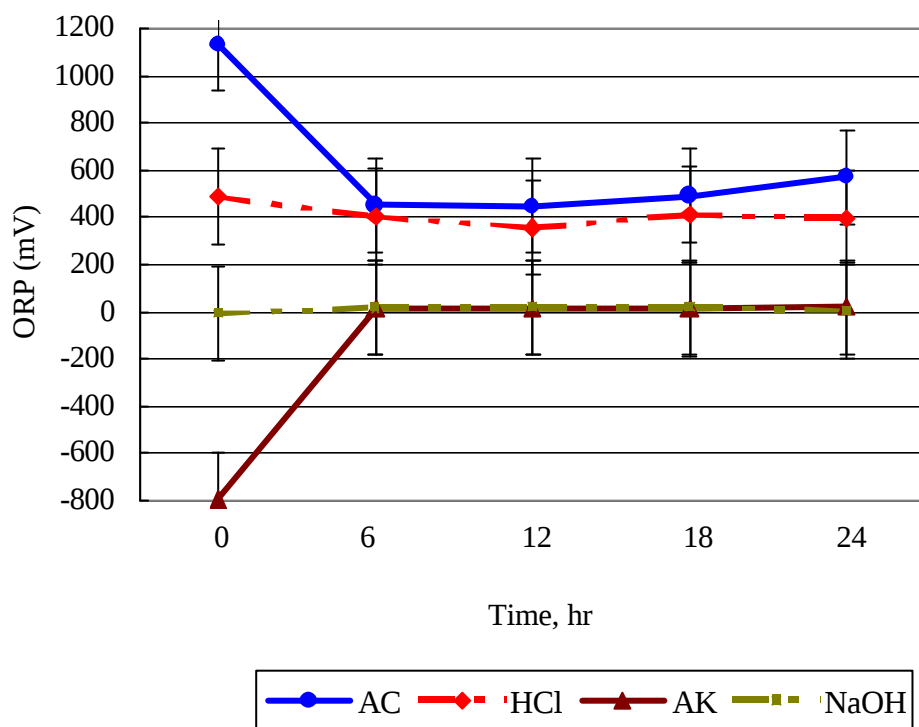
圖十九、不同溶液浸漬 304 不銹鋼鐵片後 pH 之變化

Figure 19. Changes of pH of various solutions soaked with 304 stainless steel plate.



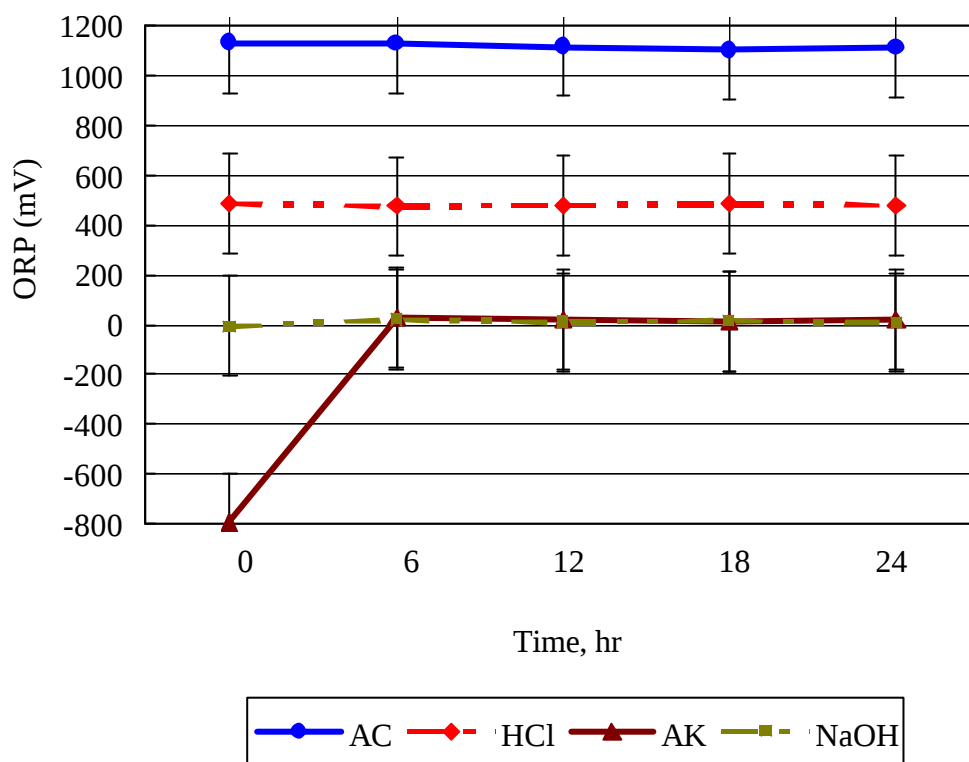
圖二十、不同溶液浸漬 316 不銹鋼鐵片後 pH 之變化

Figure 20. Changes of pH of various solutions soaked with 316 stainless steel plate.



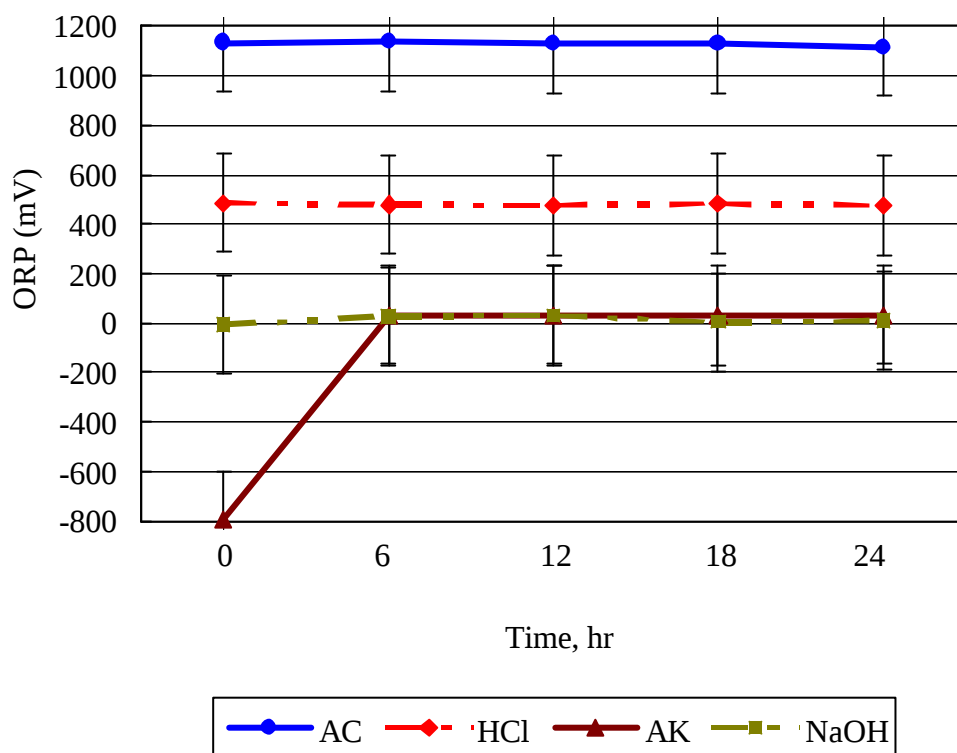
圖二十一、不同溶液浸漬灰生鐵片後氧化還原電位之變化

Figure 21. Changes of Oxidation-Reduction potential (ORP) of various solutions soaked with iron plate.



圖二十二、不同溶液浸漬 304 不銹鋼片後氧化還原電位之變化

Figure 22. Changes of Oxidation-Reduction potential (ORP) of various solutions soaked with 304 stainless steel plate.



圖二十三、不同溶液浸漬 316 不銹鋼片後氧化還原
電位之變化

Figure 23. Changes of Oxidation-Reduction potential (ORP) of
various solutions soaked with 316 stainless steel plate.

、圖二十二及圖二十三的結果相似，但可知鹼性水的
ORP 受鐵質材料的影響很大。

4.8.3 不同浸漬液鐵溶出量之變化

酸性水、鹼性水及鹽酸液、氫氧化鈉鹼液對不銹鋼

及灰生鐵鐵片反應後，不同浸漬液的鐵溶出量之變化（如圖二十四、圖二十五、圖二十六）。結果顯示灰生鐵片，不論在酸或鹼性條件下，金屬片的鐵皆有溶出的現象。其中酸性狀態對金屬的影響較鹼性狀態下嚴重（圖二十四）。以 24 小時為例，灰生鐵片在酸液中的溶出量約為鹼性條件下的 8 倍。鹽酸液浸漬液初期之鐵溶出速度較快。至 6 小時，酸性水之鐵溶出量達 $4903 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ；鹽酸液之溶出約為 $4551 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 。24 小時鹽酸液組的鐵溶出量較酸性水組多出約 9 %。在前 6 小時，鹼性水之鐵的溶出量為 $97 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ；鹼液為 $84 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 。經 24 小時震盪處理後，鹼性水較鹼液多出一倍，鐵溶出數值分別為 $2499 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 與 $1238 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 。結果由此可明顯發現在 H^+ 及氯化物或 ORP 的影響下，對於灰生鐵片之腐蝕作用具有合併的效果。

所以相較下在 304 及 316 不銹鋼片，酸性水皆對兩者有鐵溶出影響，但酸液對 316 不銹鋼片之作用則比較沒有 304 不銹鋼片來的大。以 24 小時浸漬為例，304 不銹鋼片溶出 $1057 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ，而 316 不銹鋼僅 $417 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ，雖然分類上 304 及 316 均為奧斯田系不銹鋼，

但 316 組成上含較多耐酸蝕性的元素如 Mn 及 Cu 等⁽³⁰⁾，所以在酸性條件下所受影響較小。而 304 及 316 不銹鋼經酸液震盪 24 小時後之鐵溶出量分別只有 21 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 及 33 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (圖二十五、圖二十六)。酸性水對不銹鋼材質侵蝕作用較酸液顯著，可知除了酸性會造成腐蝕外，酸性水高 ORP 及本身含有溶存氯等因素，而影響其耐蝕性。

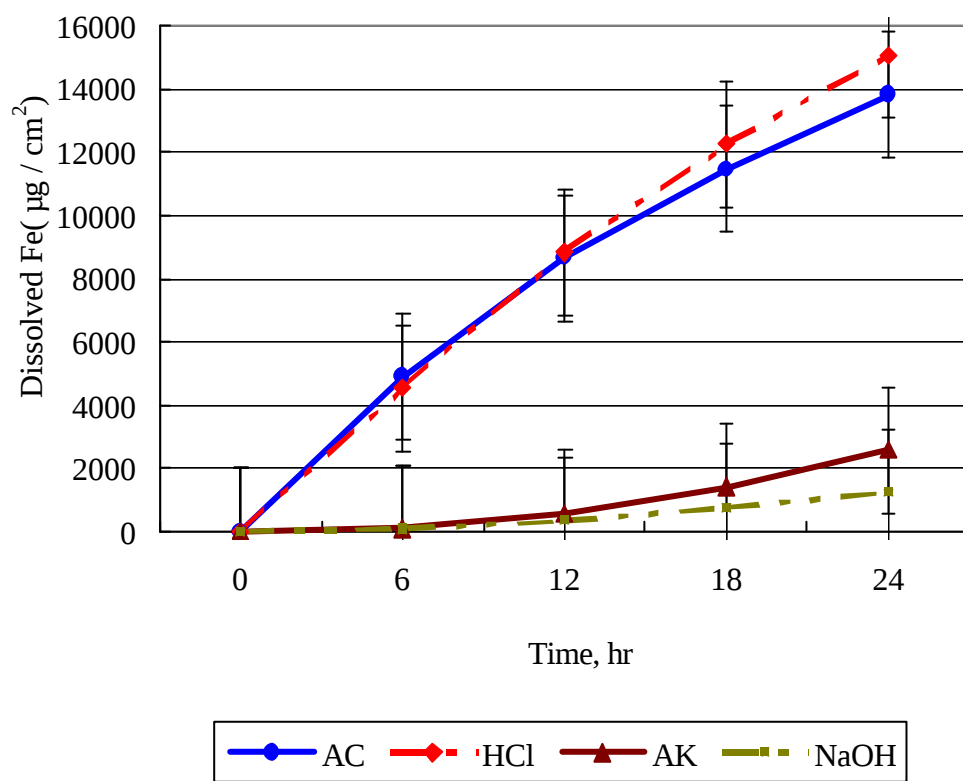
整體上酸性水對三種金屬片的鐵溶出量影響以灰生鐵最嚴重，其次為 304 及 316 不銹鋼片，此試驗之數據與松尾⁽⁴⁴⁾描述的結果接近。金屬片經酸性水浸泡處理後，無論再以鹼性水進行擦拭、中和及水洗，且自然乾燥 3 分鐘後，均不影響不銹鋼 (304 及 316) 之耐蝕性。反觀在鹼性狀態下，304 及 316 等不銹鋼片均不受到影響，鐵溶出量皆為零。此結果顯示當以酸性水進行儲存時，在使用完畢後器材以鹼性水中和之必要性。因此應用電解水於製造業時管路、器具或設備以採用 316 材質較佳，而 304 材質次之，以避免腐蝕問題之發生。

4.8.4 不同浸漬液鐵片外觀之變化

酸性水、鹼性水及鹽酸液、氫氧化鈉鹼液對不銹鋼

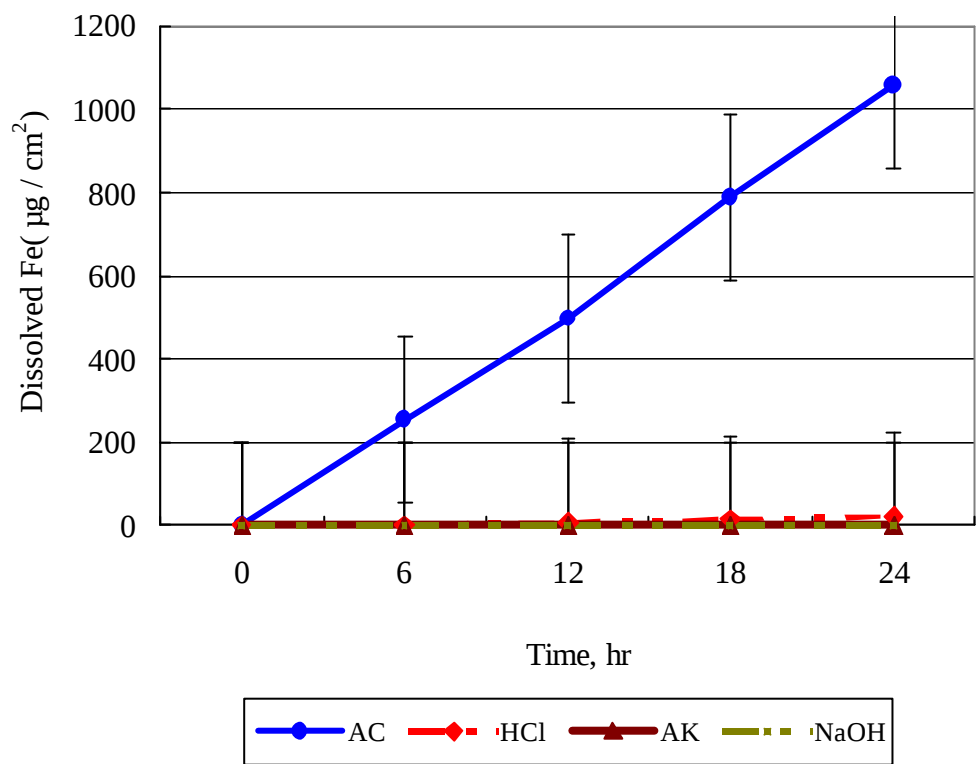
及灰生鐵鐵片反應後，不同浸漬液的外觀之變化（如圖二十七所示）。不銹鋼鐵片（304 及 316）在鹼性或酸性條件之溶液下震盪處理達 24 小時後，外觀上皆無明顯之變化。灰生鐵片在酸性狀態下，經酸性水震盪處理 12 小時後，鐵片表面已呈現完全銹化現象（圖二十七）。而鹽酸液處理之生鐵片外觀變化與酸性水處理者類似，但生銹之情況較酸性水和緩，在 24 小時處理後，酸液處理之灰生鐵片會有黑變之現象產生（圖未顯示）。

在鹼性狀態下，鹼性水對生鐵片之侵蝕較酸性水或酸液小，0 至 24 小時之處理，外觀上由銀灰色變成銀光色，表面只有局部產生銹化現象。而經鹼液處理後之生鐵片在 12 小時前外觀仍維持銀灰色直到處理 24 小時後才有銹化現象產生（圖二十七）。大體上，可明顯看出經酸性條件下處理之灰生鐵片受侵蝕狀況較鹼性狀態下嚴重。



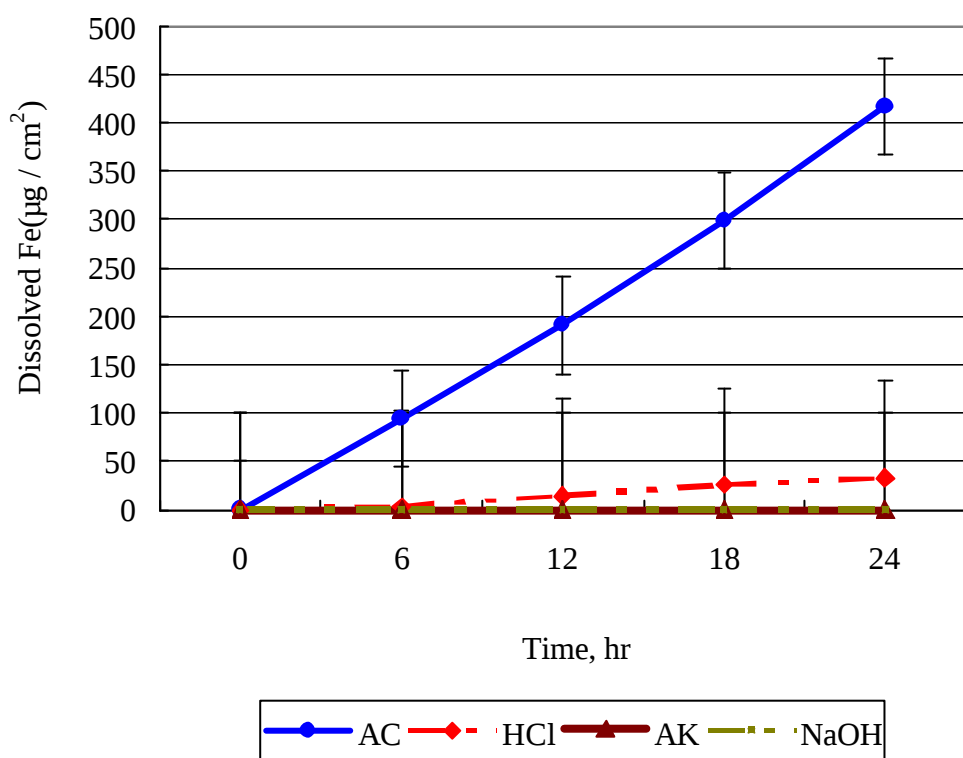
圖二十四、不同溶液浸漬灰生鐵片後鐵溶出量之變化

Figure 24. Changes of dissolved Fe of various solutions soaked with iron plate.



圖二十五、不同溶液浸漬 304 不銹鋼片後鐵溶出量之變化

Figure 25. Changes of dissolved Fe of various solutions soaked with 304 stainless steel plate.



圖二十六、不同溶液浸漬 316 不銹鋼片後鐵溶出量之變化

Figure 26. Changes of dissolved Fe of various solutions soaked with 316 stainless steel plate.

圖二十七、不同溶液浸漬灰生鐵片 12 小時後
外觀之變化

Figure 27. Appearance of various iron plates soaking with
acidic and alkaline solutions at 12 hr.

第五章 結論

50 ppm 濃度次氯酸鈉溶液中之 NaOCl ，隨酸化處理 pH 值由 10.7 調整至 2.6~12 之間，其溶液中的 OCl^- 可與 H^+ 結合成 HOCl 。因此當次氯酸鈉溶液與有機物質（如吳郭魚血水）作用後，其 pH 受酸鹼離子稀釋影響變化不大，但 ORP 改變幅度則較大，而各含氯試驗組之有效氯含量受有機物質影響而大幅損失。強酸性（低 pH 值）和次氯酸成分對吳郭魚血水之殺菌力產生合併效果，當 pH 在 7 以上時，殺菌力也隨之減弱。

酸化後次氯酸鈉溶液特質（如低 pH、高 ORP、含氯量）與酸性電解水相似。以 50 ppm 次氯酸鈉溶液於震盪浸洗 5 分鐘內，不影響魚體外觀品質（如魚眼、魚體白化及表皮層黑色素脫落）。5 分鐘震盪浸洗之酸性水與 200 ppm 酸化次氯酸鈉溶液的效果最佳，分別降低魚體表面 2.4 個 log 值及 2.7 個 log 值（ CFU/cm^2 ）之生菌數。中和處理後之二階段震盪浸洗的真正殺菌力為 1.1 個 log 值及 1.6 個 log 值（ CFU/cm^2 ），顯示採用先酸後鹼浸洗方式的必要

性。5 分鐘一階段及二階段震盪浸洗結果顯示減低吳郭魚表皮生菌數的有效因子包括有 pH、ORP、有效氯含量或三者合併的作用。故藉以短時高頻方式加強浸洗可維持溶液中 pH、ORP 及有效氯含量三者對魚體表皮上的作用，進而提高殺菌力。7 冷藏 6 天之試驗中經具強酸性 pH、高 ORP 值及有效氯成分（HOCl）之酸性電解水及 200 ppm 酸化次氯酸鈉溶液浸洗後之魚體在儲藏試驗中仍保有較佳的品質但感官接受性效果仍無法同即殺活魚，其中魚眼凹陷及魚體表皮脫落程度以酸處理後影響較大。接受度仍以水處理組稍高於其他處理組。而酸性電解水 2 分鐘短時高頻加強震盪浸洗生魚片對魚肉中微生物降低也有不錯之效果。

重複接觸臭氧之工廠之魚肉吸水毛巾，因沾附魚肉上之油脂及有機物等物質，以酸性電解水及不同濃度酸化次氯酸鈉溶液清洗後仍呈黏性膠質狀態且黃變外觀無法消除。經以不同溶劑如乙醚及正己烷對不同程度黃變之毛巾進行脫脂，再利用處理液消毒，毛巾上殘存的菌數皆小於 1 個 log 值。顯示有機物的去除，加上處理液之殺菌作用，方可達到有效的消毒毛巾。在酸性狀態下，因氫離子 H^+ 、高氧化還原電位及氯化物或鹵素離子的存在下，對於金屬之腐蝕作用往往具有合併的效果。腐蝕作用以灰生鐵片最為嚴重，其次

為 304 及 316 不銹鋼片。而在鹼性狀態下，灰生鐵片受到侵蝕較大，而不銹鋼材質（304 及 316）所受的影響較小。不銹鋼鐵片（304 及 316）在鹼性或酸性條件之溶液下震盪處理達 12 小時後，外觀上皆無明顯之變化。而灰生鐵片受侵蝕狀況較嚴重，且酸性比鹼性大。建議工廠或食品加工廠、餐飲業若使用電解水做為清洗液，其配管管件、器具或設備的使用，建議應儘可能採用 304 316 等不銹鋼材質而場所中製作出之酸性水欲儲藏時，為避免酸性水的銹蝕作用，並於使用酸性水後，必須用足夠的水，充分水洗或以鹼性水進行中和來加以預防腐蝕之發生。

含有效氯之溶液有其特定的應用效果，但考量其濃度的調整，酸化次氯酸鈉溶液可提供多重的便利。但調製特定濃度之有效氯溶液需注意安全性而電解水的利用可能受限於成本及有效氯含量較低等因子影響，但電解水機經調整後即可產製所需之酸性或鹼性電解水卻亦稱方便。

表十二、酸性電解水與次氯酸鈉溶液清洗對生鮮吳郭魚品質改善之評估

Table 12. Evaluating the effectiveness of acidic electrolyzed water and sodium hypochlorite solution washing on the quality of tilapia

Terms	Properties	Electrolyzed water			200 ppm NaOCl+ DW		
		AC	AK	AC+AK	pH 2.6	pH 4	pH 11.4
Fish	Germicidal effect	□	×	△		×	×
	Peeling of surface mucous		×			△	×
	Smoothness			△	△	△	△
	Chlorine off-odor		-	△	△	△	△
Fillet	Germicidal effect	□	×	△	-	-	-
	Weight	△	△	-	-	-	-
Towel	Germicidal effect after defatted	-	-			-	-
	Bleach	△	×	△		-	-
Stainless	Corrosion	×	×	-	-	-	-
Iron	Corrosion		△	-	-	-	-

: significant △: minor ×: not significant - : not detectable □ : bacteriostatic effect

第六章 參考文獻

- 1.小栗富士雄、小栗達男，1999，標準機械設計圖表便覽，臺隆書店出版。
- 2.王有忠。1998。食品添加物。華香園出版社。
- 3.王淑蓉、林頌生。2001。生活應用科技學刊。第三卷，第三期，136-146 頁。
- 4.王淑珍、陳淑華、范晉嘉。1994。新鮮吳郭魚及虱目魚在冷藏（4℃）及凍藏（-15℃）期間品質之變化。藥物食品檢驗分析，2（24）：311-316。
- 5.中國國家標準。食品微生物之檢驗法(生菌數及嗜冷性細菌之檢驗) CNS 總號 10890。
- 6.中國國家標準。食品油脂之檢驗法(過氧化價之檢驗) CNS 總號 3650 類號 N 6085。
- 7.中國國家標準。食品油脂之檢驗法(酸價之檢驗) CNS 總號 3647 類號 N 6082。
- 8.王憶鎧。2001。截切蔬菜連續式清洗。低溫食品第44期，22-25 頁。
- 9.台灣省政府農林廳漁業局。1999。中華民國台灣地區漁業年報。
- 10.台灣省政府農林廳漁業局。1996。台灣常見魚貝類圖說（下）。漁業局出版。
- 11.行政院農委會、台灣漁業局、國立台灣海洋大學編

- 印。1990。水產加工現況。台灣。
- 12.行政院農委會漁業署。2000。中華民國台灣地區漁業年報。台灣省農林廳漁業局，台北。
 - 13.行政院農委會。1989。水產加工研究計劃成果彙集，pp.94。農委會漁業特刊第20號。
 - 14.行政院衛生署。1995。衛署食字第8403148號公告。
 - 15.行政院環境保護署。1997。水質檢驗方法。行政院環境保護署檢驗所出版。
 - 16.江晃榮。1998。生體高分子（幾丁質、膠原蛋白）產業現況與展望。財團法人生物技術開發中心，99頁。台北。
 - 17.邱顯超。1996。革命性的食品殺菌劑-強酸性離子水。安全食品，132: 47-49。
 - 18.周照仁，1998，吳郭魚生魚片之加工技術。食品科技研究成果技術移轉講習，pp.23-31，pp.59-71，高雄海洋技術學院，高雄市。
 - 19.周照仁、朱玉灼。1999。吳郭魚漁獲後條件與其魚肉品質變化之研究。食品科技研發成果彙編，pp.1-15。
 - 20.林頌生、郭俊德。1996。秋刀魚夾層魚排品質之探討。85年度水產加工研究成果彙編。pp.212。
 - 21.周隆武、王淑珍、周淑芬、謝峻旭、陳淑華。1996。台南地區養殖魚塢、生鮮超市及傳統零售市場吳郭魚及虱目魚之微生物調查。藥物食品檢驗分析，4

(4)：319-326。

- 22.陳文騰，1999，生鮮吳郭魚在流通期間之品質變化與控制。國立中興大學食品科學研究所碩士論文。
- 23.國立海洋生物博物館籌備處。1999。水中世界的好朋友-常見魚介貝類。高雄市政府建設局漁業處出版。
- 24.陳存傑、許順堯、周屏芝。1991。氯水在家禽屠體冷卻過程中殺菌的評估。食品科學，18(1): 55-62。
- 25.陳幸臣、吳全耀。1976。白烤鰻工廠消毒劑之研究。台灣水產學會刊，5(1): 80-84。
- 26.陳建初。1991。水質分析。福明印刷股份有限公司。
- 27.陳意融。1979。次氯酸鈉。工業技術 66：44-48。
- 28.黃錦城、鄭大青、楊瑩蓉、鍾遠懷、紀璟叡。1998。電解水產生酸性水用於蔬菜清洗殺菌之評估。中國農業化學會誌，36(5)：473-482。
- 29.詹舒斐、陳仁仲、王今方。2000。電解水基礎研究。工業技術研究院 節約用水宣傳與技術服務團，p.1-14。
- 30.詹彩鑾。1995。不銹鋼與食品工業。食品工業月刊。10：35-44。
- 31.經濟部中央標準局。1962。冷凍鮮魚檢驗法。CNS 總號 1451 類號 6029。
- 32.蔡孟貞、林郡宜、黃書政、張炳揚。1991。小包裝水產品之品質控制及改善(III)。食品工業發展研

- 究所編印。新竹。
- 33.劉富光。1995。養殖魚類-吳郭魚。台灣農家要覽漁業篇，p129-138。豐年社，台北。台灣。
- 34.鄭清和。1999。食品加工經典。復文出局。
- 35.蕭鳳歧。1998。機能水的開發利用。安全食品，148: 50-59。
- 36.鍾忠勇。1993。冷凍食品之原理與加工。食品工業發展研究所出版。台灣。
- 37.鍾遠懷。1993。常見食品消毒劑殺菌效能。食品工業，25(6): 24-32。
- 38.ア-タ-研究彙編，1997，強酸性電解水の基礎知識，オ-ム社，千代田區神田錦町 3-1，東京。
- 39.土佐典照、山岐幸一。2000。強酸性電解水中の残留鹽素に對す有機物の影響。Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi，47(4): 287-295。
- 40.大谷俊彦。1992。衛生管理用洗劑殺菌劑について。食品と科學，110-113。
- 41.久保田穰。1997。筋基質のタンク質。魚肉タパンク。50-74 頁，恆星社厚生閣出版，東京，日本。
- 42.寺山武。1988。水產食品衛生上の問題點と對策。New Food Industry，30(8): 8-15。
- 43.安藤和成，1998，酸化水中における齒科診療器用金屬の電器化學的拳動，日大醫學。72(3): 8-45。
- 44.松尾昌樹。1999。電解水の基礎と利用技術，技報

堂出版。

- 45.須山三千三、鴻巣章一。1987。魚介類筋肉の主要成分。水産食品學，17-35 頁，恆星社厚生閣出版，東京，日本。
- 46.鈴木鐵也、高間浩藏。1998。各種電解水と天然物由来抗菌剤による食物中毒原因菌の制御。食品工業，10 (30) : 46-53。
- 47.藤田八束。1986。スルコ-ル薬剤による食品工場の衛生管理と問題点。食品と開発。20 (6) : 20-34。
- 48.Adams, M.R., Hartley, A.D., and Cox, L.J. 1989. Factors affecting the efficacy of washing procedures used in the production of prepared salads. Food Microbiol. 6:69-77.
- 49.Anonymous. 1997. Principle of formation electrolytic water. Hoshizak Electric Co.,Ltd., Sakae, Tokyo, Aiohi , Japan,11-1-99.
- 50.A.O.A.C. 1980. Official Methods of Analysis, 13 th ed., Association of Official Analytical Chemist's Soc.
- 51.ASTM. 1999. Standard practice for laboratory immersion corrosion testing and measurement. American standard test method G31-72.4.K.
- 52.Beuchat, L.R., Nail, B.V., and Clavero, M.R.S. 1998. Efficacy of spray application of chlorinated water in

- killing pathogenic bacteria on raw apples, tomatoes, and lettuce. J. Food Prot. 61:1305-1311.
53. Bonde, M.R., Nester, S.E., Khayat, A., Smilanick, J. L., Frederick, R. D., and Schaad, N. W. 1999. Comparison of effective of acidic electrolyzed water and NaOCl on *Tilletia indica* Tiliospore germination. Plant Dis. 83: 627-632.
 54. Chen, H.C. 1995. Seafood Microorganisms and seafood safety. Journal of Food and Drug Analysis. 3(3): 133-144.
 55. Chen, H.C., Huang, S.H., Moddy, M.W., and Jiang, S.T. 1992. Bacteriocidal and mutagenic effect of ozone on shrimp *Penaeus monodon*) meat. J. Food Sci. 57(4): 923-927.
 56. Cheng, C.S., Hamann, D.D., Webb, N.B., and Sidwell V. 1979. Chemical assessment of Mackerel (*Scomber scombrus*) stored mince. J. Food Prot. 54:789-792.
 57. Emswiler B.S., Kotula A.W., and Rough D.K. 1976. Bactericidal effectiveness of three chlorine sources used in beef carcass washing. Journal of Animal Science. 42(6): 1445-1450.
 58. Eyles, M.J. 1986. Microbiological hazards associated with fishery products. CSIOR Food Res. Q. 46 : 8-16.
 59. Femandes, C.F., Flick, Jr.G.J., Silva, J.L., and

- McCaskey, T.A. 1997. Influence of processing schemes on indicative bacteria and quality of fresh aquacultured catfish fillets. *J. Food Port .*, 60:54.
- 60.Friberg, L. 1957. Further quantitative studies on the reaction of chlorine with bacteria in water disinfection. *Acta Pathol. Microbiol. Scand.* 40: 67.
- 61.G'linas, P., Goulet, J., Testayer, G.M., and Picard, G.A. 1984. Effect of temperature and contact time on the activity of eight disinfectant-a classification. *J. Food Prot.* 47: 841-847.
- 62.Goresline, H.E., Howe, M.A., Jr., Baush, E.R., and Gunderson, m.F. 1951. In plant chlorination goes three-way job. *U.S. Egg Poul. Mag.* 57(4): 12.
- 63.Huidobro, A., Pastor, A., and Tejada, M. 2000. Quality index method developed for raw gilthead seabream (*Sparus aurata*). *J. Food Sci.* 65(7): 1202-1205.
- 64.Hultin, H.O., Decker E.A., Kellehe, S.D., and Osinchack, J.K. 1992. Control of lipid oxidation processes in minced fatty fish. In *seafood science and technology*. Bligh EG, editor Cambridge, Nass: Blackwell. p 93.
- 65.Hung, Y.C., Kim, C., Ezeike, G.O.I., and Lin, C.S. 2000, Acidic electrolyzed (EO) water and its

- antimicrobial effect . Am. Chemistry Society., 2000
Annual meeting in Chicago, IL.
66. Kim, C., Hung, Y.C., and Brackett, R.E. 2000. Role of oxidation-reduction potential in electrolyzed oxidizing and chemically modified water for the inactivation of food-related pathogens. *J. Food Prot.* 63(1): 19-24.
 67. Kim, C., Hung, Y.C., and Brackett, R.E. 2000. Efficacy of electrolyzed oxidizing (EO) and chemical modified water on different types of foodborne pathogens. *International Journal of Food Microbiology* 61: 199-207.
 68. Jauregui, C.A., Regenstein, J.M. and Bakr, R.C. 1981. A simple centrifugal method for measuring expressible moisture, a water-binding property of muscle foods. *J. Food Sci.*, 46: 1271.
 69. Katoh, N., Nozaki, H., Komatsu, L., and Arai, K. 1979. A new method for evaluation of quality of frozen surimi from Alaska Pollack relationship between myofibrillar ATPase activity and Kamaboko forming ability of frozen surimi. *Bull. Japan. Soc.Sci. Fish.* 45: 1027-1032.
 70. Len, S.V., Hung, Y.C., Erickson, M., and Kim, C. 2000. Ultraviolet spectrophotometric

- characterization and bactericidal properties of electrolyzed oxidizing water as influenced by amperage and pH. *J. Food Prot.* 63(11): 1532-1537.
71. Mortia, C., Sano, K., Morimatsu, S., Kiura, H., Goto, T., Kohno, T., Hong, W., Miyoshi, H., Iwasawa, A., Nakamura, Y., Tagawa, M., Yokosula, O., Saish, H., Maeda, T., and Katsuoka, O. 2000. Disinfection potential of electrolyzed solutions containing sodium chloride at low concentration. *Journal of Virological Methods.* 85: 163-174.
 72. Nakagawara, S., Goto, T., Nara, M., Ozawa, Y., Hotta, K., and Arata, Y. 1998. Spectroscopic characterization and the pH dependence of bactericidal activity of the aqueous chlorine solution. *The Japan Society for Analytical Chemical.* 14: 691-698.
 73. Oomori, T., Oka, T., and Arata, Y. 2000. The efficiency of disinfection of acidic electrolyzed water in the presence of organic materials. *The Japan Society for analytical chemical.* 16: 365-369.
 74. Owusu-Anshan, Y.O., and Hultin, H.O. 1986. Chemical and physical changes in red hake fillets during frozen storage. *J. Food Sci.* 51 : 1420-1426.
 75. Park, C.M., Hung, Y.C., Doyle, M.P., and Ezeike,

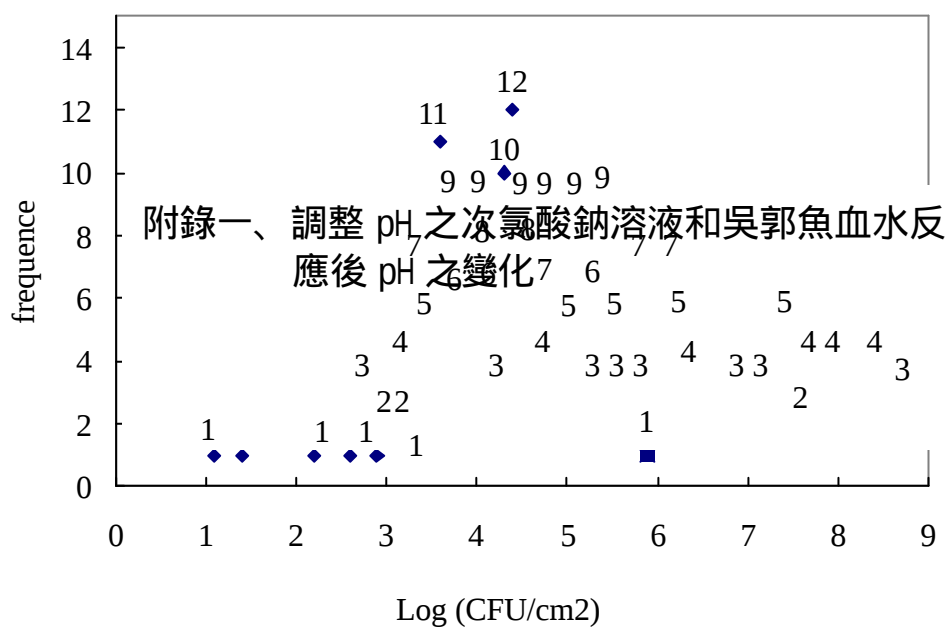
- G.O.I., and Kim, C. 2001. Pathogen reduction and quality of lettuce treated with electrolyzed oxidizing and acidified chlorinated water. *J. Food Sci.* 66(9): 1368-1372.
76. Park, C.M., Hung, Y.C., Lin, C.S., and Brackett, R.E. 2001. Efficacy of electrolyzed oxidizing water in inactivating *Salmonella Enteritidis* and *Listeria monocytogenes* on shell eggs. *J. Food Prot.* Submitted for publication.
77. Park, H., Hung, Y.C., and Brackett, R.E. 2001. Antimicrobial effect of electrolyzed water for inactivating *Campylobacter jejuni* during poultry washing. *International Journal of Food Microbiology.* 22758: 1-7.
78. Pedrosa-Menabrito, A., and Regenstein, J.M. 1990. Shelf-life extension of fresh fish –A review part preservation of fish. *J. of Food Quality.* pp.129-146.
79. Rudolph, A.S., and Levine, M. 1941. Factors affecting the the germicidal efficiency of hypochloride solution. *Bull. 150, Eng. Exp. Sta., Iowa State College, Ames, IA.*
80. Sakaguchi, M., Murata, M., and Kawai, A. 1982. Changes in free amino acid and creatine contents in yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) muscle during ice

- storage. J. Food Sci. 47: 1662-1666.
- 81.SAS. 1982. ASA user' s guide: Statistic. SAS Institute cary, NC.
- 82.Scott, D.N., Porter, R.W., Kudo, G., Miller, R., and Koury, B. 1988. Effect of freezing and frozen storage of Alaska Pollack on the chemical and gel-forming properties of surimi. J. Food Sci. 50:723-726.
- 83.Shin, J.W., and Hung, Y.H. 2000. Investigation for Contamination of Parasite and Aerobic Bacteria in Frozen Tilapis Fillets in Taiwan. J. Food & Drug Analysis 8(1) : 51-56.
- 84.Suvanich, V., Marshall, D.L., and Jahncke, M.L. 2000. Microbiological and color quality changes of channel catfish frame mince during chilled and frozen storage. Food engineering and physical properties, 65(1): 151-154.
- 85.Suvanich, V., Jahncke, M.L., and Marshall, D.L. 2000. Changes in selected chemical quality characteristics of channel catfish frame mince during chill and frozen storage. Food chemistry and toxicology. 65(1): 24-29.
- 86.Swanson, K.M.J., Busta, F.F., Peterson, E.H., and Johnson, M.G. 1992. Colony count methods. In "Compendium of methods for the microbiological

examination of foods.” P. 75-79. C. Vanderzant and D.F. Splittoesser (ed.), 3rded. American Public Health Association, Washington, D. C.

87. Tonny, E.O., Green, F.E., and Liebig, G.F. 1930. The minimal chlorine death points of bacteria. *Amer. J. Public Health* 20: 53.
88. Venkitanarayanan, K.S., Ezeike, G.O., Hung, Y.C., and Doyle, M.P. 1999. Efficacy of electrolyzed oxidizing water for inactivating *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella Enteritidis* and *Listeria monocytogenes*. *American Society for Microbiology*. 65(9): 4276-4279.
89. Yong, H., Kim., and Hensley, R. 1997. Effective control of chlorination and dechlorination at wastewater treatment plants using redox potential. *Water Environment Research*. 69 (5): 1008-1014.

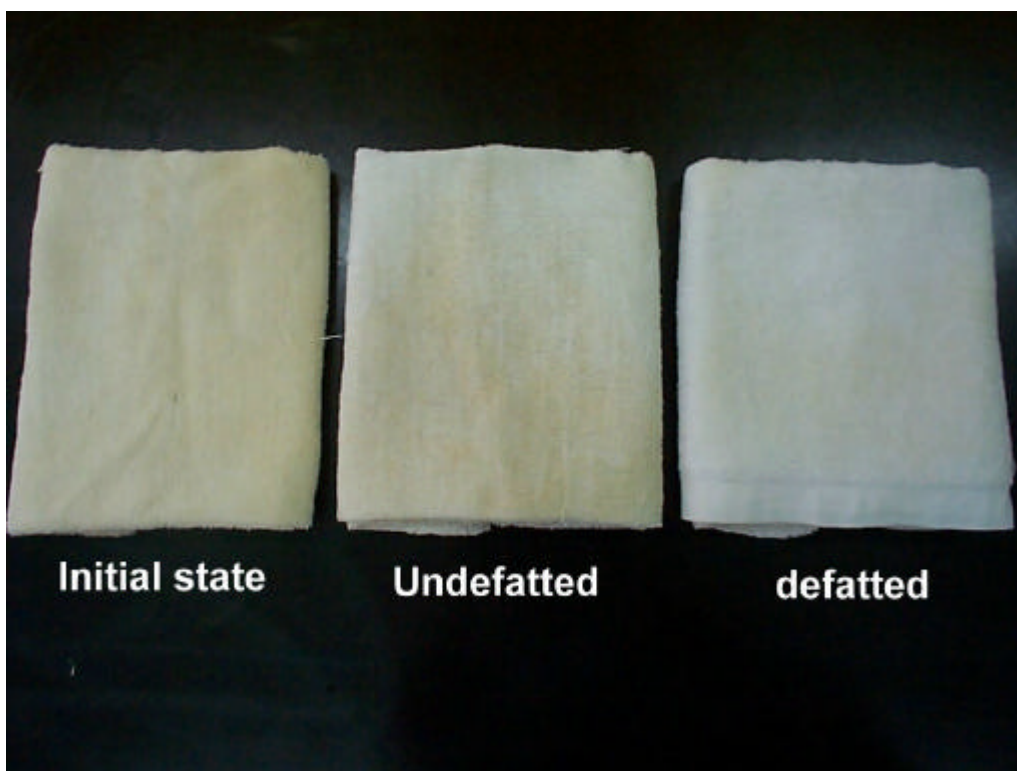
J



附錄一、吳郭魚表皮生菌數常態分布圖



附錄二、吳郭魚體表受酸刺激而脫落之黏膜組織（凝絮物）



附錄三、魚肉吸水毛巾經乙醚溶劑脫脂前後之外觀變化