



Investigation and Identification of Agricultural and Biological Hazards  
Innovative Control Technology for Healthy and Sustainable Environments



## 系統工程-機能水研究

### 無隔膜電解水產製原理及抑菌應用

To develop the potential and alternative disinfectants for animal health protections, medical-environmental quality improvement and food safety

授課教師

**方 煒 教授**

Wei Fang, Ph.D., Professor

報告學生

**莊啟佑 博士班研究生**

Chi-Yu Chuang, Ph.D. student

國立臺灣大學生物產業機電工程學系

Department of Bio-Industrial Mechatronics Engineering,  
National Taiwan University



## 機能水 (Functional Water)





10/5/2010



10/5/2010

## 機能水

- 透過物理、化學方法處理
- 局部性狀改變
- 包含 接觸與非接觸方式
- 外力：電、磁、光、熱、超音波、遠紅外線等
- 常見商品：
  - 磁化水機、磁化水杯
  - 電解水機、磁化電解水機



## 磁化水是機能水

- 靜態磁化水(靜態磁場)
- 靜態磁化水(磁化水)
- 動態磁化水(動態磁場)



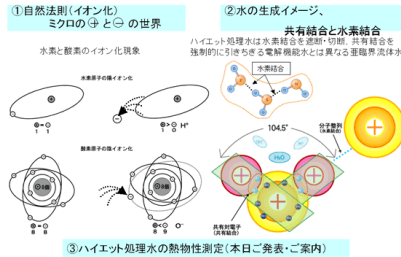
## 廠商宣稱機能水的功效

- 幫助營養吸收、改善腸胃功能、促進體內新陳代謝、提高免疫力。
- 預防膽結石、尿道結石等結石症，長期飲用可溶解體內結石。
- 長期飲用可改善高血壓、動脈硬化、血栓症、肥胖、尿道炎、胃炎及便秘等症狀。
- 用磁化水漱口，能有效去除牙結石，防止牙齦炎，使牙齒潔白強健。
- 磁化水沐浴，避免粉刺生成，減緩過敏性皮膚症狀，使皮膚柔嫩光滑且深層保濕，強健髮根、防止落髮、減少頭皮屑。



# 電解水是機能水

## Ⅲ、水・イオン化...電解機能水と識別!



細胞に優しい元気な水、「ハイエット水」が活躍します!!



ホシザキ電解水生成装置 - Microsoft Internet Explorer

檔案(F) 編輯(E) 檢視(V) 我的最愛(A) 工具(T) 說明(H)

← 上一頁 → 検索 ★ 我的最愛

網址(D) <http://www.hoshizaki.co.jp/denka/index.html>

---

**HOSHIZAKI**  
Welcome to HOSHIZAKI GROUP web Site

電解水TOPページ

はじめに

強酸性電解水

強アルカリ性電解水

調理用電解水

資料請求フォーム

電解水生成装置 Web カタログ

水が育む新快適厨房

**ホシザキ電解水生成装置**

強酸性電解水が  
食品殺菌に使用できるようになりました

「次亜塩素酸水」が食品添加物に指定されたことにより、その成分規格を満たしている強酸性電解水が食品殺菌に使用できるようになりました。

電解水生成装置  
ROX JDX HOXシリーズ Webカタログ

はじめに

強酸性電解水  
強アルカリ性電解水

調理用電解水

ホシザキグループ  
ホームページ



## 進口設備造價

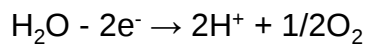
- 依電解水產製速率而定，一般在 40 ~ 200 萬台幣之間，使用者多為醫療院所、食品加工廠



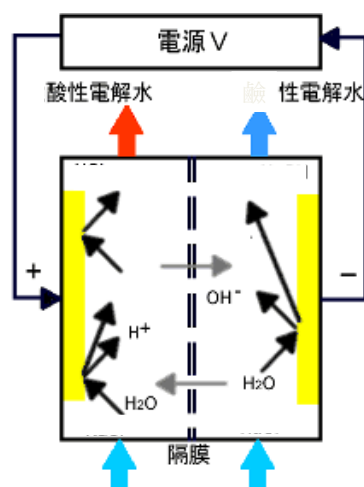
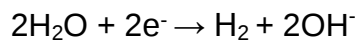


## 電解反應

- 陽極反應：

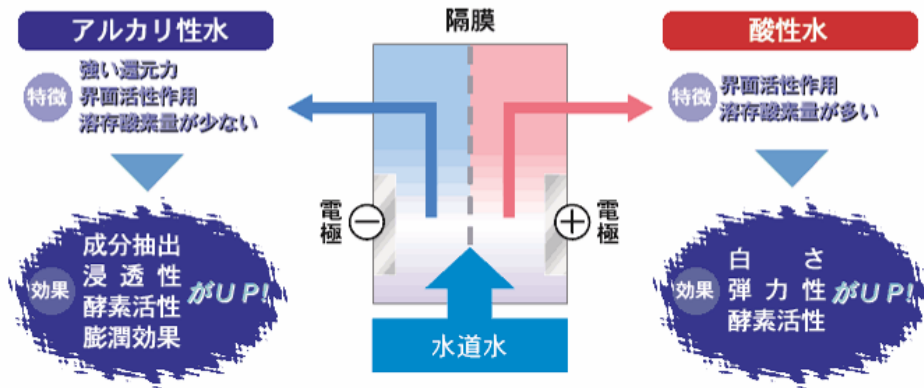


- 陰極反應：





## 有隔膜電解水



## 電解還元水功效

1. 可改善腸胃性疾病
2. 減輕糖尿病病情
3. 可促進動物細胞增殖、誘導遺傳因子作用
4. 鹼性離子水可消除活性氧(自由基)
5. 尿路結石溶化了
6. 消除浮腫
7. 降低高血壓
8. 對心臟病患可能有助益
9. 可預防妊娠中毒
10. 可改善嬰兒初期嘔吐及黃疸現象

(呂,1995)



## 電解還原水

- 前述所謂的功效主要為依據在培養皿中之實驗證實電解還原水可清除自由基。
- 飲用上尚缺醫學上的証明，效果未知，但日本已有不少使用者
- 坊間也有書籍大量宣導此類電解還原水的優點，但對其缺點或使用上的禁忌則完全未說明



## 商售電解水產生裝置(中國)



藍派廠家供應生命源磁化電解水機



馬可波羅磁化電解水機



多利健磁化電解水



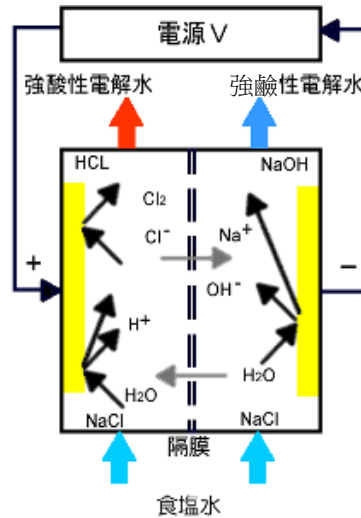
CNY ¥ 98660 / 台  
(~ USD\$ 14443.82)

CNY ¥ 4980 / 台  
(~ USD\$ 729.07)



## 添加電解質之電解反應

- 添加電解質反應式(NaCl、KCl、Ca(Cl)<sub>2</sub>)
- 陽極反應：
  - $\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- \rightarrow 1/2\text{O}_2 + 2\text{H}^+$
  - $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
  - $\text{Cl}_{2(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HOCl}$
- 陰極反應
  - $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
  - $\text{Na}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NaOH}$



## 添加電解質

### 強酸性 電解氧化水

- 生成於陽極
- pH值介於2.3~2.7
- ORP 大於 1000mV
- 保存不易
- 用不透明的非金屬容器保存
- 溫度不可超過40°C

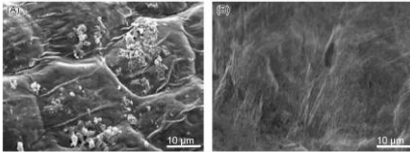
### 強鹼性 電解還原水

- 生成於陰極
- pH值介於10~11.5
- ORP約為-800~-900 mV



## 電解水-微生物活性抑制與殺滅原理

- **Bacteria generally grow**
  - pH range of 4-9
  - Aerobic bacteria grow mostly at ORP +200 to 800mv, anaerobic bacteria grow well at -700 to +200mV
- High ORP in the EO water could cause the modification of **metabolic fluxes** and **ATP production**. Low pH may sensitize the outer membrane of bacterial cells to the entry of HOCl.



Pullar et. al., 2000 Koseki et al., 2007  
Huang et. al., 2008

SEM of the surface on the lettuce treated with acidic EO water



## 添加電解質

### 強酸性 電解氧化水

- 有效氯濃度比次氯酸鈉(NaOCl)低，但其殺菌效果卻比次氯酸鈉強
- 電解強酸水可殺菌的原因：
  - pH值低 (2.2~2.7)
  - **氧化還原電位高** (1,100mV以上)
  - 適當濃度的次氯酸(HOCl)
- **次氯酸有強大的殺菌力**是最主要的原因
- 除了其低pH影響殺菌之外，高氧化電位亦是影響主要因素之一。於高氧化電位的水中，pH值愈大，其ORP值愈小；ORP若小於750mV是毫無殺菌效果的
- 當 $750 \leq \text{ORP} \leq 1050\text{mV}$ 時，殺菌效果隨ORP增加而提高。而殺菌效果為大腸桿菌於30秒內有99.99%的細菌被殺死；炭疽桿菌於2分鐘內99.99%的細菌被殺死；麵包黴菌於24小時內99.99%被殺死

(Kazuo, 年代不詳)



## 添加電解質

### 強酸性 電解氧化水

- 優點：無毒、無刺激性、對皮膚無過敏性、對染色體無異常誘發性，使用過後很快就會被還原成一般的水，對環境無害
- 缺點：
  - 製造時會產生有毒的氯氣；對銅、鋁、碳鋼有中度腐蝕作用，應謹慎使用
  - 損失在陰極收集的強鹼水
  - 無法儲存
  - 無法配合噴霧使用
- 一經噴嘴噴出，馬上還原成一般水，失去殺菌效果。



### 強酸性電解水製造機

- 日本的強電解水製造販售商約有30家
- 1994~1996年平均銷售量1000~3000台/年
- 1994~1996年平均銷售額20~50億日元/年
- 應用領域：7成為醫療用，3成分布在食品、廚房及農業畜牧方面



## 強鹼性電解還原水之應用

- NEC公司於1994年提出以電解還原水代替鹼水應用於晶圓清洗。
- 由於電解還原水富含OH<sup>-</sup>離子，且其離子強度較小，具電化學還原性，故比一般鹼性水溶液之塵粒去除效果佳。



## 強酸性電解氧化水之醫療應用

- 空氣、地面、衣物消毒
- 手、創口、創面的消毒
- 預防燒傷創面感染及外傷清創、褥瘡、婦科、泌尿外科、皮膚科、胃潰瘍輔助治療
- 內視鏡、牙科器械及口腔消毒、腹用透析器消毒



## 電解水於醫療產業之應用

### 糖尿病患者外科傷口治療

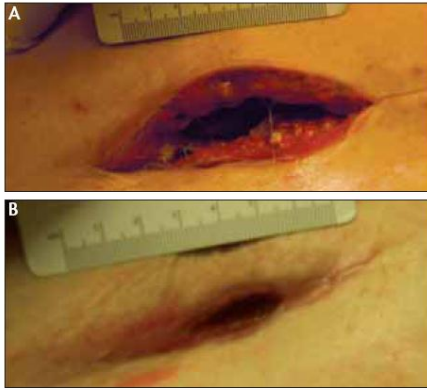


Figure 3. A 19-year-old woman with gestational diabetes delivered via C-section. The site dehisced completely (A). After 21 days of flushing the wound cavity and a loose packing of the wound, the lesion was closed completely (B).



Figure 2. A 53-year-old man sustained an abrasion to his shin (A). By day 8 the lesion was largely resolved following flushing with superoxidized water and dressing (B).

Bongiovanni, 2006



## 電解水於醫療產業之應用

### 糖尿病患者外科傷口治療



Figure 4. A 49-year-old cholecystectomy patient had a subsequent infection and abdominal wall abscess (A). Only five dressing changes were needed in addition to flushing with superoxidized water to heal the wound (B).



Figure 6. A 45-year-old insulin-dependent woman had ray amputation secondary to developing a nonhealing ulcer and gangrene (A). The wound was soaked in superoxidized water and dressed. By day 40, the wound was healed (B).

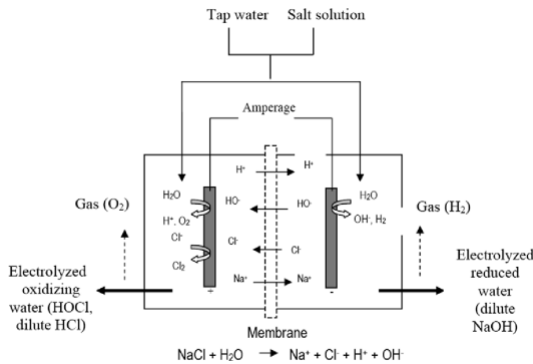
Bongiovanni, 2006



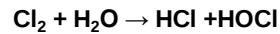
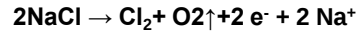
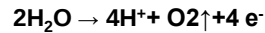
10/5/2010

## 電解水 (Electrolyzed Water)

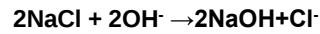
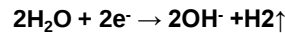
- **Acidic electrolyzed oxidizing (EO) water** kills a variety of fungi, bacteria and virus.



### Positive pole



### Negative Pole



The Effect of Individual Properties : pH, Oxidation-reduction potential (ORP) and available free chlorine (AFC)

Kim et. al., 2004 Huang et. al., 2008



10/5/2010

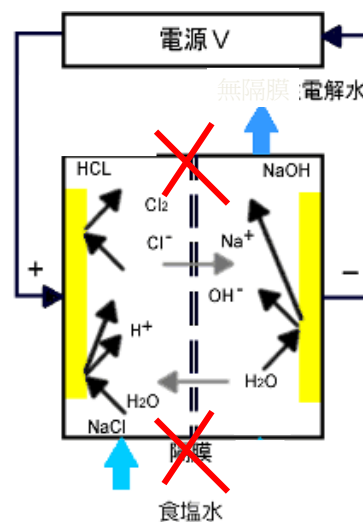
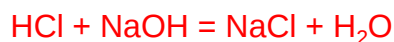
## 無隔膜電解槽與反應式

### ● 陰極

- $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2$
- $2\text{Cl}^- = \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
- $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$
- 具還原力之鹼性離子水

### ● 陽極

- $\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}^+ + 1/2\text{O}_2 + 2\text{e}^-$
- $\text{Na}^+ + \text{OH}^- = \text{NaOH}$
- 具氧化力之酸性離子水

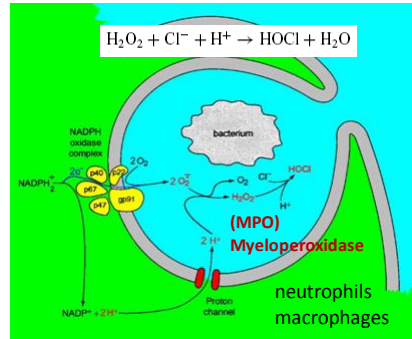
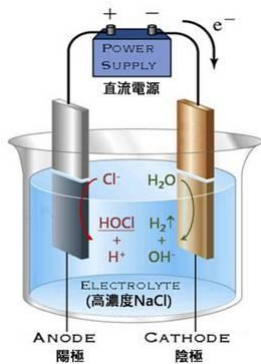




10/5/2010

## 無隔膜電解水 ( Membrane-less Electrolyzed Water )

- 應用於滅菌消毒之電解水
  - 電解含鹽類之水溶液→功能性電解水≠飲用水
  - 具有高氧化還原電位(ORP)→高電化學活性→破壞細菌細胞膜
  - 電解生成次氯酸產物 (Free active chlorine) →具化學殺菌力

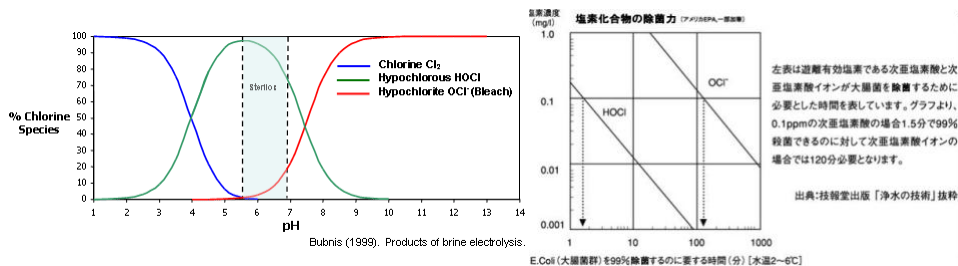


respiratory burst: rapid release of reactive oxygen species

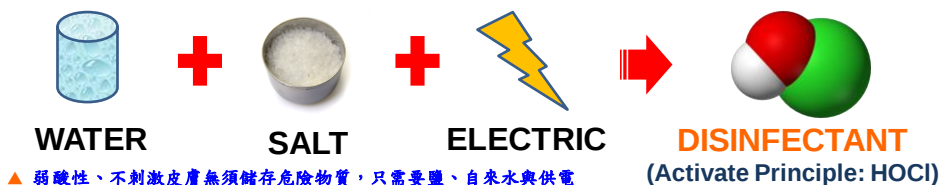


10/5/2010

## 電解氯系化學物質產物-水中分佈與殺菌力



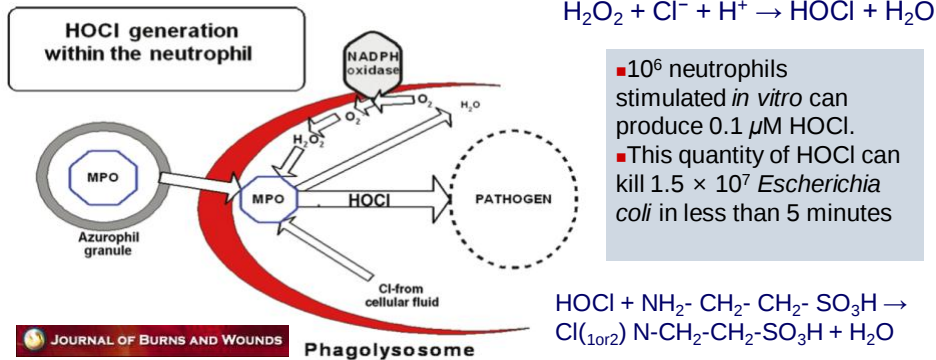
有效氯(Free Available Choline, FAC, 為消毒效力之指標)



※HOCl(次亜塩素酸)が多く含まれる領域で除菌効果が大きくなります。  
 ※HOCl(次亜塩素酸)はOCl- (次亜塩素酸イオン)の80倍の除菌力があります。  
 ※体内でもHOCl(次亜塩素酸)を発生させて血液中の菌を分解しています。



## 電解水微生物活性抑制原理 - Oxidative Burst Pathway



**Figure 1.** A schematic representation of hypochlorous acid (HOCl) production during the oxidative burst process. During this process, cells utilize  $\text{O}_2$  and convert it to hydrogen peroxide ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) using a mitochondrial-membrane-bound enzyme NADPHase. Then, myeloperoxidase catalyzes the reaction between  $\text{H}_2\text{O}_2$  and  $\text{Cl}^-$  to generate HOCl. As deregulations take place, the lumen of the phagosome progressively becomes more acidic and leaves the bacterium within a vacuole (phagolysosome) containing MPOse and  $\text{H}_2\text{O}_2$  in a medium containing  $0.1 \text{ M Cl}^-$  at estimated pH 4 to 6. During this process, conditions are optimal for MPOse-catalyzed generation of HOCl as depicted in this figure. On the basis of these principles, we set out to establish the conditions of generating the stable form of HOCl (NVC-101).

Wang et. al., 2007



## 次氯酸鈉濃度、pH和次氯酸存在比

| 次氯酸鈉濃度                 | pH    | 次氯酸(HOCl)存在比 |
|------------------------|-------|--------------|
| 100 ppm                | 8.6   | 約 6 %        |
| 200 ppm                | 8.84  | 約 4.1 %      |
| 1,000 ppm              | 9.58  | 約 1 %        |
| 4,000 ppm              | 10.2  | 約 0.6 %      |
| 120,000 ppm =12 % (原液) | 11.83 | 約 0.2 %      |

(呂，2003)



## 次氯酸鈉

- 次氯酸鈉 (  $\text{NaOCl}$  ) 俗稱漂白水
- 價格低廉，殺菌迅速，在防止經水體傳播之病原菌污染方面有廣泛的應用
- 在使用過後，殺菌力也不會馬上消失，可以防止機械、器具、配管等的二次性污染



## 使用次氯酸鈉殺菌之衍生問題

- 目前食品衛生法允許使用，農業界皆使用其於資材的消毒與保鮮劑的調配
- 種田(2002)認為使用後會有後遺症
  - 1.產生致癌物質三鹵甲烷
  - 2.產生革蘭氏陰性菌之抗藥性
  - 3.氯氣的存在造成工作環境的惡化
  - 4.排放水對環境造成污染



10/5/2010

## 相關文獻：電解水微生物抑制作用效力驗證研究

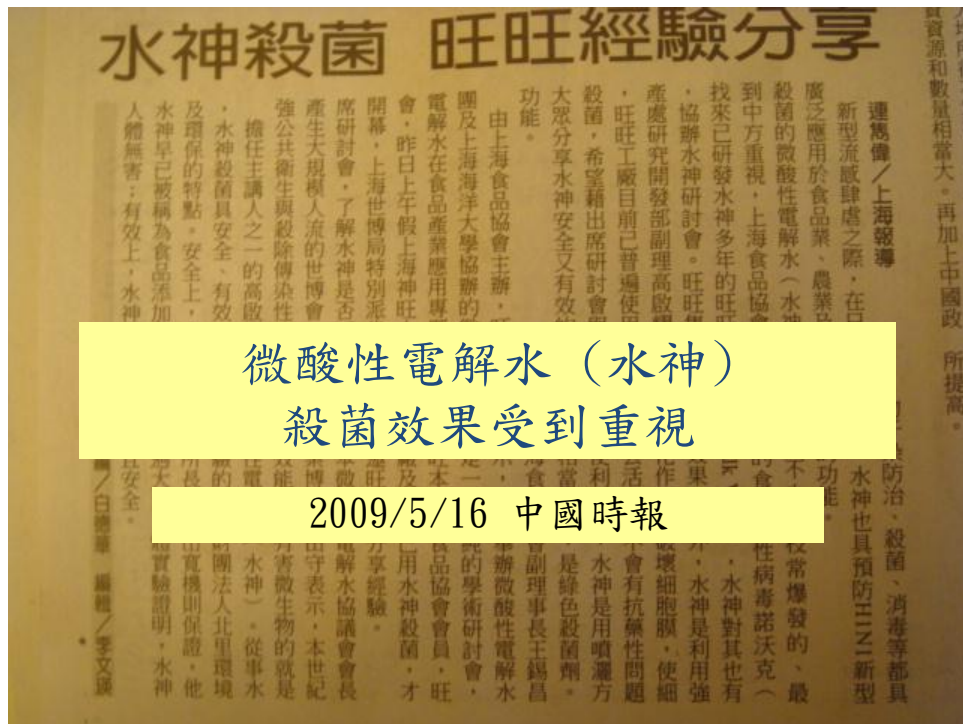
| Bacterial species                                                                                                                               | EO water Property <sup>a</sup>                          | Efficiency/processing material <sup>b</sup>          | Reference                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <i>P. aeruginosa</i> , <i>E. Coli</i> O157:H7, <i>S. sonnei</i> , <i>S. enteritidis</i> , VRE, MRSA, <i>B. subtilis</i> , <i>C. botulinum</i> , | pH 5.0, FAC 50 ppm, 20°C                                | 10 <sup>6</sup> to 100 CFU/mL<br>Culture-spike       | Tachikawa <i>et al.</i> , 1999, JPN                     |
| <i>Salmonella Enteritidis</i> , <i>S. Typhimurium</i> , <i>E. Coli</i> O157:H7, <i>Listeria monocytogenes</i>                                   | pH2.3-2.5, ORP 1153mv, FAC 86 mg/L, 23°C                | 10 <sup>5</sup> ~ 10 <sup>8</sup> CFU/mL to 0 CFU/mL | Venkitanarayana <i>n et al</i> , 1999                   |
| <i>Campylobacter jejuni</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Bacillus cereus</i> spore, <i>E. aerogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>   | pH2.53-3.18, ORP 1125-1178mV, FAC 53 mg/L, 23°C         | 10 <sup>7</sup> CFU/mL ~ 0 CFU/mL                    | Park <i>et al.</i> , 2002                               |
| Influenza, Adeno V, HIV                                                                                                                         | pH 5.0, FAC 50 ppm, 20°C                                | TCID <sub>50</sub> /mL, antigen pg/mL, Inactivation  | Tachikawa <i>et al.</i> , 1999, JPN                     |
| Norovirus: Human, murine NV, MS2 phage<br>MRSA, <i>Acinetobacter baumannii</i>                                                                  | pH5.5 to 6.2, FAC 20 ppm, <b>Sterilox Tech. fogging</b> | 99% reduction, ceramic tile, stainless steel         | Park <i>et al.</i> , 2007<br>Clark <i>et al.</i> , 2006 |
| Fungi : <i>Aspergillus</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Fusarium</i> , etc.                                                     | Al-Haq, <i>et al.</i> , 2005 Review                     |                                                      |                                                         |

<sup>a</sup> The property varies from the producing apparatus, distributing methods and spray device<sup>b</sup> Depends on the biological diversity, viable status, assessment methods

10/5/2010

## 商售次氯酸水(無隔膜電解) 產生裝置

| Manufacturer                                               | Application                                                                                                                        | Technique                                                                                                     | Commercial product |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <br><b>PuriCore</b><br>Sterioux system (UK)                | Endoscopy, Food service, Hospitality, Wound Therapy, Dental line, over 100 hospital installed                                      | Electrochemically generate HOCl solution,                                                                     |                    |
| <br><b>HSP Corporation</b><br>スーパー次亜水生成装置 (JPN)            | 醫療設施、食品加工設施、福祉関連施設、實驗動物施設等超過100例                                                                                                   | <b>HSP鹽酸+次亞合成</b><br><b>pH : 5.0~7.8 (可變設定式)</b>                                                              |                    |
| <br><b>OCULUS</b><br>Innovative Sciences                   | International Wound Journal, 2007<br>Journal of Hospital Infection, 2005, 2006<br>Diabetic Microvascular Complications Today, 2006 | Electrolytic or redox reaction. Purified water and NaCl are the sole input material for production, AFC<85ppm |                    |
| <br><b>Microcyn® (USA)</b>                                 | Stormwater, Viticulture, surface disinfection<br>Food Microbiology, 2008                                                           | Electro-chemical activation, pH6.5-6.7, 1% NaCl supply                                                        |                    |
| <br><b>iet</b> INTEGRATED ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES, INC. |                                                                                                                                    |                                                                                                               |                    |
| EcaFlo® (CANADA)                                           |                                                                                                                                    |                                                                                                               |                    |



無隔膜電解水技術研究團隊-臺大獸醫、臺大生物機電

連萬偉／上海報導

新型流感肆虐之際，在日本已廣泛應用於食品業、農業及醫院殺菌的微酸性電解水（水神）受到中方重視，上海食品協會特地找來已研發水神多年的旺旺集團，協辦水神研討會。旺旺集團生產處研究開發部副理高啟耀指出，旺旺工廠目前已普遍使用水神殺菌，希望藉出席研討會與社會大眾分享水神安全又有效的抑菌功能。

由上海食品協會主辦，旺旺集團及上海海洋大學協辦的微酸性電解水在食品產業應用專題研討會，昨日上午假上海神旺大酒店開幕，上海世博局特別派代表出席研討會，了解水神是否可用於產生大規模人流的世博會，以加強公共衛生與殺除傳染性病菌。擔任主講人之一的高啟耀表示，水神殺菌具安全、有效、便利及環保的特點。安全上，在日本水神早已被稱為食品添加劑，對人體無害；有效上，水神對微生物



無隔膜電解水技術研究團隊-臺大獸醫、臺大生物機電學系

物污染防治、殺菌、消毒等都具功效，水神也具預防E.C.01新型流感的功能。

像不少學校常爆發的、最常見的食物源性病毒諾沃克（Norwalk Virus），水神對其也有抑制效果。此外，水神是利用強力氧化作用，破壞細胞膜，使細菌失去活性，不會有抗藥性問題。以便利來說，水神是用噴灑方式，相當便利，是綠色殺菌劑。

上海食品協會副理事長王錫昌則表示，這次舉辦微酸性電解水研討是一場單純的學術研討會，因旺旺本身是食品協會會員，旺旺工廠及酒店已用水神殺菌，才會想邀旺旺來分享經驗。

日本微酸性電解水協議會會長、農業博士富田守表示，本世紀最有效能消除有害微生物的就是微酸性電解水（水神）。從事水神試驗的日本財團法人北里環境科學所長小宮山寬機則保證，他們做過大量人體實驗證明，水神無害且安全。

責任主編／白德華 編輯／李文瑛



無隔膜電解水技術研究團隊-臺大獸醫、臺大生物機電學系、宜大生物機電、稻江環衛

PAGE 40

5/2010



電解水で除菌・漂白するしくみ



1. ボトルに水道水と食塩を入れ、食塩水をつくる。



2.1の食塩水を注ぐ



3. 生成スタート



すぐできる!

低濃度  
約2分

中濃度  
約8分

高濃度  
約15分



勿機電學



0



※取れないカビもあります。

●排水口のゴミ受けの除菌やヌメリ取り



●ふきん・おしぼりの除菌



●食器用スポンジの掃除



無隔膜電解水技術研究團隊-臺大獸醫、臺大生物機電學系、宜大生物機電、稻江環衛

PAGE 42

10/5/2010

## 設備廠商

- 以次氯酸钠為原料,生成pH值6.0~7.3接近中性的殺菌液,殺菌液中次氯酸分子( $\text{HOCl}$ )成份頗高
- $\text{HOCl}$ 的殺菌力為 $\text{OCl}^-$ 的80倍。
- 利用這種方法所生成的強效殺菌液,其殺菌能力可比次氯酸钠原液大至六倍以上。
- 本設備售價約為台幣 200 萬



廠商型錄資料



10/5/2010



廠商型錄資料



10/5/2010

## 特色

### 一、殺菌力強

- Haccpper強效殺菌液殺菌範圍廣且殺菌力強，可快速殺死細菌芽胞（腸病毒在七秒內即可殺死），即使以低濃度使用，也可有效殺菌！

### 二、對人體無害

- HACCPPER強效殺菌液採用食品添加級原料，濃度為食品衛生法規定的範圍，
- pH值接近中性(6.0~7.0)，不會傷害皮膚，也不易揮發產生氯氣，無致癌性！

### 三、安定性高

- Haccpper殺菌水殺菌力持久，有效時間可達90天

廠商型錄資料



## 特色

### 四、瞬間除臭

- 沒有一般市售消毒劑的化學氣味，能快速消除物質腐敗所產生之惡臭

### 五、環保

- Haccpper殺菌水一旦和有機物（如細菌）接觸後即還原為一般水，可直接排放到下水道系統，無需另行做污水處理！

### 六、使用方便不需稀釋

- 使用後不必擔心避免殘留藥液的問題，無須進行二次洗淨！

### 七、空間殺菌

- 結合噴霧系統，可以有效殺死空氣中的致病菌，避免感染源的傳播！

廠商型錄資料



## 應用事業項目別

- 食品加工工廠
- 中央廚房
- 觀光飯店 / 旅館
- 乳品加工廠 / 飲料工廠
- 公司內餐廳 / 學校供膳設施、廚房
- 畜產品加工廠 / 水產加工廠
- 魚市場 / 蔬果市場
- 養雞場 / 養豬場
- 超市 / 百貨公司的美食廣場
- 醫院 / 牙醫
- 老人看護安養中心

廠商型錄資料



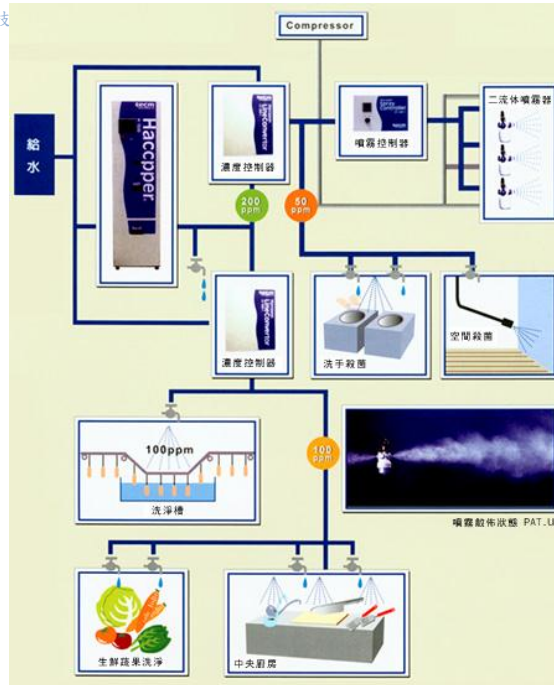
## 食品相關產業之應用範疇

| 原物料生產過程                                                                                                                                                                                                                      | 運送過程                                                                                 | 加工廠 材料清洗→調理加工→產品保存                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>工廠內供噴霧殺菌</li> <li>蔬菜、水產等原物料殺菌</li> <li>魚、貝類的洗淨殺菌</li> <li>市場牆壁、天花板上之附著菌之噴霧殺菌</li> <li>內臟、一般廢棄物的殺菌除臭</li> <li>畜產洗淨、殺菌、清除異味</li> <li>以沖洗方式、對牛、豬等進行皮膚殺菌及除臭</li> <li>屠宰場內之殺菌除臭</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>搬運車內部的噴霧殺菌及除臭</li> <li>保管車內部之殺菌及除臭</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>出入口噴霧及流水殺菌</li> <li>倉庫牆垣及天花板上附著菌之噴霧殺菌 / CIP (管內殺菌)</li> <li>加工器械、廚房器具洗淨及殺菌</li> <li>加工前置作業洗淨、殺菌，工作台清洗殺菌</li> <li>作業人員雙手殺菌洗滌、使用之長靴等物品殺菌</li> <li>廠房內部落下菌、附著菌之噴霧殺菌 (定時空間噴霧殺菌)</li> <li>廠房內裝之進氣口、風管等殺菌</li> </ul> |



## 醫療院所之應用範疇

| 醫院環境                                             | 臨床設備                                        |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 院內地板清潔殺菌<br>牆面、扶手等清潔殺菌<br>院內空間噴霧殺菌<br>無菌室出入口噴霧殺菌 | 牙科醫師器械殺菌<br>人工透析機 (洗腎機)<br>之清潔殺菌<br>內視鏡清潔殺菌 |



## 心得

- 用於養生？
- 食品等級的滅菌水
- 用於滅菌有廣大應用空間
- 設備太貴了，農業領域用不起
- 無隔膜電解水



10/5/2010

## 無隔膜電解水研究團隊核心成員

研究團隊橫跨生物機電工學、電化學、臨床獸醫學、環境科學等相關領域

### 國立臺灣大學生物產業機電工程學系

#### ■ 方 煒 教授

美國羅格斯大學生物資源工程博士

專長：生物系統環境工程、環境控制工學



#### ■ 陳林祈 副教授

臺灣大學化學工程博士

專長：電化學、生物分子感測元件



#### ■ 黃振康 助理教授

美國加州柏克萊分校機械工程大學博士

專長：熱流與能源工程、空氣與水抑菌技術



### 稻江管理學院環境與職業衛生學系

#### ■ 楊心豪 助理教授

臺灣大學環境工程博士

專長：空氣污染控制技術、能源政策與管理



### 國立臺灣大學獸醫專業學院

#### ■ 蔡向榮 教授

美國俄亥俄州大學獸醫學博士

專長：人畜共通傳染病、公共



衛生

#### ■ 李昭華 副教授

臺灣大學獸醫學博士

專長：野生動物醫學



#### ■ 廖泰慶 助理教授

臺灣大學獸醫學博士

專長：細胞生物學、獸醫生理



### 國立宜蘭大學生物機電工程學系

#### ■ 張明毅 講師

臺灣大學生物機電博士候選人

專長：養殖工程、電化學殺菌技術



10/5/2010

## 電解鹽水產製與品管系統工程成果

臺大生機方煒教授、

陳林祈副教授、黃振康助教授

團隊產出實績：共計完成四種具高度商品化潛力之系統與設備



#### SYSTEM 1：METL 1號機

(飽和食鹽水製程快速生成系統)

LabView人機介面，3,500 mL 單次製造量，單機成本價格約10,000元，可製造 FAC 946(10分鐘), 1,720(30分鐘), 3,780(60分鐘) ppm 三種即用殺菌劑，適合畜禽產業動物園養使用



#### SYSTEM 2：METL 2號機

(生理食鹽水製程穩定生成系統)

簡易按鈕介面，500mL 製造量，單機成本價格約20,000元，可製造 FAC150(10分鐘), 440(30分鐘), 700(60分鐘) ppm，三種即用殺菌劑適合實驗室、動物醫院使用



#### SYSTEM 3：救災模組

(飽和食鹽水製程田野生成系統)

單鍵控制介面，850 mL 單次製造量，單機成本價格約10,000元，可製造 FAC 13,000(30分鐘) ppm，使用110V 家用電源，適合田間試驗、救災、防疫工作使用



#### SYSTEM 4：FAC感測器

(電化學式有效氯感測元件)

可視化螢幕操控三極感應式設計，量測範圍為 FAC濃度 50~500 ppm，實際測量成果 $R^2=0.994$

農委會防疫檢疫局無隔膜電解水在動植物防疫滅菌之應用研究(96農科-14.6.1-檢-B3)、無隔膜電解水在人畜共通疾病上防疫滅菌之應用研究(97農科-14.6.1)、無隔膜電解水防疫消毒理論強化、使用安全性評估與擴大現場應用實證研究(98農科-9.6.1-檢-B3)



## 研究團隊近年來獲得政府支持與經費補助如下

### 農委會動植物防疫檢疫局



- 2010：無隔膜電解水技術於人畜共通傳染病防疫效果及經濟效益評估 (99農科-9.6.1-檢-B3)
- 2009：無隔膜電解水防疫消毒理論強化、使用安全性評估與擴大現場應用實證研究(98農科-9.6.1-檢-B3)
- 2008：無隔膜電解水在人畜共通疾病上防疫滅菌之應用研究 (97農科-14.6.1)
- 2007：無隔膜電解水在動植物防疫滅菌之應用研究(96農科-14.6.1-檢-B3)

### 勞委會勞工安全衛生研究所



- 2010：牙科診療作業職業性生物擴散與防制措施研究-以室內微氣候為基礎 (IOSH99-H313)
- 2009：農牧環境生物性危害控制技術研究-抗菌防疫機電系統設計研發 (IOSH98-H311)
- 2009：牙科診療相關作業之生物氣膠特性評估與控制技術研究 (IOSH98-H313)



## 無隔膜電解水生成設備改良機型研發— 臺大生機方煒教授、陳林祈副教授、黃振康助教授

### 團隊產出實績：攜帶式田間救災模組

(飽和食鹽水製程快速模組，投入八八風災防疫工作)

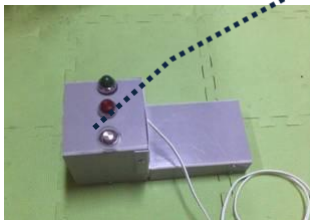


定量水瓶

定時與供電裝置

耐久白金電極

單鍵簡易操作



▲主體以樹脂盒覆蓋，尺寸為30 cmx13cmx13cm



▲臺大校訓第974期



## Microorganisms associated with an airborne route of exposure that result in adverse human health effects

| Microorganism                     | Health effect      | Exposure                                     |
|-----------------------------------|--------------------|----------------------------------------------|
| <i>Aspergillus fumigatus</i>      | Infection, allergy | Mold-contaminated building, compost          |
| <i>Aspergillus versicolor</i>     | Allergy toxicosis  | Mold-contaminated building                   |
| <i>Bacillus anthracis</i>         | Anthrax            | Bioterrorism, animal handlers, veterinarians |
| <i>Chaetomium</i> species         | Toxicosis          | Mold-contaminated building                   |
| <i>Francisella tularensis</i>     | Tularemia          | Potential WMD, infected rodents              |
| <i>Legionella pneumophila</i>     | pneumonia          | Aerosols from water spary                    |
| <i>Mycobacterium tuberculosis</i> | Tuberculosis       | Person-to-Person                             |
| <i>Penicillium</i> species        | Allergy            | Mold-contaminated building                   |
| <i>Strachybotrys chartarum</i>    | Toxicosis          | Mold-contaminated building                   |
| <i>Trichoderma</i> species        | Allergy, toxicosis | Mold-contaminated building                   |
| Variola virus                     | smallpox           | Potential WMD                                |
| <i>Yersinia pestis</i>            | plague             | Potential WMS, infected fleas                |



Stetzenbach et al., 2004



## 電解水於生物產業之應用-微生物活性抑制-消毒抑菌

- 物理滅菌方法 Physical Treatment
  - Dry Heat, Incineration, **UVGI** and autoclave sterilization
- 化學消毒方法 Chemical Germicides
  - Many types of chemicals can be used as disinfectants and antiseptics

|                                                                           | CLEAN<br>CONDITIONS <sup>a</sup> | DIRTY<br>CONDITIONS <sup>b</sup> |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Available chlorine require                                                | 0.1% (1g/L)                      | 0.5% (5g/L)                      |
| Sodium hypochlorite solution (5% available chlorine)                      | 20mL/L                           | 100mL/L                          |
| Calcium hypochlorite (70% available chlorine)                             | 1.4g/L                           | 7.0g/L                           |
| Sodium dichloroisocyanurate powder (60% available chlorine)               | 1.7g/L                           | 8.5g/L                           |
| Sodium dichloroisocyanurate tablets (1.5 g available chlorine per tablet) | 1 tablet/L                       | 4 tablet/L                       |
| Chloramine (25% available chlorine)                                       | 20 g/L                           | 20g/L                            |

<sup>a</sup> After removal of bulk material<sup>b</sup> For flooding, e.g. on blood or before removal of bulk materialRecommended dilutions of chlorine-releasing compounds, *Laboratory Biosafety Manual*, WHO 2004



## 電解水微生物抑制作用效力驗證研究-真菌、細菌、病毒

| Bacterial species                                                                                                                              | EO water Property <sup>a</sup>                         | Efficiency/processing material <sup>b</sup>         | Reference                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <i>P. aeruginosa</i> , <i>E.Coli</i> O157:H7, <i>S. sonnei</i> , <i>S. enteritidis</i> , VRE, MRSA, <i>B. subtilis</i> , <i>C. botulinum</i> , | pH 5.0, AFC50ppm, 20°C                                 | 10 <sup>6</sup> to 100 CFU/mL<br>Culture-spike      | Tachikawa et al., 1999, JPN             |
| <i>Salmonella Enteritidis</i> , <i>S. Typhimurium</i> , <i>E.Coli</i> O157:H7, <i>Listeria monocytogenes</i>                                   | pH 2.3-2.5, ORP 1153mv, AFC86mg/L, 23°C                | 5 to 8CFU/mL to 0 CFU/mL                            | Venkitanarayanan et al, 1999            |
| <i>Campylobacter jejuni</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Bacillus cereus</i> spore, <i>E.aerogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>   | pH 2.53-3.18, ORP 1125-1178mV, AFC53mg/L, 23°C         | 7CFU/mL to 0 CFU/mL                                 | Park et al., 2002                       |
| SFV, Influenza, HSV, Adeno V, HIV                                                                                                              | pH 5.0, AFC50ppm, 20°C                                 | TCID <sub>50</sub> /mL, antigen pg/mL, Inactivation | Tachikawa et al., 1999, JPN             |
| Norovirus: Human, murine NV, MS2 phage<br>MRSA, <i>Acinetobacter baumannii</i>                                                                 | pH 5.5 to 6.2, AFC20ppm, <b>Sterilox</b> Tech. fogging | 99% reduction, ceramic tile, stainless steel        | Park et al., 2007<br>Clark et al., 2006 |
| Fungi : <i>Aspergillus</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Fusarium</i> , etc.                                                    | Al-Haq, et al., 2005 Review                            |                                                     |                                         |

<sup>a</sup> The property varies from the producing apparatus, distributing methods and spray device

<sup>b</sup> Depends on the biological diversity, viable status, assessment methods



10/5/2010

## 電解水應用於衛生控制研究-農業、食品素材處理及表面抑菌

| Processing material                                                                      | Immersion condition <sup>a</sup>                         | Indicator <sup>b</sup>                                                                                      | Reference                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Carrot, Spinach, Bell pepper, Japanese radish, potato                                    | EO 4min<br>pH 6.8, AFC20mg/L, 23°C                       | Bacterial Counts                                                                                            | Izumi 199                        |
| Cucumber, Lettuce                                                                        | EO 1,5min+ ER 1,5min<br>pH 2.6, AFC40mg/L, 4, 20, 23 °C  | Bacterial Counts, <i>Salmonella</i> sp., <i>E.Coli</i> O157:H7, <i>L.monocytogenes</i>                      | Koseki et al, 2004               |
| Spinach, Lettuce, Cafeteria table, Water fountain, Sink faucet, Bathroom door, Key board | pH 6.5-6.7, ORP800-900mV, TRC20ppm, <b>EcaFlo system</b> | <i>E.Coli.</i> , <i>S. Typhimurium</i> , <i>S. aureus</i> , <i>L.monocytogenes</i><br>Almost 100% reduction | Guentzel et al., 2008            |
| Alfalfa seeds                                                                            | EO 10min+seed coat removal or <b>sonication</b>          | <i>Salmonella</i> sp, microflora                                                                            | Kim et. al.2003, Stan, 2003      |
| Chicken wing                                                                             | EO10-30min, pH 2.5, ORP1082mv. AFC51ppm, 23°C            | <i>Campylobacter jejuni</i>                                                                                 | Park et al., 2002                |
| Broiler carcasses                                                                        | EO 45min                                                 | Bacterial Counts, <i>S. Typhimurium</i> , <i>E.Coli.</i>                                                    | Fabrizio and Cutter et al., 2004 |

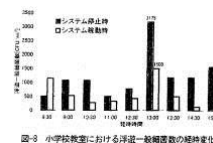
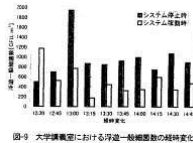


## 電解水應用於衛生環境控制-空氣擴散技術與建築環境

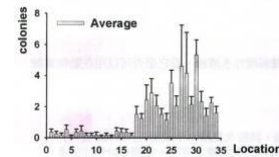
- Disinfection of hatch eggs by spraying weak acid Hypochlorous Water Mist.
  - pH5.5-6.5, 6.4mg/m<sup>3</sup> for 1.5hr
  - Survival Rate: **0.2%** of *S.aureus* sampled from the surface

日本防菌防黴學會刊, 2006

- Fundamental Research for Development of Infection Prevention System to Influenza Virus 日本空氣調和・衛生工学会, 2006



| 動物房編號 | 消毒前  |      | 消毒後  |      |
|-------|------|------|------|------|
|       | 24小時 | 48小時 | 24小時 | 48小時 |
| 624   | 7    | 9    | 1    | 1    |
| 625A  | 1    | 1    | 0    | 0    |
|       | 11   | 16   | 0    | 0    |
| 626   | 2    | 3    | 0    | 0    |
|       | 2    | 3    | 0    | 0    |
| 627   | 0    | 1    | 0    | 0    |
|       | 5    | 7    | 0    | 0    |
| 對照組   | 3    | 4    | 1    | 1    |
| 對照組   | 0    | 0    | 0    | 0    |



## 二種不同製程無隔膜電解水-飽和食鹽水與生理食鹽水

### 飽和食鹽電解水製程

|     |                     |
|-----|---------------------|
| pH  | 6.11                |
| FAC | 946, 1720, 3780 ppm |
| ORP | 1,010 mV            |
| EC  | 36.6 mS/cm          |

鹽濃度：5.48 M (NaCl)  
電壓：5V  
時間：10, 30, 60 min  
電極：雙極白金  
稀釋：14倍

▲優勢為低耗能(55W用電)下，快速生成大量高FAC濃度製程，原料成本低廉，適為農牧畜禽及動物園養現場使用

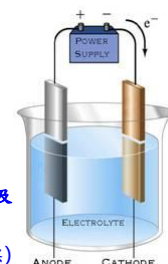
### 生理食鹽電解水製程

|     |                   |
|-----|-------------------|
| pH  | 6.01              |
| FAC | 150, 440, 700 ppm |
| ORP | 966 mV            |
| EC  | 10.08 mS/cm       |

鹽濃度：0.15 M (NaCl)  
電壓：5V  
時間：10, 30, 60 min  
電極：雙極白金  
稀釋：1.8倍

▲原料可購自商售產品，頗及製備便利性與產品FAC穩定度，具有等張溶液特性，可為實驗室及醫療院所環境消毒及抑菌使用

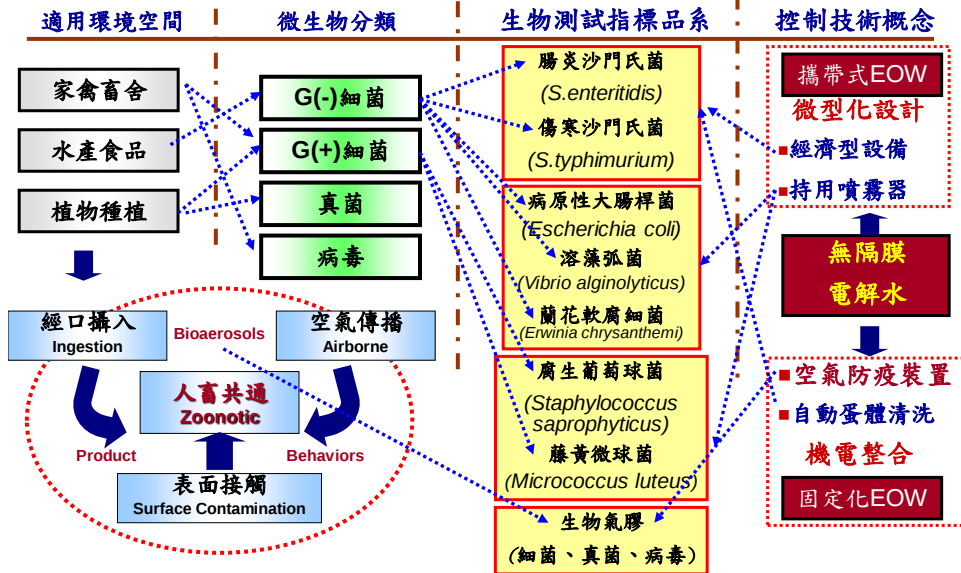
有效氯(Free Available Chlorine, FAC，為消毒效力之指標)





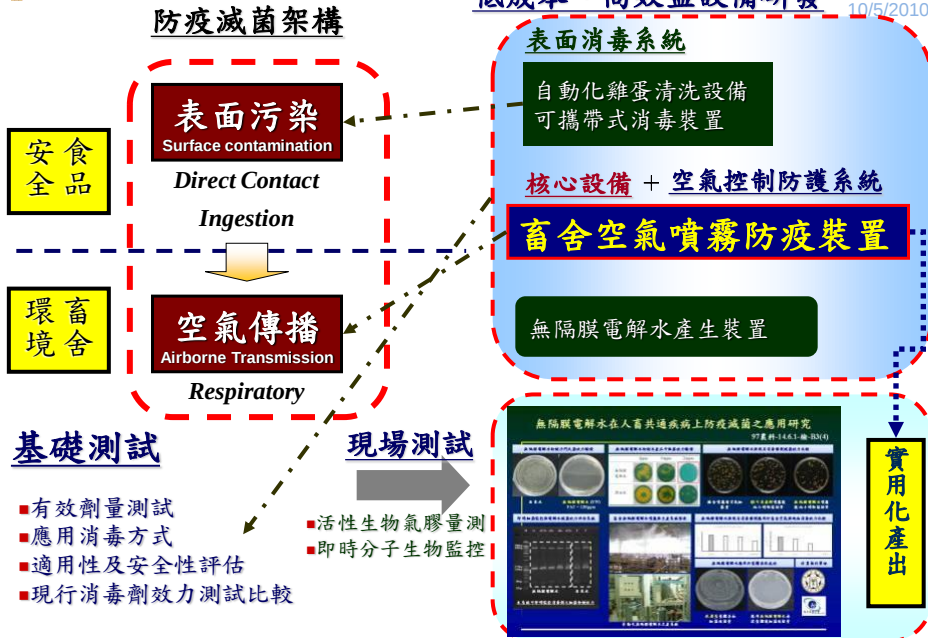
10/5/2010

## 無隔膜電解水研發成果—成果累積



10/5/2010

## 低成本、高效益設備研發





### 三種電解水應用於蔬果表面滅菌

| 2004 徐與方    | 柑橘青黴病菌 | 胡蘿蔔黑腐病菌 | 香蕉炭疽病菌 |
|-------------|--------|---------|--------|
| 強酸水         |        | 100%    | 100%   |
| 強酸水存放20天    |        | 90%     | 94.5%  |
| 強酸水存放48天    |        | 0%      | 0%     |
| 強鹼水         | 90%    |         |        |
| 強鹼水存放20天    | 50%    |         |        |
| 強鹼水存放48天    | 0%     |         |        |
| 無隔膜電解水      | 100%   |         | 100%   |
| 無隔膜電解水存放20天 | 90%    |         | 99%    |
| 無隔膜電解水存放48天 | 60%    |         | 78%    |



### 致病原傳播控制-石炭酸係數試驗

#### ■ 電解水抑菌效力驗證

- ◆ 酚類消毒劑作為標準判定之石炭酸係數（phenol coefficient number, PCN）

$$PCN = \frac{\text{maxim dilution of EW that kills in 10 and not in 5 min}}{\text{maxim dilution of phenol that kills in 10 and not in 5 min}}$$

- 電解水原液濃度為20,000 ppm，酚消毒水原液為5%。
- 在電解水對各菌種之石炭酸係數約分布在2.1~11.4之間



10/5/2010

## 致病原傳播控制-石炭酸係數試驗

| 菌種/分類                                           | MLEW<br>稀釋倍數 | Phenol<br>稀釋倍數 | PCN<br>(EW/P) |
|-------------------------------------------------|--------------|----------------|---------------|
| 藤黃微球菌 <i>Micrococcus luteus</i> G(+)            | 300          | 100            | 3             |
| 腐生葡萄球菌 <i>Staphylococcus saprophyticus</i> G(+) | 150          | 70             | 2.1           |
| 奇異變型桿菌 <i>Proteus mirabilis</i> G(-)            | 800          | 70             | 11.4          |
| 腸炎沙門氏桿菌 <i>Salmonella enteritidis</i> G(-)      | 300          | 100            | 3             |
| 鼠傷寒沙門氏菌 <i>Salmonella typhimurium</i> G(-)      | 300          | —              | —             |
| 蘭花軟腐細菌 <i>Erwinia chrysanthemi</i> G(-)         | 400          | 90             | 4.4           |
| 大腸桿菌 <i>E.coli</i> G(-)                         | 200          | 100            | 2             |
| 綠膿桿菌 <i>Pseudomonas aeruginosa</i> G(-)         | 300          | 90             | 3.3           |
| 金黃色葡萄球菌 <i>Staphylococcus aureus</i> G(+)       | 600          | 60             | 10            |

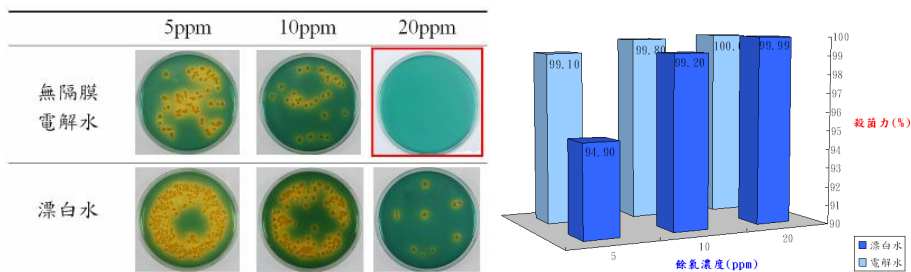
無隔膜電解水原液濃度為20,000 ppm，酚消毒水原液為5%。

- 假設電解水的FAC含量為100%：係數×50
- 電解水極有應用於畜舍空間噴霧消毒與除臭之潛力



10/5/2010

## 無隔膜電解水表面滅菌測試結果-溶藻弧菌



### ◆ Membrane-less Electrolyzed Water

- 溶藻弧菌為養殖業產品中常見之人畜共通致病菌
- 無隔膜電解水較漂白水於相同FAC濃度下具有更佳之抑菌能力

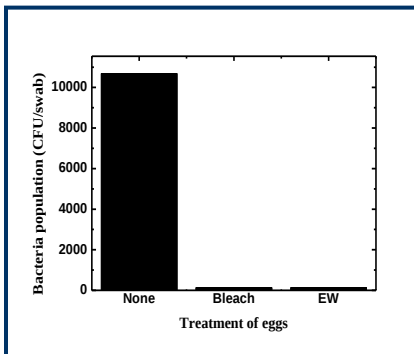


## 電解水設備研發-實場雞蛋清洗設備研發、安裝、測試<sup>2010</sup>



## 電解水設備研發-實場雞蛋清洗設備研發、安裝、測試<sup>2010</sup>

- ◆ 自動化無隔膜電解水生成設備結合雞舍現有洗蛋殺菌設備
  - 電解水應用於洗蛋器抑菌率可達**98.75%**
  - 電解水FAC125ppm效果與市售漂白水FAC200ppm相同-**低殘留、低成本**



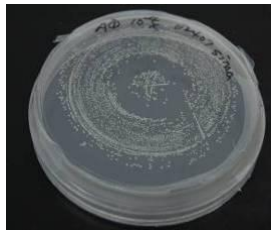
電解水結合洗蛋機(台南縣官田鄉順興牧場)

電解水自動化機型生產10公升稀釋為125ppm

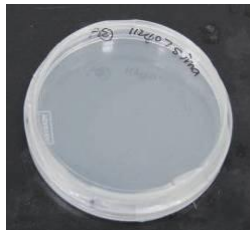


## 電解水應用評估-雞蛋清洗效果測試

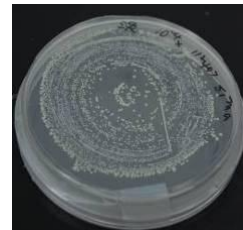
- 無隔膜電解水可用以蛋體表面清洗，且餘氯殘留遠低於漂白水清洗。
- 漂白水清洗後蛋體表面餘氯殘留量：**50-100 ppm**
- 無隔膜電解水清洗後蛋體表面餘氯殘留：**0.5-1 ppm**



蛋體清洗前表面取樣生菌量( $\sim 7 \log_{10}$  CFU/ml)



蛋體利用無隔膜電解水清洗後表面取樣無細菌殘留



洗選蛋表面生菌取樣



## 致病原傳播控制-雞蛋清洗抑菌實驗室測試

- 有效清洗抑菌，低殘留化學物質之雞蛋清洗實驗室測試
  - 實驗室測試電解水對雞蛋蛋體之滅菌效果達到**99.75%**-高於使用二氧化氯、漂白水等傳統雞蛋滅菌方法
  - 略少於標準燻蒸方法-經由整合機電設備控制粒大小改變電解水與蛋殼間之接觸面積後，可望提升滅菌效果

| 滅菌方式          | 電解水    | 氯氣加水<br>300ppm | 漂白水    | 二氧化氯   | 燻蒸      | 滅淨     |
|---------------|--------|----------------|--------|--------|---------|--------|
| 滅菌率           | 99.75% | 96.99%         | 99.59% | 91.27% | 100.00% | 99.97% |
| log reduction | -2.60  | -1.52          | -2.39  | -1.06  | -       | -3.56  |

委託嘉大獸醫系陳秋麟老師團隊分析



## 病原菌滅菌效力驗證-沙門氏菌活性抑制測試

- ◆ Salmonella were maintained in TSB (BD Difco). ( Courtesy of 台大獸醫系蔡向榮教授、周崇熙教授實驗室, 人畜共通傳染病研究中心)

- Stock conc. ~  $10.28 \log_{10}$  CFU/ml

- ◆ Salmonella is a genus of rod-shaped Gram-negative enterobacteria that causes typhoid fever (傷寒), paratyphoid fever (副傷寒), and foodborne illness.

- *Salmonella typhi* (傷寒型沙門氏菌)
  - *Salmonella typhimurium* (鼠傷寒型沙門氏菌)
  - *Salmonella enteritidis* (腸道型沙門氏菌)



Ref. wikipedia

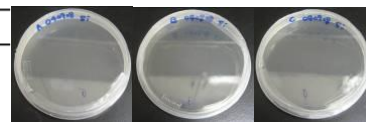


## 致病原傳播控制-人畜共通沙門氏菌

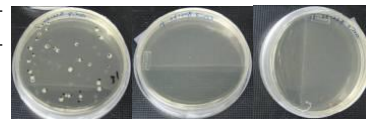
- ◆  $8 \log_{10}$  CFU/m濃度沙門氏菌(包含*S. typhimurium*及*S. enteritidis*)
- ◆ 以pH 6之無隔膜電解水(FAC約120 ppm)處理

### ■ 30秒內完全消滅

| Sample ID | Composition | Surviving Population ( $\log_{10}$ CFU/ml) | Water properties |                     |         |
|-----------|-------------|--------------------------------------------|------------------|---------------------|---------|
|           |             |                                            | pH               | Free chlorine (ppm) | ORP(mV) |
| PC        | Tap water   | 7.28 (0%)                                  | N/A              | N/A                 | N/A     |
| A         | 1x          | 0 (100%)                                   | 10.01            | 962                 | 515     |
| B         | d2x         | 0 (100%)                                   | 6.29             | ~480                |         |
| C         | d4x         | 0 (100%)                                   | 6.18             | ~240                |         |
| D         | d8x         | 0 (100%)                                   | 6.17             | ~120                |         |
| E         | d16x        | 3.60 (~100%)                               | 6.31             | ~60                 |         |



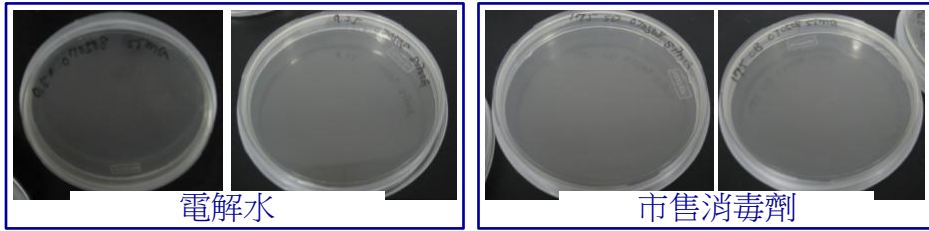
| Sample ID | Composition | Surviving population ( $\log_{10}$ CFU/ml) | Water properties |                     |         |
|-----------|-------------|--------------------------------------------|------------------|---------------------|---------|
|           |             |                                            | pH               | Free chlorine (ppm) | ORP(mV) |
| P. ctrl.  | Tap water   | 8.84 (0%)                                  |                  |                     |         |
| A         | 1x          | 0 (100%)                                   | 7.85             | 707                 | 515*    |
| B         | d1.5x       | 0 (100%)                                   | 7.41             | 476                 |         |
| C         | d3x         | 4.49 (~100%)*                              | 6.08             | 238                 |         |
| D         | d6x         | 0 (100%)                                   | 6.03             | 118                 |         |
| E         | d12x        | 3 (~100%)                                  | 6.51             | 59                  |         |





## 電解水滅菌測試-*Micrococcus luteus* (藤黃球菌)

10/5/2010

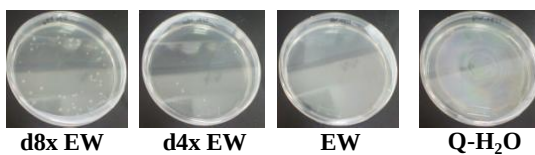
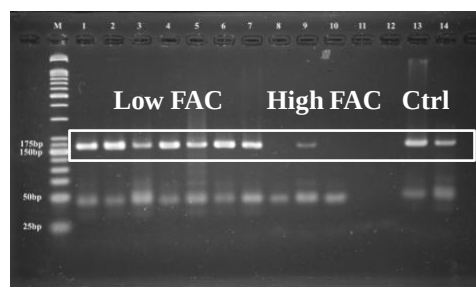


| Sample ID | Composition                 | Surviving population (log <sub>10</sub> CFU/ml) | Water properties |                     |         |
|-----------|-----------------------------|-------------------------------------------------|------------------|---------------------|---------|
|           |                             |                                                 | pH               | Free chlorine (ppm) | ORP(mV) |
| Control   | Tap water                   | 5.60 (0%)                                       | N/A              | N/A                 | N/A     |
| 0.5       | 0.5M EW                     | 0 (100%)                                        | 6.56             | 175.4               | 457     |
| 0.25      | 0.25M EW                    | 0 (100%)                                        | 5.97             | 58.4                | 632     |
| 175SD     | sodium dichloroisocyanurate | 0 (100%)                                        | 7.05             | ca. 175             | 882     |
| 58SD      | sodium dichloroisocyanurate | 0 (100%)                                        | 7.65             | ca. 58              | 865     |
| 58CB      | chloroamine                 | 0 (100%)                                        | 7.37             | ca. 175             | 530     |
| 175CB     | chloroamine                 | 0 (100%)                                        | 7.85             | ca. 58              | 650     |



10/5/2010

## 電解水滅菌機制探討-大腸桿菌核酸PCR檢驗證



1. 高濃度電解水能徹底破壞細菌核酸
2. 現場病原菌監控感測器發展基礎

| No. | Bacteria environment | Sample volume (μL) |
|-----|----------------------|--------------------|
| 1   | d8x MLEW             | 1                  |
| 2   | d8x MLEW             | 2                  |
| 3   | d8x MLEW             | 5                  |
| 4   | d8x MLEW             | 10                 |
| 5   | d4x MLEW             | 1                  |
| 6   | d4x MLEW             | 2                  |
| 7   | d4x MLEW             | 5                  |
| 8   | d4x MLEW             | 10                 |
| 9   | MLEW                 | 1                  |
| 10  | MLEW                 | 2                  |
| 11  | MLEW                 | 5                  |
| 12  | MLEW                 | 10                 |
| 13  | Q-H <sub>2</sub> O   | 1                  |
| 14  | X                    | 1                  |



## 電解水產生裝置-自動化產製設備研發

無隔膜電解水自動生產裝置



(電解電壓為12V)



## 無隔膜電解水裝置-兼顧成本與FAC生成速率

### ◆ 電解作動模式Type1

- 電解鹽水產生氯氣後直接通入水體，進而製造次氯酸HOCl溶液。

### ◆ 電解作動模式Type2 – 無隔膜電解水

- 在電解瓶中進行無隔膜電解鹽水，待電解完畢後，把電解瓶內之溶液混入後端水體稀釋。
- 餘氯濃度高，且電解水產生之OH<sup>-</sup>離子能與水體內之HCl中和，使水維持近中性pH值。

|      | 耗電費<br>(每度2.1<br>元) | 耗鹽費(\$) | 耗水費<br>(每度10元) | 總花費(\$) | 產生每公升<br>消毒水花費<br>(\$) |
|------|---------------------|---------|----------------|---------|------------------------|
| NaCl | 0.50                | 0.66    | 0.2            | 1.36    | 0.068                  |
| KCl  | 0.55                | 0.84    | 0.2            | 1.59    | 0.080                  |

產生 20 公升 FAC = 200 ppm 的水所需之花費



## 無隔膜電解水生產裝置



| 設備名稱                         | 個數    |
|------------------------------|-------|
| 三菱PLC(F2NX)                  | 1     |
| RO管                          | 6 (m) |
| 水管接頭                         | 20    |
| 電解瓶                          | 2     |
| 水箱                           | 2     |
| 電磁閥                          | 7     |
| 浮球開關                         | 4     |
| 控制箱                          | 1     |
| 石墨電極 (25 mm x 11 mm x 11 mm) | 2     |



## 畜舍空氣噴霧防疫裝置實地測試 宜蘭養豬場

測試豬舍-平面開口通風



測試空間-47 m x 8.5 m



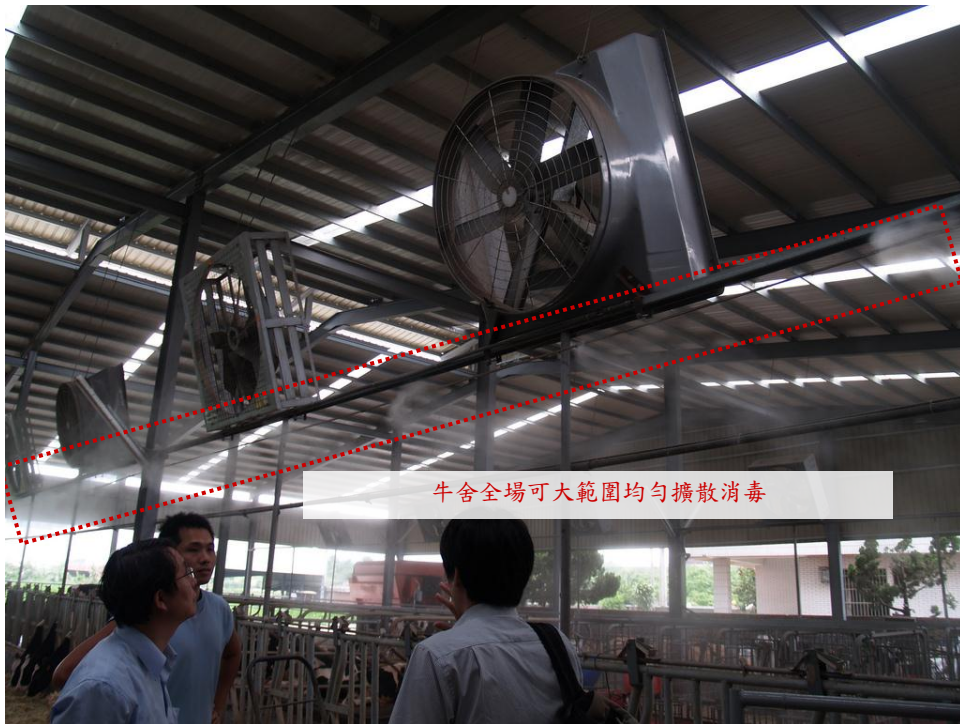
### ◆ 試驗豬舍規格

- 母豬待產欄160欄，及半室內配種欄7欄
- 畜養頭數：160頭











## 畜舍空氣噴霧防疫裝置實地測試-現場採樣

### ◆ 採樣策略

- 背景濃度測試-空氣中細菌濃度連續三天監測
- 每日：08:00, 12:00, 17:00 監測
- 採樣設備：Burkard Air Sampler, 10 L/min, TSA
- 採樣位置：豬舍中央走道前段1/4處、中點、後段1/4處
- 外氣位置：距豬舍 5 m 外上風處



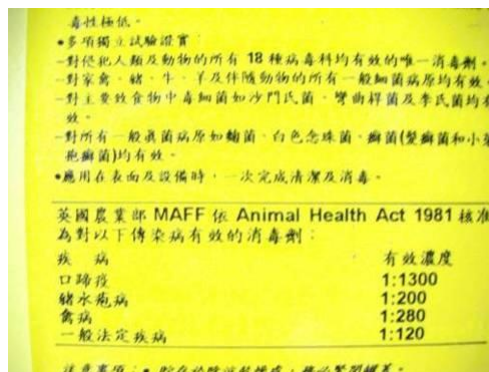
採樣策略參考：

NIEA E301.10C, ACGIH  
1999, IOSH Taiwan.1995



## 電解水與現行消毒劑之比較測試- Virkon® S

### 比較消毒劑測試-Virkon® S



- ◆ 杜邦衛可 Virkon® S - 稀釋500倍後進行空間噴霧

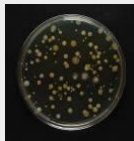
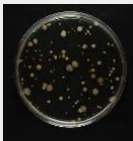
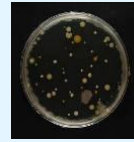


10/5/2010

## 致病原傳播控制-空氣噴霧防疫裝置效能評估

### ◆空氣中細菌微粒濃度即時監測-衛可消毒劑比較

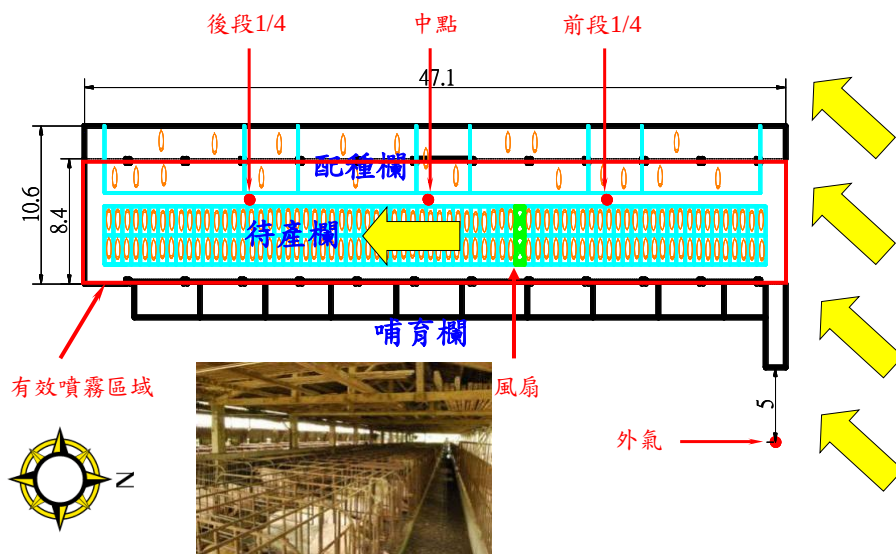
#### ■電解水噴霧2hr後，仍有約六成細菌抑制能力

| 藥劑種類                                                                                      | 噴霧前                                                                               | 噴霧後5分鐘                                                                            | 噴霧後30分鐘                                                                           | 噴霧後2小時                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 杜邦衛可<br> |  |  |  |  |
|                                                                                           |                                                                                   | 滅菌率35%                                                                            | 滅菌率60%                                                                            | 無殺菌力                                                                                |
| 電解水<br>  |  |  |  |  |
|                                                                                           |                                                                                   | 滅菌率45%                                                                            | 滅菌率51%                                                                            | 滅菌率64%                                                                              |



10/5/2010

## 畜舍空氣噴霧防疫裝置測試-豬舍現場平面圖與採樣點





## 畜舍空氣噴霧防疫裝置實地測試-噴霧防疫裝置設定

10/5/2010

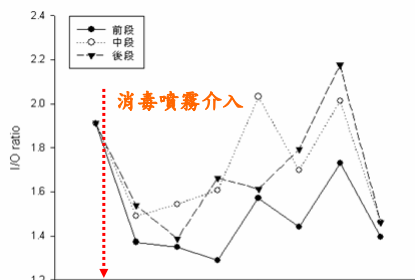
### ◆ 空氣防疫裝置噴霧設定與採樣策略

- 電解飽和食鹽水**60分鐘**取得FAC >20,000 mg/L 電解水
- 以定比器自動稀釋100倍噴霧，可生產FAC >200 mg/L的消毒水100 L，**7分鐘**完成噴霧消毒作業
- 電解水噴霧抑菌測試：噴霧前、噴霧後**30 min**、**1 hr**、**2 hr**、**3 hr**、**6 hr**

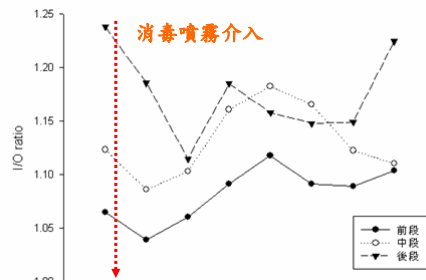


## 畜禽舍空氣噴霧防疫殺菌效能測試

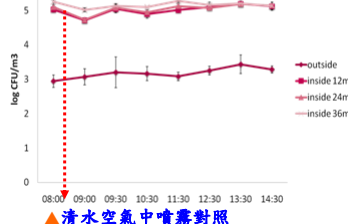
10/5/2010



▲電解水 FAC 200 ppm 空氣中噴霧消毒



▲電解水 FAC 200 ppm 空氣中噴霧消毒



▲清水空氣中噴霧對照



測試空間：  
47 m × 8.5 m  
母豬待產欄160欄  
半室內配種欄7欄  
畜養160頭豬  
84顆 4μm噴頭粒徑

團隊研究實績：電解水FAC 200 ppm濃度噴霧可壓制細菌3hr



## 致病原傳播控制-電解水噴霧前後微生物品系比較

10/5/2010

| 細菌菌種                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11:00 (噴灑電解水前)      | <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> , <i>Brevibacterium avium</i> , <i>Brevibacterium marinum</i> , <i>Bacillus pumilus</i> , <i>Staphylococcus sciuri</i> , <i>Staphylococcus auricularis</i> , <i>Staphylococcus gallinarum</i> , <i>Staphylococcus arlettae</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Aerococcus viridans</i> , <i>Corynebacterium efficiens</i> , <i>E.Coli</i> |
| 12:55 (噴灑電解水後 30分鐘) | <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Brevibacterium avium</i> , <i>Bacillus flexus</i> , <i>Brevibacterium marinum</i> , <i>Bacillus pumilus</i> , <i>Staphylococcus sciuri</i> , <i>Staphylococcus auricularis</i> , <i>Staphylococcus arlettae</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Aerococcus viridans</i> , <i>Corynebacterium efficiens</i> , <i>E.Coli</i>                                               |
| 17:30 (噴灑電解水後 五小時)  | <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> , <i>Brevibacterium avium</i> , <i>Brevibacterium marinum</i> , <i>Bacillus pumilus</i> , <i>Staphylococcus sciuri</i> , <i>Staphylococcus auricularis</i> , <i>Staphylococcus gallinarum</i> , <i>Staphylococcus arlettae</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Aerococcus viridans</i> , <i>Corynebacterium efficiens</i> , <i>E.Coli</i> |

| 真菌菌種                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11:00 (噴灑電解水前)      | <i>Cladosporium oxysporum</i> , <i>Cladosporium colocasiae</i> , <i>Fusarium equiseti</i> , <i>Trichosporon japonicum</i> , <i>Trichosporon faecale</i> , <i>Trichosporon asteroides</i> , <i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i> , <i>Rhizopus oryzae</i> , <i>Amylomyces rouxii</i> , <i>Trichosporon laibachii</i> , <i>Cryptotrichosporon anacardii</i> ,                                    |
| 12:55 (噴灑電解水後 30分鐘) | <i>Cladosporium oxysporum</i> , <i>Cladosporium colocasiae</i> , <i>Fusarium equiseti</i> , <i>Trichosporon japonicum</i> , <i>Trichosporon aquatile</i> , <i>Trichosporon asteroides</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i> , <i>Rhizopus oryzae</i> , <i>Amylomyces rouxii</i> , <i>Cryptotrichosporon anacardii</i> , <i>Penicillium griseofulvum</i> , <i>Aspergillus japonicus</i>                                |
| 17:30 (噴灑電解水後 五小時)  | <i>Pseudozyma Antarctica</i> , <i>Cladosporium oxysporum</i> , <i>Cladosporium colocasiae</i> , <i>Fusarium equiseti</i> , <i>Trichosporon japonicum</i> , <i>Trichosporon aquatile</i> , <i>Trichosporon asteroides</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i> , <i>Rhizopus oryzae</i> , <i>Amylomyces rouxii</i> , <i>Cryptotrichosporon anacardii</i> , <i>Penicillium griseofulvum</i> , <i>Aspergillus japonicus</i> |

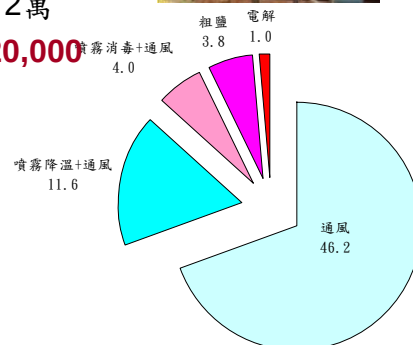


## 豬舍噴霧降溫消毒系統

10/5/2010

### 設備及操作成本分析 (以100坪豬舍為例)

- 噴霧降溫系統設備成本
  - 自動控溫噴霧系統(3 HP) 12萬
  - 輔助風機 4台(4HP) 9萬
- 加裝電解消毒設備成本 2萬
  - 電解飽和食鹽水1 hr得 **FAC >20,000 mg/L** 電解水
  - 消耗功率 <150 W
- 每日操作成本 66元
  - 通風 7 hr
  - 噴霧降溫 總計1hr
  - 噴霧消毒3次



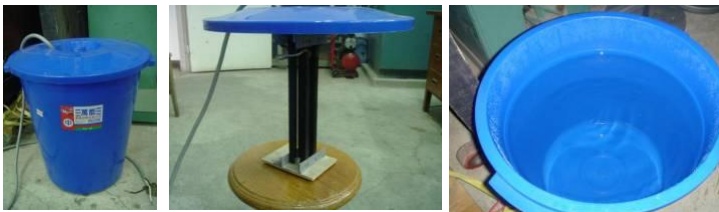


## 2008 中國四川發生強烈地震 傷亡慘重

此事件引發本團隊開發  
簡易電解抑菌水產製設備之構想  
當時未派上用場



### 簡易電解抑菌水設備-可攜式應用與低成本元件



- NaCl 電解水製備，反應試劑易取得
- 使用4支石墨電極，搭配12V車用鉛蓄電池供電即可使用，價格低廉
- 使用20L定量容器、快速產出電解水、操作簡單方便

|      | 反應時間(分) | 加鹽量   | 電流   | 餘氯 ppm |
|------|---------|-------|------|--------|
| NaCl | 30      | 500 g | 30 A | 198    |
| KCl  | 30      | 430 g | 28 A | 190    |

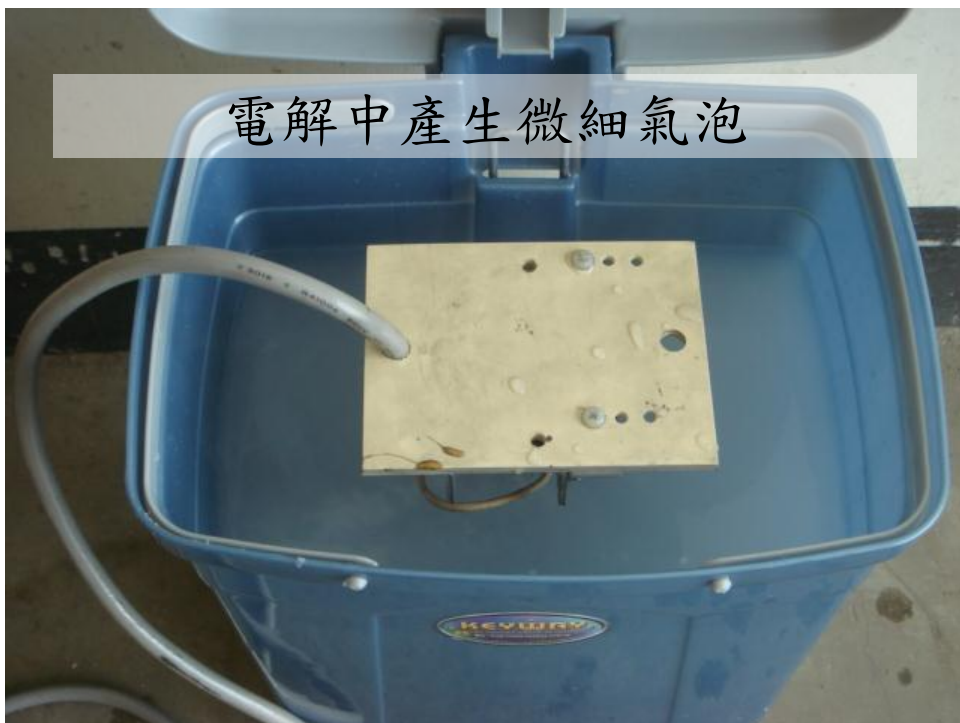


## 鉛蓄電池（聚力電子）

| 規格型號                   | 標稱電壓 | 容量(AH)   | 尺寸(mm) |     |     |     | 重量    | 端子                     |
|------------------------|------|----------|--------|-----|-----|-----|-------|------------------------|
|                        | (V)  | (20小時速率) | 長度     | 寬度  | 高度  | 總高度 | (Kg)  | 型式                     |
| <a href="#">6FM1.2</a> | 12   | 1.2      | 97     | 43  | 52  | 58  | 0.58  | <a href="#">F1</a>     |
| <a href="#">6FM2.1</a> | 12   | 2.1      | 178    | 35  | 61  | 67  | 0.90  | <a href="#">F1</a>     |
| <a href="#">6FM3</a>   | 12   | 3        | 134    | 66  | 60  | 66  | 1.35  | <a href="#">F1</a>     |
| <a href="#">6FM4</a>   | 12   | 4        | 90     | 70  | 102 | 108 | 1.65  | <a href="#">F1</a>     |
| <a href="#">6FM5</a>   | 12   | 5        | 90     | 70  | 102 | 108 | 1.76  | <a href="#">F1</a>     |
| <a href="#">6FM7</a>   | 12   | 7        | 151    | 65  | 93  | 99  | 2.60  | <a href="#">F1orF2</a> |
| <a href="#">6FM10</a>  | 12   | 10       | 151    | 98  | 97  | 103 | 3.50  | <a href="#">F1orF2</a> |
| <a href="#">6FM12</a>  | 12   | 12       | 151    | 98  | 97  | 103 | 4.00  | <a href="#">F1orF2</a> |
| <a href="#">6FM15</a>  | 12   | 15       | 181    | 76  | 167 | 167 | 5.35  | <a href="#">F3</a>     |
| <a href="#">6FM17</a>  | 12   | 17       | 181    | 76  | 167 | 167 | 6.10  | <a href="#">F3</a>     |
| <a href="#">6FM24</a>  | 12   | 24       | 175    | 166 | 125 | 125 | 8.50  | <a href="#">F4</a>     |
| <a href="#">6FM38</a>  | 12   | 38       | 196    | 165 | 171 | 171 | 13.80 |                        |
| <a href="#">6FM65</a>  | 12   | 65       | 350    | 166 | 176 | 185 | 25.0  |                        |
| <a href="#">6FM100</a> | 12   | 100      | 328    | 173 | 216 | 245 | 32.0  |                        |

使用 12 V 電瓶為電源







## 一些基礎數字

- 使用 10 L 自來水 + 100 g 鹽巴
- 電解 105 分鐘 (中午外出吃飯)
- 產生 FAC 濃度超過 700 ppm
- 業者使用 200 ppm 次氯酸鈉溶液



## 咖啡機1號

定電壓電解飽和食鹽水





10/5/2010

## 奶瓶機1號



電解 (內瓶) →



← 噴霧



10/5/2010

## 功能比較

| 咖啡機1號           | 奶瓶1號                          |
|-----------------|-------------------------------|
| 1. 定電壓電解飽和食鹽水   | 1. 定電流電解食鹽水，目標是FAC = 200 ppm。 |
| 2. 電解30分鐘以上     | 2. 電解14分鐘。                    |
| 3. 可以提供10 A的大電流 | 3. 可以電解後自動轉換成噴霧模式             |
| 4. 用咖啡機改造。      | 4. 用水瓶組裝<br>(含自製交流轉直流電路)      |



## 咖啡機1號 vs 奶瓶1號 電解操作條件比較

| 操作結果  | 咖啡機1號                | 奶瓶1號              |
|-------|----------------------|-------------------|
| 第一次   | 13019.83 ppm         | 213.33 ppm        |
| 第二次   | 11799.83 ppm         | 263.33 ppm        |
| 第三次   | 11599.83 ppm         | 240.33 ppm        |
| 自由氯濃度 | <b>12140±769 ppm</b> | <b>239±25 ppm</b> |



## 家用型(攜帶式) 電解抑菌製劑產生裝置 咖啡機2號

本設備共製作三台  
 一台提供皇基公司使用 2009/08/26  
 一台提供勞研所使用 2009/07  
 一台提供本校獸醫學院使用 2009/07

# 系統外觀



無隔膜電解水技術研究團隊-臺大獸醫、臺大生物機電學系、宜大生物機電、稻江環衛 PAGE 108

10/5/2010

## 儲水槽



## 電解槽





## 水槽容量與電解時間

- 儲水槽容量較大
- 電解槽容量較小
- 每批次抽水約 400 mL 進行電解
- 每次電解歷時 30 分鐘



動作1. 於儲水槽中加入適當濃度的鹽水



儲水槽



## 鹽水原液的配置



由瓶口到底部  
容量約為  
600 mL

拿保特瓶裝鹽巴，  
由底部算起 4.3  
cm 高度有 120 g，  
6 cm 高度有 170  
g



以瓶蓋為容器



裝滿一瓶蓋的鹽巴  
約為8 g重



## 動作2. 裝上電解槽

- 先順著溝槽小角度傾斜插入
- 聽到一聲 “喀”  
，確認鐵片滑入溝槽中





### 動作3. 插上電源插座110 VAC



### 動作4. 按下電解按鈕



- 按下電解按鈕之後，設備會開始由儲水槽抽水入電解槽
- 抽完水後，按鈕右側兩個燈號中上方的紅燈亮起即開始電解



10/5/2010

## 電解歷時經30分鐘（紅燈持續亮著）



10/5/2010

## 動作五. 綠燈點亮代表電解完成

- 拔出插座
- 取出電解槽





## 不同濃度鹽水電解30分後的結果

| 瓶蓋數<br>(鹽巴)                   | 保特瓶<br>數(水量) | 濃度<br>M | FAC<br>ppm | pH    | EC<br>mS/cm |
|-------------------------------|--------------|---------|------------|-------|-------------|
| 1                             | 2            | 0.114   | 220 ± 11   | 8.78  | 12.92       |
| 市售生理食鹽水                       |              | 0.15    | 362 ± 14   | 9.30  | 15.03       |
| 4                             | 1            | 0.91    | 2828 ± 20  | 9.45  | 96.9        |
| 飽和鹽水                          |              | 5.43    | 7566 ± 175 | 11.04 | 574.2       |
| 22.5 瓶蓋<br>或<br>4.3 cm 高<br>度 | 1            |         |            |       |             |



動作六. 倒出電解滅菌水  
依適當比例稀釋使用



## 稀釋比例

| 飽和鹽水<br>電解後 FAC<br>濃度 (ppm) | 低度污染<br>或身體接觸<br>低效滅菌<br>50 ppm | 中度污染<br>中效滅菌<br>200 ppm | 高度污染<br>高效滅菌<br>1000 ppm |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| <b>7566<sup>a</sup></b>     | <b>150 : 1</b>                  | <b>36.5 : 1</b>         | <b>6.5 : 1</b>           |
| <b>13000<sup>b</sup></b>    | <b>259 : 1</b>                  | <b>64 : 1</b>           | <b>12 : 1</b>            |

a. 家用型設備(咖啡機改裝)電解30分鐘後的FAC濃度，每批次產量400 mL

b. 救災型設備電解30分鐘後的FAC濃度，每批次產量850 mL



## 說明

- 150 : 1 代表取清水 150 倍的量 (0 ppm) 與 1 倍的電解滅菌水 (7566 ppm) 的量做混合，可得 151 倍的 50 ppm 的滅菌水。
- 12 : 1 代表取清水 12 倍的量 (0 ppm) 與 1 倍的電解滅菌水 (13000 ppm) 的量做混合，可得 13 倍的 1000 ppm 的滅菌水。



10/5/2010

## 特定株病毒性家禽致病原殺滅效能測試-臺大獸醫蔡向榮教授

| 病毒            | 使用濃度與作用時間        | 操作前病毒力價                   | 操作後病毒力價                   |
|---------------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| H6N1          | 150ppm(10%)，15分鐘 | $10^{5.34}/0.1\text{ ml}$ | $10^{2.69}/0.1\text{ ml}$ |
| H6N1          | 75ppm(5%)，15分鐘   | $10^{5.34}/0.1\text{ ml}$ | $10^{2.92}/0.1\text{ ml}$ |
| H6N1          | 150ppm(10%)，30分鐘 | $10^{5.34}/0.1\text{ ml}$ | $10^{2.72}/0.1\text{ ml}$ |
| H6N1          | 75ppm(5%)，30分鐘   | $10^{5.34}/0.1\text{ ml}$ | $10^{3.31}/0.1\text{ ml}$ |
| H6N1加5% yeast | 150ppm(10%)，15分鐘 | $10^{5.26}/0.1\text{ ml}$ | $10^3/0.1\text{ ml}$      |
| H6N1加5% yeast | 75ppm(5%)，15分鐘   | $10^{5.26}/0.1\text{ ml}$ | $10^{2.83}/0.1\text{ ml}$ |
| H6N1加5% yeast | 150ppm(10%)，30分鐘 | $10^{5.26}/0.1\text{ ml}$ | $10^{2.76}/0.1\text{ ml}$ |
| H6N1加5% yeast | 75ppm(5%)，30分鐘   | $10^{5.26}/0.1\text{ ml}$ | $10^{3.68}/0.1\text{ ml}$ |

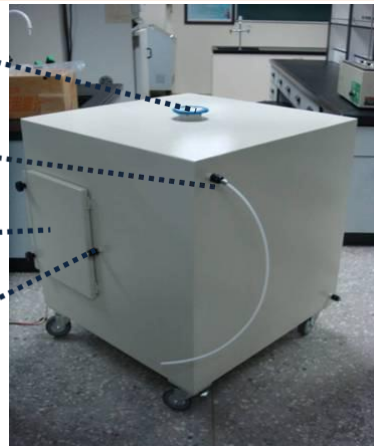
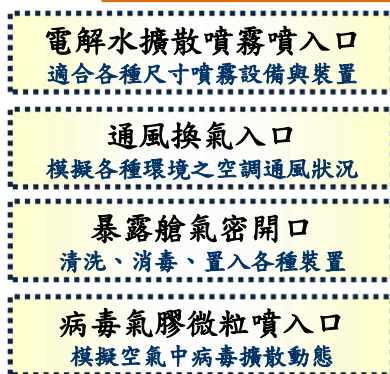
| 病毒            | 使用濃度與作用時間        | 操作前病毒力價                   | 操作後病毒力價                   |
|---------------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| IBDV          | 150ppm(10%)，30分鐘 | $10^{5.8}/0.1\text{ ml}$  | $10^2/0.1\text{ ml}$      |
| IBDV加5% yeast | 150ppm(10%)，30分鐘 | $10^{5.32}/0.1\text{ ml}$ | $10^{2.31}/0.1\text{ ml}$ |

**RESULT** : FAC150 ppm無鹽電解水針對H6N1病毒、IBDV均能有效將病毒力價減低，且不受有機物質影響



10/5/2010

## 病毒空氣微粒暴露艙測試-稻江環衛楊心豪助理教授

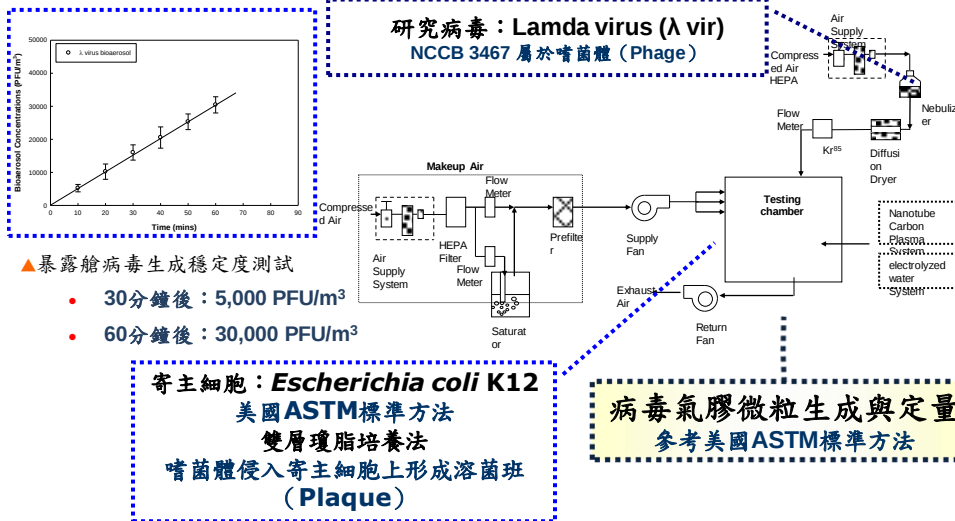


- 測試艙大小為  $80 \times 80 \times 80\text{ cm}^3$
- 內裝置有風扇可供氣體混合，裝置254nm UV燈管，實驗後輔助消毒使用
- 超越美國ASTM D5516-97標準， $\text{CO}_2$ 示蹤混合率達到95%以上，艙體內部完全混合



## 病毒空氣微粒暴露艙測試-稻江環衛楊心豪助理教授

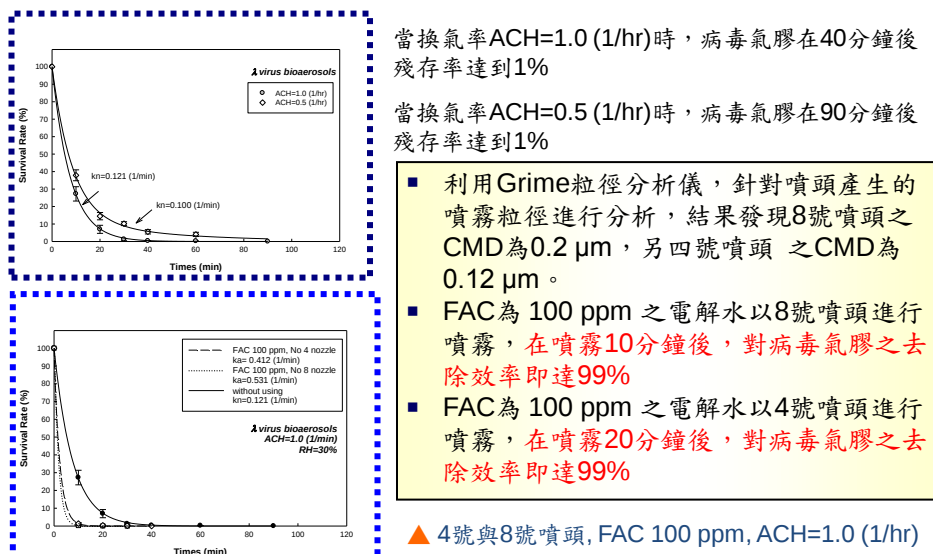
10/5/2010



## 病毒空氣微粒暴露艙測試-稻江環衛楊心豪助理教授

10/5/2010

### 團隊研究實績：病毒生物氣膠於小型暴露艙之殺滅效能

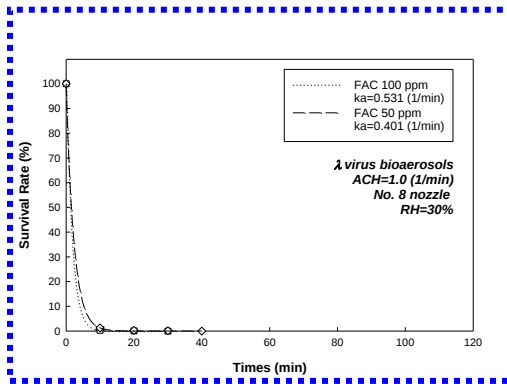




## 病毒空氣微粒暴露艙測試-稻江環衛楊心豪助理教授

10/5/2010

團隊研究實績：病毒生物氣膠於小型暴露艙之殺滅效能



- FAC為 100 ppm 之電解水以8號噴頭進行噴霧，在噴霧10分鐘後，對病毒氣膠之去除效率即達99%
- FAC為 50 ppm 之電解水以8號噴頭進行噴霧，在噴霧20分鐘後，對病毒氣膠之去除效率即達99%

▲ 8號噴頭，FAC 50 ppm 與 100 ppm，ACH=1.0 (1/hr)



2009/8/8 台灣發生八八水災

10/5/2010

各災民收容中心都有電力

開發可使用電力的簡易救災用滅菌水設備

## 救災田野型 無隔膜電解抑菌製劑產生裝置

本設備共製作 15 台

1台供佳冬農校收容中心使用 2009/08/14

4台提供國軍化學兵群使用 2009/08/14

10台提供勞研所轉交各地收容中心使用 2009/09/02

## 台大與勞研所合作研發救災型電解水製造機

10/5/2010



可於30分鐘內產生  
850毫升超高有效氯濃  
度之殺菌消毒水原液

→ 內藏高耐久白金電極  
採用850毫升電解瓶

主體以樹脂盒覆蓋  
尺寸為30×13×13cm  
單按鈕操作與指示燈  
操作簡易

- 本救災專用型電解水製造機發想於四川地震之災區消毒用途。

2010/10/5

## 電解抑菌技術用於災區消毒防疫

10/5/2010

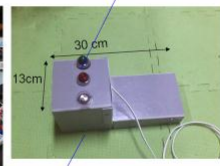


## 電解水製造機內部元件與機體解說

採用市面購得之塑膠運動水瓶作為電解瓶(850毫升)

製造機主體：定時器與供電裝置

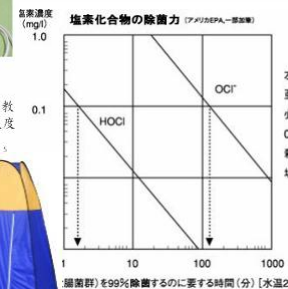
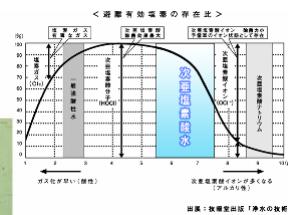
單按鈕操作與指示燈



電解水製造機内部元件

主體以樹脂盒覆蓋，尺寸為30 cmx13cmx13cm

- 本裝置專用型電解水製造機為協請臺灣大學生物產業機電工程學系方敦教授研究室製作。以飽和食鹽水作為原料，可於30分鐘內產生高有效氯濃度之殺菌消毒水原液。





## 電解水使用安全指示

- 電解水之主要成分為次氯酸，正常製備狀況下，稀釋完畢後酸鹼值為pH 6-8，呈現弱酸性至弱鹼性範圍，對皮膚不具刺激性。
  - 家用漂白水之主要成分為次氯酸鈉，呈現強鹼性，與電解水不同
- 電解水經動物實驗證明，有效氯氣濃度為200 ppm以下於水體中使用時無皮膚刺激或急毒性反應。但是請勿與其他清潔劑混用，特別是鹽酸或氨類，混用可能造成殺菌效果減弱或是產生氯氣造成呼吸道刺激不適症狀。
- 使用有效氯濃度1,000 ppm濃度之電解水時，請配戴手套並避免眼部、鼻腔、口腔等黏膜部位之直接接觸
- 電解水並非飲用水，請勿在未經諮詢以前作為飲用水消毒殺菌之使用。使用時也請盡量避免直接接觸眼部、口腔、口腔等黏膜部位。



## 電解水建議用途與使用方法

- 作為皮膚表面之清潔與消毒
  - 多為細菌污染，因直接接觸人體，建議使用有效氯濃度為50 ppm
- 作為中心內地面、牆面、天花板及衛生設施之消毒措施
  - 一般日常消毒目標為細菌、黴菌污染，不直接接觸人體時，建議使用有效氯濃度為200 ppm，可使用噴霧或拖地方式
  - 嚴重污染時，如地面有血液、體液、嘔吐物、痰液及泥水污染狀況時，可使用達1,000 ppm濃度，但須避免直接接觸人體皮膚、黏膜與金屬物體，可使用潑灑覆蓋方式進行
- 作為生活用具，例如鍋碗瓢盆、食品飲水之容器、小朋友玩具之消毒
  - 多為細菌與病毒污染，建議使用有效氯濃度為200 ppm
- 作為衣物洗滌使用
  - 多為細菌黴菌、病毒污染，但因用量較大，建議有效氯使用50 ppm，建議於衣物清洗完成後，浸泡15分鐘後自然風乾



## 電解消毒水製造產能

- 本電解水機製造之消毒溶液為有效氯濃度為13,000 ppm之原液（850毫升），可直接加入於自來水或潔淨礦泉水稀釋後使用，產能估計如下：
  - 有效氯濃度50 ppm：30分鐘可產製約220公升
    - 作為個人皮膚清潔、衣物洗滌使用
  - 有效氯濃度200 ppm：30分鐘可產製約55公升
    - 作為日常環境消毒、生活用具抑菌
  - 有效氯濃度1,000 ppm：30分鐘可產製約10公升
    - 作為嚴重污染環境消毒



## 電解水環境消毒之建議標準程序

1. 將配製完成之有效氯濃度 200 ppm 或1,000 ppm 電解水盛裝入噴霧器內
2. 對於污染處地面、牆面與物體進行集中噴灑
 

注意：使用濃度1,000ppm電解水時，請勿直接對災民人身噴灑，噴灑者需避免電解水噴霧直接接觸眼部、口腔等黏膜，同時也須避免接觸金屬物品
3. 待其自然風乾即可
 

注意：若是地面污染狀況嚴重，可先以有效氯濃度1,000 ppm電解水潑灑覆蓋污染物後等待15分鐘進行初步消毒作用後，再以清水沖去污物。而後再次噴灑有效氯濃度1,000 ppm電解水進行徹底殺菌

處理地面污染物時，應配戴手套、口罩等防護具，以防感染

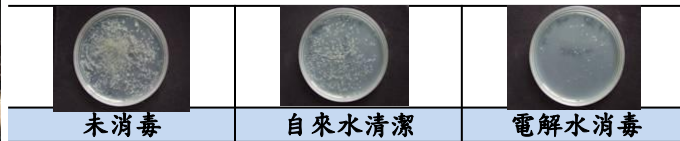


10/5/2010

## 動物園之無隔膜電解水現場消毒測試-臺大獸醫季昭華副教授



電解鹽水與自來水清潔在不同動物籠舍地面之滅菌率比較



現場在動物進駐過後，分別使用自來水與不同濃度電解水於地面樣區以噴霧容器均勻噴灑在地表靜候10分鐘於各地表面隨機選取30 x 30cm三樣區，以滅菌棉棒擦拭取樣培養

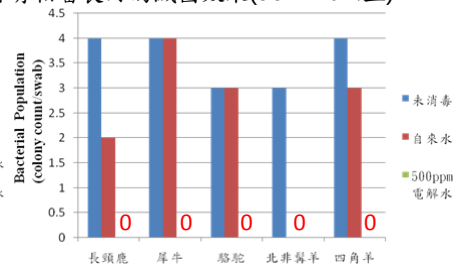
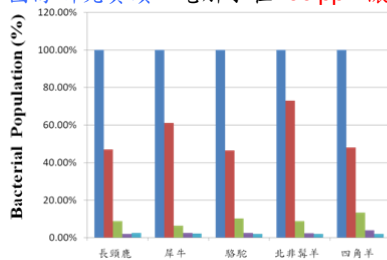
| 處置/場地     | 長頸鹿    | 犀牛     | 駱駝     | 北非髯羊   | 四角羊    |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 自來水       | 53.04% | 39.02% | 53.62% | 27.11% | 52.06% |
| 50ppm電解水  | 91.26% | 93.65% | 89.80% | 91.21% | 86.68% |
| 200ppm電解水 | 98.00% | 97.54% | 97.62% | 97.78% | 96.22% |
| 500ppm電解水 | 97.54% | 97.89% | 98.02% | 98.11% | 98.04% |



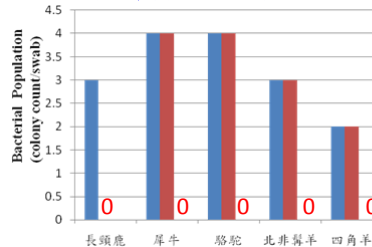
10/5/2010

## 動物園之無隔膜電解水現場消毒測試-臺大獸醫季昭華副教授

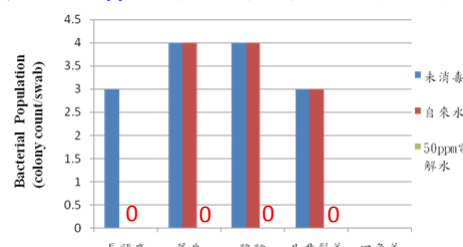
團隊研究實績：電解水在200 ppm濃度以上皆有相當良好的滅菌效果(96.22%以上)



▲電解水與自來水清潔在不同動物籠舍地面之細菌殘留比率



▲200ppm電解水與自來水對E.coli殺滅能力比較



對於動物園常見伺機病原菌大腸桿菌(*Escherichia coli*)在50ppm濃度以上時即可達到完全殺滅之效力



## 無隔膜電解水對於植物病媒之控制測試

|                                         | 分類 | 測試方式    | 具備99 % 滅菌效果<br>所需之電解水<br>FAC濃度 | 處理時間       |
|-----------------------------------------|----|---------|--------------------------------|------------|
| 細菌性軟腐菌<br><i>Erwinia chrysanthemi</i>   | 細菌 | 細菌細胞抑制  | 60 ppm                         | 30 秒       |
| 灰黴病<br><i>Botrytis cinerea</i>          | 真菌 | 孢子發芽率抑制 | 30 ppm<br>30~60 ppm            | 5 分<br>1 分 |
| 白絹病<br><i>Sclerotium rolfsii</i>        | 真菌 | 菌絲生長抑制  | 60~120 ppm                     | -          |
| 疫病病原菌<br><i>Phytophthora parasitica</i> | 真菌 | 菌絲生長抑制  | 120~200                        | -          |
| 黃葉病病原菌<br><i>Fusarium oxysprum</i>      | 真菌 | 孢子發芽率抑制 | 60 ppm<br>120 ppm              | 5分<br>5分   |

王奕程，方煒，2008，自製無隔膜電解水應用於抑制蝴蝶蘭主要病原菌



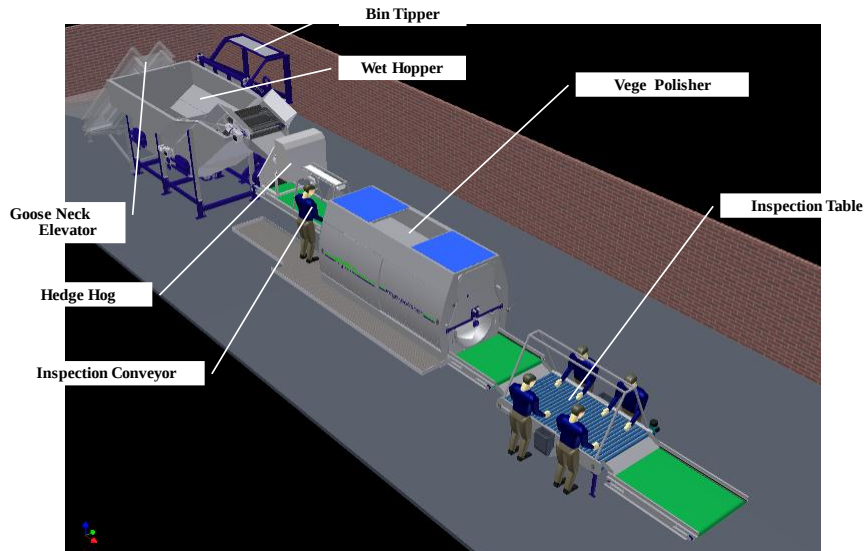
## 連續式電解抑菌水產生裝置 應用於根莖類農作物清洗抑菌

本設備安裝於斗南鎮農會  
蔬菜產銷第16班  
2009/05/01



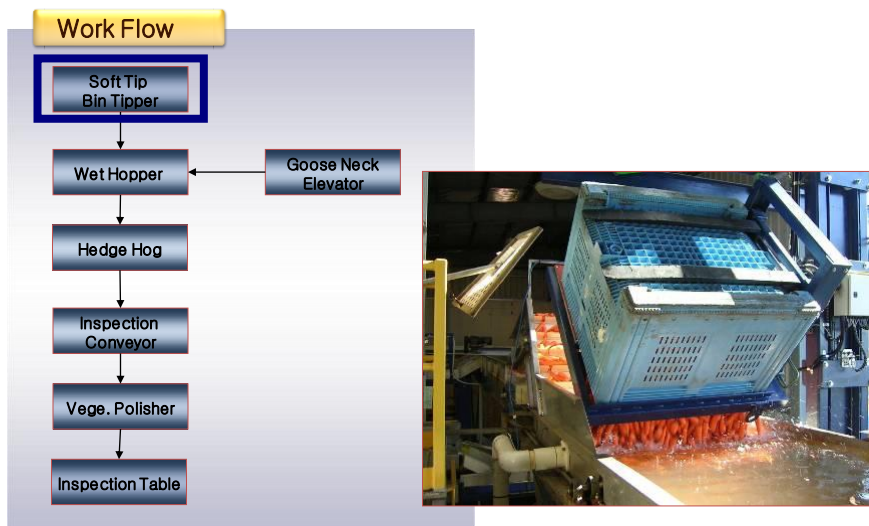
10/5/2010

## Process – Carrot Washing Line



10/5/2010

## Process – Carrot Washing Line





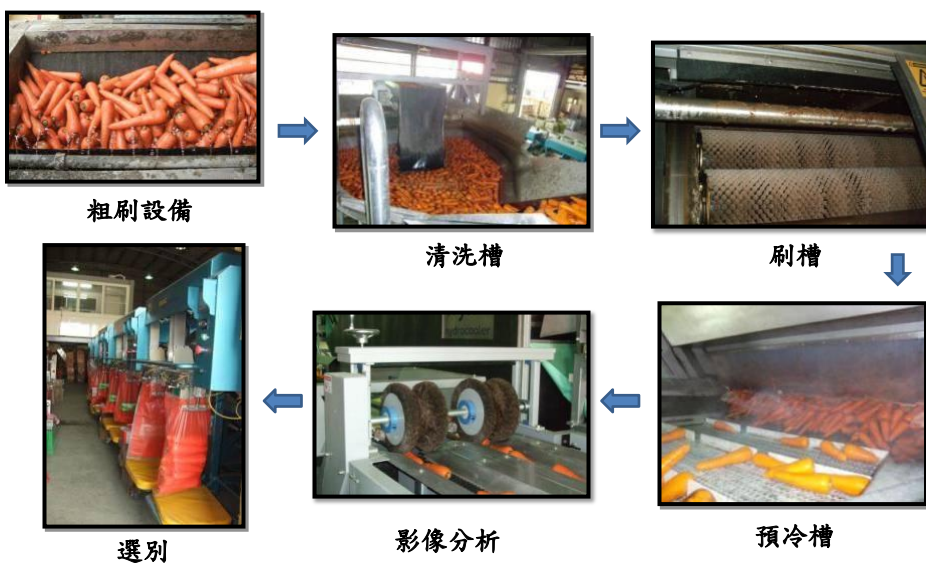
10/5/2010

## 胡蘿蔔清洗設備



10/5/2010

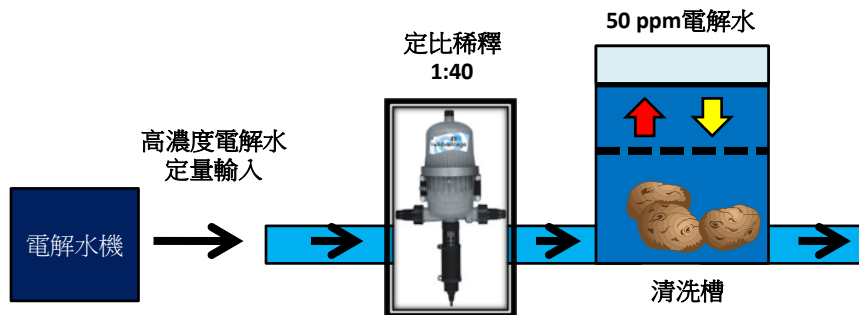
## 斗南農會選別機流程





## 電解水農作物清洗裝置之工作機制說明

- 電解水加入清洗槽中，作第一階段的表面細菌抑制與減量處理，避免後段處理中，因為馬鈴薯與胡蘿蔔等農作物表面的細菌造成污染與腐爛。



- 容量約 4 噸，連續操作單日清洗用水估計為 12 噸，採用流動式的系統。在此處加入之電解抑菌水也會跟著廢水排出，故必須設計一個可連續投予系統，使清洗用水水能夠維持仍然保有 30 ~50 ppm 的FAC濃度。

清洗槽的  
另一個目的  
在做進料的  
暫存。

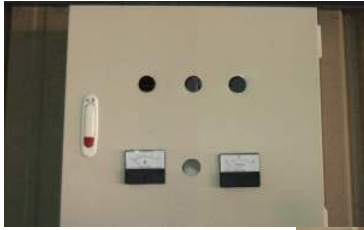


(下)經清洗槽的胡蘿蔔由輸送帶送至下一步處理



### ▲初級清洗槽/濕料斗(Wet hopper)

內附打氣設備做攪拌，田間收穫的根莖類作物(馬鈴薯，胡蘿蔔等)在此設備內把所帶的土壤洗掉。



▲控制箱

、臺大生物機電學系、宜大生物機電、稻江環衛 PAGE 143

10/5/2010

## 電解水農作物清洗裝置



- (左)定量幫浦+電解瓶
- (下左)鹽桶
- (下中)電解水桶
- (下右)定量幫浦



電解水儲存桶



定比稀釋器

吸入電解水



無隔膜電解水技術研究團隊-臺大獸醫、臺大生物機電學系、宜大生物機電、稻江環衛 PAGE 144

10/5/2010

## 電解水農作物清洗之效能評估- 自由氯濃度檢驗與抑菌測試

### 含有電解水之 清洗槽



粗刷後



進清洗槽後

時間：分別在上午9點40分與下午4點40分在兩採樣點採5支紅蘿蔔。



10/5/2010

## 自由氯監測 (介於 25~50 PPM 之間)



9點45分



10點45分



12點45分



14點45分



14點45分

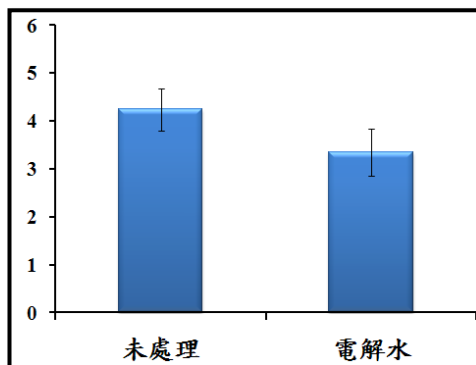


10/5/2010

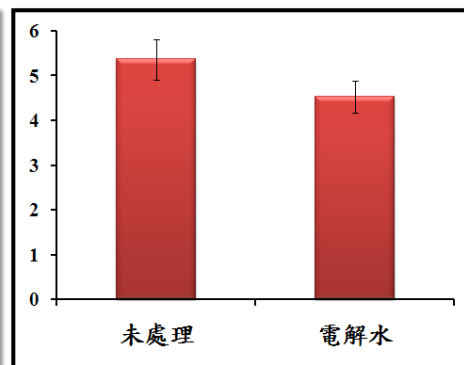
## 抑菌測試結果

早上：9點40分

下午：4點40分



降低：0.9個log值



降低：0.84個log值



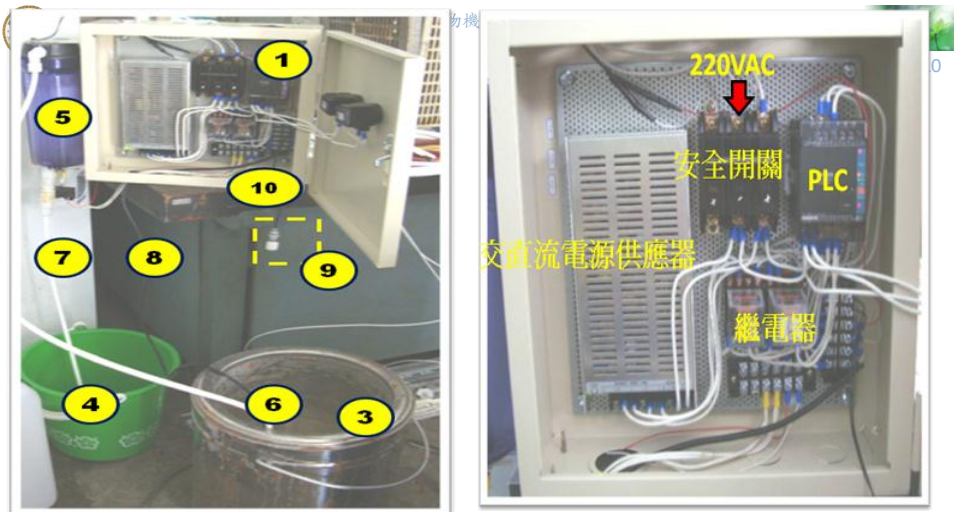
## 連續式電解滅菌水產生裝置 應用於蘭花產業

本設備安裝於越南

2009/08/28



- |        |                |
|--------|----------------|
| ① 控制箱  | ⑥ 水管(由鹽桶至電解瓶)  |
| ② 抽水馬達 | ⑦ 水管(由電解瓶至儲存桶) |
| ③ 飽和鹽桶 | ⑧ 電線(抽水馬達電源)   |
| ④ 儲存桶  | ⑨ 水位浮球開關       |
| ⑤ 電解瓶  | ⑩ 電線(儲存桶水位開關)  |



- |        |                |
|--------|----------------|
| ① 控制箱  | ⑥ 水管(由鹽桶至電解瓶)  |
| ② 抽水馬達 | ⑦ 水管(由電解瓶至儲存桶) |
| ③ 飽和鹽桶 | ⑧ 電線(抽水馬達電源)   |
| ④ 儲存桶  | ⑨ 水位浮球開關       |
| ⑤ 電解瓶  | ⑩ 電線(儲存桶水位開關)  |



無隔膜電解水技術研究團隊-臺大獸醫、臺大生物機電學系、宜大生物機電、稻江環衛 PAGE 150

### 使用注意事項

10/5/2010

- 應用於植物上的電解水,須使用KCl飽和鹽水去電解。
- 若以**KCl**製造的電解水有效氯約為15,000 ppm, 依所需比例稀釋使用。
- 栽培的滅菌約需要50 ppm, 因此稀釋300倍左右清洗設備約需要200 ppm,以此類推。
- 以KCl製造的電解水: pH約為9.873,EC約為482.5
- 製作20 L 的FAC為 15000 ppm的電解水約需12小時, 可於下班後開啟, 讓機器運作一晚後隔天即可使用。
- 使用電解水於高壓噴霧管路後, 須轉換為清水進行噴霧至少 10~20 分鐘以清洗管路中的鹽分。



無隔膜電解水技術研究團隊-臺大獸醫、臺大生物

## METL II 電解水機外觀

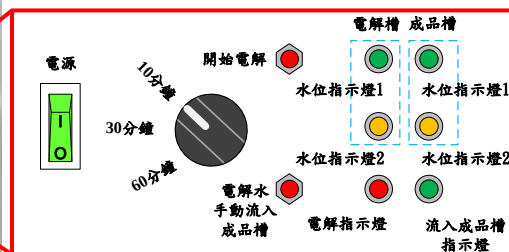
- 電源插座與鑰匙鎖
- 生理食鹽水注入口
- 水龍頭
- 保險絲座



無隔膜電解水技術研究團隊-臺大獸醫、臺大生物機電學系、宜大生物機電、稻江環衛 PAGE 152

10/5/2010

## METL II 電解水生成機控制面板





## METL II相關數據

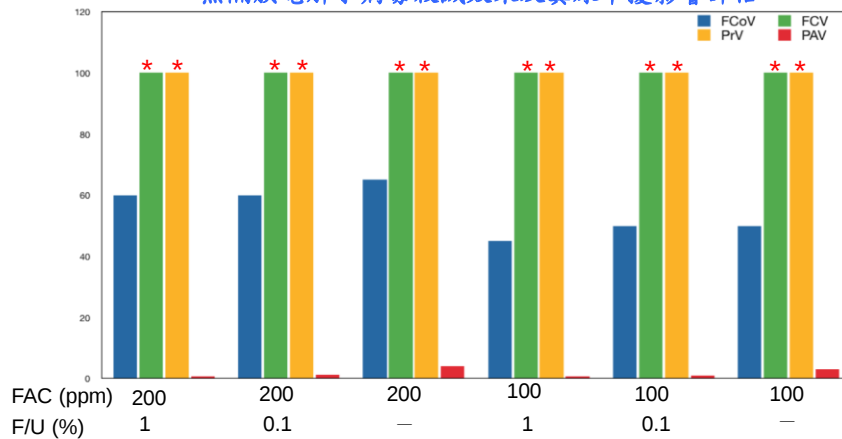
| 機型         | METL 第II型       |              |              |
|------------|-----------------|--------------|--------------|
| 食鹽水濃度      | 0.9 wt% (生理食鹽水) |              |              |
| 電壓 (V)     | 5               |              |              |
| 電流 (A)     | < 4             |              |              |
| 水量 (ml)    | 500             |              |              |
| 電解時間 (min) | 10              | 30           | 60           |
| FAC (ppm)  | 152±6.24        | 440.33±20.82 | 709.17±30.24 |
| pH值        | 7.79±0.05       | 8.04±0.02    | 8.15±0.05    |
| ORP (mV)   | 843.33±0.58     | 845.33±2.08  | 841.67±3.21  |

使用電解水前，請先使用FAC試紙量測自由氯濃度。



## 病毒性動物致病原全面殺滅效能測試-臺大獸醫關玲玲教授

無隔膜電解水病毒殺滅效果及糞尿干擾影響評估

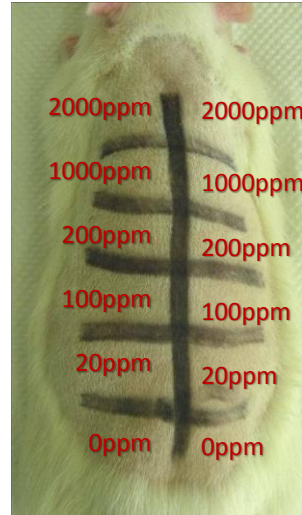


200及100 ppm之電解水可有效殺滅**貓杯狀病毒**及**豬假性狂犬病病毒**，且1%及0.1%之糞尿液無顯著干擾其作用。200 ppm之電解水可殺滅65%之**貓冠狀病毒**，而100 ppm之電解水亦可降低達50%之病毒力價，分糞尿液之存在具些微干擾(5%)。200及100 ppm之電解水無法有效殺滅**豬小病毒**



10/5/2010

## 電解水飼養動物生理影響評估-臺大獸醫廖泰慶助理教授



10/5/2010

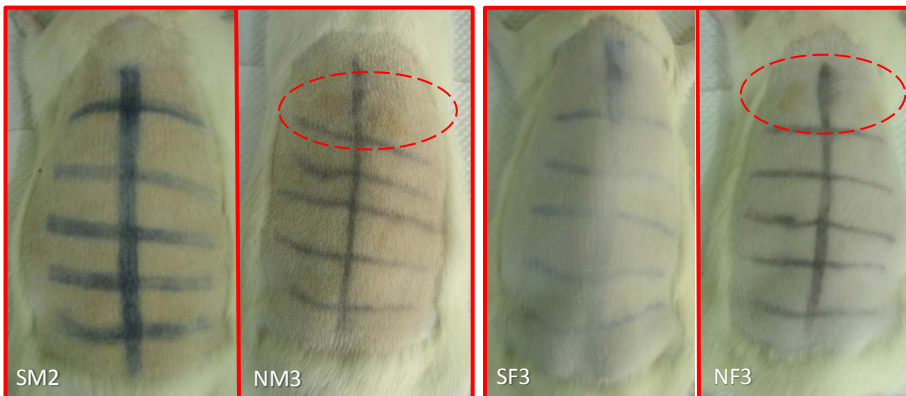
## 電解水飼養動物生理影響評估-臺大獸醫廖泰慶助理教授

電解水單次投予結果

投予後讓電解水在皮膚上停留5分鐘後擦乾

公鼠

母鼠





10/5/2010

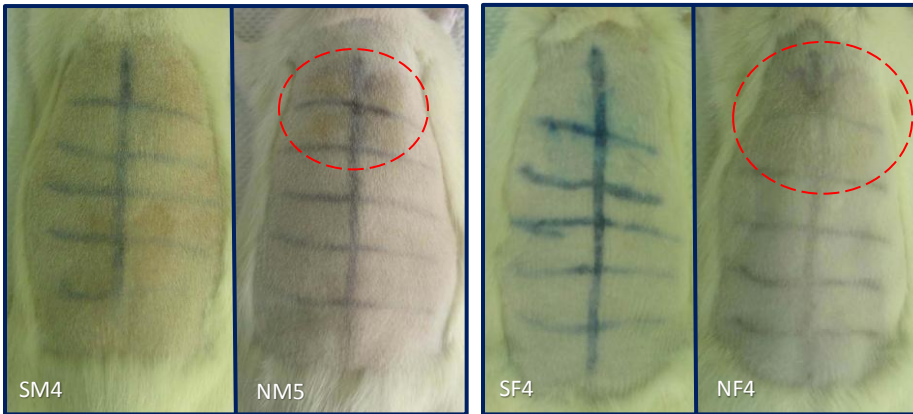
## 電解水飼養動物生理影響評估-臺大獸醫廖泰慶助理教授

### 電解水重覆投予結果

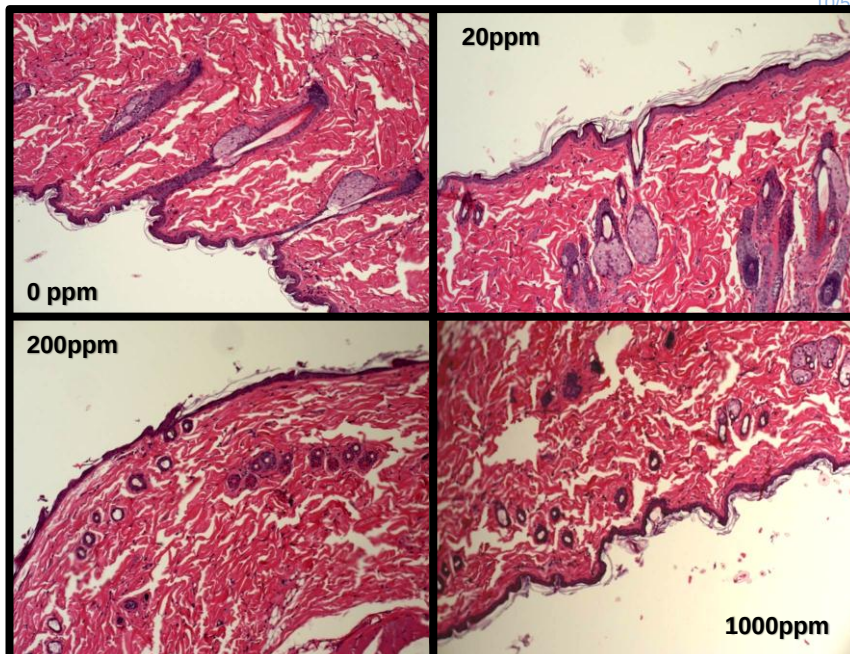
重覆單次投予的動作三次，在第三次投予後，讓電解水留在皮膚上不擦乾

公鼠

母鼠



10/5/2010



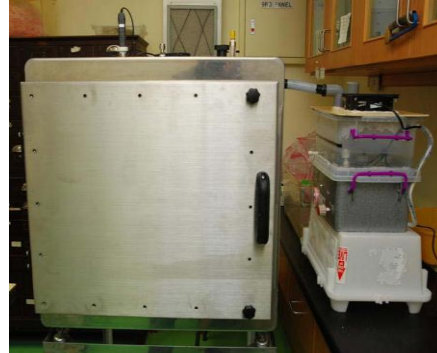


10/5/2010

## 無隔膜電解水飼養動物生理影響評估-臺大獸醫廖泰慶助理教授

### 呼吸道黏膜急性期安全性評估

- ◆ 模擬電解鹽水在農畜場消毒的使用方式，但以較高相對溼度(94.6%)為之，以確保維持初始濃度(一般現場相對溼度較低，噴霧電解鹽水濃度降解很快)，暴露時間為10分鐘
- ◆ 24小時後檢視大鼠呼吸狀況後安樂死，取其鼻腔、氣管及肺臟進行病理評估
- ◆ 每個FAC濃度進行5隻公鼠及5隻母鼠共計10隻大鼠，三個FAC濃度（200ppm、100ppm及50ppm）共計使用30隻大鼠



10/5/2010

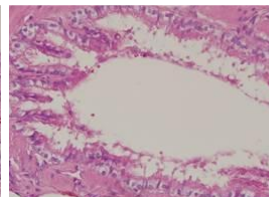
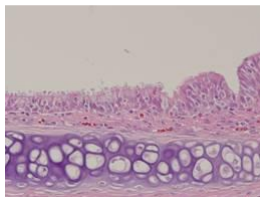
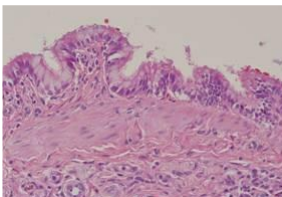
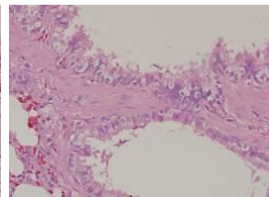
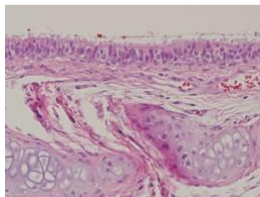
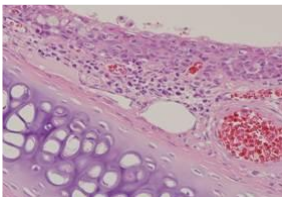
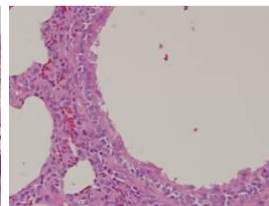
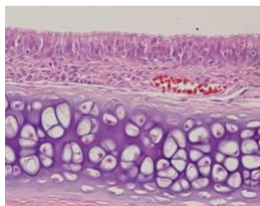
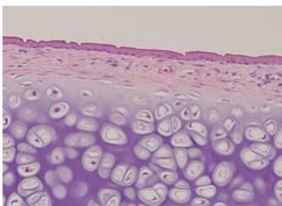
各實驗大鼠均無明顯呼吸症狀

50ppm  
無明顯的傷害100ppm  
黏膜上皮輕度增生且有分泌物200ppm  
黏膜上皮輕至中度增生且分泌物增加

鼻黏膜

氣管

肺臟支氣管

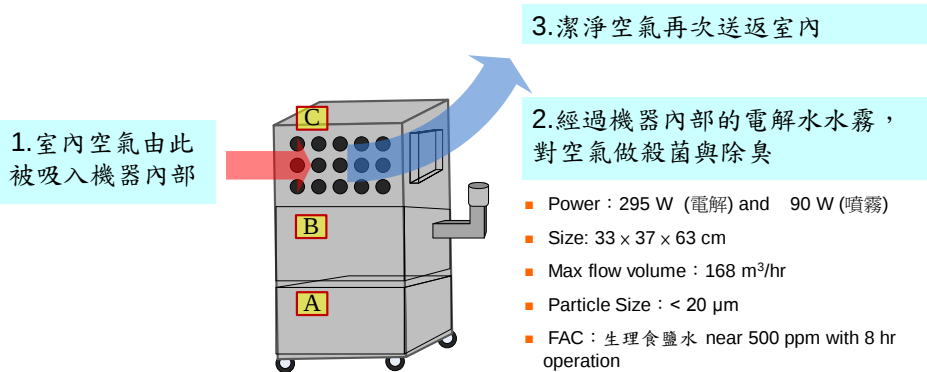




## 電解水 牙科環境生物性污染防疫設備設計與研發

### • 電路控制單元：

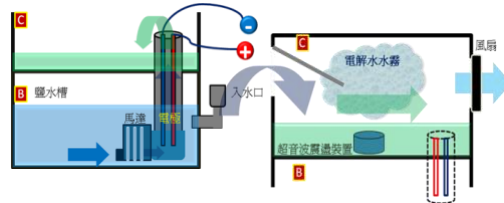
- 結合『觸控式人機介面』科技，由使用者直接操作觸控螢幕，選定噴霧量與噴霧時間，再經內部電路控制單元輸出控制抽水、電解、噴霧、風扇等動作。



## 無隔膜電解水牙科空間環境防疫設備研發設計與製造

### • 儲水電解單元：

- 使用者於入水口加入生理實驗水進鹽水槽後，系統自動由小型抽水馬達抽取生理食鹽水，經過裝有電極的管道，對流經管道的鹽水進行電解反應，最後將電解後的殺菌水排至噴霧部位。



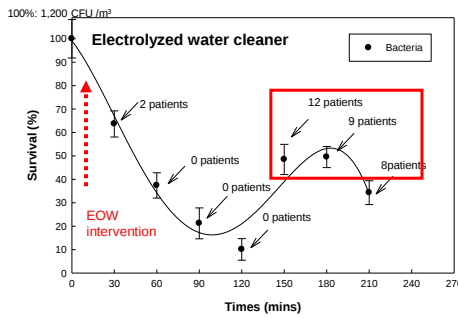
### • 造霧殺菌單元：

- 利用超音波震盪裝置，將電解後的殺菌水霧化成具滅菌效力的水霧，左面為外部空氣的入口，右面以風扇抽吸，引入外界的空氣，通過電解水水霧進行滅菌，然後向右排出機構外。

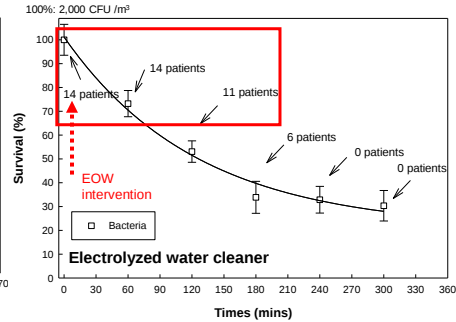




## 無隔膜電解水牙科空間環境防疫設備實場效能評估 10/5/2010



▲ 10/16 EOW cleaner bactericidal performance evaluation, intervention at 10 minute after first sampling

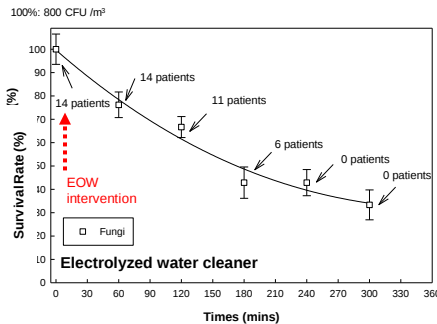


▲ 10/17 EOW cleaner bactericidal performance evaluation, intervention at 10 minute after first sampling

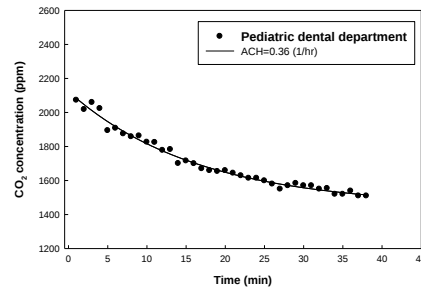
- 2組同步診療作業期間，空氣中細菌氣膠濃度升高至1,100 CFU/m<sup>3</sup>。也顯示因診療作業所引起之污染具有延遲效應。介入電解水抑菌後濃度降低，也可能因為診療作業停止而降低濃度(參考：最低背景濃度為200 CFU/m<sup>3</sup>)。
- 150分鐘：進入門診高峰，室內同步有12組診療作業，室內細菌濃度僅升高至約600 CFU/m<sup>3</sup>，且後續兩評估點濃度(180分鐘與210分鐘)回復後再度抑制約在450-600 CFU/m<sup>3</sup>之間，空間抑菌率約為50%。



## 無隔膜電解水牙科空間環境防疫設備實場效能評估 10/5/2010



▲ 10/17 EOW cleaner fungicidal performance evaluation, intervention at 10 minute after first sampling



▲ 10/17 ASHARE CO<sub>2</sub> ventilation rate evaluation of the orthodontic department

- 14組診療作業同步進行時，空氣中真菌氣膠濃度為800 CFU/m<sup>3</sup>。
- 室內真菌污染多半由外界大氣引入與室內建材問題，非診療作業所產生。而測試診療空間之通風換氣效率實測結果為**0.36 ACH ventilation rate**，顯示空調系統無新鮮外氣引入，採用全部內循環模式。
- 電解水設備介入240min分鐘與300min分鐘時，空氣中真菌氣膠削減率達到**60%**。



10/5/2010

## 公告中電解滅菌水 相關專利

- 多槽式電解水產生裝置。2009。中華民國發明專利。(公開號200949017)
- 多槽式電解水產生裝置。2009。中國發明專利。(公開號CN101643254A)
- 無鹽電解水產生裝置。2009。中華民國發明專利。(公開號201006769)

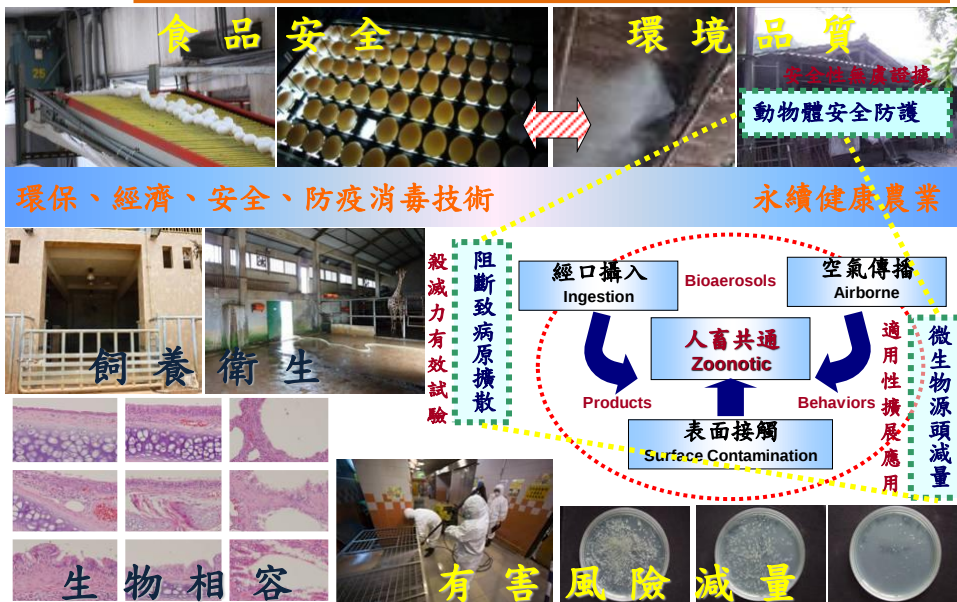
## 申請中電解滅菌水 相關專利

- 弱鹼性逆滲透水與弱鹼性礦物質水暨其製造系統及方法。2009。中華民國發明專利。
- 高濃度次氯酸滅菌水之製造方法及裝置。2009。中華民國發明專利。
- 用於藉由電解水或霧化電解水對空間滅菌之裝置。2010。中華民國發明專利。
- 使用無隔膜電解水滅菌的空間清淨裝置。中華民國發明專利。2010。中華民國發明專利。
- 連續式次氯酸滅菌水之製造方法及裝置。2010。中華民國發明專利。



10/5/2010

## 生機、獸醫與環衛-跨領域團隊合作研究成果

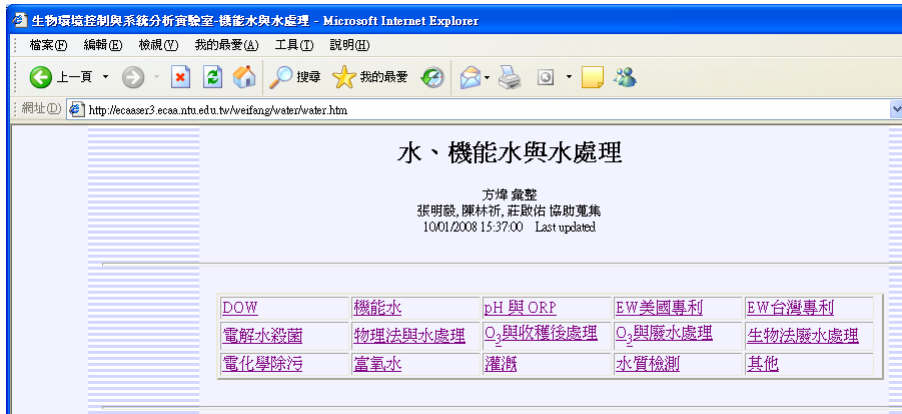




10/5/2010

## 相關網頁

### • 水、機能水與水處理



10/5/2010

感謝聆聽，歡迎指教

