



# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

計畫編號：NSC 90-2214-E-002 -036 -

計畫名稱：中文：製造條件對電解水品質影響的研究

英文：Studies on the effects of processing conditions on qualities of electrolyzed water

執行期限：90 年 8 月 1 日至 91 年 7 月 31 日

主持人：許順堯

Email: [gifsthsu@ccms.ntu.edu.tw](mailto:gifsthsu@ccms.ntu.edu.tw)

執行機構及單位名稱：國立臺灣大學 食品科技研究所

計劃參與人員：高孝元 (學生)

## 一、中英文摘要

電解氧化水或酸性水是指水中添加食鹽之後，再經直流電壓電解作用下，在陽極所生成的陽極水；同時在陰極得到的水則稱為鹼性水。酸性水具有強殺菌力，可應用於食品加工上。有關加工製造因素如何影響電解氧化水及還原水製品品質的研究，至今尚無相關之報導。因此本研究目的在探討影響電解氧化水品質的加工製造條件。本研究乃依三階三變數之階乘設計，探討原料水流速、飽合食鹽水流速和原料水溫度等，對電解氧化水之 pH 值、氧化還原電位(ORP)、總氯濃度、次氯酸濃度([HOCl])和次氯酸離子濃度([OCl<sup>-</sup>])等品質因素的影響。結果顯示，原料水流速主要因影響電解時間而影響所製造之電解氧化水之總氯濃度和 ORP；食鹽水流速主要因影響電解質濃度而影響其總氯濃度和次氯酸濃度([HOCl])；原料水溫度主要因影響電解效率而影響其總氯濃度。以上之關係皆可以一次或二次多項式之數學式充分描述。

**關鍵詞：**電解氧化水，製造條件，pH 值、氧化還原電位(ORP)、總氯濃度

### Abstract

Electrolyzed oxidizing water (EOW) or acid water is generated by electrolyzing salt-added water under a direct current voltage. EOW is produced at the anode while basic water (BW) was produced at the

cathode. EOW has strong bactericidal effects and has many applications in food processes. There was no research report on the effects of processing factors on water qualities of EOW and BW. Therefore, the purpose of this study is to investigate the effects of processing conditions on product properties of EOW. This study adopted a three-factor-three-level factorial design to study the effects of raw-water flow rate, saturated salt-water flow rate and raw-water temperature on pH, oxidation-reduction potential (ORP), total chlorine, hypochlorite and hypochlorous acid concentrations of EOW. Results indicated that raw-water flow rate affected electrolyzing time and affected total chlorine residue concentration and ORP of the EOW. Saturated salt-water flow rate affected electrolyte concentration and affected total chlorine residue and hypochlorous acid concentrations. Water temperature affected electrolysis efficiency and affected total chlorine residue concentration. Their variations can be well described by linear or quadratic polynomial equations.

**Keywords:** Electrolyzed oxidizing water, Processing conditions, pH value, Oxidation-reduction potential (ORP), Total chlorine concentration

## 二、緣由與目的

電解氧化水或酸性水的研究始於 1982 年左右，通常是指水中添加食鹽等之後再

經直流電壓電解作用下，在陽極所生成之氧化還原電位 1000mV 以上、pH2.7 以下的陽極水；同時在陰極得到的水則稱為鹼性水。酸性水具有收斂作用、洗淨力及殺菌力；鹼性水則具有膨潤力、溶解力及熱傳導促進力。電解氧化水的使用對象無選擇性，不殘留，可用於醫療、旅館、農業及工業等方面，取代傳統使用化學藥品的消毒殺菌方法。最早被應用於醫療器具及醫療現場之殺菌，近年來由於成功開發各種製法以及製造設備之普遍商業化，而被逐漸推廣使用在食品加工和家庭食物清洗處理等方面(鈴木鐵也，1996； Jung et al.，1996； Park et al.，1996； 久保田昌治，1997； Huang et al.，1998； Park et al.，1998； Izumi，1999； Tosa & Yamasaki，2000)。

電解氧化水的強殺菌力在前述之文獻中已多所提及，最近之研究(Venkitanarayanan et al.，1999)指出其在 10 ~ 30 秒之內就可能殺滅 *Salmonella enteritidis*、*Escherichia coli* 0157:H7、*Listeria monocytogenes* 以及 *Bacillus cereus* 等食品中毒常見之病原菌。120 秒內也可顯著降低 *Bacillus cereus* 孢子的存活率。有關電解氧化水具有強殺菌力之原因，一般認為可能有三，分別是：pH 在 2.7 以下、氧化還原電位(ORP) 在 1000mV 以上和游離氯含量在 5-60ppm。但是何者才是主要原因？則有不同的說法。Tosa & Yamasaki (2000)認為游離氯和強酸性是電解氧化水具有強殺菌力的主要原因，Len et al. (2000)則認為次氯酸是主要之殺菌劑，Kim et al. (2000)認為 ORP 才是影響殺菌效果之主要因素。

綜合上述，根據前人之研究，電解氧化水的殺菌效力已無庸置疑，其殺菌主要因子之探討也已有了一些研究報告。但有關加工製造因素如何影響電解氧化水及還原水製品品質的研究，則至今尚無相關之報導。因此本計劃擬探討影響電解氧化水品質的加工製造因素並建立相關之數學模式。

### 三、結果與討論

本研究原擬依三階四變數之階乘設計，探討原料水之食鹽濃度、直流電流量、直流電壓量和原料水溫度等，對電解氧化水品質的影響。結果顯示，一般之商業化強電解水生成器皆無法同時獨立控制直流電流量和直流電壓量，且因實際之操作環境限制，通常只提供直流電流量之控制調整功能。本研究因經費限制只能採購一般之商業化強電解水生成器，且為符合實際用途之考量，故採用 ARV 強電解水生成器 (ARV- Aqua Refine 0.6)進行研究。此機型以控制食鹽水添加量之方式間接控制直流電流量，並以控制飽合食鹽水流速方式調整食鹽水濃度。因此，本研究乃依三階三變數之階乘設計，探討原料水流速、飽合食鹽水流速和原料水溫度等，對電解氧化水品質的影響。

經以該強電解水生成器最大操作範圍下之條件測試，結果顯示，所製造之電解氧化水之 pH 值維持在 2.14 至 2.77 範圍內，且原料水流速、飽合食鹽水流速和原料水溫度等之影響皆不顯著。所製造之電解氧化水之 ORP 值隨著原料水流速之下降而上升，但飽合食鹽水流速和原料水溫度對其影響則並不顯著。所製造之電解氧化水之總氯濃度隨著原料水溫度或原料水流速之下降、以及飽合食鹽水流速之上升等而上升。次氯酸濃度( $[HOCl]$ )隨著飽合食鹽水流速之上升而上升，但原料水流速和溫度對其影響則並不顯著。次氯酸離子濃度( $[OCl^-]$ )維持在 0 至 5 ppm 之低濃度範圍內，且原料水流速、飽合食鹽水流速和原料水溫度等之影響皆不顯著。

綜合上述結果，原料水流速主要因影響電解時間而影響所製造之電解氧化水之總氯濃度和 ORP；食鹽水流速主要因影響電解質濃度而影響其總氯濃度和次氯酸濃度( $[HOCl]$ )；原料水溫度主要因影響電解效率而影響其總氯濃度。以上之關係皆可以一次或二次多項式之數學式充分描述。

### 四、計畫成果自評

本研究大部分已依計劃完成，結果將陸續整理發表，對此結果尚覺滿意。

## 五、参考文献

- 久保田昌治, 1997, 殺菌および殺菌剤の現状と電解強酸化水の特徴、用途なら展望, 食品工業 40(10)18-27.
- 鈴木鐵也, 1996a, 電解水殺菌技術, Bio Industry 13(8):15-27.
- Horiba, Naoki ; Hiratsuka, Kouiti; Onoe, Takaya; Yoshida, Tsutomu; Suzuki, Kazuyoshi; Matsumoto, Toru; Nakamura, Hiroshi. 1999. Bactericidal effect of electrolyzed neutral water on bacteria isolated from infected root canals. Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics 87(1): 83-87.
- Huang, Chin-Cheng ; Cheng, Ta-Chin; Yang, Ying-Rong; Chung, Yuan-Huai; Chi, Jiing-Ruey. 1998. Evaluation of the washing and sterilization of vegetables using electrolyzed strong acid aqueous solution. Journal of the Chinese Agricultural Chemical Society 36(5):473-482.
- Izumi, H. 1999. Electrolyzed water as a disinfectant for fresh-cut vegetables. Journal of Food Science 64(3):536-539.
- Jung, Sung-Won; Park, Kee-Jai; Park, Kyung-Jo; Park, Byoung-In; Kim, Young-Ho. 1996. Surface sterilization effect of electrolyzed acid-water on vegetable. Korean Journal of Food Science and Technology 28(6):1045-1051.
- Kim, Chyer; Hung, Yen-Con; Brackett, Robert E. 2000. Roles of oxidation-reduction potential in electrolyzed oxidizing and chemically modified water for the inactivation of food-related pathogens. Journal of Food Protection 63(1):19-24.
- Koseki, S. & Itoh, K. 2000. Fundamental properties of electrolyzed water. Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology (Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi) 47(5):390-393.
- Len, Soo-Voon; Hung, Yen-Con ; Erickson, Marilyn; Kim, Chyer. 2000. Ultraviolet spectrophotometric characterization and bactericidal properties of electrolyzed oxidizing water as influenced by amperage and pH. Journal of Food Protection 63(11):1534-1537.
- Park, Kee-Jai; Jung, Sung-Won; Park, Byoung-In; Kim, Young-Ho; Jeong Jin-Woong. 1996. Initial control of microorganism in kimchi by the modified preparation method of seasoning mixture and the pretreatment of electrolyzed acid-water. Korean Journal of Food Science and Technology 28(6):1104-1110.
- Park, Shim ; Kang, Jeng-Yeol; Kang, Sun-Chul. 1998. Improvement in storage stability of export peeled-chestnuts using electrolyzed acid-water. Hanguk Nongwhahak Hoechi 41(7)545-549.
- Tosa, Noriteru ; Yamasaki, Yukikazu. 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.
- Venkitanarayanan, Kumar S.; Ezeike, Gabriel O.; Hung, Yen-Con; Doyle, Michael P. 1999. Efficacy of electrolyzed oxidizing water for inactivating Escherichia coli O157:H7, Salmonella enteritidis, and Listeria monocytogenes. Applied and Environmental Microbiology 65(9):4276-4279.