

# 电解海水的抑菌活性及对食品加工 表面材料的消毒效果

沈晓盛<sup>1\*</sup> 刘长军<sup>2</sup> 蔡友琼<sup>1</sup> 刘承初<sup>3\*</sup>

- (1. 中国水产科学研究院东海水产研究所 上海 200090)
- (2. 浙江象山县水产养殖技术推广站 象山 315700)
- (3. 上海海洋大学食品学院 上海 200090)

**摘要:** 为了考察直接电解海水消除细菌污染的可能性, 本文将海水及海水稀释成不同浓度后通过氧化电解水装置进行电解不同时间后, 所得酸性电解海水、碱性电解海水和中性电解海水对病原菌[埃希氏大肠杆菌(*Escherichia coli*)、沙门氏菌(*Salmonella*)、单核细胞增生李斯特菌(*Listeria monocytogene*)、摩化摩根菌(*Morganella morganii*)、副溶血性弧菌(*Vibrio parahaemolyticus*)]以及食品加工表面接触材料(地板砖、不锈钢板、瓷砖、手套、抹布)的消毒效果进行分析研究。结果表明, 酸性电解海水具有良好的杀菌效果, 能将  $10^7$  CFU/mL 的病原菌悬液在 1 min 内几乎全部杀死。碱性电解海水和中性水无明显的杀菌效果。通过模拟食品加工过程, 对食品加工表面接触材料人为染菌, 研究电解海水对表面材料的消毒效果, 结果表明酸性电解海水仍能表面材料含有的  $10^7$  CFU/cm<sup>2</sup> 病原菌在 5 min 之内几乎全部杀灭。由此说明电解海水对食品加工表面接触材料具有明显的消毒效果, 能取代以淡水为原料的电解水杀菌效果是高效廉价和不浪费淡水资源的一种理想消毒剂。

**关键词:** 氧化电解海水, 埃希氏大肠杆菌, 沙门氏菌, 单核细胞增生李斯特菌, 摩化摩根菌, 副溶血性弧菌

## Antibacterial Effects of Electrolyzed Oxidizing Seawater Against Food-borne Pathogens in Bacteria Suspensions and on Food Processing Surfaces

SHEN Xiao-Sheng<sup>1\*</sup> LIU Chang-Jun<sup>2</sup> CAI You-Qiong<sup>1</sup> LIU Cheng-Chu<sup>3\*</sup>

- (1. East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Science, Shanghai 200090)
- (2. Station for Popularizing Aquiculture Technology of Xiangshan in Zhejiang Province, Xiangshan 315700)
- (3. College of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 200090)

**Abstract:** In order to investigate the application potential of electrolyzed oxidizing seawater in reducing

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(中国水产科学研究院东海水产研究所)资助项目(No. 2007T05); 上海市高水平特色发展项目—海洋生物资源与环境创新平台(No. 6870309)

\* 通讯作者: Tel: 021-65680120; 信箱: foodsmc98@126.com, ccliu@shou.edu.cn © 中国科学院微生物研究所期刊联合编辑部 <http://journals.im.ac.cn>  
收稿日期: 2008-04-21; 接受日期: 2008-06-30

bacteria contamination, antibacterial effects of electrolyzed oxidizing (EO) seawater against harmful bacteria in suspensions and on food processing surfaces were studied in this paper. EO seawater was prepared from seawater and diluted seawater with tap water after electrolysis for 7 and 15 minutes. Bacteria suspensions including *Escherichia coli* O157:H7 ( $4.8 \times 10^8$  CFU/mL), *Salmonella enteritidis* ( $8.4 \times 10^7$  CFU/mL), *Listeria monocytogenes* ( $7.8 \times 10^7$  CFU/mL), *Morganella morganii* ( $6.6 \times 10^7$  CFU/mL) and *Vibrio parahaemolyticus* ( $2.0 \times 10^7$  CFU/mL) were individually treated with EO seawater. The populations of all bacteria cells in suspensions were reduced hardly to zero after EO seawater treatment for 1min. Chips of stainless steel sheet, ceramic tile, floor tile, cleaning towels and gloves were inoculated with the bacteria and soaked in EO seawater for 5 min. Viable cells of bacteria were detected on all food processing surfaces after being hold at room temperature. Treatment of EO seawater reduced food-borne pathogens to undetectable level on stainless steel sheet, ceramic tile and floor tile. The results suggest that EO seawater be an ideal disinfection agent and used for decontamination of harmful bacteria on food processing surfaces.

**Keywords:** EO seawater, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Listeria monocytogenes*, *Morganella morganii*, *Vibrio parahaemolyticus*

电解水是将自来水添加 0.5%~2% NaCl 进行电解后生成的酸性水和碱性水两部分, 其中酸性水具有低 pH、高氧化还原电位以及一定的有效氯含量; 碱性水则具有高 pH、低氧化还原电位的特点。据报道, 酸性水具有良好的杀菌效果, 并应用于医疗器材、水果、蔬菜等领域进行消毒杀菌<sup>[1-5]</sup>。碱性水因无明显的杀菌效果常被丢弃, 造成淡水资源利用不高, 这对于远洋渔船、沿岸港口以及我国沿海等淡水资源紧缺的地方使用电解水杀菌消毒受到了一定的限制。目前尚未对酸性水和碱性水中和后进行杀菌效果研究。在日本, 曾利用电解流动海水对鱼池进行杀菌消毒并取得了一定的效果<sup>[6-10]</sup>, 说明以海水为原料进行电解后杀菌消毒存在一定的可能性。为了进一步考查直接将海水作为原料或进行稀释后进行电解后的消毒效果、节约淡水资源、提高综合使用电解水的效率, 本研究将以海水或海水稀释后取代淡水作为原料进行电解, 将所得的酸性水、碱性水以及酸碱中性水的杀菌效果逐一进行研究, 这对保护淡水资源、合理开发海水使用价值、扩大电解水的使用范围提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验原料

1.1.1 试验菌株: 摩化摩根菌 (*Morganella morganii* BYK00424-01-01)、埃希氏大肠杆菌 (*Escherichia coli* BYK00105-01-01)、沙门氏菌 (*Salmonella* BYK000423-01-01)、单核细胞增生李斯特菌 (*Listeria monocytogenes* BYK00089-01-01)、副溶血性弧

菌 (*Vibrio parahaemolyticus* BYKVP00036-01-01) 以上菌株来自于“中华人民共和国农业部渔业动植物病原库”。

1.1.2 试验海水: 海水于 2006 年 12 月采自东海[盐度: 28.6‰, 电导率: 34.8 ms/cm, TDS(总悬浮颗粒物): 27.5 g/mL, pH: 8.55]

1.1.3 试验材料: 刀具类不锈钢片(5 cm×5 cm)(SS 304, K-Manufacturing, Astoria, OR), 地板砖(5 cm×5 cm)(Q-30, American Olean, Portland, OR), 瓷砖(5 cm×5 cm)(FC30, Wanke Cascade, Portland, OR), 抹布, 橡皮手套(购于市场超市)

### 1.2 方法

1.2.1 实验菌株悬液的制备及总数的测定: 将试验菌株接种于牛肉膏蛋白胨增菌液中于 37°C 培养 24 h, 重复传代 3 次后, 进行细菌总数的测定同时做电解海水抑菌实验, 细菌总数测定方法按照国标 GB4789-2003 进行。

1.2.2 电解海水的制备: 把相应浓度的海水放入电解槽中电解相应时间后, 分别制得酸性电解水、碱性电解水, 收集于密闭的干净容器中备用(在 2 h 内使用)。

1.2.3 海水和电解海水理化特性的测定方法: 海水盐度的测定: 采用 HACH 便携式电导仪(SensION5 江苏昆山市开发区千裕贸易商行)直接测定。

电解海水 pH 的测定: 采用酸度计(pHS-3C, 上海伟业仪器厂)直接测定。

电解海水氧化还原电位的测定: 采用 ORP 复合电极(玻璃 504 型, 上海罗素科技有限公司)直接

测定。

有效氯的测定参照参考文献[11]。

**1.2.4 电解海水对菌悬液中细菌的杀灭实验:** 将不同稀释度的海水电解不同时间后, 用移液管迅速吸取 9 mL 于试管中, 再将制备好的菌悬液 1 mL 加入试管中漩涡振荡不同时间后, 按照国标(GB4789-2003)中细菌总数的测定方法进行总数测定。

**1.2.5 食品表面材料染菌实验:** 将各种实验材料于  $1 \times 10^5$  Pa 灭菌 30 min 后置于无菌室, 用灭菌的移液管吸取 0.1 mL 培养好的菌液(浓度在  $10^7$  CFU/mL 以上)移到材料的表面, 再用无菌的玻璃棒将其均匀地分散在材料表面, 待干, 分别慢慢浸入盛有刚电解好的电解海水的密闭烧杯中, 不同时间后取出, 用无菌棉签再将材料表面的细菌刮下置于磷酸盐缓冲液中振荡后进行总数的测定, 同时测定酸性电解水处理前的菌液的细菌总数。

## 2 结果与讨论

### 2.1 电解海水的 pH 值、氧化还原电位及有效氯浓度变化

表 1 为不同体积比的海水电解不同时间后的 pH、氧化还原电位及有效氯浓度的变化结果。从表中可以看出, 体积比不同的海水含量在相同的电解条件下, 电解时间越长, 酸性水的 pH 和还原电位越低, 氧化电位和碱性水 pH 越高, 有效氯浓度逐渐增大; 不同体积海水含量的电解水的变化趋势是相同的, 但由于海水体积比的不同而导致最终生成的酸性水 pH 和氧化还原电位以及有效氯的含量也不一样。从表中可以看出, 无论海水体积比含量的大小, 其酸性水的氧化电位在电解相同时间后, 其电位值变化不大, 几乎保持稳定, 有效氯浓度跟海水体积比存在一定关系, 在电解条件相同的情况下, 电解未稀释海水所获得的有效氯的浓度相对更高。酸性

表 1 不同体积比的海水电解后的 pH 值、氧化还原电位(ORP)及有效氯变化  
Table 1 Variety of pH, ORP and chlorine of different seawater after being electrolyzed

海水与自来水体积比(V/V) Volume ratio (seawater: tap water)	电解时间 Electrolysis time(min)	pH		氧化还原电位 ORP(mV) Oxidation-reduction potential		有效氯浓度 Chlorine ( $10^{-4}$ mol/L)
		酸性水 Acidic water	碱性水 Alkali water	酸性水 Acidic water	碱性水 Alkali water	
1:5	3	2.80	10.19	1145	-787	0.56±0.01
	7	2.31	10.34	1178	-817	0.99±0.05
	9	2.14	10.65	1186	-818	1.22±0.04
	15	1.96	10.76	1194	-869	2.32±0.04
1:4	3	2.97	10.52	1168	-804	0.46±0.08
	7	2.63	10.60	1179	-806	7.67±0.11
	9	2.48	10.63	1184	-845	1.05±0.03
	15	2.23	10.67	1191	-882	1.52±0.02
1:3	3	3.10	10.66	1123	-784	0.42±0.01
	7	2.58	10.65	1170	-807	0.67±0.03
	9	2.28	10.48	1179	-815	0.99±0.05
	15	1.95	10.60	1185	-812	1.90±0.05
1:2	3	2.98	10.65	1164	-790	1.30±0.04
	7	2.41	10.63	1176	-804	2.51±0.04
	9	2.18	10.62	1189	-815	4.53±0.06
	15	2.03	10.62	1188	-813	4.56±0.05
1:0	3	5.68	10.38	1120	-803	1.17±0.01
	7	5.37	10.34	1173	-812	1.83±0.03
	9	3.89	10.42	1187	-802	3.18±0.04
	15	3.22	10.25	1187	-791	4.61±0.03

水的 pH 值与海水的体积比无绝对的关系, 电解相同时间后, 未稀释海水电解的 pH 比稀释海水电解后的 pH 值均要高, 这可能是未稀释海水中含有更多复杂盐分相互影响所导致的结果。

## 2.2 电解海水对菌悬液中细菌的杀灭效果

表 2、3、4 是不同稀释程度的海水经电解后对菌悬液中细菌的杀灭效果, 从表中可以看出, 不同稀释程度的海水电解后的酸性水均具有良好的杀菌效果。能将浓度在  $10^7$  CFU/mL 以上的菌悬液与电解

水混合, 菌悬液中的副溶血性弧菌和大肠杆菌细菌在 1 min 之内全部杀死, 而摩化摩根菌、沙门氏菌和单核细胞增生李斯特菌数量则降到 100 CFU/mL 以内。电解未稀释海水能将 5 种致病菌全部杀死。不同致病菌菌悬液在相同的电解海水中也略有不同, 但差距不大, 未经稀释海水的杀菌效果相对更好一些, 这可能是与海水中盐含量高存在一定的关系, 尽管氧化还原电解与稀释过的几乎相同, pH 反而偏高, 但有效氯含量明显要高, 说明有效氯含量高低

表 2 体积比为 1 : 2(海水: 水)的海水电解后对菌悬液的抑制效果  
Table 2 Inhibitory effect of seawater [seawater: water (V/V) = 1 : 2] on bacterial suspension

试验菌株 Strains	电解海水不同处理时间后的细菌总数(CFU/mL) Bacterial count after electrolyzed seawater treatment at different time							
	电解 7 min 后的处理结果 Result of electrolysis for 7 min				电解 15 min 后的处理结果 Result of electrolysis for 15 min			
	酸性水 Acidic water		碱性水 Alkali water		酸性水 Acidic water		碱性水 Alkali water	
	0 s	30 s	60 s	60 s	0 s	30 s	60 s	60 s
	摩化摩根菌 <i>Morganella morganii</i>	$6.6 \times 10^7$	$3.1 \times 10^2$	30	$5.6 \times 10^7$	$6.6 \times 10^7$	125	0
副溶血性弧菌 <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	$2.0 \times 10^7$	ND	ND	$1.3 \times 10^7$	$2.0 \times 10^7$	ND	ND	$1.2 \times 10^7$
大肠杆菌 <i>Escherichia coli</i>	$4.5 \times 10^8$	ND	ND	$2.5 \times 10^8$	$4.5 \times 10^8$	ND	ND	$2.1 \times 10^8$
沙门氏菌 <i>Salmonella</i>	$8.4 \times 10^7$	$4.1 \times 10^2$	100	$4.4 \times 10^7$	$8.4 \times 10^7$	ND	ND	$1.9 \times 10^7$
单增李斯特菌 <i>Listeria monocytogenes</i>	$7.8 \times 10^7$	$1.0 \times 10^2$	50	$2.8 \times 10^7$	$7.8 \times 10^7$	ND	ND	$3.7 \times 10^7$

注: ND: 未检出

Note: ND: Not detected

表 3 体积比为 1 : 3(海水: 水)的海水电解后对菌悬液的抑制效果  
Table 3 Inhibitory effect of seawater [seawater: water (V/V) = 1 : 3] on bacterial suspension

试验菌株 Strains	电解海水不同处理时间后的细菌总数(CFU/mL) Bacterial count after electrolyzed seawater treatment at different time							
	电解 7 min 后的处理结果 Result of electrolysis for 7 min				电解 15 min 后的处理结果 Result of electrolysis for 15 min			
	酸性水 Acidic water		碱性水 Alkali water		酸性水 Acidic water		碱性水 Alkali water	
	0 s	30 s	60 s	60 s	0 s	30 s	60 s	60 s
	摩化摩根菌 <i>Morganella morganii</i>	$7.6 \times 10^7$	$3.1 \times 10^4$	960	$5.1 \times 10^7$	$7.6 \times 10^7$	$2.61 \times 10^3$	880
副溶血性弧菌 <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	$4.0 \times 10^7$	960	64	$2.3 \times 10^7$	$4.0 \times 10^7$	320	ND	$2.3 \times 10^7$
大肠杆菌 <i>Escherichia coli</i>	$6.5 \times 10^8$	ND	ND	$2.1 \times 10^8$	$6.5 \times 10^8$	$4.43 \times 10^3$	380	$2.5 \times 10^8$
沙门氏菌 <i>Salmonella</i>	$5.4 \times 10^7$	$4.1 \times 10^2$	100	$1.5 \times 10^7$	$5.4 \times 10^7$	430	ND	$4.2 \times 10^7$
单增李斯特菌 <i>Listeria monocytogenes</i>	$3.8 \times 10^7$	10	ND	$4.3 \times 10^7$	$3.8 \times 10^7$	10	ND	$2.9 \times 10^7$

注: ND: 未检出

Note: ND: Not detected

表 4 海水电解后对菌悬液的抑制效果  
Table 4 Inhibitory effect of seawater on bacterial suspension

试验菌株 Strains	电解海水不同处理时间后的细菌总数(CFU/mL) Bacterial count after electrolyzed water treatment at different time									
	电解 7 min 后的处理结果 Result of electrolysis for 7 min					电解 15 min 后的处理结果 Result of electrolysis for 15 min				
	酸性水 Acidic water		碱性水 Alkali water			酸性水 Acidic water		碱性水 Alkali water		
	0 s	10 s	20 s	60 s	60 s	0 s	10 s	20 s	60 s	60 s
摩化摩根菌 <i>Morganella morganii</i>	4.6×10 <sup>7</sup>	280	60	ND	1.3×10 <sup>7</sup>	4.6×10 <sup>7</sup>	280	60	ND	3.5×10 <sup>7</sup>
副溶血性弧菌 <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	6.2×10 <sup>7</sup>	20	0	ND	3.1×10 <sup>7</sup>	6.2×10 <sup>7</sup>	20	0	ND	2.3×10 <sup>7</sup>
大肠杆菌 <i>Escherichia coli</i>	7.5×10 <sup>8</sup>	3.04×10 <sup>3</sup>	350	ND	2.8×10 <sup>8</sup>	7.5×10 <sup>8</sup>	3.04×10 <sup>3</sup>	350	ND	4.1×10 <sup>8</sup>
沙门氏菌 <i>Salmonella</i>	6.4×10 <sup>7</sup>	ND	ND	ND	3.7×10 <sup>7</sup>	6.4×10 <sup>7</sup>	ND	ND	ND	2.8×10 <sup>7</sup>
单增李斯特菌 <i>Listeria monocytogenes</i>	7.8×10 <sup>7</sup>	ND	ND	ND	5.2×10 <sup>7</sup>	7.8×10 <sup>7</sup>	ND	ND	ND	5.1×10 <sup>7</sup>

注: ND: 未检出

Note: ND: Not detected

在杀菌过程中可能起到决定性的作用,这与 Oomori<sup>[12]</sup>研究结果是一致的。有效氯的高低与水中 NaCl 的含量有关, NaCl 含量高, 电解生成的有效氯就高。海水经自来水稀释后, NaCl 含量虽然随之下降, 但海水中还存在很多其它的盐分, 电解时更容易氧化, 比淡水中直接添加 NaCl 进行电解时的影响因素多。电解未经稀释的海水时, 尽管有效氯含量高, 杀菌效果强, 但其复杂的盐分对电解装置的损害比电解淡水中直接添加 NaCl 的损害程度大, 因此在淡水充足的条件下选择添加 NaCl 进行电解杀菌消毒更合适, 而在远洋渔船等淡水缺乏的地方可直接电解海水进行消毒杀菌。pH 和氧化还原电位在杀菌过程中起辅助作用, 研究发现, 直接配制与电解水中 pH 一致的磷酸盐缓冲液做对照消毒杀菌时, 单纯的 pH 作用并无明显的杀菌效果<sup>[2]</sup>。碱性水几乎无杀菌效果, 有待于进一步开发用途。

### 2.3 氧化电解海水对食品表面接触材料的杀菌效果

图 1(a、b、c)和图 2(a、b)分别是未稀释海水电解 15 min 后的酸性水对不锈钢片、瓷砖、地板砖、抹布和手套的消毒效果。从图中可以看出, 氧化电解海水对 5 种食品加工表面接触材料均具有良好的杀菌效果。图 1 中除了不锈钢片和地板砖接种的大肠杆菌在 5 min 之内没有彻底杀死外, 其余 4 种致病菌(摩化摩根菌、沙门氏菌、副溶血性弧菌以及单和

细胞增生李斯特菌)接种在不锈钢片、地板砖和瓷砖上经电解海水作用后, 能在 5 min 之内将浓度为 (10<sup>6</sup> CFU/mL~10<sup>8</sup> CFU/mL) 的 4 种食源性致病菌全部杀死。图 2 结果表明, 接菌抹布和手套经电解海水处理 5 min 后, 沙门氏菌和单核细胞增生李斯特菌被全部杀死, 其它 3 种菌没有彻底杀灭, 但杀菌率也在 90% 以上。尽管不同致病菌在氧化电解海水相同条件作用下的效果略有不同, 但差别不大, 这可能与细菌本身性质和菌浓度高低有一定的关系, 单核细胞增生李斯特菌和沙门氏菌相对比较敏感, 氧化电解海水作用的时间较短, 其余 3 种菌株需要作用的时间相对要长一些, 才能被彻底别杀灭。

氧化电解海水作用的表面接触材料不同, 其消毒效果同样也存在一定的差异, 这由于与材料的本身性质和菌浓度高低存在一定的关系, 不锈钢片、瓷砖和地板砖的表面平整有形, 容易被水将上面的食物残渣等冲洗掉, 使得依附在这些残渣上的细菌大量减少, 同时破坏了细菌生存所需要的营养成分, 因此再用电解海水消毒时, 效果更加的明显且作用时间短。使用后抹布和手套尽管用水冲洗后, 上面仍然附有很多的食物残渣, 如处理水产品后的碎鱼肉等, 同时抹布经常还保持有一定的水分含量, 为细菌的生长繁殖提供了基础条件, 一旦环境条件改变或达到生存的理想条件时, 便大量繁殖, 因此在用电解海水处理时, 需要作用的时间要相对长

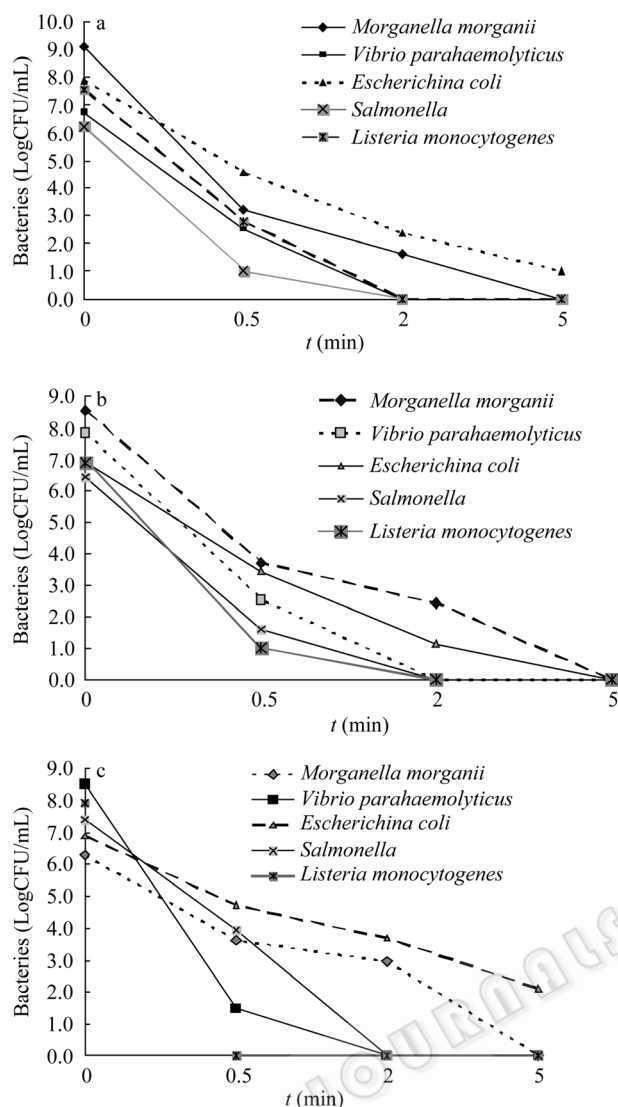


图 1 氧化电解海水对不锈钢片(a)、瓷砖(b)和地板砖(c)表面细菌的抑制效果

Fig. 1 Inhibitory effect of electrolyzed oxidizing seawater on bacteria on the surfaces of stainless steel sheet(a), ceramic tile(b), floor tile(c)

一些。

不锈钢片、瓷砖、地板砖、抹布和手套是食品在加工过程中所要接触的表面材料,也是常常引起细菌感染的媒介,本文所模拟的食品加工环境进行人为染菌,尽管食品在实际生产过程中很少遇到如此高的致病菌数量,但若对食品接触器皿消毒不彻底,这种潜在的危害是不可忽视的。一旦生产的一些即食食品或半加工食品感染细菌后被人们食用,极易引起食物中毒的发生,危害人们的身体健康。

从试验的结果表明,氧化电解海水对表面材料

的消毒效果是非常理想的,消毒后不会引起二次污染且对使用者不构成任何伤害,加上以海水直接作为电解原料,不损失淡水资源,尤其是对远洋渔船、沿岸港口以及我国沿海淡水缺乏的城市,利用电解海水进行杀菌消毒是非常可取的。

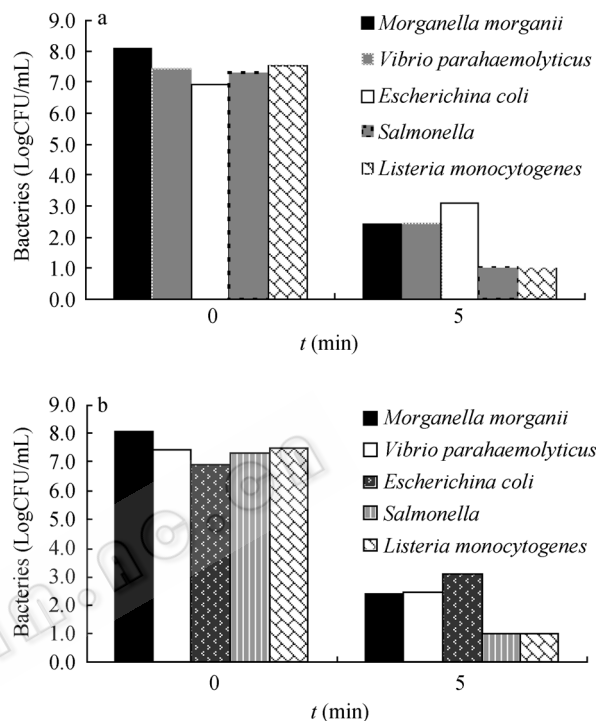


图 2 氧化电解海水对抹布(a)和手套(b)表面细菌的抑制效果

Fig. 2 Inhibitory effect of electrolyzed oxidizing seawater on bacteria on the surfaces of mops(a) and gloves(b)

### 3 结论

1) 直接利用氧化电解海水能将  $10^7$  CFU/mL 以上的致病菌菌悬液在 1 min 之内全部杀死,说明电解海水同样具有良好的杀菌性,同时可以利用海水直接取代淡水作为电解资源。

2) 氧化电解海水能将接种在 5 种食品加工表面接触材料上的致病菌( $10^6$  CFU/mL ~  $10^8$  CFU/mL)在 5 min 之内几乎全部杀死,说明氧化电解海水可用于食品加工生产过程中进行杀菌消毒。

3) 利用氧化电解海水对食品表面接触材料消毒不造成二次污染,且对使用者不构成任何健康威胁,是一种理想的消毒剂。

4) 碱性水几乎无杀菌效果。

参 考 文 献

- [1] 朴松海, 李里特, 朱 叶, 等. 酸性电解水对大豆杀菌效果的研究. 食品工业科技, 2006, 12: 71-73.
- [2] 沈晓盛, 鲁健章, 刘承初, 等. 电解水的抑菌活性及对食品加工表面材料的消毒效果. 微生物通报, 2007, 34(3): 483-486.
- [3] 武 龙, 肖卫华, 李里特, 等. 酸性电解水用于葡萄杀菌保鲜的试验研究. 食品科技, 2004, 9: 72-74.
- [4] 郝建雄, 王 愈, 李里特. 酸性电解水处理对草莓采后生理的影响. 温室园艺, 2006, 5: 36-38.
- [5] 高新昊, 张志斌, 郭世荣, 等. 不同浓度电解水喷施对保护地番茄产量与品质的影响. 中国农学通报, 2005, 21(5): 236-237.
- [6] Hisae Kasai, Asami Ishikawa, Yuhka Hori, *et al.* Disinfectant effects of electrolyzed salt water on fish pathogenic bacteria and viruses. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 2000, 66(6): 1020-1025.
- [7] Hisae Kasai, Ken-ichi Watanabe, Mamoru Yoshimizu. Bactericidal effect of continuous flow electrolyzer on hatchery waste-seawater. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 2001, 67(2): 222-225.
- [8] Hisae Kasai, Ken-ichi Watanabe, Mamoru Yoshimizu. Disinfectant effects of hypochlorite produced by batch electrolytic system on fish pathogenic bacteria and virus. *SUISANZOSHOKU*, 2001, 49(2): 237-241.
- [9] Hisae Kasai, Mamoru Yoshimizu, Yoshio Ezura. Disinfection of water for aquaculture. *Fish*, 2002, 68: 821-824.
- [10] Hisae Kasai, Mamoru Yoshimizu. Disinfection of seawater from fishing ports by an electrolytic apparatus and its application to fisheries sanitation. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 2003, 69(6): 955-959.
- [11] 摘自http://www.wcoat.com/bbs/184350.html.
- [12] Oomori T, Oka T, Inuta T, *et al.* The efficiency of disinfection of acidic electrolyzed water in the presence of organic materials. *Analytical Sci*, 2000, 16: 365-369.

勘 误

《微生物学通报》2008 年第 9 期刊出的蔡曼等作者的文章,“PCR-SSCP 技术在嗜盐放线菌链单孢菌属快速筛选中的应用”一文中图 4 有误, 更改如下:

