

第一章 前言

電解水之製備是以隔膜電解方式隔離在陽極及陰極之稀食鹽電解液。陽極產生氯氣、次氯酸 (HClO) 及一部分氧氣，並且生成高濃度氫離子的酸性電解水 (簡稱酸性水)；陰極產生氫氣並且產生高濃度氫氧根離子的鹼性電解水 (簡稱鹼性水)。Hosisoki 型電解水機經 14 安培 (A) 產製之強酸性水 pH 2.7 以下，氧化還原電位 +1150 mV 以上，有效氯濃度約 30~50 ppm；強鹼性水之 pH 11.4 以上，氧化還原電位 -795 mV 以下 (Kim et al., 2000b)。食鹽溶液經電解後，產生之氯氣與水反應形成 HOCl。但於開放系統中，可利用的氯會逐漸損失而下降。當提高其 pH 值至鹼性範圍時，次氯酸將解離成為次氯酸離子 (Len et al., 2000)。然而酸性水的氧化還原電位亦扮演抑菌重要角色，同時不同氯成分對微生物也有相當的影響 (Len et al., 2000)。

諸多報告指出酸性水具應用潛力，例如：食品工廠中，生鮮食品清洗和殺菌，工廠作業人員手部消毒；醫療用品之消毒清洗 (用於氣管黏膜潰瘍)、人員手部清洗 (Shimizu et al., 1994) 及牙醫口腔手術消毒 (陳等，1998)。日本在電解水方面之研究頗多，顯示對於大多數病原菌具殺菌效果。近來研究電解水對於微生物的不活化特性，如抑制 *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis* 和 *Listeria monocytogenes*

(Venkitanarayanan et al., 1999a) 和電解水應用於砧板上 *Escherichia coli* O157:H7 和 *Listeria monocytogenes* 的抑菌報告 (Venkitanarayanan et al., 1999b), 此外電解水處理對廚房常見食物中毒菌 *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis* 有殺菌效果 (Suzuki et al., 1996; Shimizu et al., 1994)。電解水在食品應用上可降低微生物殘留或抑制其活性使微生物細胞膜不活性化 (王, 1999; Izumi, 1999; Kim, 2000a)。

電解水機之所需溶液主要來自低濃度食鹽液 (NaCl 0.05 0.1 %), 除此之外並無其他化學成分之添加。利用電解水來抑制微生物生長似乎是可行 (Suzuki et al., 1996)。如果電解水能對細菌產生抑制效能, 舉凡生鮮魚肉類的清洗殺菌, 廚房調理器具、容器之洗淨消毒及可利用在餐飲業人員手部、抹布及砧板等的清洗及殺菌, 將可應用在生活環境中以降低食物中毒及污染的發生, 酸性水因無副作用、具經濟性、除菌率高。

此外酸性水及鹼性水對金屬材質器具之腐蝕性亦受注視 (賴, 1982), 經常在廚房及餐飲業中常被使用的鋁箔, 亦可能因處理或接觸電解水而腐蝕。鋁在酸與鹼環境下的腐蝕速率比在蒸餾水的速率大 (簡和劉, 1977)。營養學家擔心過多的鋁會造成神經傷害 (Christian and Greger, 1991), 室溫下且 pH 4.0-8.5 時, 鋁的腐蝕速率最低。鹼性溶液中鋁表面保護膜易

溶解而使鋁被迅速侵蝕，在鹼性溶液中鋁的腐蝕速率隨著 pH 值上升而增大。因此鋁被認為在強鹼溶液中腐蝕速率相當大。鋁在酸性溶液中的腐蝕常隨氫離子濃度的增高而增大(賴，1982)。

在調理過程中難免會有油漬、殘渣殘留在手上。松尾(1999)指出，可經由電解水在短時間具有良好的清洗及殺菌的效果，鹼性水具除油脂及蛋白質，酸性水則有良好的殺菌效果，可利用鹼性及酸性之電解水做交互清洗。且調查發現對於蔬菜(黃等，1998)、水果、蛋的清洗具效果(Hung et al., 2000)。因此本實驗以一般基本衛生做為指標，藉由電解水的清洗對餐飲業中經常被探討的因子如人員手部、砧板、抹布和餐具的清洗及殺菌進行評估，此外餐飲店中常被使用的鋁箔評估腐蝕影響，以提供提升餐飲業者及一般家庭衛生之參考，進而期能降低中毒的發生率。

第二章 文獻回顧

2.1 餐飲業衛生安全及重要性

2.1.1 食品衛生管理法

食品衛生管理法已於 2000 年 1 月 14 日經立法三讀通過，並於同年 2 月 9 日公佈實施。目前所有市售食品，以及相關食品添加物，食品容器、包裝與食品用洗潔劑皆納入現行食品衛生管理法的範圍（行政院衛生署，2000）。

依食品衛生管理法第二十條規定所制定之食品作業規範（good hygiene practice, GHP）亦已於 2000 年 9 月 7 日公告，食品業之良好衛生規範如建築與設施及食品業者之衛生管理將依該規範而有明確遵循方向。目前 GHP 中所包含之食品業者涵蓋食品製造業、食品工廠、食品物流業、食品販賣業及餐飲業。以食品安全管制系統確保食品安全之衛生管理制度（方，2001）。

2.1.2 餐飲業衛生管理法

餐飲業又稱餐飲服務業（food service industry）或外食餐飲業，其定義是「在家以外提供膳食、點心，或其附帶服務的專業設施」。

「食品衛生」應用在餐飲業上稱為「餐飲衛生」它的目的就是提供一個合於「食品衛生」的餐點來供人們使

用。因此餐飲業衛生可以說是從新鮮原料選購、儲藏、調理、販賣至人們攝食的每一階段中確保食品安全性、健全性與有益性所採取的種種措施 (王等, 1994)。

2.1.3 餐飲業衛生管制

危害分析重要管制點 (hazard analysis critical control point, HACCP) 主要是一種預防性的品質管制系統。此系統分析整個製造過程中可能存在的危害，不仰賴傳統的稽查。系統化的將重點集中在控制與食品安全有直接影響的因素上，包括從原料開始至消費者手中的每個重要管制點。在 HACCP 在餐飲業管制系統中，根據不同的菜餚及餐點都有其不同的管制點及控制因素。就餐飲而言，重要管制點大都在烹煮及其後續處理，特別是冷卻、熱存、復熱時間/溫度配合有關 (鄭, 1991; Ali and Spencer, 1996)。

國內是首度將 HACCP 引進餐飲業中，然而研究指出 HACCP 不是萬能的，仍可能因過程中的疏失而導致危害。HACCP 乃是注重製程管制而非產品檢驗，是探討與製程食物中毒有關因素而非毫無根據地強調設備設施的表面美觀 (Bryan, 1988)。此系統的建立需建立在標準作業製程 (standard operation procedures, SOP) 及衛生標準作業製程 (sanitation standard operation procedures, SSOP) 之上 (陳和

黃，2000；Lerman, 2001)，而就一般的餐飲業欲達此標準是有待努力的。目前美國食品藥物管理局，1997年12月18日已將該制度正式實施於水產加工業且逐步擴增至各食品相關產業。法規目前雖未正式要求每個食品業者皆實施 HACCP，但已將 HACCP 的原理應用於食品製造之管制中(方，2001)。這些因素的探討乃是根據過去食品中毒事件的調查資料以及有關衛生安全之研究。唯有了解造成食物中毒的真正因素，才能有效防治。

陳 (1985) 提及在食品藥物管理局 (Food and Drug Administration, FDA) 的餐飲業衛生手冊，對於應該注意的地方包含 (A) 食品之管理:包含食品之供應、保護、儲存、調理及供食、及運送等。(B) 工作人員之健康:包括個人之健康、衣服、以及操作習慣。(C) 設備與器具:包括其材質、設計及構造、以及安置地點等。(D) 設備及器具之清洗、消毒及存放。(E)衛生設備與管制。包括用水、污水、管路、廁所、洗手台、垃圾及蟲鼠控制等。(F)建築物之結構與維護。包括地面、牆壁、天花板、清洗設施、照明、通風、更衣室、四周環境、以及有毒物之管理 (陳，1985)。其中以人員衛生不佳、食具清洗不當及交叉污染容易造成污染。

2.2 餐飲業作業標準

餐飲業管理重點在作業程序，一個好的作業程序可以維持供餐的安全，避免有潛在風險食物所造成的危害。餐飲業一般作業注意重點包括採購、驗收、儲存、前處理、製備、供膳、清潔及消毒、用水管理、交叉污染、人員健康管理、手部衛生管理、垃圾及廢棄物處理、蟲鼠害管制及其它等 (王，1999)。美國政府公報於 2000 年 8 月對於食物中毒因子之公告，主因為設備污染及交叉污染，其次為人員衛生概念的缺乏 (FDA, 2000)。因此就人員健康管理、交叉污染、人員手部衛生及食具清洗相當的重要。

2.2.1 人員健康管理

健康管理是管理人員的健康狀況，以防止因從業人員的健康問題，而造成食物及食物接觸面受到污染。依我國公共飲食場所衛生管理辦法規定，餐飲從業人員每年因接受一次健康檢查 (行政院衛生署，1989)。檢驗健康無慮時，始得從事相關工作。餐飲從業人員在工作前需洗淨雙手，與食物直接接觸的人員，不得蓄意留指甲、塗指甲油及配帶飾物，工作時需穿著整齊的工作衣帽髮帽、必要時帶口罩。若從業人員手上有傷口時，也應經過適當的包紮和處理以後，才能工作，以防傷口中的金黃色葡萄球菌污染食物 (王，1999)。食品業者對於人員之管理注意從業人

員應聘用健康合格者，具良好個人衛生習慣並具備基本的食品衛生知識 (行政院衛生署，1989)。

2.2.2 交叉污染防治

交叉污染防治主要針對食物或食物接觸表面，例如因不適當的操作造成生熟食交叉污染。根據衛生署近四年公佈台灣地區食物中毒發生原因，交叉污染為主要因素 (行政院衛生署，1997-2000)。在生熟食交叉污染防治中，適當區隔有不同清潔度要求的區域 (王，1999)。許多生鮮原料前處理不當為造成交叉污染的第一步。生鮮原料常帶有許多病原菌。若員工手與菜刀、砧板、容器、抹布等與原料接觸後未清洗消毒，即用來處理熟食則發生交叉污染 (鄭，1991)。

2.2.3 人員手部衛生

手是我們活動中最重要的部位，在餐飲業中，以手為活動中樞，是與外界接觸最多的部位，其受污染的機會亦大。然而手部清洗是預防傳播最重要關鍵，即使手未直接觸碰食品，在操作過程中也很難預防拿、取及抓等動作，皆容易造成污染 (Lerman, 2001)。手部除指甲部位易藏垢納菌外，表層皺折皮膚亦容易藏垢，因此不潔的手很容易污染接觸食品而引起疾病發生 (行政院衛生署，1989)。越

來越多的製造業者強調手部及鞋清洗的重要性，甚至建立操作製程中人員清洗的執行系統，期盼達到良好的清洗效果 (Zind, 1999)。從事餐飲烹飪前，一定要將手部徹底清洗乾淨 (文，1998b)。然而許多食品業者及消費者在料理前或飲食後對於自身手部的清洗常常忽略或清洗不確實 (Altekruse et al, 1999) 而導致污染或中毒事件。

食品工廠對於洗手與消毒手部等相關衛生設備，應有足夠的數量，並有完善的維護與管理。洗手台附近因備有清潔劑及乾手設備，洗手水龍頭可使用能防止已經清洗或消毒後的手部再度污染的方式。洗手台上可貼正確且易懂的洗手消毒說明，監督並落實執行從業人員的洗手消毒 (王，1999)。

食品衛生專家指出，正確的手部清潔消毒，可以減少約 30 % 食物中毒事件發生 (莊，1996)。

2.2.4 食具的清洗

餐飲供應場所的清潔對餐飲安全而言，是非常重要的，除了相關餐具必須是乾淨，不會污染食物以外，用餐環境需保持清潔乾燥、無不良氣味 (文，1999)。

正確而有效的清洗和消毒過的餐具，可保障消費者的健康。有效的清洗能除去塵埃，並除去食品殘渣等有機物

質，防止病菌繁殖，經過有效消毒可殺死，也可防止病菌間接接觸餐具（如杯子、叉、刀等）直接傳播給顧客，故餐具的洗滌與消毒相當重要。食具的清洗必須有足夠的場所及充足的水源，並且具洗滌，沖洗及有效殺菌之三槽式洗滌殺菌設備。清洗用水須是符合飲用水標準，清洗後的餐具可使用熱水或 200 ppm 氯水消毒 2 分鐘，存放於乾燥無污染的餐具儲藏區備用。洗淨設備，一般以不銹鋼等耐酸、耐熱、耐久性之材料做成，並依空間之大小備有相當容積之三槽式流理台（行政院衛生署，1989）。

2.3 餐飲業食物中毒及其預防

2.3.1 食物中毒問題探討

隨著經濟的發展蓬勃，國民所得提高，忙碌的工作加上外食方便，在講求快速效率的文化下，外食消費金額逐年增加（劉，1997），餐飲業日趨繁榮，但卻也是主要引起食物中毒之來源，根據國內外食物中毒統計，食物中毒以餐飲業居首（文，1998a；陳，1985；行政院衛生署，1997-2000），故防止餐飲業意外事件的發生是相當重要的（仇，1982）。美國疾病防治中心以 1972 至 1976 年間近 2000 件食物中毒事件分類，41 % 是餐飲業造成的，若除去不明場所的中毒事件，則高達 67 % 是在餐飲業中發生。然實際

上在家中發生的機率可能比此數更大，因事件發生後常未被調查或報告而不了了之 (Tauxe, 1991)。美國疾病防治中心也指出在 1972-1978 間因食品媒介所引起的疾病共有 7458 件，其中 21 % 是發生在家中餐食上 (Bean and Griffin, 1990)，因此餐飲業的衛生安全值得重視。

國內將食物中毒攝食場所分為 10 類，包含自宅、營業場所、學校、辦公場所、醫療場所、運輸工具、部隊、野外、外燴及其他。近四年探討以營業場所及學校之所發生的食物中毒件數及患者數相當驚人，就去年營業場所及學校之患者數所佔比例極高 (行政院衛生署，1997-2000)。

依食物中毒案件食品被污染或不當處理統計細分為 13 類，包含自宅、供膳營業場所、學校、辦公場所、醫療場所、食品工廠、攤販、販賣地點、部隊、原料食品採集場、野外、外燴及其他。因污染或不當處理所造成食物中毒無論是件數或患者數，營業場所及學校所佔比例皆相當驚人 (行政院衛生署，1997-2000)。

再以食物中毒原因統計分類則有，冷藏不足、熱處理不足、食物調製後於室溫下放置過久、嫌氣性包裝、生熟食交叉污染、污染的人員污染食品、設備清洗不全、使用已被污染的食品、儲藏不良、使用有毒容器、動植物食品中之天然毒素等因素。美國政府公報在 2000 年 8 月 10 日

公佈，食物中毒的發生因素主要為生熟食交叉污染、被污染的人員污染食品、設備清洗不全三項 (FDA, 2000)，其中尤以生熟食交叉污染之發生率達 50 %，是相當值得注意。

在美國餐飲服務場所之食物中毒致因，依序有 1.不適當的冷卻作業、2.烹調食物存放超過 12 小時、3.作業人員衛生問題 (Teufel et al., 1992)、4.再加熱作業不足、5.熱藏處理不當、6.受污染生原料食物及配方成分、7.從不安全來源所獲得之食物、8.設備清潔不當、9.交叉污染、10.非法添加物的使用、11.調理加熱不足等等 (Bryan, 1978; Frank, 1988)。就前三項當中，唯有作業人員衛生問題，屬人為因素。設備清潔不當及交叉污染也佔有一定比例不容忽視。2000 年 9 月美國時時樂公司，就因西瓜在運輸過程遭 *E. coli* 污染，及人員清潔不當，至少引起 45 人受到食物中毒。

英國統計 1990 1996 間，因 *E. coli* O157:H7 所引發食物中毒發生率逐年增加，追究許多食物中毒事件的發生都因過程中監控管理缺失所致，如新鮮肉品放置地方受污染、食品處理過程分類不當、交叉污染、人員未遵守施行方法及規定和操作過程不當食物存放不妥 (Pennington, 1998)。

國內，近幾年來許多重大的食物中毒事件發生在下列地點如學校，例如：87 年彰化縣某國小，餐盒因仙人掌桿菌

中毒約 571 人、同年高雄縣某學校聯合餐廳由沙門氏桿菌食物中毒約 800 人。或因餐盒的儲存不當之例，86 年新竹市茂矽、矽豐、聯測、合泰、茂德及新竹縣華特等食用污染之複合調理食品餐盒，導致腸炎弧菌食物中毒共 775 人、同年正德高級工商職校食用受污染餐盒肉製品導致 343 人食物中毒。交叉污染之例，87 年台南縣仁德鄉某公司腸炎弧菌食物中毒 73 人、85 年台中縣豐原市民宅海鮮食品因交叉污染導致腸炎弧菌食物中毒共 60 人。部分提供團膳之食品工廠，是通過省政府衛生處評核之優良或甲等食品工廠，也定期接受衛生之稽查抽樣，但仍因人為的疏失或管制點的監控不當引起重大危害（行政院衛生署，1997-2000）。

2.3.2 事件的發生及防治

食物中毒的發生影響所及甚廣，不僅危害生命也影響健保財務及社會各個層面。由造成食物中毒事件因素反映出危害因子，有助於建立重要管制點，更重要的是由這些發生因子可評估危害發生機率。

2.3.2.1 交叉污染

所謂交叉污染係指一個受污染的食物直接或間接地污染到其它食物，或接觸到器具或設備表面，或接觸到作業人員的手部，再接觸到之前未受污染或已知加熱煮熟之食物，即發生所謂的間接性交叉污染。由於交叉污染是一系列的連續事件，無特定發生的時間，也很難加以檢測，因此潛在性危害相當高。藉由食品加工作業的現場觀察，特別是動物性來源的生原料的製備 (Bryan, 1988；Knabel, 1995)，交叉污染發生的機率也就特別明顯。Zhao (1998) 提及製備食品中所使用之砧板和刀子經常殘留病菌，容易因砧板導致交叉污染。Klontz et al. (1995) 也表示美國許多消費者困惑砧板的清洗，且砧板具吸水作用容易造成高危險性的交叉污染。另在生原料以及加熱煮熟食物之間的手部清洗以及食具表面的清潔常常會被忽視 (Bryan, 1988)。建議之預防措施包括：1.熟食及生食所使用之容器、刀具、砧板需分開，勿混合使用。手、抹布、砧板和廚房器具於接觸生鮮海產後均應用清水徹底清洗。2.食品業者對於生熟製品製作、儲存、運送，均應注意避免交叉污染。3.處理動物性食品或生鮮海產時應小心處理，避免污染其它熟食食品。4.準備多塊白色塑膠砧板，供調理不再加熱即可食用之食品，而木製砧板主要為需再加熱之食品，需在砧板周邊標示加以區別 (行政院衛生署，1997-2000)。

2.3.2.2 設備及器具的清洗作業

有效的設備與器具清洗及建立消毒作業步驟十分重要。然而設備及器具有的凹裂痕易因作業管理人員疏忽造成污染 (李, 1999)。預防方法包括: 1.所使用的器具包括盤、盅、碗、碟、杯、匙、夾子等確實清洗。使用前及使用後皆須清洗乾淨, 使用後更應消毒。2.食品業者需有完善的清洗設備, 並定期監督清洗條件及工作是否確實 (行政院衛生署, 1989)。在這兩種建議之清洗作業中, 對洗淨之器具需防止污染物再次污染到"乾而淨"的表面上。

2.3.2.3 食品人員造成的污染

大部分金黃色葡萄球菌食物中毒事件, 都是由鼻孔或皮膚上帶有產生腸內毒素之金黃色葡萄球菌的人員, 處理已加熱煮熟之食品所致。食物會因直接以雙手處理接觸而受到金黃色葡萄球菌之污染, 尤其在家中, 手的污染及不適當操作是主要引起食物媒介的傳染因子 (Bryan, 1988; Knabel, 1995)。因此, 由此種受污染之加熱煮熟高水分含量及蛋白質豐富的食物, 一旦在沒有冷藏作業或是以大型容器保存幾個小時以上, 而產生食物中毒的危險程度相當高。許多食物中毒有時也因處理受感染動物性來源食物, 來自食品處理人員的直接污染與自動物性食物之交叉污染

所致。若用被感染得到皮膚機能損傷、下痢、喉嚨痛或黃疸的人員去處理食物，污染的擴散程度隨之增加。因此對人員採取預防措施如：1.身體有傷口、膿瘡、咽喉炎、溼疹者不得從事食品之製造、調理工作。2.食品操作人員要有良好的衛生及養成洗手好習慣。3.食品業者應建立進貨管理制度，對於原料，外購成品的來源、運送與保存應加強品管，以確保產品品質與衛生。

2.4 食品清潔劑及殺菌劑效能

食品級消毒劑廣泛使用於家庭及食品工廠，這種消毒劑的作用與安全直接或間接影響到人類健康與生活品質。食品消毒劑主要作用與在於消滅或減少會影響人類的微生物，其使用的範圍包括食品加工廠設備、食品容器及處理食品人員的手部。由於食品消毒劑會影響人類健康，故須考慮其毒害性。

食品的衛生管理除了原料的正確選用與清洗消毒外，食品製作過程中，人員手部、廠區環境、廠房設施和機械設備，以及加工製造使用到可能與食品接觸的器具、容器、作業台等之表面的清潔與消毒，成為食品製造者確保產品衛生的最基本要件 (楊，2000)。所有目前推動的優良標誌規範，以及衛生署公告之食品衛生法規和制定的「食品良好作業規

範」也都特別強調清潔消毒的重要性 (楊，2000)。

2.4.1 酒精

酒精對細菌營養細胞具有殺滅作用，但對細菌孢子卻僅具抑制作用，故利用酒精很難將產孢菌如 *Clostridium* spp. 或 *Bacillus* spp.，此二屬菌完全消除。酒精會使細菌蛋白質產生變性作用而達到殺菌效果，但使用完全無水的酒精所產生的變性比有水混合時較弱，故絕對酒精的殺菌反而較弱。當酒精與甲醛液 (formalin)，氯化汞 (mercuric chloride)，石碳酸 (phenol)，氯化鈉 (sodium chloride) 或青黴素 (penicillin) 同時使用時，則會對細胞產生溶解作用 (鍾，1993)。

2.4.2 有效氯

鍾 (1993) 闡述，有效氯 (available chlorine) 是最常被使用的消毒劑包括氯氣、次氯酸離子、次氯酸鈉溶液等等。常見有效氯形式有液態氯 (liquid chlorine)、次氯酸鈉或次氯酸鈣 (sodium hypochlorite 或 calcium hypochlorite)、二氧化氯 (chlorine dioxide)。不僅可使用於加工設備消毒，水質處理，環境殺菌，甚至拿來作為手部消毒及原料清洗。食品工廠大量使用有效氯時，須考慮適當的使用濃度及儲存條件。

對細菌營養細胞及細菌孢子而言，pH 高 (pH 12)，氯的殺菌力減弱，低 pH (pH 6)，氯的殺菌力增高。使用不同濃度有效氯，會有不同的殺菌效果。有效氯濃度越高，殺菌力越強。當次氯酸鈉 (NaOCl) 的使用濃度增加 4 倍時，殺菌力會增強 50 %；當 NaOCl 的使用濃度增加 2 倍時，殺菌力會增強 30 %。雖然氯使用濃度越高，殺菌效果越強，高濃度的氯會造成危險性，除了會有惡臭外，會使加工設備遭到腐蝕。儲存的氯液，亦應保持高 pH；雖然低 pH 之氯液殺菌力強，但高 pH 氯液卻較安定 (鍾，1993)。然而與其它消毒劑在高溫 (40) 及強光 (50,000 lux) 的環境下，有效氯之安定性差 (Gelinas and Gouled, 1982)。

溫度與有效氯的殺菌力有密切關係，使用溫度越高，殺菌力越強，但卻不可高於 50 以上，氯的使用溫度越高，殺菌力越強，但儲存溫度越高，安定性越差。比較下氯最佳的使用溫度是 37 (Gelinas et al., 1984)。

有效氯的殺菌力與其作用的有機物也有關。當氯溶液中混有機物時，會消耗有效氯濃度，使氯的殺菌力減弱。在許多有效氯消毒劑中，無機氯化合物 (NaOCl 或 $\text{Ca}(\text{OCl}_2)$) 與有機物的反應作用比有機氯化合物來的強烈。故影響氯的安定性因子包括有濃度、溫度、pH 及有機物 (鍾，1993)。

2.4.3 四級銨鹽

許多食品工廠選擇四級銨鹽 (quaternary ammonia compound, QAC) 來作為加工設備消毒用，其好處是不會產生有效氯難聞的氯氣味，而比氯容易儲存。四級銨鹽由四個有機基取代銨離子中的四個氫原子所生成的化合物。氯化四甲銨 (tetramethylammonium chloride, $(\text{CH}_3)_4\text{NCl}$) 分子中有一個 N 原子為中心分別由四個官能基組成。四級銨鹽會破壞細胞的細胞壁，低濃度時四級銨鹽會促進溶菌酵素 (lysozyme) 的作用，使細菌細胞壁被溶解，但高濃度的四級銨鹽會導致溶菌酵素發生蛋白質變性，因而無法破壞細菌細胞壁，所以高濃度四級銨鹽作用於細菌效果較差 (鍾，1993)。四級銨鹽對革蘭氏陽性菌及革蘭氏陰性菌之 *E. coli* 和 *Salmonella* 具有好的殺菌效果，而對於革蘭氏陰性菌如 *Coliform* 之殺菌效果較佳。

2.5 電解水的基本性狀

2.5.1 電解水的原理

電解水機系統中包含正負兩極，利用半透膜通透性及氯化鈉的添加促進電解，使得氯化物質增加。一般自來水中含有多量礦物質及碳酸之硬水，無法達到充分電解效果，故需使用軟水機調整水質並加入少量食鹽，使得水中存在四類離子，鈉離子 (Na^+)、氯離子 (Cl^-)、氫離子 (H^+)、氫氧離子

(OH⁻)。食鹽水放入電極，通上電壓約在 8~10 伏特 (mV) 間，使得陽極會吸附 Cl⁻及 OH⁻，陰極吸附 Na⁺及 H⁺。當陽極釋出電子轉換成氯原子及氫氧原子，結合成次氯酸及生成酸性水，陰極在接受電子成為金屬鈉，此金屬鈉立刻和水分子劇烈反應，生成氫氣及氫氧化鈉即為鹼性水。酸性水具 pH 2.6，氧化還原電位 (oxidation-reduction potential, ORP) +1150 mV，HOCl 30-40 ppm 之性狀；鹼性水具有 pH 11.6，ORP -900 mV (±屈田和鈴木, 1999)。這些電解水的 pH 及 ORP 性狀遠遠超過一般微生物所能生長的範圍，通常好氣性微生物適合生長的 ORP 範圍為 +200 ~ +820 mV，嫌氣性微生物適合生長的 ORP 範圍則為 -700 ~ +100 mV，pH 在 3 ~ 10 之間 (陳等，1998)。當細菌接觸此範圍之環境時，因細胞內平衡失調、崩潰、直接破壞細菌的胺基酸將喪失正常機能而死亡。經電解後的水溶液中氯氣與水反應形成 HOCl，此一強氧化劑能破壞分解細胞膜的組成物質，雙層磷脂質及使蛋白質變性而於瞬間殺死細菌 (呂，1998；陳等，1998；±屈田和鈴木，1999)。

電解水是以電解方式使水之 pH 與 ORP 改變，並產生 O₂及 H₂。因此在常態下水不會產生 O₂及 H₂。若水中加入陰極、陽極電解棒或電極，通上電流，即能依比照法拉力定律發生電解反應 (詹，2000)。陰極與陽極反應如下：

陰極: $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- = 2 \text{OH}^- + \text{H}_2$

具還原力之鹼性水 $E_0 = 0-0.0591 \text{ pH}$

陽極: $\text{H}_2\text{O} = 2 \text{H}^+ + 1/2 \text{O}_2 + 2\text{e}^-$

具氧化力之酸性水 $E_0 = 1.228-0.0591 \text{ pH}$

E_0 為標準電極電位 (standard electrode potential) 指 25
, 1 氣壓之半反應之電極電位。

陰極與陽極之電極表面生成 O_2 及 H_2 , 電極四周的水也會傾向鹼性和酸性, ORP 亦隨之改變。在兩極間插入能限制水移轉的多孔性半透膜, 即能在陰極產生氫氧離子具高還原力的鹼性水, 陽極生成氫離子具高氧化力的酸性水。酸性水亦稱電解氧化水, 鹼性水亦稱電解還原水 (詹等, 2001)。

2.5.2. 酸性水的特性及優點

次氯酸為主要之有效氯且殺菌效果最強, 亦有說法 HOCl 的殺菌效率是 NaOCl 的 80 倍。通常須視 HOCl 的狀態穩定與否而定。酸性水之有效氯包括 HOCl 及 Cl_2 二種。 HOCl 是一種具揮發性的物質, 在食鹽溶液中經電解後氯氣與水反應會形成 HOCl , 當非密閉時 Cl_2 揮發有效氯不斷減少。故在一開放系統中, 可利用的氯將會逐漸消失 (Anonymous, 1997)。

酸性水的低 pH 值係因有 HCl 形成所致。在日本 HCl 的危險濃度被限制為超過 10 % (w/w) 以上, 而在酸性水中 HCl

的濃度為 0.01 %，該值大約是 HCl 危險濃度的 1/1000，從陽極產生的氣體超過 99.9 % 是 O₂ (Anonymous, 1997)。

經電解後所產生之酸性水具下列三種特性 (a) pH 在 2.7 以下，(b) ORP 在 +1000mV 以上，(c) 溶存氯離子濃度在 560 ppm (邱，1996)。也因此三種特性而具有殺菌及消毒能力。

松尾 (1999) 及邱 (1996) 指出酸性電解水具有下列特點：

- (1) 酸性水在室溫密閉下能維持 2 至 3 天穩定。
- (2) 具瞬間殺菌效果可殺死致病的細菌。
- (3) 由食鹽加水電解而成，成本低廉。
- (4) 經過許多醫院檢試，對眼睛、皮膚、口腔、食道、胃黏膜等，不會造成刺激與傷害。
- (5) 酸性水當作用後會還原為普通水，不會造成殘留而污染環境。

相關研究如 Morita et al. (2000) 指出低濃度酸性水，對 B 型肝炎病原體表面蛋白質具產生抗原性 (antigenicity)。田中 (1991) 提及酸性水具有收斂作用、洗淨力及殺菌力。對於酸性電解水混有機成分如甘胺酸、肌酸、玉米油、牛奶、L-抗壞血酸、蔬菜汁和肉的時候餘氯會迅速改變 (Toshihiro, 2000 ; Tosa and Yamasaki, 2000)，此外可用於毛巾及手術衣之消毒不

會傷害衣料 (陳等, 1998)。

2.5.3 鹼性水的特性及優點

鹼性水 pH 值為 11.5 原因為 NaOH 的形成所致,在日本, NaOH 的危險濃度被限定為超過 5 % (w/w)以上。在鹼性水中 NaOH 的濃度為 0.013 % , 該值大約是 NaOH 危險濃度 1/400 (Anonymous, 1997)。

詹等 (2001) 指出鹼性水具有下列優點:

- (1) 可用來為生飲、沖茶、沖泡奶粉、烹調用水、清洗蔬菜等。
- (2) 替代一般飲用水供給患者飲用或改善體質。
- (3) 可消除人體內之自由基。
- (4) 清洗切割晶圓表面, 比一般所用之氨水更能有效去除塵粒, 減少化學品之使用與廢水處理成本。

2.5.4 電解水的物理作用

2.5.4.1 電解水的 pH 值及意義

pH 值表示含多量的氫離子 (H^+) (黃, 1991)。pH 顯示溶液的性質及被使用在對不同事物的測量, 如酸鹼值及食品的安全性。若電解中含有其他物質時, pH 有偏向中性的傾向, Hoshizaki 牌電解水機主要針對殺菌力所設計, 所製造的

酸性電解水被當作能殺菌的次氯酸來使用，pH 介於 2.5～6.0 範圍 (Anonymous, 1997)。鹼性水具有 pH 11.6 (±屈田和鈴木, 1999)。同時也製造可飲用的鹼性離子水之家用電解水機，pH 於 9 左右，此種機型無須添加任何鹽類，只須非常低的電流即可。

2.5.4.2 電解水 ORP 值及意義

ORP 為液體的氧化還原能力指標。陽極所產之酸性水具備氧化能力；陰極所產生的鹼性水具還原力。若水中含有 HOCl，則水的 ORP 會上升至 1000 mV 或更高。鹼性水的 ORP 相當不穩定，經震盪作用則鹼性水的 ORP 會慢慢接近正值 (Anonymous, 1997)。

2.5.5 電解水的化學作用

2.5.5.1 電解水中的氯及意義

HOCl、Cl₂ (liquid)與 NaOCl 是游離氯。氯化胺(NCl₃、NHCl₂、NH₂Cl) 屬結合氯。氯化胺由游離氯與胺基酸反應而成，其反應性及殺菌力較游離氯來的低，而在酸性水中的氯屬游離氯。在電解水生成裝置的陽極中生成的酸性水因含有 30ppm 以上的次氯酸 HOCl而具殺菌效果 (Anonymous, 1997)。次氯酸的殺菌作用較次氯酸鹽類快且有效，濃度僅需

次氯酸鹽之 1/10 (Nil, 1997)。

2.6 電解水對改善餐飲衛生的效果

2.6.1 人員手部清洗之檢測

Suzuki (1996) 利用酸性水試驗於各種病原菌消毒之試驗，表示酸性水對 *Streptomyces* sp. 有消毒作用。且對於廚房一般性的微生物和主要食物中毒菌有殺菌效果。

手部微生物的檢測方法有搓洗、塗抹及直接壓板等。醫院中將不同樣品如器具、海綿、鼻腔及手部表面，以棉花棒塗抹分別浸泡於酸性水及鹼性水中，探討其抑菌效果，結果顯示鹼性水效果不佳，而酸性水在浸漬 1 分鐘後皆無菌殘留。Shimizu (1994) 認為酸性水對手部上之 *Streptococcus faecalis* 有殺菌效果。

一般手部採樣直接貼於培養基上進行採樣 (壓板)，主要目的在確認無稀釋狀態下的真實殘菌數。比較一般常態手中及受唾液污染時手的清洗，若直接以壓板方式測試清洗前之菌數則因菌量過高而無法得知確實原始菌數。經自來水或酸性水沖洗後殘菌減少，當使用搓洗方式時效果更佳。雖清洗前後之菌數不同，但確切的殺菌力有多強則無法計算 (Shimizu, 1994)。

2.6.2 對食具清洗效果之檢測

Suzuki (1996) 以電解水探討 *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis* 四株廚房常見食物中毒菌的殺菌效果，結果顯示當海綿塊使用殘氯量 40 ppm 酸性水處理 1 分鐘，在原本 7.6×10^7 CFU/ml 的海綿塊中並沒有察覺到細菌的存在。酸性水處理 1 分鐘時足以殺死 *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli* O157:H7，而對 *Bacillus cereus* 則須 4 分鐘。

廚房的砧板、器具與手接觸到生的禽畜肉時易引起熟品的交叉污染 (Bryan, 1988; Knabel, 1995)。器具的檢驗則有覆蓋、塗抹及浸漬等。當使用直接覆蓋於培養基之方法測試，接種相似菌量時經一小時後，塑膠砧板上殘留的菌數遠高於木製砧板，推測原因因初測試時木製砧板迅速吸水，將菌液吸入木頭中使得菌數檢出較少，此外可能將砧板倒叩於培養基時菌膜受損。若將砧板經自然乾燥後再測試時具相同的情形，塑膠砧板殘菌量仍高於木製砧板 (Ak et al., 1994a)。當使用塑膠砧板以塗抹方式進行採樣，分別於不同的溫度與時間進行測試，實驗中將砧板浸漬後，塗抹表面得到殘菌，約降低 1 log CFU/g 菌數，而浸漬溶液約 3 log CFU/g，可見以塗抹方式無法得知全部的殘菌

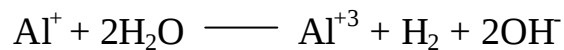
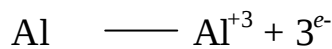
(Venkitanavayanan et al., 1999b)。而砧板新舊及材質不同之狀況更會影響檢測結果的準確性 (Simin et al., 1994)。

Venkitanavayanan et al. (1999b) 報告中對砧板清洗效果進行測試，使用 100 cm² 之尺寸經由浸漬無菌水測試無菌水中清洗後的殘菌，除提高水溫對於清洗效果有限外，接種 *Escherichia coli* O157:H7 (7.94 – 8.53 log CFU/100cm²) 之砧板經由酸性水浸漬 (19A) 可減少菌數大於 5.0 log CFU/100cm²，砧板表面殘菌在 3.17 log CFU/100cm² 以下。相對的氯含量隨著溫度增加至 55℃ 時只剩原來的 50%，45℃ 以下則變化不大。*L. monocytogenes* 及 *Escherichia coli* O157:H7 在美國是主要引起食物傳媒之病原菌 (Beuchat, 1995)。當接種 *L. monocytogenes* 及 *Escherichia coli* O157:H7 且採用浸漬酸性水的方式在酸性水中未察覺到有病原菌存在，但在砧板表面 *L. monocytogenes* 殘菌約高於 *Escherichia coli* O157:H7 有 2.0 – 3.5 log CFU/100cm² 之菌數，酸性水對 *Escherichia coli* O157:H7 的殺菌力相較下較佳。

2.7 酸鹼液對金屬的腐蝕性

鋁箔能有效利用鋁特有的光澤及優良的防濕遮光等特性，所以常用於食品業及家庭中。電解水的應用可能對

鋁箔造成腐蝕作用。鋁在空氣中，乾燥的狀態下極度安定，鋁箔也顯示出對氧化有高度抵抗性。在高溫會受無機強酸侵蝕，而低溫時會受鹼性物質侵蝕 (周，1986)。鋁在陽極反應會溶解首先形成 Al^{+3} 及 Al^{+} ，而 Al^{+} 鋁離子將水還原而自身氧化為三價離子 (蔡等，1979)。

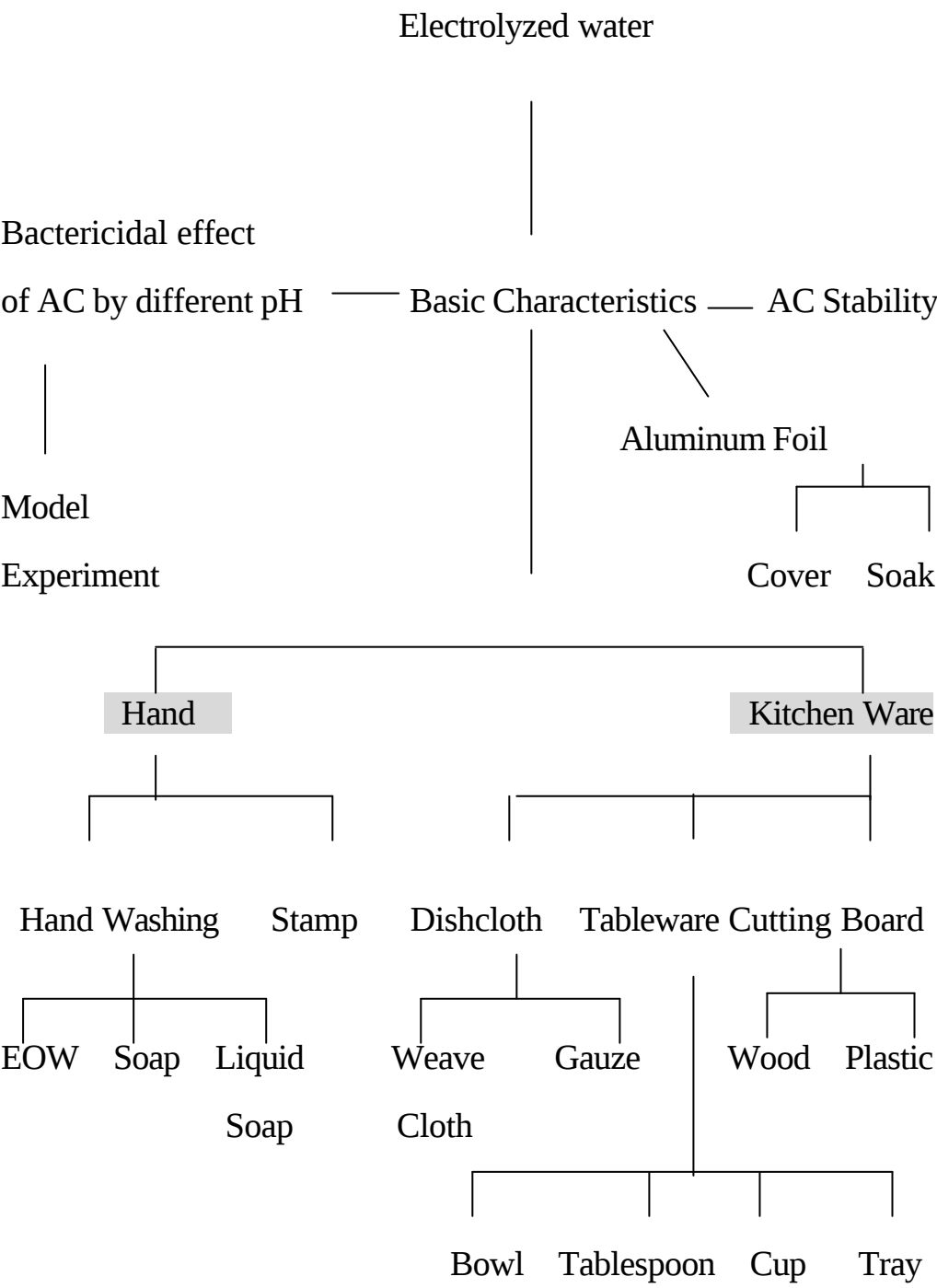


鋁在酸與鹼的腐蝕速率比起在蒸餾水的速率大許多 (簡和劉，1977)。室溫下且 pH 4-8.5 時，鋁的腐蝕速率最低，在鹼性溶液中鋁的腐蝕速率隨著 pH 值增大而增大。因為 OH^{-} 溶液中 Al^{+3} 形成 AlO_2^{-} 錯化合物，且此反應在室溫時快速。因此鋁易於陰極面累積鹼造成 $NaAlO_2$ 的形成 (簡，1977)。當有氯離子存在時濃度越高，則腐蝕越強 (蔡等，1979)。

鋁質表面的氧化膜在 pH 5-8 間的水溶液中很安定，此範圍的 pH 值，耐蝕性良好。鋁的電位極低，為陽極性，若接觸比鋁低陰極性的金屬，鋁被陽極性腐蝕 (賴，1982)。鋁在酸性溶液中的腐蝕常隨氫離子濃度的增大而增大，在硫酸、稀硝酸及磷酸中耐蝕性差。鹼性溶液中鋁表面保護膜溶解，被迅速侵蝕 (賴，1982)。

第三章 材料與方法

3.1 實驗設計



3.2 實驗材料

3.2.1 電解水生成

電解生成酸性水 (acidity water, AC) 及鹼性水 (alkalinity water, AK) 由電解水生成器 (ROX-20TA, Hoshizaki Electric Inc., Japan) 在 14 安培的條件下製造產生 (又稱 14A 電解水)。本試驗製造出的酸性水 pH 值約為 2.5 ~ 2.7, 氧化還原電位 +1100 mV 以上, 而鹼性水 pH 值約為 11.2 ~ 11.4, 氧化還原電位在 -880 mV 左右。

3.2.2 菌液製備

原料為冷凍阿根廷魷魚 (*Illex argentinus*) 取自高雄金吉順公司, 冷凍於 -18℃ 備用。將解凍之魷魚於室溫下分別放置 3 至 8 小時。魷魚液分代表: 低 ($2 < \log < 4$ log CFU/ml)、中 ($4 < \log < 6$ log CFU/ml)、高 ($6 < \log < 9$ log CFU/ml) 菌量。低菌量為室溫解凍之新鮮魷魚, 以 25 g 加 225 ml 0.1 % peptone 均質後之汁液進行高及中菌量測試。高、中、低菌液直接取各類汁液分別與電解水以 1 比 9 混合以評估殺菌效果。鴨油液由餐飲店提供, 將處理乾淨鴨隻 (10 隻) 經水煮熟所得上層油溶液。

3.2.3 微生物試驗溶液

以 pH 2.6 的 14A 電解水溶液有效氯 35 ~ 50 ppm，自電解水出口取 50 ml，經 1N 氫氧化鈉溶液及磷酸氫二鈉緩衝溶液 1M 調整不同 pH 2.6 ~ 8.0 之電解水溶液供微生物殺菌效果之測試。

3.2.4 微生物

3.2.4.1 生菌數

生菌數測定 (total plate count, TPC)，依據中國國家標準 CNS 10890 (1991) 之方法，取 1 ml 的魷魚汁液於 9 ml 0.1% peptone 稀釋液做連續稀釋，再取 1ml 稀釋液於培養皿中，採用傾注平板培養 (tryptic soy agar, Difco)，經 37℃ 培養 48 ± 2 小時後計算其菌落數，生菌數表示方式為 CFU/ml。

3.2.5 pH 值及氧化還原電位

取 14 安培之電解水 (酸性水及鹼性水)，以 pH 計 (Suntex sp-2200, Taiwan) 及氧化還原電位計 (Mettler MP230, U.S.A.) 分別測定。

3.2.6 總氯及餘氯

試液之總氯及餘氯依據 HACH DPD-FEAS (N,N-diethyl-p-phenylenediamine -ferrous -ethhylene

diammonium sulfate) 之方法 (HACH, 1997), 取 0.5ml 酸性水加入已裝好 25ml 蒸餾水的三角錐瓶中, 加入一包 DPD (N,N-Diethyl-p-Phenylenediamine) 藥劑 (分 DPD-total chlorine 及 DPD-free chlorine) 搖動混和均勻後呈粉紅色, 再以 0.00564N 硫代硫酸鹽溶液 (thiosulfate titrant solution) 滴定至無色。

3.2.7 電解水分光光度計分析

調至不同 pH 之電解水, 利用 Len et al. (2000) 之分光法分析, 以分光光度計掃描 200-400 nm 波長, 紫外線測量在 25 °C 以下以 1 公分寬之石英管盛裝測量液, 以吸光值 234 nm 和 292 nm 測量次氯酸和次氯酸根離子濃度, 兩者的吸光系數分別為 $100\text{cm}^{-1}\text{M}^{-1}$ 和 $350\text{cm}^{-1}\text{M}^{-1}$, 再各別以比耳定律 (Beer's law) 法計算。

3.2.8 掃描式電子顯微鏡

覆蓋及浸漬鋁箔切成適當大小 ($4\times 4\text{cm}^2$), 觀察鈍面及光面, 將樣品以絕緣雙面膠黏貼於鋁台 (aluminum stub) 於真空狀態下以掃描式電子顯微鏡 (S3000N, Hitachi, Japan) 於 200、400 及 800 倍的加速電壓下進行表面變化之觀察。

3.3 實驗方法

3.3.1 酸性水穩定性

酸性水於震盪下之穩定性利用 250 ml 三角錐瓶盛裝 150 ml，採開放及密閉式兩種方式，分別於 70 rpm、140 rpm、210 rpm、240 rpm 震盪，0、30、60、90 及 120 分鐘，個別測試 pH 值、氧化還原電位及總氯變化。

3.3.2 手部清洗方式

3.3.2.1 接種菌液狀態之清洗試驗

先進行測試人員手部清潔，經肥皂清洗紙巾擦拭後，用 75 % 酒精噴灑左右手。魷魚解凍液或鴨油菌液放入測試員手中，摩擦後於掌心進行第一次採樣 (3.8 cm^2)，為原始菌數。經雙手再摩擦，進行電解水清洗，測試方式包括單一搓洗酸性水 (AC)、鹼性水 (AK)、無菌水 (H_2O) 及三種水交叉搓洗 (AC-AK、AK-AC、AC- H_2O) 雙手於 800 ml 水中(以洗手盆盛裝使手完全浸入溶液中)，充分搓洗 (手心搓揉，左手背右手背交互搓揉，左右手手指間交互搓洗之重複動作) 後進行第二次採樣，測試微生物菌量。

3.3.2.2 普通手部之清洗試驗

測試人員在無任何清洗及殺菌步驟為一般狀態，將

雙手互搓進行第一次採樣。取樣後再摩擦雙手於 AC-AK 各 800 ml 清洗。另一組使用洗劑 (肥皂或洗手乳) 清洗，清洗方式依行政院衛生署之步驟清洗後，進行第二次採樣。將培養基經 37 °C，48 ± 2 小時培養，觀察其殺菌效果。

3.3.2.3 壓板採樣

洗手方式如 3.3.2.2. 所敘述，經電解水或洗劑清洗後，直接將掌心壓於面積 63.58 cm² 的培養基上，輕壓 5 秒鐘。將培養基經 37 °C，24 ± 2 小時培養，觀察其菌落數。

3.3.2.4 手掌 pH 值測試

盛裝 800ml 水溶液分別為 AC、AK、AC-H₂O、AK-H₂O、AC-AK、AK-AC，進行手部清洗，單獨條件搓洗時間 30 秒，交互清洗條件為各 15 秒，清洗後將手掌心水分輕輕甩乾，使手掌心呈現濕潤即可，取酸鹼石蕊試紙 (advantec, pH0-14)，壓於掌心約 5 秒進行比色得知手掌之 pH 值。

3.3.3 抹布清洗方式

3.3.3.1 鹼性水清洗油脂模型試驗

選購抹布材質不織布 (購於屏東市家樂福) 23 ×

23cm²。以 6 ×6cm² 沾魷魚液及 11.5 ×11.5cm² 鴨油液，分別於三角瓶內盛裝 150ml 及塑膠杯內盛裝 500 ml 之電解水。6 ×6cm² 沾魷魚液之抹布先經酸性水震盪 (240rpm) 清洗 (1-10 分鐘)，再由鹼性水中和清洗 (1 分鐘)。沾鴨油液之抹布 11.5 ×11.5cm² 先經鹼性水每隔 5 分鐘換水清洗 8 次後，再由酸性水震盪 (240rpm) 殺菌 10、15、20 及 25 分鐘，再由鹼性水中和清洗 5 分鐘，分別以壓板、塗抹及稀釋擰出液等方式測試抹布上殘菌，及電解水溶液中之微生物含量。將培養基經 37℃，48 ± 2 小時培養，觀察其殺菌效果。

3.3.3.2 洗潔劑清洗油脂模型試驗

選購抹布材質不織布（購於屏東市家樂福）23 × 23cm²。將凍結之鴨油塊均勻塗抹約 10g 於抹布上，待回溫後以洗潔液清洗。洗潔液清洗以蕭記洗潔劑（潔騰企業有限公司；台北縣）取 5ml 溶於 1000ml 水中，以 800ml 洗潔液經 45 秒（每 30 秒約搓洗 25-28 次）搓洗第一次後再與另一盆洗潔液第二次搓洗 45 秒，經自來水沖洗後進行酸性水 5、10、15、20、25 分鐘殺菌及鹼性水中和，再以 peptone 混合後進行檢測。經連續稀釋後，將培養基經 37℃，48 ± 2 小時培養，觀察其殺菌效果。

3.3.3.3 應用試驗

選購抹布材質不織布（購於屏東市家樂福）及紗布（購於大賣廠） $23 \times 23\text{cm}^2$ 。於傳統餐飲店中使用 8 小時之抹布，分別於砧板、台面及桌面擦拭使用，經洗淨後取回檢測，比較不同材質對於電解水之清洗及殺菌效果。先經酸性水震盪（240 rpm）清洗 5、10、15、20、25 分鐘再由鹼性水中和 5 分鐘，再以 peptone 混合，經連續稀釋後，將培養基經 37°C ， $48 \pm$ 小時培養，觀察其殺菌效果。

3.3.4 砧板清洗方式

選購木製砧板櫟木材質面積 $30 \times 15\text{cm}^2$ （台南縣將軍鄉木材工廠）及塑膠聚乙烯材質（購於屏東市家樂福）砧板，規格 $36 \times 22\text{cm}^2$ ，厚度約 2-3cm 及 1-1.2cm。經餐飲店使用，分別於砧板上處理蘿蔔、魷魚及鴨腎，經洗淨後取回檢測。利用電解水比較使用過之不同材質砧板的清洗及殺菌效果。先經酸性水震盪（150 rpm）清洗 5 分鐘或 10 分鐘再由鹼性水中和 5 分鐘，以塗抹（ $8 \times 10\text{cm}^2$ ）方式進行採樣，連續稀釋後，將培養基經 37°C ， $48 \pm$ 小時培養，觀察其殺菌效果。

3.3.5 餐具清洗方式

取餐飲店及團膳場所之餐具分別有碗 (塑膠及瓷器)、湯匙 (不鏽鋼)、碟 (塑膠、玻璃和不鏽鋼) 及茶杯 (塑膠)經洗淨後取回進行檢測。利用電解水清洗先經酸性水浸漬 5 分鐘或 10 分鐘再由鹼性水中和 5 分鐘。漂白水 (獅子油脂股粉有限公司;台北縣) 清洗以漂白水 (50ppm) 浸漬 5 分鐘或 10 分鐘再由無菌水中和 5 分鐘後。以塗抹方式進行採樣，依衛生署食具檢測之方法略做修飾，浸漬前後分別塗抹二分之一範圍，再行連續稀釋後，將培養基經 37°C ， $48 \pm$ 小時培養，觀察其殺菌效果。

3.3.6 鋁箔處理

取 600 ml 之酸性水或鹼性水於玻璃燒杯及塑膠杯內，分別將家用鋁箔 ($12 \times 12\text{cm}^2$) 以光面 (光滑面) 及鈍面 (粗糙面) 分別覆蓋於杯口 (58cm^2)。於 0、1、3、5 及 7 天，取鋁箔經隔夜烘乾秤重觀察腐蝕及重量變化現象，浸漬部分將 $7 \times 30\text{cm}^2$ 鋁箔浸漬於 600 ml 酸性水及鹼性水中，並使用 SEM 觀察腐蝕現象。電解水之 pH 值及氧化還原電位逐日檢測。家用鋁箔浸漬之外觀腐蝕

評估亦同。

3.4 統計分析

將各部分分析之樣品經二重複分析測試，所得數據經 SAS 統計分析軟體 (SAS, 1982) 分析變異數並標繪其標準偏差。

第四章 結果與討論

4.1 酸性水穩定性

酸性水於密閉式及開放式震盪下的穩定性，以 pH 值及 ORP 之變化來探討 (圖 4-1)。如松尾 (1999) 報告指出酸性水若經空氣接觸則 pH 值、ORP 及氯成分皆會逐漸衰減並非長久穩定。在密閉遮光下可維持 1 至 2 週。考量本研究所適用之試驗條件震盪環境下酸性水仍具相當的穩定性。當酸性水於密閉三角瓶容器中震盪 2 小時內無論是低速 (70 rpm)、中速 (140 rpm)、高速 (210 rpm) 及劇烈震盪 (240 rpm) 的條件下，對於 pH 值及 ORP 皆表現相當穩定狀態，數值呈現微幅上升及下降但差異並不顯著。因此即使在劇烈震盪下，酸性水的性狀在短時間內仍可維持試驗中適用性。

酸性水在開放環境中的 ORP 會隨著儲藏時間延長逐漸下降 (松尾，1999)。開放式震盪 2 小時 pH 值及 ORP 隨著震盪時間增長同樣有上升及下降趨勢。提高震盪速度則變化更多。隨著震盪時間增加，pH 逐漸上升；震盪轉速增加時 pH 值上升較快 (如圖 4-2)。依劇烈震盪 (240 rpm) 達 2 小時後，pH 值由 2.60 上升至 2.67。隨著震盪時間增加，ORP 逐漸下降，提高震盪速度 ORP 則下降更顯著。震盪過程中，酸性水所含之氯成分以氯氣 (Cl_2) 形式揮發，因而降低含氯量，其改變原有的性狀。

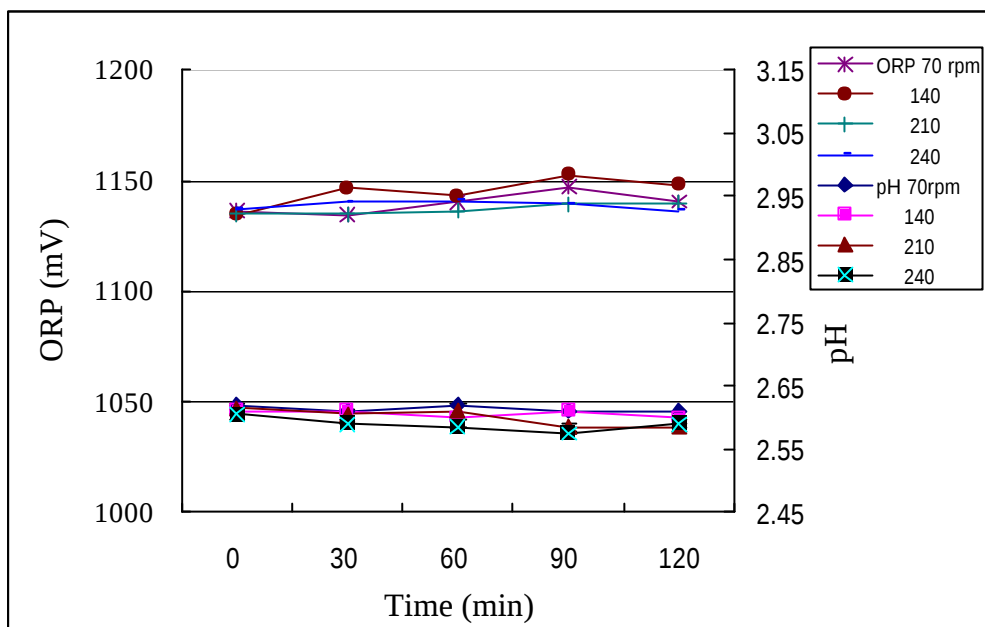


圖 4-1、酸性水於密閉式狀態下震盪氧化還原電位及 pH 值之變化。

Figure 4-1、Changes of oxidation-reduction potential and pH of acidic electrolyzed water under closed-shaking conditions.

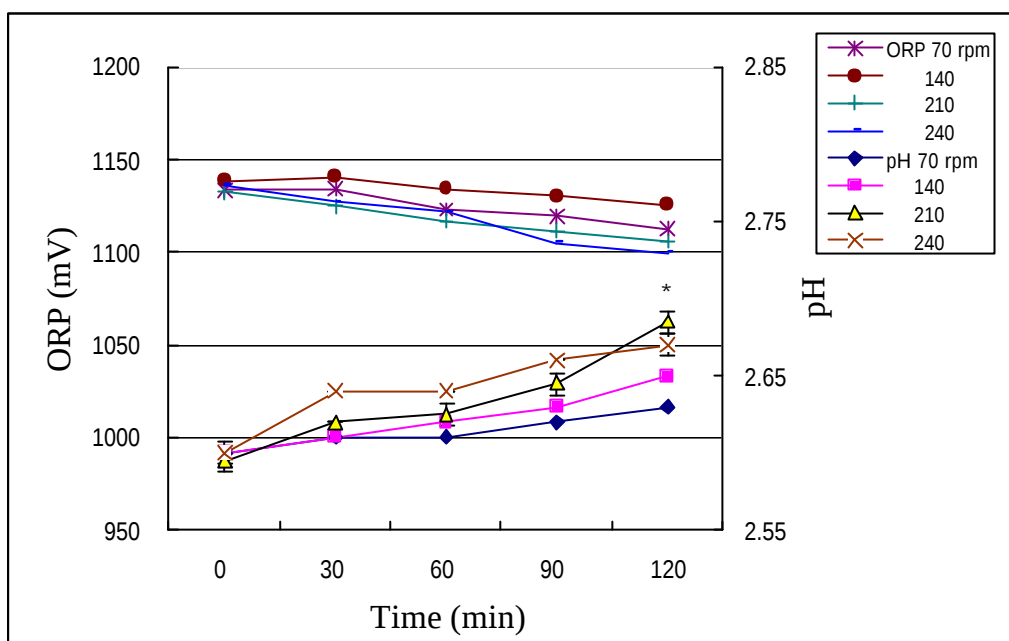


圖 4-2、酸性水於開放式狀態下震盪氧化還原電位及 pH 值之變化。

*T 代表統計之標準偏差

Figure 4-2、 Changes of oxidation-reduction potential and pH of acidic electrolyzed water under open-shaking conditions.

*T represented standard deviation in statistic.

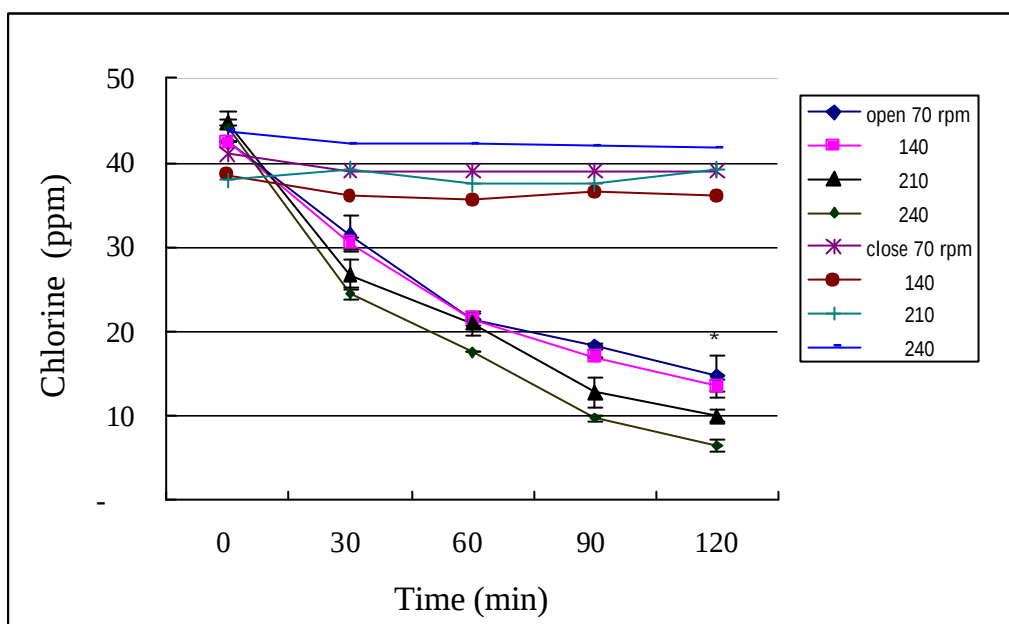


圖 4-3、酸性水於開放式與密閉式狀態下震盪總氯之變化。

*T 代表統計之標準偏差

Figure 4-3、 Change of total chlorine of acidic electrolyzed water under open or closed-shaking conditions.

*T represented standard deviation in statistic.

剛產製之純酸性水震盪試驗 (圖 4-3) 顯示，總氯與餘氯的數值差異非常小。就開放式與密閉式比較，密閉式，無論是低速或劇烈都能維持總氯含量較開放式穩定。開放式震盪時低速、中速在 1 小時內總氯還能維持原來的 50 %。但隨著轉速的增加，時間延長時，在劇烈震盪 2 小時總氯只剩原來的 15 %。但長時間 (15 天) 密閉式儲存總氯約下降 50 %，開放式則在第 10 天無氯殘留 (松尾，1999)。

4.2 酸性水殺菌力

4.2.1 以緩衝溶液調整 pH 值之特性變化

當調整增加電解水 pH 值時，其紫外光的吸收值在 A_{292} (代表 OCl) 增加，但在 A_{234} 之吸收值 (代表 HOCl) 卻減少。反應出 pH 影響次氯酸與次氯酸根離子之間的動態平衡。酸性水中的次氯酸濃度最大出現於弱酸性之 pH 值範圍，pH 值介於 pH 4 ~ 6 之間 (圖 4-4)。隨著 pH 值提高次氯酸濃度減少，造成氫離子和次氯酸根離子的解離。

酸性水經調整 pH 值後，其 ORP 隨 pH 值上升而逐步由 +1100 mV 下降至 +800 mV (圖 4-5)。經去離子水 1:9 (AC:H₂O) 稀釋，其 ORP 變化亦如調整 pH 時逐步下降顯示添加去離子水之稀釋現象。當酸性水與魷魚液 (ORP +225.1 mV) 混合時氧化還原電位變化很大。酸性水的 ORP 變化

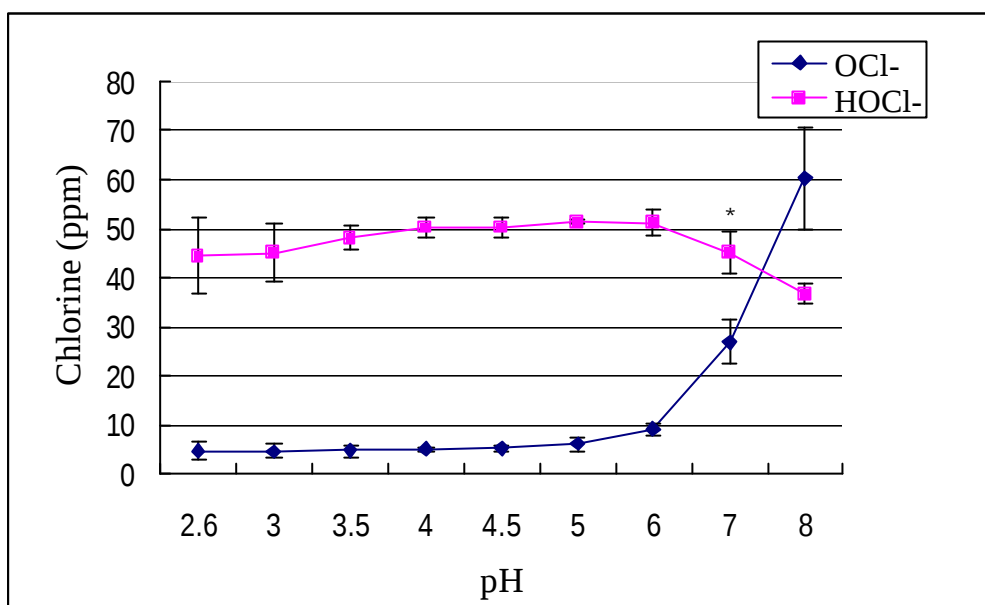


圖 4-4、以緩衝液調整 pH 值之酸性水氯成分的變化。

*T 代表統計之標準偏差

Figure 4-4、Change of chlorine on the buffer adjusted pH of acidic electrolyzed water.

*T represented standard deviation in statistic.

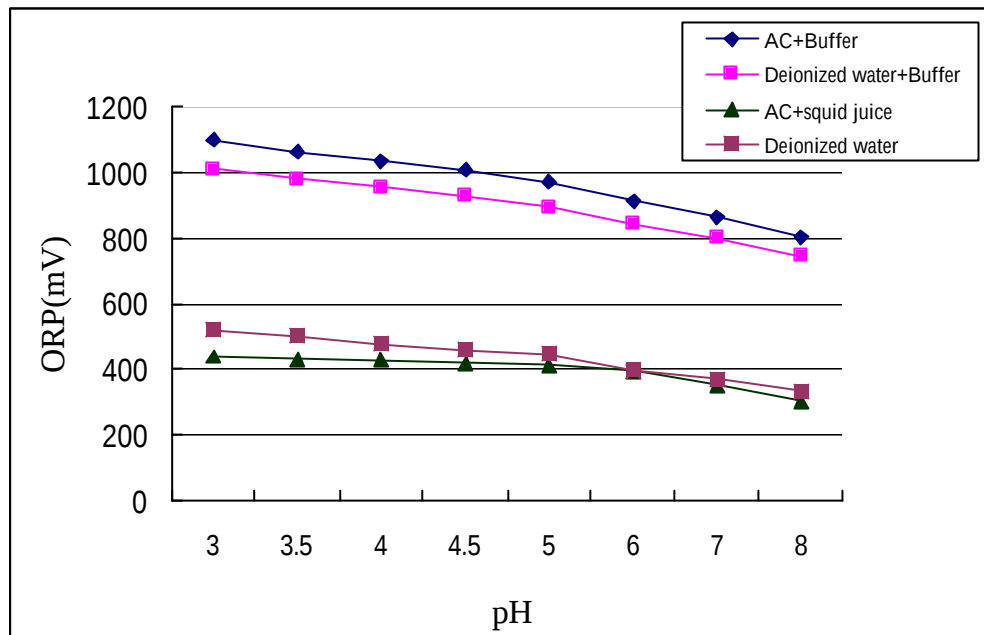


圖 4-5、以緩衝液調整 pH 值之酸性水與魷魚汁液 9:1 混合時氧化還原電位的變化。

Figure 4-5、Change of oxidation-reduction potential on the buffer adjusted pH of acidic electrolyzed water when mixed with extravasation squid liquid by 9:1 ratio.

因一方面被稀釋，另一方面和魷魚液作用所致。原本為 +1130 mV 的酸性水混合魷魚液後，ORP 明顯下降為 +439.4 mV。各組試液的 ORP 顯著下降與去離子水組相似。

酸性水雖經緩衝溶液調整 pH 值 (圖 4-6)，混合 pH 值為 6.56 魷魚汁後 pH 值有緩慢上升趨勢。原本調整 pH 值 2.6 至 8.0 之酸性水，混合魷魚汁液後 pH 值分別變成 pH 值 4.12 至 7.80。基本上酸性水的 pH 值並非一成不變，酸性水混合魷魚液後的 pH 值已在 4 以上，雖然混合液的 pH 值變化統計上顯現顯著差異，只要在酸性狀態下，混合液多能維持在 pH 7 以下。

4.2.2 以緩衝溶液調整 pH 值之殺菌力變化

酸性水在 pH 值 2.6 至 5.0 間與魷魚液混合測試。呈現殺菌力 (生菌數) 降低 (圖 4-7)。無論高、中、低菌數測定時，酸性水均可降低生菌數 3 - 5 log CFU/ml，當 pH 值在 3.5 - 6 之間時則效果變化不顯著。調整至漂白水的次氯酸根濃度和 pH 與酸性水相同，發現酸性水與次氯酸溶液具相同之殺菌效果。可知酸性水的殺菌效果來自次氯酸成分與低 pH 值 (楊，2000)，Len et al. (2000) 提及次氯酸滲入細菌細胞壁中進而影響細胞主要之代謝系統，而隨著 pH 值增加轉換成次氯酸離子則帶負電荷需高的活化能才可來穿透細胞膜，降低其抑

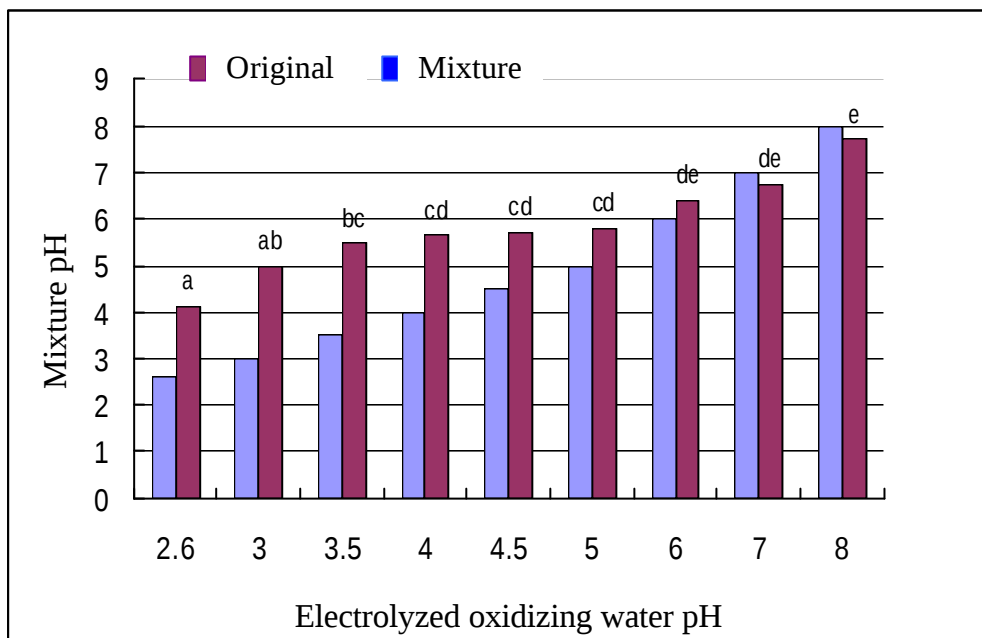


圖 4-6、以緩衝液調整 pH 值之酸性水與魷魚汁液
9:1 混合時 pH 值的改變。
每一行有不同字母註記時表示有顯著差異 ($p < 0.05$)

Figure 4-6、 Change of pH on the buffer adjusted pH of acidic
electrolyzed water when mixed with extravasation
squid liquid by 9:1 ratio.

Means in row followed by different letters are significantly different.
($p < 0.05$).

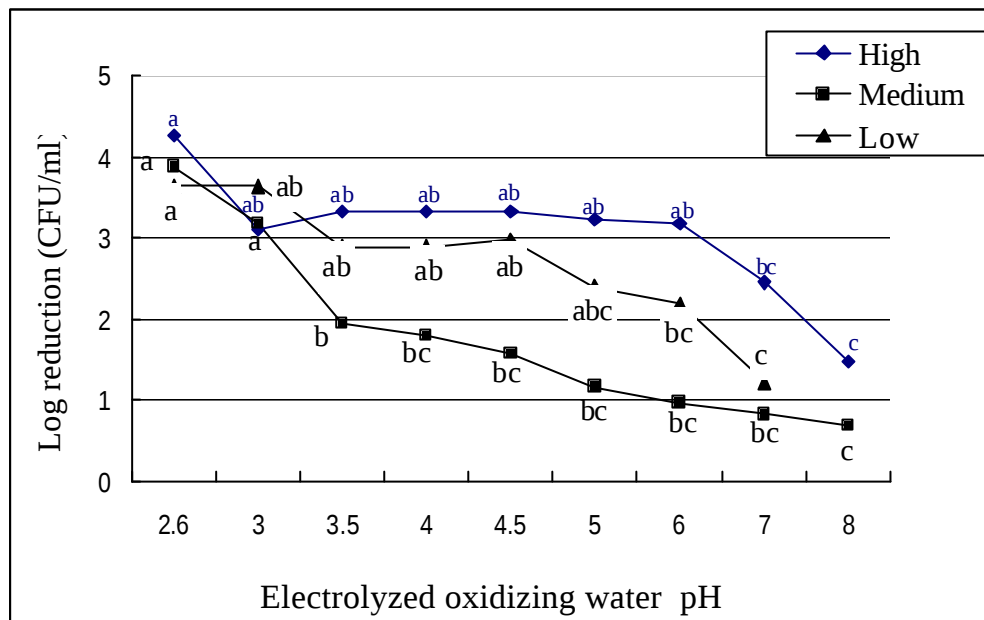


圖 4-7、調整緩衝液 pH 值之酸性水與魷魚汁液 9:1 混合後菌數之變化。

Figure 4-7、Change of total plate count of extravasation squid liquid when mixed with buffer adjusted pH of acidic electrolyzed water by 1:9 ratio.

菌能力，同時證明次氯酸的抑菌效力歸於其中性電荷狀態。

4.2.3 電解水對魷魚菌液之靜菌現象

以魷魚解凍液為模型試驗 (表 4-1)，酸性水與菌液混合時，表面上在 8 分鐘內可降至 1 log CFU/ml 以下。但再以鹼性水嘗試中和其酸鹼值，殘菌數均呈現部分恢復問題。短時間 (30 秒) 恢復約 4.63 log CFU/ml，隨著酸性水處理時間增加部分恢復菌數則減少，至 10 分鐘方能達到真正完全殺菌。此一菌數部分恢復之現象即表示酸性水之殺菌包含部分靜菌之現象。

由不同時間處理時所得的殺菌力 (表 4-2) 需 9-10 分鐘才能達到菌數的完全死滅的效果。釐清靜菌現象的問題，可知在 pH 值 2.6 至 5.0 間生菌數，酸性水處理時間長短直接影響對魷魚汁液內微生物的殺菌效果。

4.3 手部的清洗及殺菌力

4.3.1 電解水對手部觸感影響

於酸性水中搓洗時，手指間的摩擦粗澀感增加，較難搓開。於鹼性水中手指間則較無阻力感。當鹼性水-酸性水或酸性水-鹼性水交互搓洗時，手指的粗澀或滑順更為明顯。經酸性水搓洗手掌 pH 值 6 在搓洗鹼性水或無菌水後介

表 4-1、酸性水的靜菌現象之模型試驗

Table 4-1、Bacteriostatic effect of acidic electrolyzed water ^a

AC	AK	TPC ^c	Log reduction
Time		Log CFU/ml	
30' - 15' ^b		4.63	2.41
30' - 30' ^b		4.50	2.54
3' - 1'		4.00	3.04
3' - 2'		3.70	3.34
3' - 3'		3.76	3.28
5' - 1'		3.56	3.48
5' - 2'		3.66	3.38
5' - 3'		3.63	3.41
8' - 3'		<1.0	4.57
10' - 3'		ND ^d	7.04

^aOriginal TPC: 7.04 log CFU/ml

^b['] sec, [']:min

^cTPC: Total plate count

^dND: No detected

表 4-2、電解水對魷魚汁液之殺菌效果

Table 4-2、Germicidal effect of electrolyzed water on the microorganisms in squid liquid ^a

AC - AK	TPC ^b	Log reduction
Tim, min	Log CFU/ml	
1' - 3'	3.40	3.80
2' - 3'	3.30	3.90
3' - 3'	3.36	3.94
4' - 3'	3.23	3.97
5' - 3'	2.85	4.35
6' - 3'	2.30	4.90
7' - 3'	2.00	5.20
8' - 3'	<1.0	7.20
9' - 3'	ND ^c	7.20
10' - 3'	ND	7.20

^a Original TPC: 7.20 log CFU/ml

^b TPC: Total plate count

^c ND: Not detected

表 4-3、不同電解水的清洗條件對手掌之觸感描述

Table 4-3、Description of hand feeling after various electrolyzed water washing

*Conditions	Hand pH	Description of hand feeling
AC	6.0	單獨清洗酸性水，經手指間的搓動，有明顯的摩擦粗澀感，阻力較大且較費力。
AK	7.5	單獨清洗鹼性水，經手指間的搓動，手指間的摩擦阻力較小，手指間有些許的滑潤感，且具有 NaOH 的刺癢。
AC-H ₂ O	5.5	先洗酸性水再洗一般的自來水，原來明顯的摩擦感變小，但粗澀感仍然還在，且氯味也消失。
AK-H ₂ O	6.0	先洗鹼性水再洗一般的自來水，洗自來水時必須要搓 3-4 下滑潤感才消失，變成一般自來水的觸感。
AC-AK	6.5	先洗酸性水再洗鹼性水，洗鹼性水時必須要搓 3-4 下才会有滑潤感。
AK-AC	5.5	先洗鹼性水再洗酸性水，洗酸性水時立即有明顯的粗澀感。

*單獨條件清洗為 30 秒，交互清洗條件時間為各 15 秒

於 5.5-6.5 間。洗過 AK 手掌 pH7.5 再經酸性水或無菌水中
和後手掌的則略低 pH 值介於 5.5-6.0 之間 (如表 4-3)。

4.3.2 電解水對手部微生物靜菌現象及殺菌效果

單獨酸性水或鹼性水清洗或是兩者複合式清洗時，當
酸性水在後之清洗條件，皆呈現相當降低生菌數的結果 (表
4-4)，如單獨清洗酸性水 30 秒及先清洗鹼性水 15 秒再洗
酸性水 15 秒，皆能將中高菌量 ($6-7 \log \text{CFU/ml}$) 降到 $1 \log \text{CFU/ml}$ 左右。經由酸性水搓洗後無論是經無菌水或鹼性水
中和皆有殘菌恢復情形，因此可知此種減低生菌數的結果
並非真正的殺菌而僅是靜菌而已。隨著酸性水處理時間增
加，直至酸性水 45 秒才無靜菌現象的干擾。因此短時間的
搓洗或僅以酸性水搓洗除了殺菌不全外，尚有電解水酸鹼
中和後，生菌數恢復的問題。

當手部含 $6 \log \text{CFU/ml}$ 以下的菌量，於酸性水 45 秒，
鹼性水 30 秒的清洗時間下即可達到小於 $1 \log \text{CFU/ml}$ 以下
的效果而無恢復的狀況，如表 4-5。而 $7 \log \text{CFU/ml}$ 左右
的菌量則需將時間延長到酸性水 1 分鐘，鹼性水 30 秒才達
到完全無菌 (鋼圈採樣)， $7 \log \text{CFU/ml}$ 以上的菌量亦是需
要更長時間來達到無菌狀況。

利用鹼性水做為除油脂之用時，當含油脂手部經過鹼

表 4-4、清洗電解水對手部殺菌之靜菌現象

Table 4-4、Bacteriostatic effect of electrolyzed water on hand washing and disinfection

Conditions	Time (sec)	Before	After	MSE
		Log CFU/ml		
AC	15	7.90 ^a	3.07 ^b	0.222
	30	7.75 ^a	1.51 ^b	0.043
	45	7.44 ^a	<1.0 ^b	0.251
AK-AC	15-15	5.68 ^a	<1.0 ^b	0.181
AC-H ₂ O	15-15	5.98 ^a	2.11 ^b	0.410
AC-AK	15-15	5.91 ^a	<1.0 ^b	0.056
	30-30	7.47 ^a	2.30 ^b	0.205
	45-30	6.35 ^a	<1.0 ^b	0.005

Means in row followed by different letters are significantly different. (p<0.05).

表 4-5、清洗電解水對手部之殺菌效果

Table 4-5、 Germicidal effect of electrolyzed water on hand washing

Microorganism	AC-AK	Before	After	MSE
(TPC)	Time, sec	Log CFU/ml		
Low	15-15	3.51 ^a	2.14 ^a	0.177
Medium	45-30	5.24 ^a	<1.0 ^b	0.057
	60-30	4.59 ^a	ND ^b	0.270
High	30-30	8.21 ^a	2.13 ^b	0.318
	60-30	8.69 ^a	1.54 ^b	0.111
		7.71 ^a	ND ^b	0.007
	120-30	7.69 ^a	ND ^b	0.230
	150-30	8.25 ^a	ND ^b	0.207

Means in row followed by different letters are significantly different. (p<0.05).

ND: Not detected

性水-酸性水-鹼性水條件清洗時，洗完第一個鹼性水 1 分鐘甚至延長至 3 分鐘時，水之混濁度增加，且手中亦有明顯之油膩感。將鹼性水搓洗次數增加，清洗鹼性水-鹼性水-鹼性水-酸性水-鹼性水條件時，搓洗到第三個鹼性水時，水已澄清，且手部亦無油膩感。經由酸性水處理 45 秒後仍未完全殺菌 (表 4-6)。經由酸性水組時間增加至 1 分鐘，菌量低時可呈現有效之殺菌效果。但菌量高時，可能因手部的油脂造成殺菌的困難。

4.3.3 電解水與普通手部之清洗效果

一般手部採樣 (38cm^2) 的菌量在 $2.35\text{-}2.89 \log \text{CFU/ml}$ 之間 (表 4-7)，以酸性水清洗效果明顯的比肥皂或洗手乳之效果較佳，電解水以酸性水 45 秒鹼性水 30 秒，能將手部採樣的菌量降至 $1 \log \text{CFU/ml}$ 以下；而一般洗劑對手部菌量的降低效果並不如預期的高 (圖 4-9)。當手掌清洗前生菌數約在 $2 \log \text{CFU/ml}$ 左右時，以肥皂或洗手乳清洗 45 秒甚至 1 分鐘皆無法達到良好的殺菌效果。而同組中清洗效果上的差異，推測係因各人手部紋路粗細部同而導致殘菌量結果不同。

表 4-6、電解水對手部高油脂量時之清洗及殺菌效果*

Table 4-6、Effect of electrolyzed water washing and disinfecting on the greasy hand washing *

Conditions	Time **	Before	After
		Log CFU/ml	
AK-AC-AK	1' -45' ' -45' '	1.11 ^a	ND ^b
	3' -45' ' -45' '	1.48 ^a	ND ^b
AK-AK-AC-AK	30'' -30' ' -45' ' -45' '	3.35 ^a	2.46 ^b
AK-AK-AK-AC-AK	2' -2' -1' -45' ' -45' '	2.50 ^a	1.45 ^a
	2' -2' -1' -1' -45' '	2.57 ^a	ND ^b

*Greasy: Duck oil

** [' ']: sec , [']: min

ND: Not detected

Means in row followed by different letters are significantly different. (p<0.05).

表 4-7、不同清洗劑對手部清洗效果之比較

Table 4-7、 Comparison of different of electrolyzed water washing and disinfecting on the hand washing

Conditions	Time (sec)	Log CFU/ml		MSE
		Before	After	
AC-AK	45-30	2.89 ^a	<1.0 ^b	0.164
	60-30	2.44 ^a	ND ^b	0.002
Soap- H ₂ O	45-30	2.82 ^a	2.01 ^b	0.176
	60-30	2.84 ^a	2.75 ^a	0.051
Liquid soap -H ₂ O	45-30	2.64 ^a	1.83 ^a	0.128
	60-30	2.35 ^a	2.14 ^b	0.000

Means in row followed by different letters are significantly different. (p<0.05).

H₂O: Steriled water

ND: Not detected

4.3.4 比較各式洗劑對手部高油脂及低油脂清洗狀況

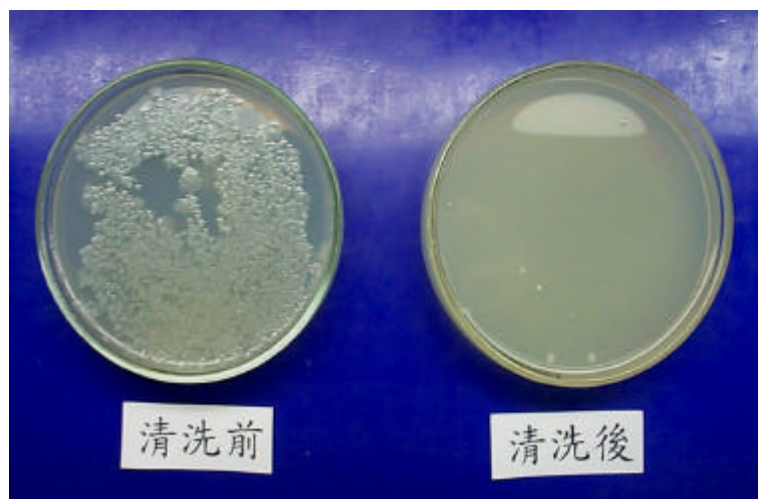
及殺菌效果

擴大手部測試範圍，清洗後將掌心直接壓板於培養基上上加以驗證。表 4-8 顯示當以接種一定量不同樣品於手掌時，由於單獨使用肥皂無法達到清洗及殺菌效果，經使用肥皂清洗後再經電解水殺菌，菌數明顯的減少。由肥皂清洗掉鴨脂液與魷魚液之油漬手掌上仍有 42-162 個可數之菌落數經電解水洗滌後可降低生菌數 37 個以下，後繼之酸性水對兩者同樣具有殺菌效果，各組手部殺菌後菌落數介於 ND-58 個間。

相反的在一般手掌皮膚乾燥狀況下，因無法掌握個人手部接觸及污染狀況，所以清洗後的菌落數數值差異接種較鴨脂液與魷魚液時大些。然而若只用電解水來對手部清洗時以酸性水 45 秒甚至達 3 分鐘，接鹼性水 45 秒清洗前與清洗後呈現明顯殺菌效果 (圖 4-8 及圖 4-10)。但單獨使用肥皂清洗時由表 4-7 得知並無明顯殺菌效果，由肥皂清洗前與清洗後菌落數得之所能降低的菌數有限 (圖 4-9)。

以餐飲業操作方式，實際觸摸鴨脂與魷魚 30 秒後，以肥皂和電解水交互洗滌皆可將菌數明顯地降低 (表 4-9) 在觸摸樣品 30 秒後清洗，但此壓板測試因無法定量每個操作者手部觸摸樣品後的菌數 (TNTC)，但清洗及殺菌後數僅剩

A.



B.

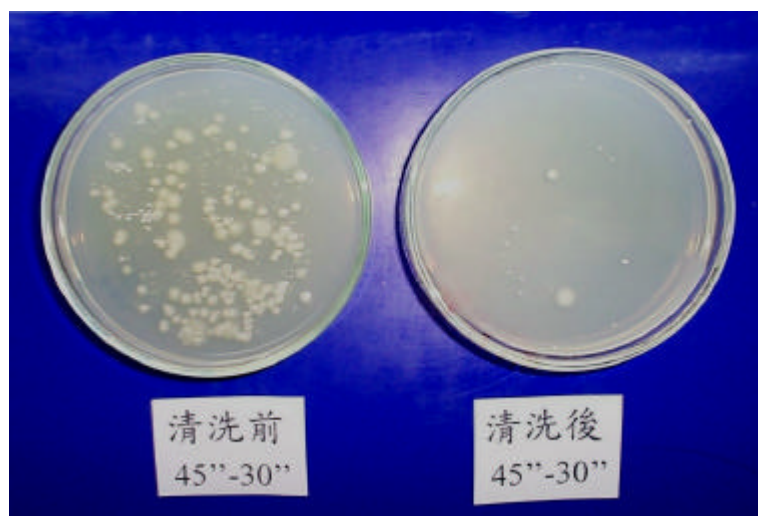
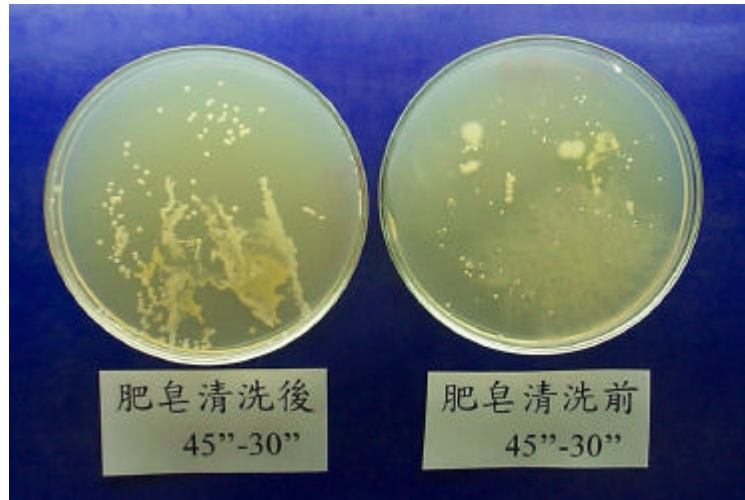


圖 4-8、電解水對普通手部清洗之效果。

Figure 4-8、Effectiveness of electrolyzed water for ordinary hand washing.

A.



B.

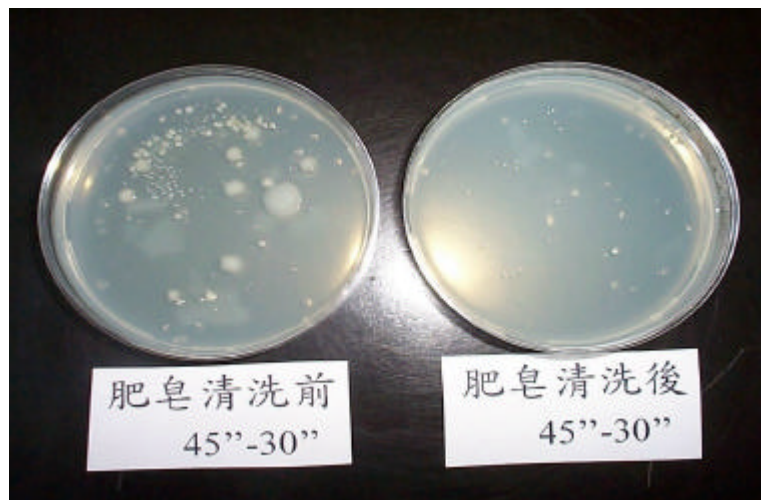
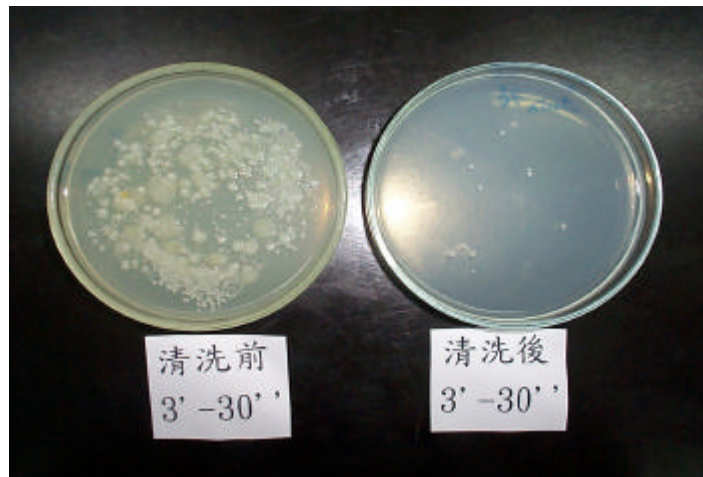


圖 4-9、肥皂對普通手部清洗之效果。

Figure 4-9、Effectiveness of soap for ordinary hand washing.

A.



B.

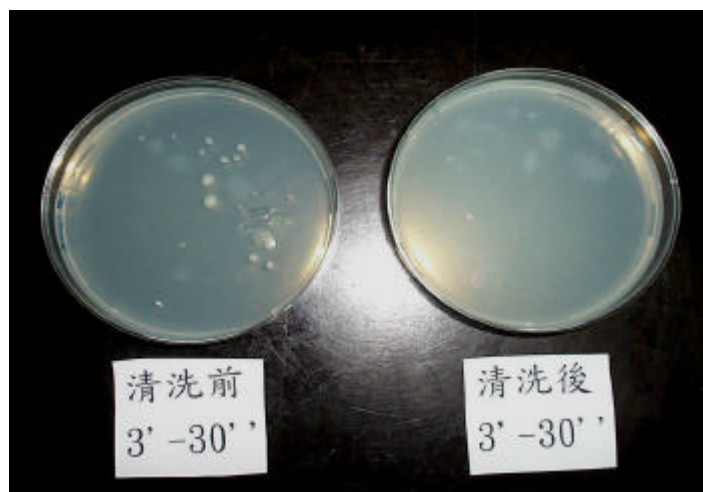


圖 4-10、電解水對普通手部長時間清洗之效果。

Figure 4-10、Effect of washing time on the disinfecting of hand.

表 4-8、電解水對肥皂清洗之手部的殺菌效果之模型試驗*

Table 4-8、 Model experiment of the effectiveness of electrolyzed water on disinfection of hand after soap-washing

Conditions		Total No. of colony		
45''-30''-1'-45''	Subject No.	Before	Before AC	After
Control-H ₂ O ^a -AC-AK	1	TNTC ^b	- ^c	12
	2	TNTC	-	58
	3	TNTC	-	11
	4	- ^c	162	37
Duck oil-H ₂ O -AC-AK (15mg)	1	TNTC	-	15
	2	TNTC	-	11
	3	TNTC	-	22
	4	-	128	21
Squid liquid -H ₂ O -AC-AK (5ml)	1	TNTC	-	ND ^d
	2	TNTC	-	ND
	3	TNTC	-	32
	4	-	42	17

*Sampling to press

^a H₂O: Steriled water

^b TNTC: Too number to count

^c [-] Not determined

^d ND: Not detected

表 4-9、肥皂與電解水交互洗滌對手部清洗及殺菌效果比較

Table 4-9、 Effectiveness of soap and electrolyzed water continuous washing for hand

Conditions 45''-30''-1'-45' '	Subject No.	Total No. of colony	
		Before	After
Control-H ₂ O ^a -AC-AK	1	TNTC ^b	12
	2	TNTC	26
	3	TNTC	8
Duck oil-H ₂ O -AC-AK (15mg)	1	TNTC	36
	2	TNTC	ND ^c
	3	TNTC	12
Squid liquid-H ₂ O -AC-AK (5ml)	1	TNTC	26
	2	TNTC	ND
	3	TNTC	20

^a H₂O: Steriled water

^b TNTC: Too number to count

^c ND: Not detected

下介於 ND 至 36 個之間的菌落數，不同環境或操作狀況可能需要更長的清洗時間方可達到如此的低菌落數的效果。

4.4 抹布的清洗及殺菌力

4.4.1 電解水對抹布清洗方法比較及死滅效應之模型試驗

單獨以電解水清洗抹布的測試中，比較酸性水殺菌經由不同方法檢測之差異性。於 $6 \times 6\text{cm}^2$ 的抹布模型試驗，當接種 7.80-7.91log CFU/ml 於抹布上，酸性水清洗 1 分鐘時以 peptone 震盪混合稀釋的方法中約可降低 5 log CFU/ml 以上 (表 4-10)，且在酸性水溶液中皆無微生物殘留，但經壓板或塗抹所得之菌落數皆低於 peptone 震盪混合之方法，因壓板或塗抹只能取得表面微生物，藏於抹布內部的需經由震盪混合才能取得較完全之殘菌。以塗抹取得之微生物較壓板少或接近 (表 4-10、表 4-11)，因此抹布的測試方法中建議以震盪混合方式採樣。單獨以酸性水清洗時需 5 分鐘甚至更長的時間才能達 ND。而試管及手部已驗證靜菌效應之存在，因此進一步利用酸鹼性水交互清洗來得知抹布上當高達 6.72 log CFU/ml 的菌量時的殺菌效果，如表 4-11 所示，同樣的經酸性水殺菌再由鹼性水中和，於 5 分鐘前並不能完全殺菌，酸性水中需 7 分鐘才能無微生物殘留，以震盪混合方式需達 9 分鐘才能達 ND。

表 4-10、酸性水清洗抹布後生菌數測定方法之比較

Table 4-10、 Comparison of total plate count determination method on the kitchen dishcloth washed by electrolyzed water^a

A.

Time (min)	Press ^c	Smear ^c	Peptone ^b	AC solution ^c
AC	Total No. of colony		Log CFU/ml	
1	4	9	2.00	ND
2	6	2	1.84	ND
3	<1.0	3	1.77	ND
4	ND	ND	1.00*	ND
5	ND	ND	ND	ND

^aOriginal TPC: 7.91 log CFU/ml

^b*Estimated value

^c ND: Not detected

B.

Time (min)	Press ^c	Smear ^c	Peptone ^b	AC solution ^c
AC	Total No. of colony		Log CFU/ml	
1	197	111	2.69	ND
2	127	45	2.38	ND
3	54	50	2.47	ND
4	56	16	1.93	ND
5	ND	ND	1.00*	ND

^aOriginal TPC: 7.80 log CFU/ml

^b*Estimated value

^c ND: Not detected

表 4-11、清洗電解水對抹布的死滅效應

Table 4-11、 Germicidal effect of electrolyzed water for washing
kitchen dishcloth ^a

Time (min)	Press ^c	Smear ^c	Peptone ^{b c}	AC solution ^{b c}
AC-AK	Total No. of colony		Log CFU/ml	
1 – 1	116	44	3.57	3.20
2 – 1	279	20	3.64	3.34
3 – 1	119	6	2.27	1.84
4 – 1	7	7	2.38	1.30*
5 – 1	8	6	2.3	1.30*
6 – 1	7	5	2.34	1.00*
7 – 1	2	4	2.20	ND
8 – 1	ND	2	1.00*	ND
9 – 1	ND	ND	ND	ND

^a Original TPC: 6.72 log CFU/ml

^b*Estimated value

^c ND: Not detected

4.4.2 電解水對於高脂及低脂抹布清洗殺菌之效果

使用鹼性水連續清洗沾鴨油的不織布抹布，以 $11.5 \times 11.5 \text{ cm}^2$ 抹布沾含油脂 3g 濕鴨油液，以鹼性水震盪清洗，每隔 5 分鐘換水一次，仿流水式洗滌，則需重複 8 次才能使鹼性水不渾濁，觸摸抹布時無油膩感。微生物因油脂附著於抹布上容易造成清洗困難，但部分微生物因重複鹼性水的震盪清洗而被沖掉。抹布原始殘菌 $8.17 \log \text{ CFU/ml}$ 清洗後降低至 $4.67 \pm 0.63 \log \text{ CFU/ml}$ ，如表 4-12 所示。經長時間連續換水清洗達 25 分鐘殘菌方可降至 $1 \log \text{ CFU/ml}$ 以下。經鹼性水中和清洗後抹布上的檢測菌數較進一步經 peptone 液處理後的殘菌低。抹布的大小及所沾的油脂量可能影響鹼性水清洗所需次數。

當使用清潔劑取代鹼性水清洗抹布上油脂 (表 4-13)，抹布於洗潔液第一次搓洗 45 秒，此時水溶液呈現白色渾濁，換水再於洗潔液搓洗 45 秒，抹布上無油觸感膩感，經測試能將抹布上大部分油脂除去，清洗時間較僅以鹼性水短。經酸性水殺菌 20 分鐘可明顯降低生菌數 $3.21 \log \text{ CFU/ml}$ 降至 $2.11 \log \text{ CFU/ml}$ ，當酸性水處理增加至 25 分鐘時則殘菌降至 $1 \log \text{ CFU/ml}$ 以下。

4.4.3 利用電解水清洗餐飲店抹布之殺菌效果

表 4-12、連續鹼性水震盪清洗沾鴨油抹布的殺菌效果模型試驗

Table 4-12、 Model experiment of the cleansing effect of continuous electrolyzed alkaline water shake-washing ^a

Conditions	1st AK	AC ^{bc}	2nd AK ^c	Peptone ^c
AK- AC- AK	Log CFU/ml		Log CFU/ml	
8 (5')-2 (5') -5'	5.30	1.00*	1.31	2.26
8 (5')-3 (5') -5'	4.41	1.47*	1.30	2.62
8 (5')-4 (5') -5'	4.04	<1.0	1.47	2.46
8 (5')-5 (5') -5'	4.40	ND	<1.0	<1.0

^a Original TPC: 6.72 log CFU/ml, dishcloth 11.5 ×11.5cm²

^b *Estimated value

^c ND: Not detected

據了解餐飲店清洗食具，大多使用清潔劑。經觀察餐飲店抹布的搓洗時間約 10 秒 (搓洗 7 次左右)。分別比較不織布 及紗布於電解水及漂白水之殺菌效果，生菌數變化如表 4-14 所示，經餐飲店清洗過之不織布抹布生菌數含量為 $8.39 \pm 0.06 \log \text{CFU/ml}$ ，紗布含 $9.26 \pm 0.30 \log \text{CFU/ml}$ ，因紗布材質為網狀組織呈現較疏密，容易殘留餐食上食物屑且易勾於抹布表面，微生物含量較材質緊密的不織布高約 $1 \log \text{CFU/ml}$ 。經酸性水殺菌無論是擦拭處所的不同，抹布皆能明顯降低生菌數約 $6 \log \text{CFU/ml}$ 左右。比較市售漂白水以含氯 50ppm 的濃度依同樣的方法清洗具有相似效果 (如表 4-14)。本試驗中所使用之電解水因含有次氯酸，陳等 (1991) 提及漂白水中次氯酸具破壞細胞之能力，因此均展現殺菌能力。

4.5 食具的清洗

4.5.1 電解水對於各式餐具有清洗及殺菌效果

由餐飲店及團膳場所取得清洗後之各式食具進行微生物檢測，檢測結果如表 4-15 及表 4-16。餐飲店各式食具之生菌數含量約介於 $4.08\text{-}5.54 \log \text{CFU/ml}$ 之間，而團膳場所食具生菌數介於 $1.65\text{-}3.39 \log \text{CFU/ml}$ 。由餐飲店所採樣之

表 4-13、洗潔劑清洗高油脂抹布之模型試驗

Figure 4-13、 Model experiment of washing greasy dishcloth by
detergents

Conditions	Oil	Oil removed	Before	After
Liquid soap	(g)	loss	Log CFU/ml	
- AC- AK		(g)		
1 (5') -5'	9.761 ^a	9.378 ^a	3.26 ^a	3.10 ^a
2 (5') -5'	10.169 ^a	9.780 ^a	3.26 ^a	3.20 ^a
3 (5') -5'	10.034 ^a	9.608 ^a	3.07 ^a	2.57 ^b
4 (5') -5'	10.098 ^a	9.684 ^a	3.20 ^a	2.11 ^b
5 (5') -5'	10.291 ^a	10.128 ^a	3.08 ^a	<1.0 ^b

Means in row followed by different letters are significantly
different. (p<0.05).

表 4-14、電解水及漂白水清洗餐飲店抹布之殺菌效果

Table 4-14、Effectiveness of electrolyzed water and bleach for washing and disinfecting the dishcloth from food service

Material	Conditions AC-AK (min)	Before Log CFU/ml	After	MSE
<u>Electrolyzed water</u>				
Weave cloth				
Table	10 – 5	8.39 ^a	2.09 ^b	1.596
Kitchen counter	10 – 5	8.33 ^a	1.87 ^b	0.166
Wood board	10 – 5	8.35 ^a	2.09 ^b	0.341
Gauze				
Table	10 – 5	8.96 ^a	2.18 ^b	0.535
Kitchen counter	10 – 5	9.25 ^a	2.68 ^b	0.268
Wood board	10 – 5	9.06 ^a	3.23 ^b	0.237
<u>Bleach</u>				
Weave cloth				
Table	10 – 5	8.45 ^a	2.71 ^b	0.208
Gauze				
Table	10 [*] – 5 [*]	9.45 ^a	2.32 ^b	0.040

Means in row followed by different letters are significantly different. (p<0.05).

* 10-5: 50ppm Bleach-Steriled water

樣品經酸性水浸漬 5 分鐘再經鹼性水中和，殘餘生菌數含量均低於 2.68 log CFU/ml，能因各樣食品之原有殘菌量及使用狀況不同所致，而團膳食具中因殘菌較低，經酸性水浸漬 5 分鐘鹼性水中和後，幾乎接近無菌狀況。無論是餐飲店或團膳食具在酸性水充分浸漬 10 分鐘後均呈現良好殺菌具有相同效果。此外餐飲店或實驗室使用長久之塑膠碗及泡茶杯產生水垢及茶垢(圖 4-11 及圖 4-12)，但經酸性水浸漬 12 小時後，輕輕沖洗即可潔白乾淨。

餐飲店使用過之塑膠砧板及木製砧板，使用塗抹 (8cm × 10cm²) 採樣 (表 4-17)。木製砧板上測得之殘菌約在 2.39-4.00 log CFU/ml 之間，塑膠砧板則 4.44-6.29 log CFU/ml 間，原因為木製砧板容易吸水故清洗後不容易測得真實菌數，反之塑膠砧板不會吸水，清洗後之表面殘菌較木製砧板上高。其中又以截切過蔬菜 (蘿蔔) 者，生菌數含量較少，而以截切過魷魚及鴨腎者因含有油脂較不易清洗。木製砧板經酸性水震盪清洗 10 分鐘及鹼性水中和 5 分鐘後，截切蔬菜及魷魚菌數約降低 1 log CFU/ml 而截切鴨腎木製砧板，則有增高趨勢，推測原因，因使用過之木製砧板刀痕深淺容易殘留污垢，且易吸入水溶液即使經刷洗亦難洗淨。塑膠砧板經同樣方式震盪清洗後，生菌數下降至 2.48-2.77

表 4-15、電解水及漂白水清洗餐飲店食具之殺菌效果

Table 4-15、Effectiveness of electrolyzed water and bleach for washing and disinfecting the tableware from local food service

Material	Time (min)	Before	After	MSE
	AC-AK	Log CFU/ml		
<u>Electrolyzed water</u>				
Plastics bowl (big)	5 – 5	5.54 ^a	2.44 ^b	0.018
	10 – 5	5.48 ^a	ND ^b	0.006
Stainless steel	5 – 5	5.31 ^a	1.81 ^b	0.070
Soup spoon	10 – 5	4.55 ^a	ND ^b	0.060
Plastics plate	5 – 5	4.32 ^a	ND ^b	0.030
	10 – 5	4.08 ^a	ND ^b	0.027
Plastics dish	5 – 5	5.39 ^a	2.68 ^b	0.086
	10 – 5	5.36 ^a	ND ^b	0.010
Stainless steel dish	5 – 5	4.41 ^a	2.04 ^b	0.027
	10 – 5	4.63 ^a	ND ^b	0.144
<u>Bleach</u>				
Porcelain rice bowl	10 [*] – 5 [*]	4.16 ^a	ND ^b	0.011
Plastics dish	10 – 5	4.40 ^a	ND ^b	0.050

Means in row followed by different letters are significantly different. (p<0.05).

* 10-5: 50ppm Bleach-Steriled water

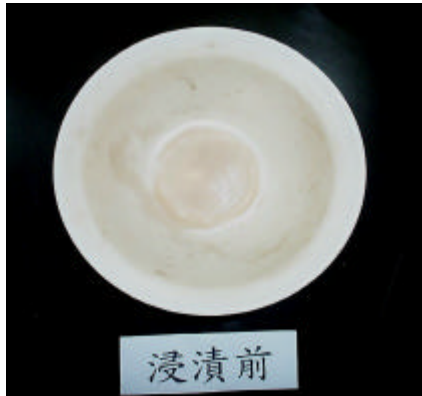
表 4-16、利用電解水清洗團膳食具後之殺菌效果

Table 4-16、Effectiveness of electrolyzed water for washing and disinfecting the serving tray from food service

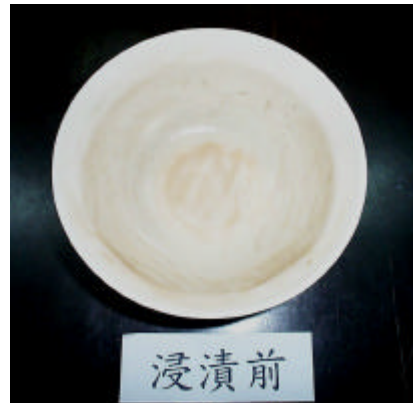
Material	Time (min) AC-AK (min)	Before	After	MSE
		Log CFU/ml		
Plastics rice bowl	5-5	3.39 ^a	ND ^b	0.230
	10-5	2.90 ^a	ND ^b	0.012
Porcelain rice bowl	5-5	3.28 ^a	ND ^b	0.012
	10-5	2.32 ^a	ND ^b	0.020
Stainless steel	5-5	2.56 ^a	ND ^b	0.000
Soup spoon	10-5	3.03 ^a	ND ^b	0.005
Plastics dish	5-5	2.48 ^a	ND ^b	0.001
	10-5	2.56 ^a	ND ^b	0.067
Glass dish	5-5	1.81 ^a	ND ^b	0.070
	10-5	1.56 ^a	ND ^b	0.073

Means in row followed by different letters are significantly different. ($p < 0.05$).

A.



B.



C.



D.



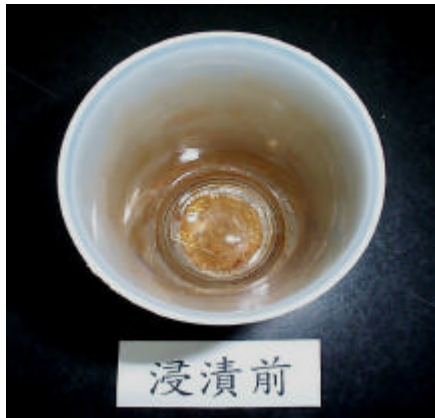
圖 4-11、電解水對餐飲店碗的清洗效果。

A.B. 清洗前 C.D.浸漬 12 小時後

Figure 4-11、Effect of electrolyzed water for bowl washing in
local food service.

A.B. Before C.D. After (12hrs)

A.



B.



C.



D.



圖 4-12、電解水對塑膠泡茶杯的清洗效果。

A.B. 浸漬前 C.D. 浸漬 12 小時後

Figure 4-12、Effectiveness of electrolyzed water for teacup washing.

A.B. Before C.D. After (12hrs)

log CFU/ml 之間。由於塑膠砧板不會吸入水溶液使得清洗差異，清洗效果略有差異性。Ak (1994a) 提及家庭使用之塑膠砧板，刀痕處容易殘留微生物。另外比較使用漂白水之殺菌，所得效果相近由 4.00-4.72 log CFU/ml 降低至 2.56-3.36 log CFU/ml 間。

由以上之食具的清洗殺菌結果可知使用不同材質砧造成砧板殘菌數不同。其中又以塑膠砧板較容易清洗，而木製砧板因刀痕的深淺及汁液吸入造成清洗不便。而不同的樣品及本身成分含量油脂高低與否也會影響清洗條件。實驗中比較漂白水的清洗與電解水有類似的殺菌力。以酸性水 10 分鐘鹼性水 5 分鐘條件清洗尚不能有效達到完全的殺菌效果。

4.6 電解水對鋁箔腐蝕性

4.6.1 鋁箔覆蓋電解水杯口時鋁箔之變化

鋁箔表面因受捲輪製程有無噴油而影響有光面及鈍面之分 (董，1985)。實驗觀察暗鈍面腐蝕較光面快速 (表 4-18)。鋁箔覆蓋的酸性水第一天無論是光面或鈍面皆有白色氧化物 (Al_2O_3) 產生，至第三天時出現孔蝕現象，隨著覆蓋時間增長腐蝕現象越明顯，光面及鈍面差異越

表 4-17、電解水及漂白水清洗餐飲店砧板之殺菌效果

Table 4-17、Effectiveness of electrolyzed water and bleach washing and disinfecting the cutting board from local food service

Material Cut of sample	Conditions AC-AK (min)	Before	After	MSE
		Log CFU/ml		

Electrolyzed water

Wood cutting board				
Vegetable	10 – 5	2.39 ^a	2.00 ^a	0.181
Squid	10 – 5	2.52 ^a	1.82 ^a	0.139
Duck gizzard	10 – 5	3.61 ^a	3.06 ^a	2.401
Plastics cutting board				
Vegetable	10 – 5	4.44 ^a	2.77 ^a	0.512
Squid	10 – 5	6.25 ^a	2.76 ^b	0.027
Duck gizzard	10 – 5	6.29 ^a	2.48 ^b	0.025

Bleach

Wood cutting board				
Squid	10 [*] – 5 [*]	4.00 ^a	2.56 ^a	0.143
Plastics cutting board				
Squid	10 – 5	4.72 ^a	3.36 ^b	0.035

Means in row followed by different letters are significantly different. (p<0.05).

* 10-5: 50ppm Bleach-Steriled water

大。達第七天時光面腐蝕均勻孔蝕細且密，鈍面同樣的腐蝕均勻但孔蝕大且密。但酸性水中因含氯，氯為鹵素族之一，且鹵素鹽溶液腐蝕性強，鹵素離子對不銹鋼的鈍態保護有強烈穿透性，容易引起腐蝕 (王，1990)。

鹼性水覆蓋第一天並無變化，第三天暗鈍面出現黑銹現象，光面可能受油層保護腐蝕反應較緩，然此塗層一但破裂則迅速腐蝕 (李等，1995)。達第五天及第七天時皆有黑銹現象產生，卻無針孔式腐蝕發生。

4.6.2 鋁箔覆蓋電解水杯口時增重變化

鋁箔受杯中水氣影響，鈍面鋁箔覆蓋盛裝酸性水其表面生白色霧狀花紋應為 Al_2O_3 膜，隨著覆蓋時間延長至一週累積適當厚度 Al_2O_3 層時增重約 4.2 % (30 mg)。但鋁箔鹼性水在覆蓋測試中並無明顯增重現象，鋁箔光面反應較鈍面反應慢 (如圖 4-13)，推測與鋁箔光面含油脂及腐蝕環境之 pH 有關 (簡和劉，1977)。

4.6.3 鋁箔浸漬液氧化還原電位及 pH 變化

由表 4-19 得知，鋁箔浸漬液 ORP 的變化較 pH 大，酸性水 pH 隨著天數增加由原來的 pH 2.63，至第九天則達 pH 4.22，氧化還原電位由原 +1123 mV 還原至 -240 mV 並在

表 4-18、鋁箔覆蓋盛裝電解水杯口時鋁箔之變化情形

Table 4-18、The corrosive status of aluminum foil when covering the cup holding the electrolyzed water

Day	AC		AK	
	Bright side	Dull side	Bright side	Dull side
1	部分呈霧狀	全面呈霧狀	無變化	無變化
3	腐蝕約 8 孔	腐蝕約 100 孔	無變化	黑銹現象
5	腐蝕約 50 孔	腐蝕大於 150	孔黑銹現象	黑銹現象
7	腐蝕均勻 針孔細密	腐蝕不均勻 針孔粗密	黑銹現象	黑銹現象

第一天即出現顯著差異。鹼性水氧化 pH 值亦是趨近中性，由原來的強鹼性下降至 pH 9.99。鹼性水在鋁則呈現被鋁箔氧化的狀況，而鹼性水電位 (- 854 mV) 成為正值 (+52 mV)。鋁金屬元素的氧化還原電位應為 -1690 mV (李，1992)。在酸性水中，鋁箔自身氧化使得酸性水氧化還原電位在 24 小時內急速下降至 - 442.1 mV。

4.6.4 鋁箔浸漬之失重變化

第一天酸性水及鹼性水失重 1.7 % 及 2.7 % (圖 4-14)，失重率最高出現在第 5 天隨著時間延長，有逐漸平緩或下降的趨勢。鋁於酸性溶液容易腐蝕 (簡和劉，1977)，故家用之鋁箔於酸性電解水中失重第一天雖顯著低於鹼性水之處理，但於第三天時兩者數值已接近，且隨著時間的延長有增加趨勢至第五天後變化較不明顯。正如王 (1990) 指出鹼溶液對金箔浸漬數日後屬會產生苛性蝕裂 (caustic cracking)，鋁對鹼類腐蝕的抵抗力差。

4.6.5 掃描式電子顯微鏡觀察

(一) 鋁箔覆蓋

1. 鋁箔鈍面 表面光滑的鋁箔，酸性水當覆蓋第一天鋁箔表面部分即出現塊狀腐蝕，呈現不規則鋁蝕表面，部分則維

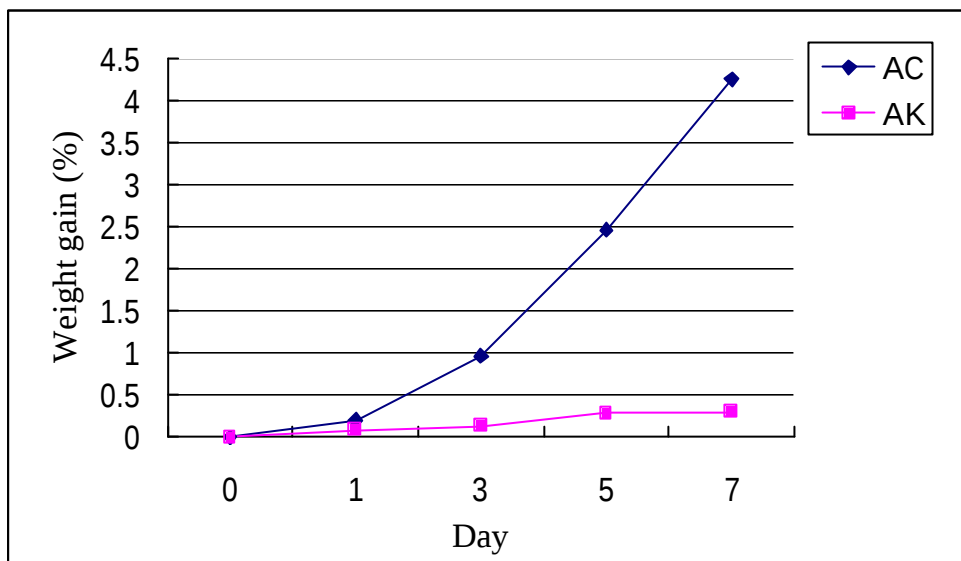


圖 4-13、鋁箔覆蓋盛裝電解水杯之重量變化測試。

Figure 4-13、Weight change of aluminum foil covering over the cup hold electrolyzed water.

表 4-19、浸漬鋁箔之電解水 pH 及氧化還原電位變化 *

Table 4-19、 Alteration of oxidation-reduction potential and pH of electrolyzed water soaked with aluminum foil

Day	AC	AK	AC	AK
	pH		ORP	
0	2.36 ^d	11.835 ^a	1123.55 ^a	-854.4 ^e
1	3.87 ^c	10.29 ^{cb}	-442.1 ^c	-329.6 ^d
3	4.30 ^a	10.32 ^b	-428.0 ^c	57.4 ^c
5	4.23 ^{ab}	10.16 ^{cd}	-437.1 ^c	117.0 ^a
7	4.17 ^b	10.09 ^{de}	-355.8 ^c	89.9 ^d
9	4.22 ^{ab}	9.995 ^e	-239.9 ^b	51.9 ^c

* Means in column followed by different letters are significantly different. (p<0.05).

持原樣 (表面光滑，圖 4-15)，隨著覆蓋時間增加塊狀腐蝕更明顯，有些呈現圓形剝離塊狀，至第五天甚至出現裂紋及孔洞，達第七天則更顯著。

2. 鋁箔光面 比對鈍面腐蝕，光面腐蝕程度較鈍面緩慢 (圖 4-15)。約在第三天時出現微小塊狀腐蝕，光面的第三天腐蝕與鈍面第一天相近，隨著時間延長塊狀腐蝕明顯。少部分出現微小孔蝕 (pitting) 而無鈍面的大塊洞蝕現象，由放大 200 倍顯示第七天兩者差異明顯，光面大部分呈現均勻腐蝕裂痕及微小腐蝕孔洞。鋁箔覆蓋鹼性水時的變化則不大。

(二) 鋁箔浸漬

在酸性水浸漬的腐蝕現象係由鋁箔四周開始由外而內形成均勻的粗糙面。酸性水浸漬之鋁箔於 400 倍顯微鏡下放大觀察具粒界腐蝕 (intergranular corrosion) 明顯呈現垂直裂紋 (圖 4-16)。推測邊界因熔點較低，浸漬酸性水中鋁箔周邊易形成化學活性所以腐蝕較快 (王，1990)。但第五天及第七天使用 800 倍放大，僅在鋁箔周圍見腐蝕現象但無裂痕。鋁箔浸漬於鹼性水中，隨著浸漬時間增加，呈現均勻深淺不一的凹洞現象 (圖 4-16)，由浸漬不同天數各圖中可知其腐蝕面很相似，與酸性水浸漬的只由周邊腐蝕圖有所不同。

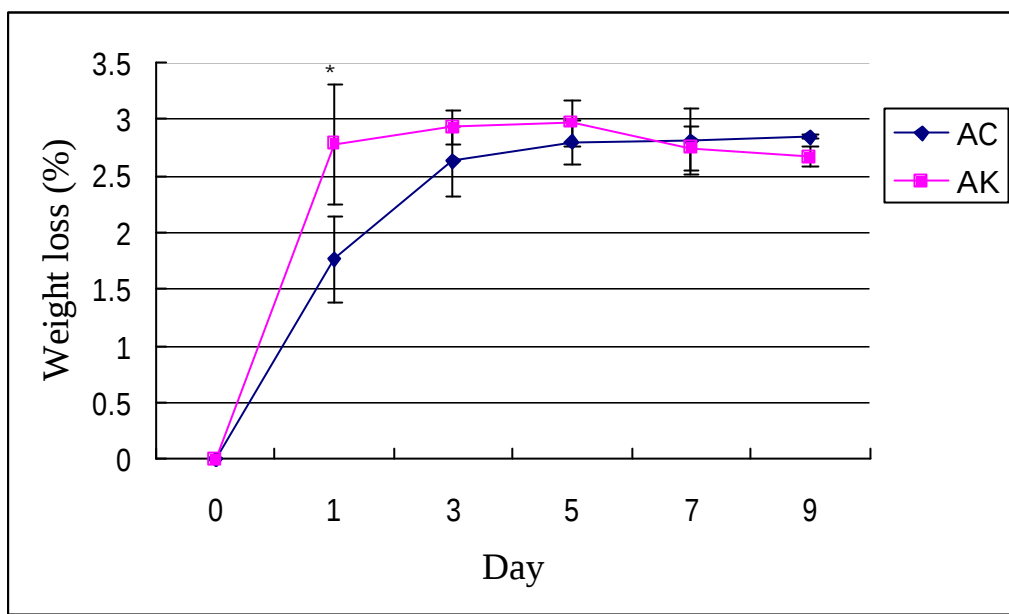


圖 4-14、鋁箔浸漬於電解水內失重變化。

*T 代表統計之標準偏差

Figure 4-14、Weight loss of aluminum foil soaked in the electrolyzed water.

*T represented standard deviation in statistic.

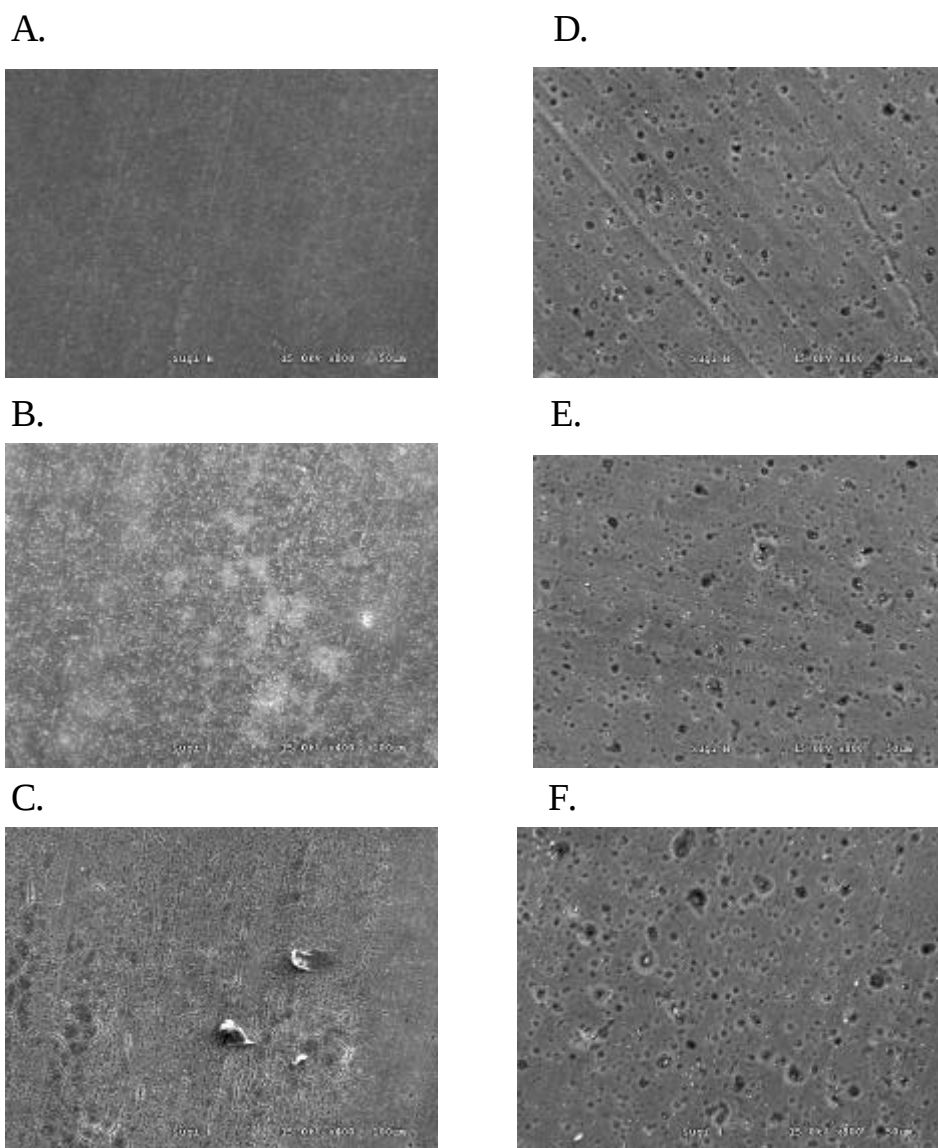
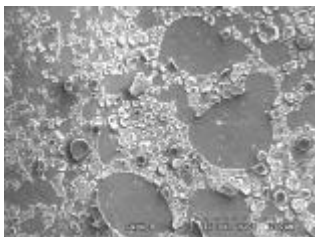


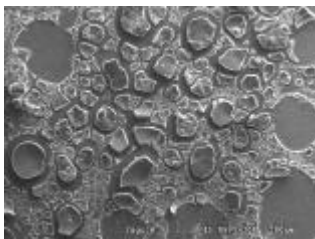
圖 4-15、以掃描式電子顯微鏡觀察鋁箔浸漬腐蝕。
 酸性水組 A.第 3 天 B.第 5 天 C.第 7 天
 鹼性水組 D.第 3 天 E.第 5 天 F.第 7 天

Figure 4-15、Scanning electron microscope of corroded aluminum
 foil soaked in the electrolyzed water.
 AC group : A. 1day B. 3days C. 7days
 AK group : D. 1day E. 3days F. 7days

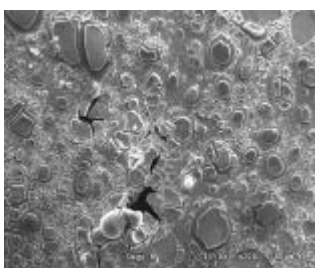
A.



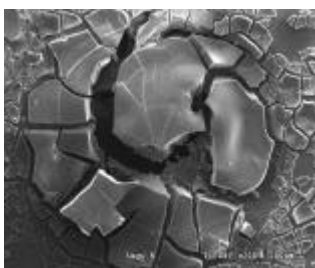
B.



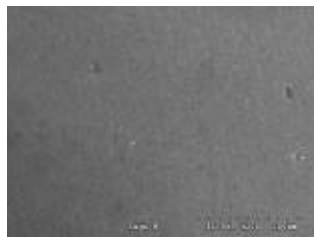
C.



D.



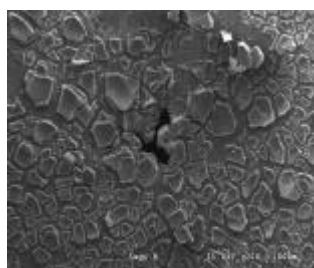
E.



F.



G.



H.

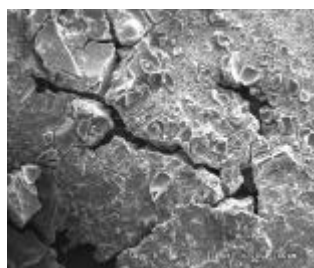


圖 4-16、以掃描式電子顯微鏡觀察鋁箔覆蓋液之腐蝕狀況。

鈍面：A.第 1 天 B.第 3 天 C.第 5 天 D.第 7 天 E.鋁箔 0 天 (對照組)

光面：F.第 3 天 G.第 5 天 H.第 7 天。

Figure 4-16、Scanning electron microscope of corroded aluminum foil covering over the cup hold electrolyzed water.

Dull side : A. 1day B. 3 days C. 5days D. 7days E. 0 day (control)

Bright side : F. 3days G. 5days H. 7days

第五章 結論

1. 酸性水於密閉容器中無論是低 (70rpm)、中(140rpm)、高 (210rpm)甚至連劇烈震盪(240rpm) 2 小時內，皆能維持其穩定性。對於微生物的抑制效果則受到次氯酸或次氯酸離子濃度、pH 值及氧化還原電位變化的影響，效果以次氯酸為最重要。
2. 由酸性水的殺菌模型試驗得知至少須 10 分鐘才能對含為 8 log CFU/ml 之生菌數樣品產生完全或接近完全的殺菌效果。文獻中在短時間內即可達高度殺菌效果 (7-8 log CFU/ml) ，可能皆因使用活化菌種細胞，但當應用於食品時，其效果可能不同，有待進一步探究。
3. 僅以酸性水洗手在 30 秒內殺菌不全，菌數有恢復的問題，屬於靜菌現象而非真正的殺菌。中低菌量只需要酸性水 45 秒及鹼性水 30 秒的清洗時間即可接近無菌效果，而 7 log CFU/ml 以上的菌量測試則需將時間延長到酸性水 60 秒鹼性水 30 秒以上才可達到接近無菌狀態。因此菌量越高所需要的時間越長。對清除高脂肪之試驗中，採仿流水（分段鹼性水連續清洗）方式，至鹼性水不再呈現渾濁時，其效果比固定清洗同一鹼性水時為佳。但除脂的效果仍似傳統的肥皂或洗手乳清洗較有效。

4. 電解水殺菌能力比一般洗劑之效果較佳，但清洗效果卻不及肥皂。而在殺菌效果上的差異係因個人手部紋路粗細或清洗搓動方式不同而導致殘菌量不同。因此經由肥皂除污與電解水殺菌交互搓洗時，手部可達到較佳的洗淨效果。
5. 抹布的清洗時的殺菌力測試，得知藏於抹布內部的微生物需經由震盪混合才能採得較完全之殘菌數。因此測試方法建議以震盪混合方式採樣，因以塗抹及壓板方式只能測得表面之微生物。利用酸鹼性水交互清洗（經酸性水殺菌再由鹼性水中和）抹布上高達 6.72 log CFU/ml 的菌量時的殺菌效果，以震盪混合方式需達 9 分鐘才能接近無菌狀態。
6. 以鹼性水重複震盪清洗抹布油脂，需洗 8 次才能使鹼性水不渾濁且觸摸抹布時無油膩感，然而抹布的大小及所沾鴨油量可能影響鹼性水清洗次數，僅用鹼性水清洗耗水耗時，當相同條件仿流水式清洗，利用鹼性水搓洗，洗滌效果不佳。若以洗潔劑清洗只需 90 秒搓洗，使用水量遠遠少於鹼性水清洗，故抹布的清洗方式建議以洗潔劑清洗後，再使用酸性水殺菌 25 分鐘，則可接近無菌狀態。
7. 一般餐飲店抹布生菌數含量在 8.33-9.56 log CFU/ml 之間，而紗布微生物含量較不織布高。無論是擦拭何處的抹布經酸性水殺菌 10 分鐘後皆能明顯降低生菌數約 6 log CFU/ml 左

右。餐飲店及團膳場所取得各式食具檢測，餐飲店食具微生物含量較團膳場所高，食具生菌含量在 5.02 log CFU/ml 以下。不管是餐飲店或團膳食具在酸性水浸漬 10 分鐘鹼性水中和 5 分鐘後無殘菌檢出。

8. 比較使用過之木製砧板及塑膠砧板，以塗抹方式取樣塑膠砧板之殘菌數較木製砧板高。砧板上生菌數受截切樣品不同的影響，砧板的刀痕容易殘留微生物，真正殘菌測定困難。且不同材質砧板容易造成砧板殘菌數不同。塑膠砧板較容易清洗，而木製砧板因刀痕的深淺及汁液吸入等原因，造成清洗不便。
9. 使用市售漂白水 (含氯 50ppm) 的清洗抹布、食具及砧板之效果與利用電解水清洗時相似。
10. 電解水對家用鋁箔具腐蝕性，覆蓋盛水容器時，無論是酸性水或鹼性水，鋁箔表面皆有鏽蝕現象。浸漬時原有的表面亦受到侵蝕，造成孔蝕或凹洞的腐蝕現象而失重。因此在利用電解水時的容器或材料應避開鋁質物品的接觸以免鋁的溶出。

第六章 參考文獻

- 中國國家標準，1991，食品微生物之檢驗法（生菌數之檢驗）
CNS 總號 10890。
- 王中奇，1999，餐飲業一般作業標準，食品工業 31(6):53-60。
- 王仁澤，1994，食品衛生，高利圖書有限公司 7:546。
- 王繼敏，1990，不銹鋼與金屬腐蝕，科技圖書有限公司
2(1):136-157。
- 文長安，1998a，從食物中毒談餐飲衛生(上)，中國飲食文化基金
金會會訊 4(3):28-31。
- 文長安，1998b，從食物中毒談餐飲衛生(中)，中國飲食文化基金
金會會訊 4(4):32-36。
- 文長安，1999，從食物中毒談餐飲衛生(下)，中國飲食文化基金
會會訊 5(1):32-37。
- 方繼，2001，微生物資料於食品安全管制系統所扮演之角色，
食品工業 33(5):50-58。
- 仇至強，1982，餐飲業意外事件的防止，食品工業 14(9):44-47
- 李連池，1999，在製成作業中易導致食品中毒事件發生之風險，
食品工業 31(3):24-40。
- 李文福，1992，工程材料的本質與性質，國立編譯館主編，p
717-776。
- 李春穎、許煙明、陳忠仁，1995，材料科學與工程，高立圖書

有限公司，p 661-713。

呂鋒洲，1998，強電解氧化水，元氣齋出版社。

周文輝譯，1986，鋁箔的用途和製造，技術與訓練 11(7):36-43。

松尾昌樹，1999，電解水的基礎之利用技術，技報堂出版。

邱顯超，1996，革命性的食品殺菌水強酸性離子水，食品資訊 132(12):46-49。

莊武蓁，1996，從日本大腸桿菌 O157 食物中毒事件淺談時食品衛生管理，食品資訊 126(9):47-49。

陳存傑、許順堯、鄒屏芝，1991，氯水在家禽屠體冷卻過程中殺菌效果的評估，食品科學 18(1):55-62。

陳信光、鄭宗義、蔡政道、蘇志鵬，1998，消毒與滅菌的最近發展-強酸性電解水的認識與應用，中華牙醫學會訊 7:42-46。

陳淑謹、黃靖淑，2000，餐飲業推行 HACCP 品質保證之研究，生活應用科技學刊 2(3):311-336。

陳樹功，1985，餐飲業之食品安全問題，食品工業 17(12):5-9。

黃錦城、鄭大青、楊瑩蓉、鍾遠懷、紀璟叡，1998，電解產生強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。

黃蔭樺編譯，1991，食品分析法，國立編譯館 p306-312。

楊明全，2000，難道只有含氯製劑是食品用清潔劑與消毒劑，

低溫食品 46(7)：2-8。

董基良，1985，鋼鐵材料，科學技術叢書，三民書局，p322-327。

詹舒斐，2000，認識電解水，節約用水季刊 9：38-41。

詹舒斐、陳仁仲、王今方，2001，電解水基礎研究，節約用水季刊 3：38-44。

蔡源榮、陳仲義、馬哲申，1979，電解電容器陽極鋁箔之電蝕，材料科學 11(2):83-86。

賴耿陽編譯，1982，非鐵金屬材料，復和出版社印行，3:121-173。

劉慧明，1997，我國連鎖速食餐飲業發展趨勢，食品市場資訊 8601(1):20-25。

鄭聰旭，1991，危害分析重要管制點在餐飲業衛生作業上之應用，食品工業 23(5):8-15。

鍾遠懷，1993，常見食品消毒劑殺菌功能，食品工業 25(6):24-32。

簡家淦、劉曉嶺，1977，金屬腐蝕與防蝕，正言出版社，p 322-327。

行政院衛生署，1997-2000，台灣地區食品中毒發生狀況。

行政院衛生署，2000，食品衛生管理法，行政院衛生署。

行政院衛生署，1989，餐飲衛生，行政院衛生署。

田中胖，1991，為改善食品品質之水活用法，食品工業，30(4)：27-30。

堀田？元、鈴木鐵也，1999，電解水の生成原理と物理化學

- 的性状?および機能。バイオサイエンスとインダストリ
57(1):22-26。
- Nil. 1997. 利用電解水、臭気水之除菌洗浄技術。食品開発,
32(7):32-38。
- Ali, A.A. and Spencer, N.J. 1996. Hazard analysis and critical
control point evaluation of school food programs in Bahrain. J.
Food Prot. 59(3):282-286.
- Anonymous. 1997. Principle of formation of electrolytic water
hoshizaki electric Co. Ltd., Sakae, Toyoake. Aiohi. Japan.
- Ak, N.O., Cliver, D.O. and Kaspar, C.W. 1994a. Cutting boards of
plastic and wood contaminated experimentally with bacteria. J.
Food Prot. 57:16-22.
- Ak, N.O., Cliver, D.O. and Kaspar, C.W. 1994b. Decontamination
of plastic and wooden cutting boards for kitchen use. J. Food
Prot. 57(1):23-30.
- Altakruse, S. F., Yang, S., Timbo, B.B., Angulo, F. J. 1999. A
multi-state survey of consumer food-handling and
food-consumption practices. Am. J. Prev. Med. 16(3):216-220.
- Bean, N.H. and P.M.Griffin. 1990. Foodborne disease outbreaks in
the United States, 1973-1987: pathogens, vehicles, and trends.
J. Food Prot. 53:711-728.
- Bryan, F.L. 1978. Factors that contribute to outbreaks of foodborne

disease. J. Food Prot. 41(10):816-827.

Bryan, F.L. 1988. Risks of practices, procedures and processes that lead to outbreaks of foodborne diseases. J. Food Prot. 51:663-673.

Christain, J.L. and Greger, J.L. 1991. Nutrition for living. The Benjamin/Cummings Publishing Compang, Inc. p513-514.

FDA Retail Food Program Steering Committee. 2000.8.10. Report of FDA retail program of foodborne illness risk factors. U.S. Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition.

Frank, L.B. 1988. Risks of practices, procedures and process that lead to outbreaks of foodborne diseases. J. Food Prot. 51(8):663-673.

Gelinas, P. and Goulet, J. 1982. Heat and light stability of eight sanitizers. J. Food Prot. 45(13):1195-1196.

Gelinas, P., Goulet, J., Jastayre, G.M. and Picard, G.A. 1984. Effect of temperature and Contact time on the activity of eight disinfectants-A classification. J. Food Prot. 47:841-847.

HACH. 1997. Water analysis handbook. Loveland, Colorado, U.S.A.

Hung, Y.-C., Kim, C., Ezeike, G.O.I. and Lin, C.S. 2000. Acidic

electrolyzed water and its antimicrobial effect. ASAE 221nd ACN National Meeting, Washington, DC.

Izumi, H. 1999. Electrolyzed water as disinfectant for fresh-cut vegetables. *J. Food Sci.* 64:536-539.

Knabel, S.J. 1995. Foodborne illness: role of home food handling practices. *Food Technol.* 49(4):119-131.

Kim, C., Hung, Y.-C. and Brackett, R. E. 2000a. Efficacy of electrolyzed oxidizing and chemically modified water on different types of foodborne pathogens. *J. Food Micro.* 61:199-207.

Kim, C., Hung, Y.-C. and Brackett, R. E. 2000b. Roles 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.

Klontz, K.C., Timbo, B., Fein, S. and Levy, A. 1995. Prevalence of selected food consumption and preparation behavior associated with increased risks of food-borne disease. *J. Food Prot.* 58:927-930.

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):1534-1537.
- Lerman, D. 2001. Handwashing: More than an SSOP. Food Quality 8(2):52-55.
- Morita, C., Sano, K., Morimatsu, S., Kiura, H., Goto, T., Kohno, T., Hong, W., Miyoshi, H., Iwasawa, A., Nakamura, Y., Tagawa, M., Yokosuka, O., Saisho, H., Maeda, T. and Katsuoka, Y. 2000. Disinfection potential of electrolyzed solution containing sodium chloride at low concentrations. J. Virological Methods 85:63-174.
- Pennington, H. 1998. Factors involved in recent outbreaks of *Escherichia coli* O157 :H7 in Scotland and recommendations for its control. J. Food Safety 18(4):383-391.
- SAS. 1982. SAS User's Guide: Statistics, SAS Institute, Cary, NC.
- Shimizu, Y., Hurusawa, T., Mizunuma, K. Endo, M., Nishikata, T. and Inada, T. 1994. Disinfectant action of electrolyzed oxidizing water on dental instruments and hand. Dental Journal (Japan) 40(6): 905-911.
- Simin, H.A., Ben, D.T., Thomas, J.B., Paul, S.E. and Dhiren, B. S. 1994. Bacterial adherence and viability on cutting board surfaces. J. Food Safety 14: 153-172.
- Suzuki, T., Itakura, J., Kohda, Y. and Jakama, K. 1996. Disinfection

effect of electrolyzed dilute NaCl solution on food poisoning bacteria and kitchen derived generic food contaminating bacteria. Hokkaido University, Department of Marine Bioresources Chemistry. (Japan)

Tauxe, R.V. 1991. *Salmonella*: apostmoder pathogen. J. Food Prot. 54(7):563-568.

Tosa, N. and Yamasaki, Y. 2000. Effect of organic substances on the residual chlorine contained in the strong acidic electrolyzed water. Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi. 47(4):287-295. (Japan)

Toshihiro, O., Takumi O., Tooru, I. and Yoji, A. 2000. The efficiency of disinfection of acidic electrolyzed water in the presence of organic materials. Analytical Sciences 16:365-369.

Teulfel, P., Bryan, F.L., Qadar, F., Riaz, S., Roohi, S. and Malik, Z.U.R. 1992. Risks of *Salmonellosis* and *Staphylococcal* food poisoning from Pakistani millk-based confectioneries. J. Food Prot. 55(8):588-594.

Venkitanavayanan, K.S., Gabriel, O.I.E., Hung, Y. -C. and Doyle, M.D. 1999a. Efficacy of electrolyzed oxidizing water for inactivationg *Escherichia coil* O157:H7, *Salmpnlla Enterditis* and *Listeria monocytogenes*. Appl. Environ. Microbiol.

65:4276-4279.

- Venkitanavayanan, K.S. Gabriel, O.I.E., Hung, Y. -C. and Doyle, M.D. 1999b. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* on plastic kitchen cutting boards by electrolyzed oxidizing water. J. Food Prot. 62(8):857-860.
- Zind, T. 1999. Making cleanliness personal. Food Processing. 12:68-70.
- Zhao, P. T., Zhao, M. P., Doyle, M. P., Rubino, J. R. and Meng, J. 1998. Development of a model for evaluation of microbial cross-contamination in the kitchen. J. Food Prot. 61:960-963.

A.



B.



C.



D.



E.



F.



圖 4-17、電解水對長期使用瓷杯的清洗效果。

A.0 小時 B.6 小時 C.12 小時 D.24 小時 E.36 小時 F.48 小時

Figure 4-17、Effectiveness of electrolyzed water for use time
porcelain cup washing.

A.0hrs (Before) B.6hrs C.12hrs D.24hrs E.36hrs F. 48hrs

表 4-20、工業用 14 安培電解水之基本性狀

Table 4-20、 Basic properties of electrolyzed water
generated under 14 amperages.

	AC		AK		AC		AK		Total Cl ₂	Free Cl ₂
	pH		ORP						ppm	
min										
0	2.72	11.33	1156.60	-844.07	59.75				57.00	
5	2.83	11.57	1154.67	-854.40	52.50				52.50	
10	2.82	11.49	1154.60	-855.77	55.25				54.75	
15	2.79	11.49	1158.85	-857.53	65.50				64.25	
20	2.77	11.45	1159.72	-855.23	58.25				57.25	
25	2.75	11.42	1162.02	-853.27	63.50				62.50	
30	2.71	11.36	1163.92	-856.53	61.75				59.75	
mix	2.79	11.52	1154.20	-859.40	54.75				52.75	

作者簡介

作者:王淑蓉

籍貫:台灣省台南市

生日:民國 66 年 9 月 18 日

學歷: 民國 91 年國立屏東科技大學研究所畢

民國 89 年國立屏東科技大學二技部畢

民國 87 年私立中華醫事技術專科學校畢

著作:

1. 李欣格、王淑蓉、林頌生，2001，電解水對手部清洗效果之評估 (PD-06)，中華民國第三十一次食科年會壁報論文發表
2. 王淑蓉、林頌生，2001，酸性電解水之安定性及殺菌力評估 (PD-05)，中華民國第三十一次食科年會壁報論文發表
3. 王淑蓉、林頌生，2001，電解水對鋁箔腐蝕性影響，生活應用科技學刊 3(2):137-146
4. 王淑蓉、林淑珠、戴曉蕾、廖遠東，1999，耐熱性纖維酵素之篩選及其生化特性探討(A.C.E)，中華民國第二十九次食科年會口頭論文發表