

電解氧化水於水產品衛生品質與水產養殖業之應用

Application of Electrolyzed Oxidizing Water in Seafood Sanitation and Aquaculture

黃鈺茹¹、許順堯²、黃登福³

¹ 國立澎湖科技大學食品科學系助理教授

² 國立臺灣大學食品科技系教授

³ 國立臺灣海洋大學食品科學系教授兼生命科學院院長

Received 13 March 2008; revised 17 June 2008; accepted 18 June 2008

一、前言

水產品漁撈業者捕獲漁獲物或養殖捕獲後，其處理與衛生管理情形直接影響到消費者健康，加上魚介類因化學性與細菌性原因造成變質腐敗，是生鮮食品中最容易腐敗變質的食品(Gram and Dalgaard, 2002)，因而每年約減少了 25%的水產品生產毛額(Baird-Parker, 2000)。由於人類未來將面臨到人口增加與解決全球性糧食不足之問題，因此除了增加糧食產量之外，亦可以針對改善食品品質與延長保存期限來做努力。行政院衛生署統計台灣地區 1981 至 2003 年間共發生 2,803 件食品中毒案例，細菌性食品中毒為主要原因，主要中毒食品種類以即食餐盒食品與水產品為主(DOH, 2006)。而澳大利亞 1990-2000 年間之水產食品中毒案例統計報告，指出前三名中毒病因分別為，牡蠣中之病毒(80%)、細菌性因素(佔 7%)以及組織胺與熱帶性海魚毒(佔 6%)所引起的(Sumner and Ross, 2002)，美國平均每年發生 7 千

6 百萬件食品中毒，其中有 10 至 19% 由水產品所引起 (Scoging, 2003)，且水產食品中毒案例之發生隨著水產品消耗量有相對關係，喜愛食用水產品之日本，由水產品所引起之食品中毒則高達 70 % 以上 (Scoging, 2003)。

Hwang 等人 (2004) 分別採集北台灣地區夏、冬兩季所販賣的生鮮水產品共 533 項，並評估其鮮度與衛生品質，了解北台灣水產品之衛生品質現況，研究結果得知北台灣魚貝類在夏季之衛生品質下降情形嚴重，以不符合微生物標準糞便型桿菌群 (fecal coliform)、總生菌數 (total count) 和大腸桿菌 (*Escherichia coli*) 者最多，販售地點不合格率又以傳統市場高於超級市場與魚市場，顯示台北、基隆和蘇澳之魚貝類受二次污染之問題仍是存在，其中尤以文蛤、牡蠣等沿岸貝類有菌數過高情形。另外，水產養殖業者多半利用紫外線照射法與化學藥劑消毒海水以維持養殖水品質並避免魚類疾病發生，然而目前全球養殖業新趨勢逐漸朝向降低使用化學藥劑消毒法，例如日本已於 2003 年 6 月明令禁止養殖漁業使用化學藥劑 (Katayose *et al.*, 2007)。所以目前正積極開發可以滿足消費者之消費要求，提供不受污染與不含毒性物質的水產品與不破壞生態環境的非化學性的消毒處理法。

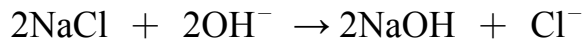
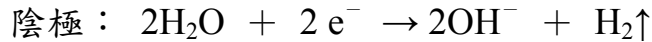
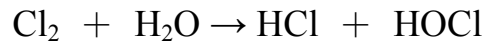
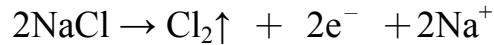
近年來，電解氧化水 (electrolyzed oxidizing water, EO water) 已廣泛開發為食品工業、農業、畜牧業、園藝與醫學領域等可選擇的另一新穎殺菌劑，為要降低水產品受到細菌性污染之情形，本文將針對電解氧化水之特性與其應用於水產品消毒方面之可行

性與安全性做一探討，包含電解氧化水殺菌原理與抑制水產食品病原菌之效果，以及應用於水產品與器材表面的清洗與消毒、養殖水之消毒與二枚貝類淨化效果，並瞭解海水型電解氧化水機器之開發現況。

二、電解氧化水之特性

電解氧化水技術之應用已普及於一般家庭，其生成原理為利用氯化鈉電解質水溶液中，加入陰、陽金屬電極，並以離子交換膜區隔水體，再通以直流電後，氯化鈉會解離成帶正電的鈉離子和氯離子，以及帶負電的氯離子和氫氧根離子，其正、負離子分別往陰、陽兩極移動，正極部分帶負電的氯離子與氫氧根離子會釋出電子結合成次氯酸 (HOCl)，氯離子也會放出電子相互結合成氯氣或與水結合成 HOCl 與稀鹽酸；陰極部分因電場作用，鈉離子向陰極板移動，從中獲得電子而析出活潑的金屬鈉並立即與水結合，生成氫氧化鈉與氫氣 (圖 1) (Kim *et al.*, 2000a)。電極間再以離子交換膜為隔膜，區隔陰、陽兩極製成水，陽極為 pH 2~6、氧化還原電位 (oxidation reduction potential, ORP)+1,000 mV 以上、溶氧量 (dissolved oxygen, DO) 高和含有效氯的電解氧化水 (electrolyzed oxidizing water, EO water)；陰極則生成 pH 為 9~11、負 ORP 值、高溶氫量 (dissolved hydrogen, DH)，且不含氯之電解還原水 (electrolyzed reduced water, ER water; alkali-ion water)，其具澎潤蛋白質效果及洗淨作用 (Hsu, 2005)。電解水生

成的化學反應方程式如下：



EO water 對細菌、耐酸性細菌、真菌、病毒、放射菌及常見的食品中毒病原菌皆呈現殺菌效果。一般微生物可生存的 pH 值為 3~10，嗜氧性細菌可生存的 ORP 值為+200~+800 mV，厭氧性細菌則為-700~+100 mV 之間。換言之，ORP 值在-700 mV 至+800 mV 之間，微生物細胞膜的內外才能得到平衡，才得以生存 (McPherson, 1993)。所以，一旦微生物接觸到的氫離子濃度忽然增高，ORP 值超過生長範圍的 EO water 時，會使得細胞內外平衡崩潰，也可能因為細胞內電流改變，微生物因而無法生存 (Rionder *et al.*, 2000)。此外，EO water 尚有 HOCl，會造成微生物外膜破裂及產生液泡 (Kiura *et al.*, 2002)，其可能會分解破壞微生物細胞膜中的雙層磷脂質及蛋白質，影響細胞蛋白質合成，亦會與核酸產生交互作用而導致 DNA 受損，因而可瞬間殺死微生物 (Kim *et al.*, 2000a, b)。

EO water 中所含餘氯濃度會隨著氯化鈉電解質溶液濃度與電解作用時間增加而增加 (Kiura *et al.*, 2002)，且在開放性攪動與日常光照儲存環境下會促使有效餘氯分解並使得 ORP 值下降，使

EO water 化學特性降解 (Len, *et al.*, 2002)。Oomori 等人 (2000) 考慮 EO water 中的有效餘氯會和環境中有機物經氧化還原反應作用而被耗盡，而影響殺菌效果，由研究結果觀察到作用環境中存在蛋白質水解物與甘胺酸，會將有效餘氯消耗掉並生成 CO₂、氨、乙醛和腈類等物質，或轉變成結合態氯型式（氯胺或其它氮氯化物）存在；而改以玉米油實驗發現有效餘氯隨著時間增加而遞減，並無結合態氯產生，這是因有效餘氯會與油品中的雙鍵結合；另外 EO water 作用於葡萄糖環境下，不會影響 EO water 中有效餘氯的變化。此外 EO water 中的有效餘氯對 *E. coli* 殺菌效果明顯優於結合態氯，故學者認為 EO water 應用環境中若存在大量蛋白質、胺基酸類等有機物會影響 EO water 的殺菌效果。所以在未來應用需更進一步研究防止 EO water 接觸有機物質時，使 EO water 殺菌特性快速降低之因應對策。

將 EO water 暴露在大氣下與儲藏時間之延長相較之下，更會促使 EO water 化學物理特性衰退 (Hsu and Kao, 2004)，EO water 之殺菌效果會隨著 pH 的增加、ORP 值與有效餘氯濃度的減少而降低殺菌效果 (Park *et al.*, 2004)，且將 EO water 噴霧處理會降低有效餘氯濃度 20 至 97%，但仍可應用 EO water 噴霧處理於食品加工過程中來降低菌數，因 EO water 在廣泛 pH (2.6-7.0) 範圍下與噴霧處理仍可完全有效抑制出血性大腸桿菌 (*Escherichia coli* O157:H7) 和李斯特菌 (*Listeria monocytogenes*) (Hsu and Kao, 2004)。

而在電解水生成器設定條件部分，可經由更改電流安培來調整 EO water 之餘氯濃度，更改以電壓調整 pH 值，設定之電流安培強度愈強，生成 EO water 所含之有效餘氯濃度愈高 (Len *et al.*, 2000)。電解槽電壓與電源瓦數之供應並不會受到生成時供應的水流、水溫和吸進電解槽中之鹽水濃度而影響，但水源流速與溫度則會影響電流安培數，一般電流安培數會隨著水源水流速提高而提高，是為了於單位時間內可大量電解生成出符合設定者所需之 EO water。電解槽的電解效力與離子交換薄膜的分離效果則會隨著水源流速與鹽水濃度的增加而明顯減少。目前市面上約有三種類型自動化控制系統之電解水生成器，如 ARV 和 Amano 公司提供使用者可選擇設定鹽水流速，而電流安培與電壓數則由主體控制；Hoshizaki 公司提供使用者可調整電流安培與電壓數，而鹽水流速則由主體控制；Toyo 和 Nippon Intek 公司則供使用者選擇欲生成 EO water 之有效餘氯濃度，而由主體控制鹽水流速、電流安培與電壓數 (Hsu, 2003)。

三、電解氧化水於水產品所接觸之器材表面清洗與消毒

漁獲物一上岸，隨即運送至漁市場販賣，所以漁港的水產品理應是最新鮮美味的，然而大部分民眾並非為漁民，食用的魚貝類也不見得是購自漁市場，而主要消費大部分都購自傳統市場、超市及大賣場。而魚貝類又極易腐敗，不論產銷任何階段若是保鮮不當，即會使魚貝鮮度低下，造成不必要的損失或發生食品衛

生安全方面的問題，因此保鮮的工作應該是全面性的，不分魚種、不管在船上或陸上、不分產銷，甚至消費者的料理等，皆應注意（蕭，1996）。

一般市場及超市對於水產品及畜肉等大都以冷藏方式販售，調理場中砧板、刀子與人員錯誤的操作手法亦是造成食品中毒的主因，由於水產品受微生物污染，販售期間品質容易起變化，可能受到自家分解或微生物的作用而破壞品質，使得消費者的健康直接受到威脅，所以找出有效殺滅存於食品接觸面、器具上病原菌的方法，並建立重要管制點將有助於減少食品中毒發生率（Venkitanarayanan *et al.*, 1999）。

(1) 水產品操作處理台與地面

Huang 等人(2006)以 Hoshizaki Electrin(Japan)之 ROX-20TA 電解水生成器，配置 12% 氯化鈉電解質水溶液以不同安培電流量條件下生成 50、100 和 200 mg/L 不同有效氯濃度之 EO water，分別經 0、1、5、10 min 處理傳統市場魚販處理台之 25 cm² 平面，計算其總生菌數和大腸桿菌數。傳統市場的魚販處理台經小販以自來水清洗整理過後其總生菌數仍殘存約 4.35-5.05 log CFU/cm²，但經浸泡有效氯濃度 100 mg/L 以上之 EO water (pH 2.36±0.04, ORP 1188±3 mV) 5 分鐘即可降低傳統市場水產品販售操作處理台上生菌數至小於 1.0 log CFU/cm²，故可利用 EO water 處理一般市場魚販處理台，以降低二次污染情形。

而魚市場水產品拍賣區地面初始菌數為 4.37-5.66 log

CFU/cm²，同樣以 50、100 和 200 mg/L 有效氯濃度之 EO water，分別經 0、1、5、10 min 處理 25 cm² 之地面，由結果顯示以自來水與當地魚市場洗滌用水（海水）處理地面無法減少拍賣區地面之總生菌數，而使用含有效氯 50 mg/L 之 EO water 處理地面 1 分鐘則可降低水產品販售操作地面上最後殘存生菌數約 1.5 log CFU/cm²，但 1 分鐘過後即不再呈現殺菌效力。而使用有效氯 100 mg/L 之 EO water 處理 10 分鐘可減少 3 log CFU/cm² 以上總生菌數，有效氯 200 mg/L 之 EO water 處理 1 分鐘即可降低魚市場水產品拍賣區地面之總生菌數至 < 1.0 log CFU/cm²，建議可利用有效氯濃度 100 mg/L 以上之 EO water 處理傳統市場魚販處理台與魚市場水產品拍賣區地面，以降低二次污染情形，並改善魚市場與水產品供銷之衛生情況。

(2) 手套

在低溫潮濕的水產食品作業環境下有助於李斯特菌 (*Listeria monocytogenes*) 存活，特別是烹煮過程中需利用手工剝殼之蝦、蟹與大龍蝦，在衛生品質不佳的作業環境與人員操作下更易受到 *L. monocytogenes* 污染 (McCarthy, 1997)，例如冷燻魚片、燻製淡菜與仿蟹肉在瑞典、紐西蘭與加拿大皆曾發生過因 *L. monocytogenes* 污染而發生食品中毒案例 (Ericsson *et al.*, 1997; Brett *et al.*, 1998; Farber *et al.*, 2000)。將 *L. monocytogenes* 污染於不同材質操作處理台（不鏽鋼、陶瓷面磚和地磚），於室溫下一小時，不論是否有蟹肉碎渣附著於測試物表面上皆可偵測出 *L.*

monocytogenes 存活，將無蟹肉碎渣附著之測試物以 100 毫升 EO water (pH 2.5, ORP 1,150 mV and available chlorine 50 mg/L) 浸泡 5 分鐘，可分別下降不鏽鋼、陶瓷面磚和地磚片上 3.73、4.24 與 5.12 log CFU/25 cm² 之 *L. monocytogenes* 菌數，而有蟹肉碎渣附著之不鏽鋼、陶瓷面磚和地磚片上之 *L. monocytogenes* 菌數則個別減少 2.33、2.33 與 1.52 log CFU/25 cm² (圖 2) (Liu *et al.*, 2006)。Liu 和 Su (2006) 亦評價 EO water 對三種可重複使用之手套 (天然橡膠、天然乳膠和腈橡膠) 和兩種拋棄式手套 (乳膠和腈橡膠) 之消毒效果，其指出殘留於手套上之蝦肉殘留物會提高 *L. monocytogenes* 於手套上之存活率，以 100 毫升 EO water (pH 2.6, ORP 1,125 mV and available chlorine 40 mg/L) 浸泡 5 分鐘，可完全殺滅無蝦肉殘留物手套組上的 *L. monocytogenes*，且與自來水組相比較之下，EO water 可有效減少有蝦肉殘留物手套組上的 *L. monocytogenes*。所以建議 EO water 可以作為水產品操作處理台、器材或手套之有效消毒劑，可大大減少交叉污染與二次污染情形。

四、電解氧化水於水產品表面之清洗與消毒

(1) 以 EO water 處理魚體表面與魚片

為要降低水產品受到細菌性污染之情形，Huang 等人 (2006) 評估 EO water 應用在改善水產品與水產品販售操作處理台之衛生情況。對受大腸桿菌 (*E. coli*) 高污染之吳郭魚衛生改善情形，以吳郭魚五倍重量之含有 120 mg/L 氯濃度 EO water 浸泡處理 1 分

鐘與自來水組比較可降低約 $0.7 \log \text{CFU/cm}^2$ ，而受腸炎弧菌 (*Vibrio parahaemolyticus*) 高污染之吳郭魚浸泡處理 5 和 10 分鐘後則各可降低約 1.5 和 $2.6 \log \text{CFU/cm}^2$ 之菌數，處理浸泡過後之 EO water 經檢測得知皆無菌殘存。過去 Kim 等人 (1999) 以高達 200 mg/L 之二氧化氯水處理鮭魚片 5 分鐘，其總生菌數最大下降量為 $1.07 \log \text{CFU/g}$ ，而 Su 和 Morrissey (2003) 曾使用 10 公升之含有 50 mg/L 有效氯濃度之酸化氯水流洗鮭魚全魚 (2.7-3.2 kg) 與鮭魚片 ($3 \times 3 \times 1 \text{ cm}$) 1 分鐘，但僅只能分別減少鮭魚全魚體表總生菌數與 *L. monocytogenes* 菌數為 0.43 與 $0.5 \log \text{CFU/cm}^2$ ，而鮭魚片總生菌數部分亦僅減少 $0.31 \log \text{CFU/cm}^2$ 。而 Ozer 和 Demirci (2006) 利用 90 mg/L 之 EO water (pH 2.6 and ORP 1,150 mV) 於 35°C 下浸泡處理鮭魚片 64 分鐘可減少鮭魚片上出血性大腸桿菌殘存菌數 (*E. coli* O157:H7) 至 $1.07 \log \text{CFU/g}$ (減少百分比為 91.1%) 與 *L. monocytogenes* 殘存菌數至 $1.12 \log \text{CFU/g}$ (減少百分比為 92.3%)，其亦嘗試 ER water 與 EO water 合併處理鮭魚片，在 22°C 以 ER water 先行浸泡處理 17.5 分鐘後再以 EO water 浸泡 30 分鐘，可減少鮭魚片上 $1.33 \log \text{CFU/g}$ 之 *E. coli* O157:H7 (減少百分比為 95.3%)，而在 28°C 以 ER water 與 EO water 各浸泡 30 分鐘後，可減少鮭魚片上 $1.09 \log \text{CFU/g}$ 之 *L. monocytogenes* (減少百分比為 91.9%)，其研究結果指出 EO water 可應用於生魚魚片消毒處理，但預先使用 ER water 處理鮭魚片與僅使用 EO water 處理組相比較下，顯示 ER water 並無明顯提高殺

菌之效果。

(2) 以 EO water + CO 處理魚片

台灣四面環海，漁產豐富，魚肉中富含優質蛋白質，生魚片更能表現魚的鮮味及口感，亦是老饕最愛；但常因前處理不當及運送過程之疏忽，而造成食物中毒不幸事件發生 (Chow *et al.*, 1998)。生魚片普遍受到台灣民眾喜愛食用，但食用上確有安全之顧慮，早期台灣生魚片業者多以利用一氧化碳 (carbon monoxide, CO) 處理鮪魚肉，但由於鮪魚在捕獲後到截切處理過程中所處的衛生環境不良，因而污染鮪魚肉塊，於 10°C 環境中進行 48 小時之發色處理過程中造成微生物大量滋生，但因為經 CO 氣體處理後之鮪魚肉具有如優良鮮度品質之色澤，而導致消費者誤判購入其實已超過生食標準之生魚片，而造成食品中毒之案例。於是 Huang 等人 (2006b) 利用 EO water 在鮪魚肉 CO 氣體前進行以浸泡 5 分鐘消毒處理，研究結果得知利用含有效氯濃度 50 mg/L 以上之 EO water 合併 CO 氣體處理鮪魚生魚片可提高衛生鮮度品質，可延長 4°C 儲藏下跨越可生食臨界點之期限。含有效氯濃度 100 mg/L 之 EO water 合併 CO 氣體處理，可有效降低鮪魚生魚片之生菌數且經 -20°C 下凍藏一個月時，生菌數即可下降至 < 2.40 log CFU/g。

可知隨著 EO water 有效氯濃度越高，對鮪魚肉色澤影響越大，而單獨經 CO 氣體處理之鮪肉 a 值為 12.45，明顯高於控制組之 4.18。但經由不同儲藏天數結果顯示得知，若只單獨使用 EO

water 無合併 CO 氣體處理魚肉者之 a 值則與對照組 a 值無顯著性差異 ($P>0.05$)。Lin 等人 (1996) 亦指出以氯水處理魚肉塊並不會造成肉眼上顏色之改變，僅處理過後之試水會呈現輕微乳白色，當使用到 400 mg/L 之二氧化氯試水才會使魚肉塊呈現微褐色。因而，在國家規定可使用 CO 氣體當作為食品添加物時，可利用 EO water 合併 CO 氣體處理魚肉，於加工過程中使起始細菌污染降至最低，且儘量降低貯藏溫度，以抑制細菌之增長而達到延緩品質下降之目的，進而延長產品之貯藏壽命 (Huang *et al.*, 2006b)。

(3) 以 EO water +天然精油處理魚片

天然精油為有效的天然抗氧化劑與抗菌劑，自古即做為食物防腐劑之用 (Burt, 2004)，與其他防腐技術合併使用更可提高食品防腐效力 (Bagamboula *et al.*, 2004)。Mahmoud 等人 (2006a) 研究指出將鯉魚魚片按順序個別浸泡於較魚片重 100 倍重量之 ER water、EO water 與 1%精油 (0.5%香芹酚 (carvacrol, Cv) + 0.5%百里香酚 (thymol, Ty)) 15 分鐘，可以有效抑制油脂氧化，且官能品評與微生物檢驗結果與控制組比較得知顯示可以延長鯉魚魚片於 5°C 與 25°C 儲存狀態下時，儲存期限分別可延長至 16 天與 4 天。而進一步利用以上最佳條件處理組：ER water、EO water 與 1%精油浸泡處理後之鯉魚片，於 45°C 與濕度 40% 狀態下進行五天乾燥處理後，進行官能品評、化學分析與微生物分析，微生物檢驗結果顯示達到有效全面性抑制微生物生長效果，且揮發性鹽基

態氮 (volatile basic nitrogen, VBN) 與其他處理組相較之下呈現最低值為 18.46 ± 0.45 mg/100 g, 而控制組則高達 40.33 ± 0.58 mg/100 g, 且過氧化價與硫巴比妥酸值與其他處理組相較之下亦呈現最低值。而在顏色、氣味、味覺、風味、組織感等官能品評項目中, 明顯優異於其他組 (圖 3) (Mahmoud *et al.*, 2006b), 顯示應用電解水與精油處理水產品可提高其抗菌與抗氧化能力, 增加其儲藏期限 (Mahmoud *et al.*, 2006a, b)。且進一步分析以電解水與精油合併應用清洗消毒鯉魚魚片後, 分析其一般組成成分分析變化, 結果得知以 100 倍魚片重量之 ER water、EO water 後, 接著浸泡 1% (0.5% carvacrol+ 0.5% thymol) 精油水溶液後並不會造成鯉魚營養成分、氨基酸、脂肪酸、高度不飽和脂肪酸 (EPA, DHA) 等有不良影響 (Mahmoud *et al.*, 2007)。

(4) 以 EO water 處理蝦子

Loi-Braden 等人 (2005) 則將已受到 *E. coli* O157:H7 與沙門氏菌屬污染之蝦子 (400 g) 以 45 rpm 震盪速度個別浸泡於不同試水組 (1.5 L, 22°C), 包含: 自來水組、ER water 5 分鐘 + EO water (40 mg/L 有效氯濃度) 2 分鐘、ER water 5 分鐘 + EO water 5 分鐘與 40 mg/L 有效氯濃度之氯水 10 分鐘, 其後進行儲藏試驗。發現 EO water 與氯水可有效減少蝦子上之 *E. coli* O157:H7 與沙門氏菌菌數, 其後進行之凍藏更可以使菌數下降。處理蝦子過後之 EO water 經檢測並無微生物殘存, 但自來水、ER water 與氯水組皆有微生物存活。其次, 另以 ER water 預先處理蝦子後, 再以 EO water

處理，得知 ER water 並無法提高殺菌效果。而在官能品評試驗，將未經病原菌污染之蝦子以上述不同條件組處理後進行凍藏試驗，於第 0、24、49 與 119 天時，以生蝦與熟蝦分別提供給專業品評員，在各組別之熟蝦依然都呈現蝦子風味、多汁、回味感與有好的整體接受度，但各組間之生蝦在 4°C 下凍藏 3 天經解凍後皆呈現出黑變現象 (melanosis)，但對各組官能品評結果未有影響，因此學者經由上述實驗結果建議於蝦塊解凍與凍藏時，可利用 EO water 取代氯水處理來達到好的消毒效果且可避免交叉污染情形。

五、電解氧化水於人工淨化與水產養殖之應用

二枚貝類之成長是靠過濾大量海水而攝食海水中之浮游生物與餌料，一旦陸上動物之排泄物或污水未經處理即放流至河川、海洋，甚易污染養殖海域，所以一些食品中毒菌與病毒等會隨著濾食過程中進入牡蠣等二枚貝類之內臟與腸胃道蓄積，一旦採收後流通環境中溫度適合病原菌生長，即會造成細菌大量繁殖而易引起細菌性食品中毒 (Potasman *et al.*, 2002)。經檢測北台灣市售牡蠣等二枚貝類衛生品質，發現不合格率偏高 (Hwang *et al.*, 2004)。過去許多研究曾利用抗生素、臭氧、氯水、過氧化氫、過濾、加熱與紫外線照射法處理貝類淨化水，以改善水質符合細菌學上的高度要求 (Chang *et al.*, 1998; Liltved and Cripps, 1999; Frerichs *et al.*, 2000)，但任何一處理法都有其缺點，如高成本、產

生抗藥性菌株與危害水生動植物等 (Reilly and Kaferstein, 1997)。而 EO water 目前已被廣泛用於取代傳統之化學藥品消毒殺菌方法於食品工業、園藝、農業、畜牧業、公共設施與醫療等領域，已知 EO water 與傳統殺菌法相較之下，其最大優點為生成過程中除了添加氯化鈉以外，完全不添加其他化學藥品，在對使用操作人員安全性方面較傳統氯系殺菌劑安全，且生成後之 EO water 經一段時間後，可自然分解，對自然環境衝擊較小，加上其殺菌效果比氯系殺菌劑較佳，故使用較低之有效餘氯濃度，即可達到相同之殺菌效果，間接降低廢液對環境之衝擊，而且可以節省人工配置時間、減少職業傷害與節省藥品，且又屬於非加熱性的殺菌處理 (Tanaka *et al.*, 1999; Walker *et al.*, 2005)。其次，Ayebah 和 Hung (2005) 指出 EO water 並不會對不鏽鋼器材表面造成損害影響，可用於食品加工器材與管路。顯示電解氧化水之使用，優於傳統之殺菌方法。

(1) 海水與濾食性水產品中病原菌之清除

最近，電解水製造商更開始研發海水型電解水生成器，希望提供漁港與養殖場可以利用海水型電解水生成器直接抽取海水生成 EO water，以幫助水產業者改善水產品衛生品質，提高海水淨化效率，減少魚類疾病發生，減少抗生素濫用情形與增加養殖收穫產量等效益。Yoshimizu 等人 (1998) 指出電解海水處理之效果可以同等於臭氧與紫外線照射處理，但卻可以更大量化處理海水，Kasai 等人 (2000) 利用流水式海水電解裝置直接抽取海水，

以 0.1A 電流條件電解可生產每小時 3.5 m^3 之水量，其中在所生產之含有效氯濃度 0.1 mg/L 之 EO water 作用 1 分鐘下，可殺滅 99.99% 會引起魚類弧菌屬疾病與癰瘡病 (furunculosis) 之 *Vibrio anguillarum* 和 *Aeromonas salmonicida*，而有效氯濃度 0.58 mg/L 之 EO water 作用 1 分鐘下，可殺滅 99.99% 之黃鰭鮪 ascities virus 和比目魚 rhabdovirus。Kimura 等人 (2006) 亦指出含有 10^6 CFU/mL *V. parahaemolyticus* 之海水流經海水電解裝置，以 0.2A 電流條件電解可生產每小時 0.72 m^3 之水量可生產含有效氯濃度 0.23 mg/L 之海水，一分鐘即可殺滅海水中 99.99% 之 *V. parahaemolyticus* (表 1)。

將海膽置於利用海水電解生成出含有效氯濃度 0.76 mg/L 之海水中且流速為 2 L/min ，經過兩天淨化處理即可減少海膽內臟內 90% 之細菌。而在牡蠣淨化應用上，首先使牡蠣帶有 10^4 至 10^6 MPN/g 之 *V. parahaemolyticus* 和 *V. vulnificus*，置於含 1% 鹽濃度和 30 mg/L 有效氯濃度之 EO water (pH 2.82 and ORP 1,131 mV) 中 4 到 6 小時，可各減少 1.13 log MPN/g 的 *V. parahaemolyticus* 和 1.05 log MPN/g 的 *V. vulnificus*，但以此條件作為淨化處理需在 8 小時內，以避免牡蠣死亡 (Ren and Su, 2006)。

(2) 毒藻之清除

Azanza 等人 (2001) 以氯水與紫外線照射法處理海水可有效殺滅產生麻痺性貝毒 (paralytic shellfish poisons, PSP) 之渦鞭毛藻，PSP 是由有毒的渦鞭毛藻等浮游生物所產生，如 *Alexandrium*

tamarensis、*A. catenella*、*A. minutum* 和 *Gymnodinium catenatum* 等，過去在台灣也曾發生多起由 PSP 所引起之中毒案例(Hwang *et al.*, 1999)。以 EO water (pH 2.26、OPR 1,117 mV and available chlorine 150 mg/L) 添加 1% 以上比例至海水中可有效殺滅渦鞭毛藻，如 *Gymnodinium catenatum*, *Alexandrium catenella* 和 *A. minutum*，並可以有效降解麻痹性貝毒毒性與毒成分(陸，2003；洪，2004；江，2005)。

(3) 電解氧化水使用之安全性

已知自來水經氯化消毒處理後會產生多種的消毒副產物 (disinfection by-products, DBPs)，就如總三鹵甲烷、鹵化乙酸類與鹵化乙腈類等其他相關消毒副產物，由各國飲用水中消毒副產物之相關流行病學研究報告中證實自來水加氯消毒會產生多種的致癌性消毒副產物且與直腸、肺、膀胱、肝、腎癌症致死率和婦女發生不足月生產與新生兒患先天性心臟缺陷疾病間有相關性(黃和黃，2007)。

當電解中一連串的氧化化學反應可能會產生出許多有反應性毒性之物質，如 O_3 和高反應性生命週期短的 O^- 、 Cl^- 、 OH^- 基團或再結合成 $HOCl$ 、 OCl^- 與 Cl_2 ，這些基團提供了 EO water 的殺菌效果，而海水中富含有機物質，當海水電解後生成之有效消毒物質，如 $HOCl$ 可能會與海水中有機物質與溴離子結合成有機鹵化物或次溴酸 (hypobromous acid) 等消毒副產物，而有安全上之疑慮。

雖以自來水添加氯化鈉經電解後所生成之 EO water，在美國與日本已合法通過可使用於食品，為了闡明電解海水於養殖業應用之安全性，Katayose 等人（2007）將養殖池池水與廢水經海水電解生成器處理後，監測所有種類消毒副產物之含量並瞭解其致突變性，經由結果顯示生成出之海水有效氯濃度維持在 1.0 mg/L，所產生之消毒副產物有 90% 為溴仿（bromoform），然而其溴仿生成量遠小於美國與日本之飲用水水質標準，且由安氏試驗證實電解海水並不會造成致突變性。

六、結語

衛生安全是食品衛生管理的核心，衛生安全與優良產品品質，可增加在市場中對同業的競爭優勢，導入現代化的衛生管理設備，提升衛生管理技術，能增加企業的競爭優勢。新一代殺菌技術電解氧化水具備更有效、更安全之優點，其經濟效益、應用性與實用性更高於傳統氯系殺菌劑。其由機器設備生成，可以隨時隨地生產設定濃度的殺菌水，並方便使用與濃度記錄，有益品質控制，可達到危害分析重要管制點（Hazards Analysis Critical Control Point, HACCP）與良好衛生規範（Good Manufacturing Practice, GMP）衛生管理之需求，提升衛生管理的品質，並可利用管線直接連結至生產現場進行各項衛生管理與殺菌工作。日本已成功開發出海水型電解水生成器（Yoshimizu, 2006），期望未來在各海港架設海水型電解水生成器，提供漁民與業者方便取用，

利用此殺菌技術協助漁船、漁場與魚貨物輸送作業環境衛生之改善。目前正積極規劃電解氧化水於魚市場暨漁產品直銷中心作業環境之應用條件（表 2）並針對不同漁場作業環境來規劃衛生標準控制系統，而在有毒藻類生物防禦之應用，則建立殺滅不同種毒藻之最適方式與對不同種毒藻之生長及毒成分之影響。綜合上述，電解氧化水之應用已實際證明有效，亦可在水產養殖業和水產品之源頭至消費過程中使用，因而積極研發可應用於各產業之電解水生成器如家庭式用、工廠式用及海水型者，並加強其應用開發，不僅是國內急需面臨的課題，亦是帶動國內水產食品全面衛生品質改善之重要對策。

七、參考文獻

- Ayebah, B. and Hung, Y. C. 2005. Electrolyzed water and its corrosiveness on various surface materials commonly found in food processing facilities. *J. Food Process Eng.* 28: 247-264.
- Azanza, M. P. V., Azanza, R. V., Gedaria, A. I., Sententa, H. G. and Idjao, M. V. 2001. Decimal reduction times of *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* and *Escherichia coli* on chlorine and ultraviolet-treated seawater. *Lett. Appl. Microbiol.* 33: 371-376.
- Bagamboula, C. F., Uyttendaele, M. and Debevere, J. 2004. Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, carvacrol, thymol,

- estragol, linalool and p-cymene towards *Shigella sonnei* and *S. flexneri*. *Food Microbiol.* 21: 33-42.
- Baird-Parker, T. C. 2000. The production of microbiologically safe and stable foods. In B. M. Lund and T. C. Baird-Parker (Eds.), *The Microbiological Safety and Quality of Food*. pp. 3-18. Gaithersburg: Aspen Publishers Inc.
- Brett, M. S. Y., Short, P. and McLauchlin, J., 1998. A small outbreak of listeriosis associated with smoked mussels. *Int. J. Food Microbiol.* 43: 223-229.
- Burt, S. 2004. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods. *Int. J. Food Microbiol.* 94: 223-253.
- Chang, P. S., Chen, L. J. and Wang, Y. C. 1998. The effect of ultraviolet irradiation, heat, pH, ozone, salinity and chemical disinfectants on the infectivity of white spot syndrome baculovirus. *Aquaculture* 166: 1-17.
- Chow, C. J., Hsieh, P. P., Tsai, M. L. and Chu, Y. J. 1998. Quality changes during iced and frozen storage of tuna flesh treated with carbon monoxide gas. *J. Food Drug Anal.* 6: 615-623.
- DOH (Department of Health). 2006. *Outbreaks in Taiwan from 1981~2003*. Taipei.
- Ericsson, H., Eklöw, A., Danielsson-Tham, M. L., Loncarevic, S.,

- Mentzing, L. O., Persson, I., Unnerstad, H. and Tham, W., 1997. An outbreak of listeriosis suspected to have been caused by rainbow trout. *J. Clin. Microbiol.* 35: 2904-2907.
- Farber, J. M., Daley, E. M., Mackie, M. T. and Limerick, B., 2000. A small outbreak of listeriosis potentially linked to the consumption of imitation crab meat. *Lett. Appl. Microbiol.* 31: 100-104.
- Frerichs, G. N., Tweedie, A., Starkey, W. G. and Richards, R. H. 2000. Temperature, pH and electrolyte sensitivity and heat, UV and disinfectant inactivation of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) neuropathy nodavirus. *Aquaculture* 185: 13-24.
- Gram, L. and Dalgaard, P. 2002. Fish spoilage bacteria problems and solutions. *Curr. Opin. Biotechnol.* 13: 262-266.
- Hsu, S. H. and Kao, H. Y. 2004. Effect of storage conditions on chemical and physical properties of electrolyzed oxidizing water. *J. Food Eng.* 65: 465-471.
- Hsu, S. Y. 2003. Effect of water flow rate, salt concentration and water temperature on efficiency of an electrolyzed oxidizing water generator. *J. Food Eng.* 60: 469-473.
- Hsu, S. Y. 2005. Effects of flow rate, temperature and salt concentration on chemical and physical properties of electrolyzed oxidizing water. *J. Food Eng.* 66: 171-176.

- Huang, Y. R., Hsieh, H. S., Lin, S. Y., Lin, S. J., Hung, Y. C. and Hwang, D. F. 2006a. Application of electrolyzed oxidizing water on the reduction of bacterial contamination for seafood. *Food Control* 17: 987-993.
- Huang, Y. R., Shiau, C. Y., Hung, Y. C. and Hwang, D. F. 2006b. Change of hygienic quality and freshness in tuna treated with electrolyzed oxidizing water and carbon monoxide gas during refrigerated and frozen storage. *J. Food Sci.* 71: 127-133.
- Hwang, D. F., Huang, Y. R., Lin, K. P., Chen, T. Y., Lin, S. J., Chen, L. H. and Hsieh, H. S. 2004. Investigation of hygienic quality and freshness of marketed fresh seafood in northern Taiwan. *Journal of Food Hygienics Society of Japan* 45: 225-230.
- Hwang, D. F., Tsai, Y. H., Liao, H. J., Matsuoka, K., Noguchi, T. and Jeng, S. S. 1999. Toxins of the dinoflagellate *Alexandrium minutum* Halim from the coastal waters and aquaculture ponds in southern Taiwan. *Fish. Sci.* 65: 171-172.
- Kasai, H., Ishikawa, A., Hori, Y., Watanabe, K. I. and Yoshimizu, M. 2000. Disinfectant effects of electrolyzed salt water on fish pathogenic bacteria and viruses. *Nippon Suisan Gakkaishi* 66: 1020-1025.
- Katayose, M., Yoshida, K., Achiwa, N. and Eguchi, M. 2007. Safety of electrolyzed seawater for use in aquaculture. *Aquaculture* 264:

119-129.

- Kim, C., Hung, Y. C. and Brachett, R. E. 2000a. Efficacy of electrolyzed oxidizing (EO) and chemically modified water on different types of foodborne pathogens. *Int. J. Food Microbiol.* 61: 199-207.
- Kim, C., Hung, Y. C. and Brachett, R. E. 2000b. Roles of oxidation-reduction potential in electrolyzed oxidizing and chemically modified water for inactivation of food-related pathogens. *J. Food Prot.* 63: 19-24.
- Kim, J. M., Huang, T. S., Marshall, M. R. and Wei, C. I. 1999. Chlorine dioxide treatment of seafoods to reduce bacteria loads. *J. Food Sci.* 64: 1089-1093.
- Kimura, M., Mikami, K., Hoshikawa, H., Mori, T., Kasai, H. and Yoshimizu, M. 2006. Effect of rearing using an electrolyzed seawater on reduction of *Vibrio parahaemolyticus* from sea urchin. *Nippon Suisan Gakkaishi* 72: 1-5.
- Kiura, H., Sano, K., Morimatsu, S., Nakano, T., Morita, C., Yamaguchi, M., Maeda, T. and Katsuoka, Y. 2002. Bactericidal activity of electrolyzed acid water from solution containing sodium chloride at low concentration, in comparison with that at high concentration. *Int. J. Food Microbiol. Methods* 49: 285-293.
- Komulainen, H. 2004. Experimental cancer studies of chlorinated

- by-products. *Toxicology* 198: 239-248.
- Len, S. V., Hung, Y. C. and Chung, D. 2002. Effects of storage conditions and pH on chlorine loss on electrolyzed oxidizing (EO) water. *J. Agric. Food Chem.* 50: 209-212.
- 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: 1534-1537.
- Liltved, H. and Cripps, S. J. 1999. Removal of particle-associated bacteria by prefiltration and ultraviolet irradiation. *Aquacult. Res.* 30: 445-450.
- Lin, W. F., Huang, T. S., Cornell, J. A., Lin, C. M. and Wei, C. I. 1996. Bactericidal activity of aqueous chlorine and chlorine dioxide solutions in a fish model system. *J. Food Sci.* 61: 1030-1034.
- Liu, C. and Su, Y. C. 2006. Efficiency of electrolyzed oxidizing water on reducing *Listeria monocytogenes* contamination on seafood processing gloves. *Int. J. Food Microbiol.* 110: 149-154.
- Liu, C., Duan, J. and Su, Y. C. 2006. Effects of electrolyzed oxidizing water on reducing *Listeria monocytogenes* contamination on seafood processing surfaces. *Int. J. Food Microbiol.* 106: 248-253.
- Loi-Braden, M. H., Huang, T. S., Kim, J. H., Wei, C. I. and Weese, J.

2005. Use of electrolyzed oxidizing water for quality improvement of frozen shrimp. *J. Food Sci.* 70: 310-315.
- Mahmoud, B. S. M., Yamazaki, K., Miyashita, K., Kawai, Y., Shin, I. S. and Suzuki, T. 2006a. Preservative effect of combined treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds on carap fillets during convectional air-drying. *Int. J. Food Microbiol.* 106: 331-337.
- Mahmoud, B. S. M., Yamazaki, K., Miyashita, K., Shin, I. S. and Suzuki, T. 2006b. A new technology for fish preservation by combined treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds. *Food Chem.* 99: 656-662.
- Mahmoud, B. S. M., Kawai, Y., Yamazaki, K., Miyashita, K. and Suzuki, T. 2007. Effect of treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds on the proximate composition, amino acid and fatty acid composition of carp fillets. *Food Chem.* 101: 1492-1498.
- McCarthy, S. A. 1997. Incidence and survival of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat seafood products. *J. Food Prot.* 60: 372-376.
- McPherson, L. L. 1993. Understanding ORP's in the disinfection process. *Water Eng. Manage* 140: 29-31.
- Meng, J. and Doyle M. P. 2002. Microbiological food safety. *Microbes and Infection* 4: 395-397.

- Oomori, T., Oka, T., Inuta, T. and Arata, Y. 2000. The efficiency of disinfection of acidic electrolyzed water in the presence of organic materials. *Anal. Sci.* 16: 365-369.
- Ozer, N. P. and Demirci, A. 2006. Electrolyzed oxidizing water treatment for decontamination of raw salmon inoculated with *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* Scott A and response surface modeling. *J. Food Eng.* 72: 234-241.
- Park, H., Hung, Y. C. and Chung, D. 2004. Effects of chlorine and pH on efficacy of electrolyzed water for inactivating *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes*. *Int. J. Food Microbiol.* 91: 13-18.
- Potasman, I., Paz, A. and Odeh, M. 2002. Infections outbreaks associated with bivalve shellfish consumption: A world wide perspective. *Clin. Infect. Dis.* 35: 921-928.
- Reilly, A. and Kaferstein, F. 1997. Food safety hazard and the application of the principles of the hazard analysis and critical control point (HACCP) system for their control in aquaculture production. *Aquacult. Res.* 28: 735-752.
- Ren, T. and Su, Y. C. 2006. Effects of electrolyzed oxidizing water treatment on reducing *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* in raw oyster. *J. Food Prot.* 69: 1829-1834.
- Rionder, C., Cachon, R., Wache, Y., Alcaraz, G. and Divies, C. 2000.

- Extracellular oxidoreduction potential modifies carbon and electron flow in *Escherichia coli*. J. Bacteriol. 182: 620-626.
- Scoging, A. C. 2003. Illness associated with seafood. Can. Med. Assoc. J. 147: 1344-1347.
- Su, Y. C. and Morrissey, M. T. 2003. Reducing levels of *Listeria monocytogenes* contamination on raw salmon with acidified sodium chlorite. J. Food Prot. 66: 812-818.
- Sumner, J. and Ross, T. 2002. A semi-quantitative seafood safety risk assessment. Int. J. Food Microbiol. 77: 55-59.
- Tanaka, N., Fujisawa, T., Daimon, T., Fujiwara, K., Tanaka, N., Yamamoto, M. and Abe, T. 1999. The effect of electrolyzed strong acid aqueous solution on hemodialysis equipment. Artif. Organs 23: 1055-1062.
- Venkitanarayanan, K. S., Ezeike, G. O., Hung, Y. C. and Doyle, M. P. 1999. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listera monocytogenes* on plastic kitchen cutting boards by electrolyzed oxidizing water. J. Food Prot. 62: 857-860.
- Walker, S. P., Demirci, A., Graves, R. E., Spencer, S. B. and Roberts, R. F. 2005. CIP cleaning of a pipeline milking system using electrolyzed oxidizing water. International J. Dairy Tech. 58: 65-73.
- Yoshimizu, M. 2006. Development of a seawater electrolyzer for

disease prevention in aquaculture and food sanitation. Nippon Suisan Gakkaishi, 72: 831-834.

Yoshimizu, M., Ishikawa, A., Hori, Y., Yoshinaka, T., Ezura, Y., Watanabe, K. and Uenishi, T. 1998. Disinfection of Water System for Aquaculture by Electrolyzation of Sea Water. Functional Water Symposium '98. Functional Water Foundation, Tokyo, Japan, pp. 82-83.

江靜欣。2005。產毒渦鞭毛藻 *Gymnodinium catenatum* 受不同環境、營養因子及酸性電解水影響其生產與毒性之探討。國立台灣海洋大學食品科學系碩士論文，基隆。

洪金樺。2007。毒藻 *Alexandrium catenella* 之生長與產毒受環境、營養因子及酸性電解水影響之探討。國立台灣海洋大學食品科學系碩士論文，基隆。

陸元雄。酸性電解水對亞歷山大細藻成長與毒性的影響。國立台灣海洋大學環境生物與漁業科學系碩士論文，基隆。

黃鈺茹、黃登福。2007。自來水中氯化消毒副產物之飲用安全性。中華民國自來水協會會刊，26: 23-36。

蕭泉源。1996。水產品保鮮處理要領與品質評估簡易方法。漁業技術推廣專輯 21: 36-47。

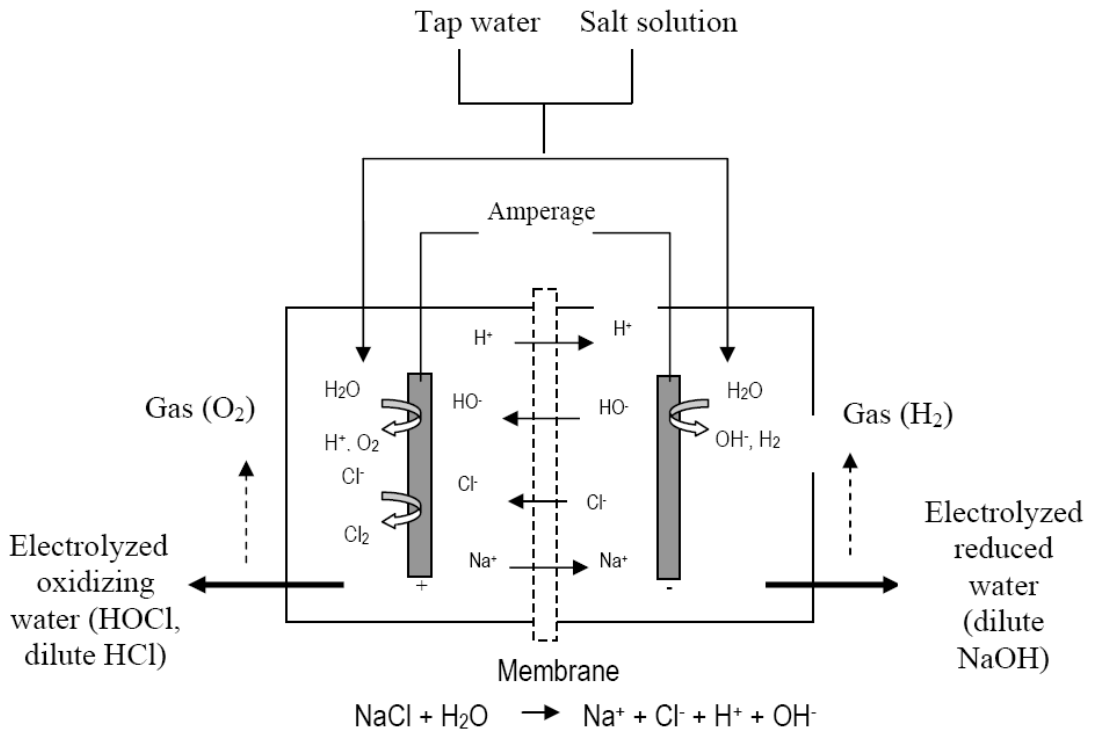


圖 1. 電解氧化水生成器構造圖。

Fig. 1. Schematic of EO water generator and produced compounds. (Kim *et al.*, 2000a)

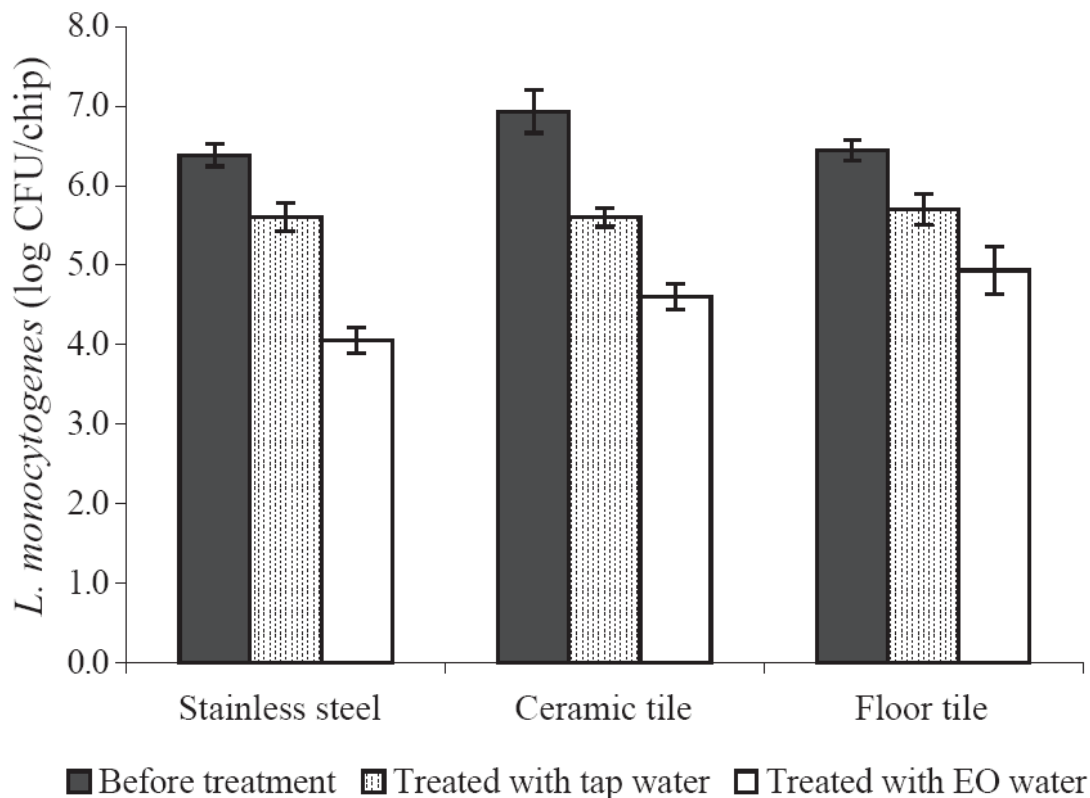


圖 2. 電解氧化水對有蟹肉碎渣附著之不鏽鋼、陶瓷面磚和地磚片上之 *L. monocytogenes* 菌數之影響。

Fig. 2. Effects of EO water (chlorine: 50 mg/L, ORP: 1150 mV, pH: 2.5) on inactivating *L. monocytogenes* on stainless steel, ceramic tile, and floor tile surfaces containing crabmeat residue. Data were reported as means of triplicate determinations and standard deviations. (Liu *et al.*, 2006)

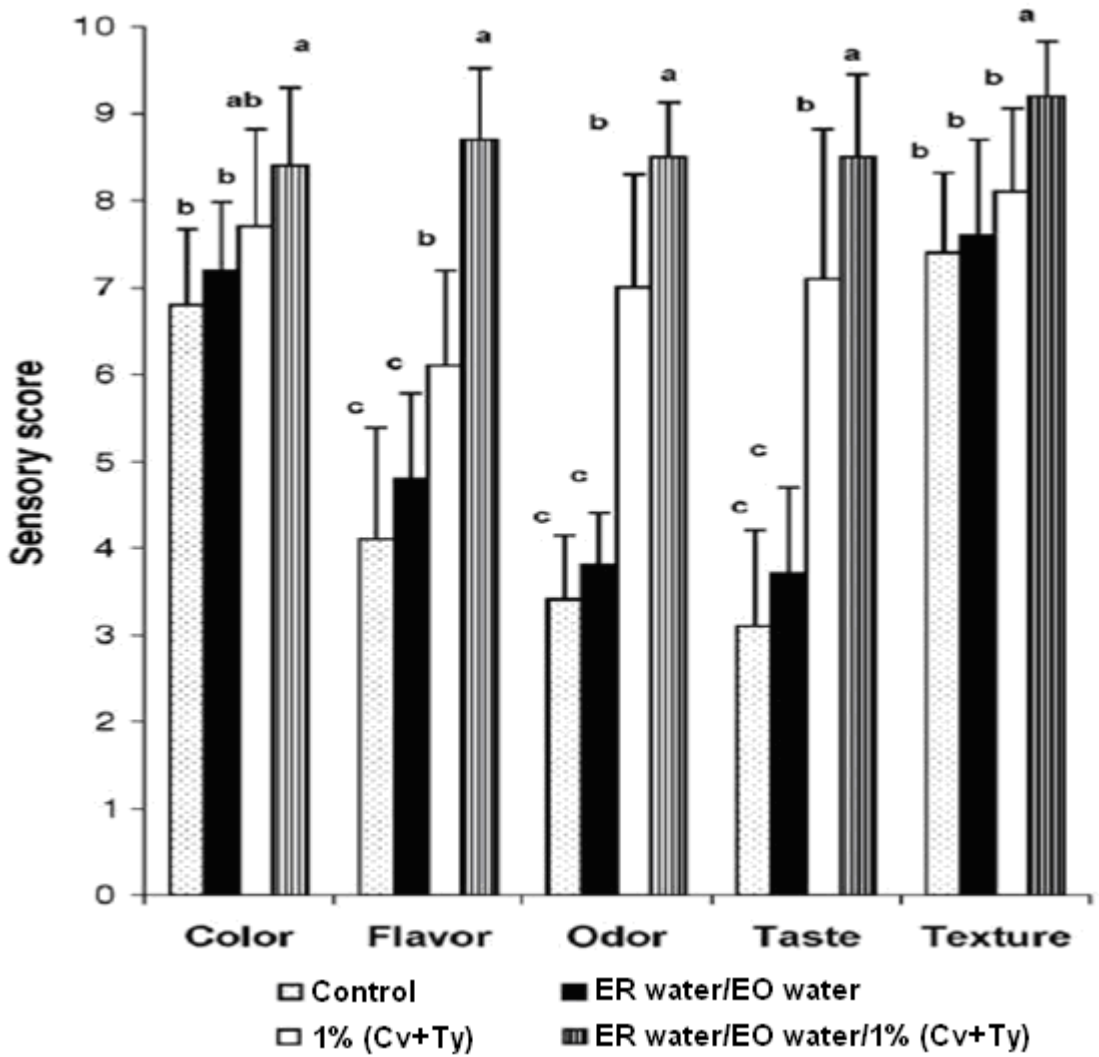


圖 3. 電解水與 1%精油 (0.5%香芹酚+(0.5%百里香酚) 浸泡處理後之鯉魚片，乾燥處理後之官能品評結果。

Fig. 3. Effect of treatment with electrolyzed water and 1% (0.5% carvacrol+0.5% thymol) on the organoleptic properties of dried carp fillets. (Mahmoud *et al.*, 2006b)

表 1. 不同電流條件電解海水所生成之次氯酸對腸炎弧菌之殺菌力

Table 1. The effect of hypochlorate produced by electrolysis of 3% salt water on the viability of *Vibrio parahaemolyticus*

Chlorine concentration (mg/L)	Electricity (A)	Treatment time (min)	Viable counts (CFU/mL)	Reduction (%)
0.00	0.00	0.0	3.1×10^6	—
0.09	0.05	1.0	4.0×10^3	99.87
			5.4×10^3	99.83
			3.6×10^3	99.88
0.23	0.20	2.5	1.0×10^2	>99.99
			$<1.0 \times 10^1$	>99.99
			1.8×10^2	99.99
0.47	0.50	5.0	$<1.0 \times 10^1$	>99.99
			$<1.0 \times 10^1$	>99.99
			$<1.0 \times 10^1$	>99.99

(Kimura *et al.*, 2006)

表2、電解氧化水於魚市場暨漁產品直銷中心作業環境之應用條件

地點	使用目的	使用濃度 (mg/L)	使用方法
作業區前的殺菌洗淨	手指與手套之洗淨	50	先用肥皂液洗淨手上油污，再用電解氧化水殺菌。
	噴霧殺菌	50~100	定期噴霧，可殺死空氣中懸浮微生物，改善作業環境衛生。
	工作長靴洗淨與推車之車輪底部衛生管理	100~200	出入口設置電解氧化水洗淨池，可防止微生物於拍賣區擴散。
原料的殺菌洗淨	冰塊製備與包冰處理	30~100	兼具冰藏與消毒功效。
	魚鮮類洗淨	10~30	用以冷凍魚之解凍水。
		100~200	清洗浸泡有鱗魚之殺菌。
	貝類淨化	3~30	淨化貝類至可生食標準。
器材設備的殺菌洗淨	器材洗淨與消毒	50~100	先以洗劑洗淨器具表面後，再用電解氧化水沖洗。
	輸送帶殺菌洗淨	50~100	洗淨後用電解氧化水沖洗。
	截切設備殺菌洗淨	50~100	用電解氧化水直接當潤滑水，同時進行截切與殺菌。
	漁船儲存槽	50	配合強力水柱沖洗
	魚撈設備殺菌洗淨	50~100	配合強力水柱沖洗或高壓霧化噴洗。

表2、電解氧化水於魚市場暨漁產品直銷中心作業環境之應用條件（續）

四周環境的 消毒殺菌	地面的洗淨	100~200	配合強力水柱沖洗地面洗淨除菌。
	牆面的沖洗除菌	100~200	高壓霧化噴洗牆面，防止微生物孳生。
	港區內部的噴霧殺菌	50~100	定期噴霧，可殺死空氣中懸浮微生物，改善作業環境衛生。
	運輸車體內外的沖洗殺菌應用	50~100	運輸車體內外的的噴洗，殺菌消毒。
	港區餐廳的洗淨殺菌	50~100	食材洗淨與殺菌，餐廳環境衛生消毒。
	廁所衛生設備的洗淨殺菌	50~100	廁所的殺菌消毒。