

强酸性氧化离子水技术及应用

董铁有¹, 张建龙¹, 朱文学¹, 伊藤和彦²

(1. 洛阳工学院 机械设计工程系, 河南 洛阳 471003 2. 日本北海道大学, 札幌市 105 - 0006)

摘要 介绍了强酸性氧化离子水的制作原理, 杀菌机理, 使用特点, 注意事项, 应用前景和存在的问题。该技术为一种环保型的消毒杀菌技术。具有杀菌谱广、杀菌效力强、价格低廉、制作简便、应用范围广泛、有益于环保和防止艾滋病等疾病的传播等优点。特别适合我国的国情和实际应用条件。

关键词 强酸性, 氧化离子水, 消毒, 杀菌剂

中图分类号: R123.6 文献标识码: A

0 前言

在自来水中加入少量的食盐用特殊的装置, 以电解的方式可生成强酸性氧化离子水(Electrolyzed strong acid water, 以下简称 ESACW)和强碱性氧化离子水(Electrolyzed strong alkaline water, 以下简称 ESALW), 见图 1。该技术的应用起源于水的电渗析处理技术的发展。自 20 世纪 80 年代以来, 人们通过对水的电解性质的重新认识和进一步了解, 并且由于环境问题的日益突出, 在寻求无毒无害、可再生、对环境无任何破坏和影响的消毒杀菌剂的过程中发现 ESACW 可用于清洗和消毒。实际上早在 20 世纪 30 年代中期, 日本就首先在农业应用氧化离子水进行稻谷催芽。20 世纪 80 年代以来, 松下、JVC 等电气公司先后推出离子水生成器。尔后离子水生成器被厚生省指定为医疗机械。进而离子水被大量用于美容和保健, 并进入了日本的医院、工厂和机关, 如著名的帝国饭店在烹饪中全部采用离子水。由于被称为“神奇的消毒水”、“环保型消毒水”的 ESACW 具有杀菌谱广、杀菌效力强、富含活性氧等优点, 自应用于临床医学以来取得了良好的消毒与治疗效果。近年来 ESACW 技术在食品、农业、电子器件及家电等行业也得到了广泛的应用并取得了显著的成效。ESACW 水遇有机物、光线、40℃ 以上的温度均可还原成普通水, 因此可称之为环保型的消毒杀菌剂。

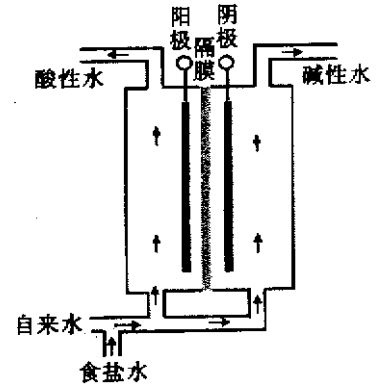


图 1 强酸性氧化离子水生成机构

1 强酸性氧化离子水的生成原理

如前所述, ESACW 是将自来水中加入 0.1% 以下(一般为 0.05%) 的氯化钠(NaCl), 然后在阴阳电极之间设有离子交换隔膜的电解槽中进行电解生成的。在阳极可获得具有强酸性和氧化还原能力, 含低残留性溶解氯的无色透明、无刺激性异味的液体。其氧化还原电位(ORP 值) > 1.1V, 酸性度(pH 值) < 2.7。根据所用的设备及电解方式的不同也可得到弱酸性氧化离子水及碱性氧化离子水等, 见表 1。

2 强酸性氧化离子水的杀菌特性及机理

国内外多项研究证明, ESACW 杀菌谱广、杀菌迅速。不仅可杀灭细菌繁殖体、病毒, 还能杀灭芽孢等多种病原微生物。杀灭病原微生物的时间一般不超过 5s, 最长为 2.5min, 杀灭真菌的时间一般为 5 ~ 30s。杀灭 *Baillus ereu*(蜡状芽孢杆菌)的时间最长也不超过 5min, 杀灭抗真菌的时间不超过 2.5min^[4]。见表 2。实验室杀菌试验显示: 强酸性氧化离子水原液(不含有机物)作用 15 ~ 30s 可完全杀灭大肠杆菌、绿脓

杆菌、金葡菌(包括 MRSA)、淋球菌等细菌繁殖体,作用 30s 能完全破坏乙肝表面抗原(HBsAg),杀灭艾滋病病毒(HIV);作用 10min 可杀灭白色念珠菌;作用 10~20min 可杀灭枯草杆菌黑色变种芽孢^[4-6]。

表 1 氧化离子水的生成方式^[2,3]

制造装置 结构形式	电解强度	阳极	阴极
双槽型	强氧化 离子水	ESACW, pH 值 ≤ 2.7 , 可用于杀菌。	ESACW, pH 值 ≥ 11.5 , 可用于洗涤。
	弱氧化 离子水	弱酸性氧化离子水, pH 值 ≥ 3.5 , 可用于洗脸。	弱碱性氧化离子水, pH 值 $\leq 9 \sim 10$, 可饮用。
单槽型		弱酸性氧化离子水, pH 值 ≤ 5.6 , 有杀菌作用。	

关于 ESACW 的杀菌机理有物理学说、化学学说。

(1) 物理学说: 主要包括氧化还原电位学说、电子运动学说与电传导学说等。1994 年以前人们普遍接受 Becking 在 1960 年提出的物理化学说^[7], 认为酸性氧化电位水的低 pH(2.7 以下)与高 ORP(+1, 100mV 以上)超出了微生物的生存范围, 并使微生物细胞的膜电位发生改变, 从而导致细胞膜通透性增强与细胞代谢酶的破坏, 达到杀灭微生物的目的。

表 2 强酸性氧化离子水对枯草杆菌黑色变种芽孢的灭菌效果^[5]

氧化还原电位 ORP/mV	pH 值	有机物质量分数/%	作用不同时间下的杀灭率/%				对照菌数 (cfu·cm ⁻³)
			2min	5min	10min	20min	
1,130	2.6	0	39.50	99.97	100.0	100.00	1.15×10^6
1,021	3.1	0	89.76	90.26	89.44	89.34	9.50×10^6
1,130	2.6	10	15.00	18.90	17.50	19.50	2.00×10^6

注释: 实验环境温度为 20℃。

(2) 化学学说(有效氯学说): 1994 年日本科学家认为低 pH 与高 ORP 并非杀菌的主要因素, 杀菌的主要成分包括次氯酸、过氧化氢和 OH 基^[8,9]。1998 年有效氯学说得到了证实, 确立了酸性氧化电位水中的有效氯是杀灭病原微生物的最主要因素的学说。1998 年以来大量的实验和的研究结果都证明了这一学说^[6,7]。

3 强酸性氧化离子水的安全性及保存

急性经口毒性试验、皮肤刺激实验、眼刺激实验、动物骨髓细胞微核试验和细胞毒性试验等证明 ESACW 是安全可靠的消毒灭菌剂。氧化离子水杀菌从杀菌本质上来讲是用强酸、强碱等物质杀菌, 属于化学药剂类杀菌。从原料的制作过程和对食品杀菌过程中的温度变化来看具有明显的冷杀菌的特征。ESACW 的残毒性极低, 具有较高的安全性。避免了使用常规消毒杀菌剂时常出现的残毒性随其毒性和浓度的增加而增加的缺点^[10]。因而是环保型的消毒杀菌剂。

强酸性氧化离子水保存时应注意以下几点 (1) ESACW 与光和空气接触可以逐渐还原为普通水, 在室温敞开条件下氧化还原电位值下降快, 杀菌作用也会消失。在室温避光密闭条件下保存 21 天后氧化还原电位及 pH 值基本无变化。室温开放保存期约为 4 天, 室温密闭保存期约为 30 天, 冷藏密闭保存期可达 90 天。但最好是现制现用。储存时最好选用不透明的非金属类容器。温度超过 40℃ 时其杀菌效果明显降低。因此使用 ESACW 最好不要进行加热处理, 如必需加热, 则不得超过 40℃。否则 ORP 值将迅速下降, pH 值将升高, 次氯酸钠将分解, 进而还原成无杀菌能力的普通水^[10,11]。用 ESACW 进行空气的喷雾消毒时, 由于雾状的 ESACW 颗粒与空气的接触面积增大, 易于还原成普通水, 使其消毒效力降低^[12]。(2) ESACW 在没有有机物存在的条件下对细菌有很强的杀灭能力, 数十 s 即可杀灭细菌繁殖体, 破坏 HBsAg 的抗原性, 10min 可杀灭芽孢。但有机物对其杀菌作用的影响很大, 如在芽孢悬液中加入 10% 的小牛血清等有机物的条件下, 10min 杀灭率急剧下降至 17%(见表 2), 也不能完全破坏 HBsAg 的抗原性。因此无论是用于血液体液污染的各种医疗护理器具, 还是用于皮肤口腔消毒, 都要反复进行涮洗和含漱, 去除各种有机物后再进行擦拭或漱口, 才能达到可靠的临床消毒效果。(3) ESACW 不能配比稀释, 必须用生成的原液才能达到消毒的效果和要求。(4) ESACW 不同于其他化学消毒剂, 在消毒过程中不宜随时加入待消物

品消毒时间根据物品使用要求而定,一般不超过 30min;每批物品消毒完毕后所用消毒液应该丢弃,严禁重复使用。

4 强酸性氧化离子水的应用

4.1 在医学领域的应用

(1)皮肤消毒、皮肤科及外科等的应用:洗手可分为日常洗手(生活洗手)、卫生学洗手与手术洗手^[2,6,12]。用 ESACW 擦洗(swab法)30s~1min 可达到卫生学洗手的标准,且对皮肤无任何刺激。由于 ESACW 对皮肤及粘膜无刺激性、对创面有轻微的麻醉作用,因此用足量的 ESACW 冲洗能有效地防止烧伤创面与外科清创伤口的感染,促进愈合^[12,13]。ESACW 可用于外阴与阴道的冲洗,防止妇产科手术后及产后感染,还可用于妇科检查前后的消毒与感染性疾病的防治^[6]。在膀胱与前列腺术后用 ESACW 冲洗膀胱,不仅能杀灭细菌防治感染,而且还具有一定的止血、止痛作用。ESACW 对脚气、带状疱疹、变态反应性皮炎、特异性皮炎、湿疹等皮肤科疾病也有一定的预防感染与治疗作用^[5,12]。

(2)医疗器械等的消毒:人的口腔中含的细菌种类多达 80 种。在牙科治疗过程中,传统的漱口水为蒸馏水,而牙科治疗器具却是公用的,因此存在交叉感染的问题^[12]。采用 ESACW 漱口和对牙科器具消毒是防止交叉感染最有效和最简便的方法。在对透析器进行清洗消毒时,先用水(最好使用反渗透水)冲洗透析器的血液舱与透析液舱 10min,然后再用 ESACW 冲洗 5min,与使用其它消毒剂相比较,不仅能有效地杀灭病原微生物,减少空心纤维膜的破坏,还能清除沉积在透析器内部的碳酸盐^[14]。

(3)物体表面、敷料被服及空气等的消毒:应先去除物体表面的灰尘和污渍,再用 ESACW 进行擦洗或单向擦拭;白衣、鞋底、窗帘等可用喷雾器直接喷洒。酸性氧化电位水对未经特殊处理的易氧化金属有腐蚀性,所以应避免多次、长期用于裸露金属器具的消毒灭菌。将去除了有机物的敷料用 ESACW 浸泡 5~10min 不仅能杀灭微生物,还有一定的漂白与脱色素作用。

(4)胃溃疡的辅助治疗:用 ESACW 对胃溃疡面进行冲洗,然后再用弱碱性氧化离子水进行清洗,可迅速杀灭幽门螺旋杆菌。配合传统药物治疗,可收到很好的疗效^[6]。

4.2 在日常生活中的应用

(1)餐具及日用器皿、水果蔬菜的洗净加工和消毒等:酸性氧化离子水具有强烈的杀菌力、洗净力,因此适合餐具及其它日用器皿的洗净。玻璃制品用酸性氧化离子水清洗,还可使其变得光亮晶莹。使用经 ESACW 洗净和消毒的切板切菜或肉,可做出无污染料理。(2)洗盥用及洗澡:酸性氧化离子水导热良好,用其洗脸,洗澡会使皮肤收敛,增加弹性,减少皱纹,防止皮肤干燥,能起到一定的美容作用。常用酸性氧化离子水漱口,使口气芬芳。婴儿夏天用酸性氧化离子水洗澡,婴儿会有清爽感觉。(3)宠物保养:酸性氧化离子水可用来保养宠物的毛发,使其毛发光泽美丽。

4.3 在食品加工、农牧和其它行业中的应用

(1)用于食品加工及对农副产品和食品加工设备等进行消毒^[2,8,9,15~17]:例如:在制作甜不辣的鱼虾面衣时,若加入酸性氧化离子水,炸起来香酥可口。果蔬、大豆等经酸性氧化离子水清洗或加工,即可保持自然色泽,又可达到去除残留农药及消毒杀菌的功效^[3,15~17]。我国食品加工行业的中小企业的生产现场和设备的消毒杀菌一直是一个老大难问题,用化学洗涤剂进行消毒不仅费用高,而且在产品中还会有残留,并带来环境污染的问题。如果在全国的食品加工行业中推广应用 ESACW 杀菌技术,上述问题便可迎刃而解。(2)用于植物病害的防治:ESACW 可用于农作物苗期及其它生长期的病毒性和霉菌性疾病的防治及草场、高尔夫球场和养殖场的大面积消毒杀菌。在农田和操场用氧化离子水进行清洗消毒可有效地提高种子的出芽率,增强农作物的抗病能力^[18]。在养殖场用氧化离子水进行清洗消毒可大幅度提高牲畜的自身免疫和抗病毒能力,促进牲畜的生长发育,同时也可减少或解决农产品中农药的残留问题。(3)对于碱性土壤,可以用 ESACW 进行土壤改良^[18]。(4)微电子器件的清洗消毒:在微电子或其它需要超净处理和加工的行业,ESACW 可代替其他化学药剂实现低耗、低成本和低污染乃至无污染的处理和加工。

5 存在的问题与今后的发展方向

(1)氧化离子水的应用在我国还处在起步阶段。虽然由于氧化离子水市场已经显现出了巨大的商业

价值和广阔的发展空间,但因没有统一的技术标准,使得行业内部比较混乱,严重地影响了 ESACW 的应用和推广。今后应统一标准。(2)杀菌机理的探讨:有研究结果表明^[8],仅含有较高浓度有效氯的次氯酸钠水溶液,其杀菌效果要远比同时具有较高氧化还原电位的 ESACW 的灭菌效果差,因此其杀菌消毒机理还有待于继续研究和探讨。(3)ESACW 制备工艺及设备的研究:我国在 ESACW 的制作工艺及消毒杀菌工艺方面的研究还是空白,而这些技术的关键在发表的文献中是无法获得的,因此大力开展这方面的研究工作是非常必要的。

参考文献:

- [1] 日本医学会. 日本医学会总会论文集 C]. 东京, 1999.
- [2] 张松, 袁惠新. 食品非加热杀菌技术的现状 A]. 2000 全国农产品加工技术与装备研讨会论文集 C]. 2000 53-58.
- [3] 章思明, 杜林, 黄鸿志. 电解水杀菌技术及其应用 J]. 四川食品与发酵, 1999 (6) 22-25.
- [4] 邓小虹, 彭国克, 李凤玲. 强氧化离子水杀菌性能实验研究 J]. 中华医院感染学杂志, 1998 (1) 37-38.
- [5] 李庆山, 张芳萍. 强氧化离子水杀菌效果评价 J]. 中国卫生检验杂志, 1999 9(1) 62-63.
- [6] 张颖, 肖旖旎. 强氧化离子水消毒灭菌效果临床研究 J]. 中国公共卫生管理, 1998, 14(6) 427-428.
- [7] 李新武, 孙守宏, 李涛, 等. 酸化电位水对微生物的杀灭效果及其作用机理的初步研究 J]. 中华流行病学杂志, 1996, 17(2) 95-98.
- [8] 小関成树, 伊藤和彦. 强酸性电解水の有効塩素濃度がカット野菜の杀菌効果に及ぼす影响 J]. 日本食品科学工学会志, 2000 47(12) 888-898.
- [9] 小関成树, 伊藤和彦. 强酸性电解水を用いたカット野菜の杀菌(第 1 报) J]. 日本食品科学工学会志, 2000 47(9) 722-726.
- [10] 栾湘宁, 魏华, 张红英, 等. 强氧化离子水在医院的应用与管理 J]. 中华医院感染学杂志, 1998 (4) 232-233.
- [11] 小関成树, 伊藤和彦. 短期间および长期间の保存における电解水の特値变化 J]. 日本食品科学工学会志, 2000, 47(5) 390-393.
- [12] 王颖, 贾越光, 周巧华, 等. 强氧化离子水在医院的应用 J]. 中国药业, 1999 (5) 34-35.
- [13] 王国卿, 刘丽华, 冯晓玲, 等. 强氧化离子水治疗严重创面感染的作用 J]. 中华医院感染学杂志, 1999 9(3) 156-157.
- [14] 张红英. 强酸性电解水在血液透析部门的应用 J]. 临床透析, 1997, 13(1) 1167-1173.
- [15] 藤原和広, 小関成树, 辰ノ哲也. 强酸性电解水水の制造及び强酸性电解水水を併用したカット野菜の杀菌 J]. 农业机械学会北海道支部会报, 2000 40 51-56.
- [16] 小関成树, 伊藤和彦. カット野菜の电解水杀菌における强アルカリ性电解水の前処理效果 J]. 日本食品科学工学会志, 2000 47(12) 907-913.
- [17] 小関成树, 伊藤和彦. 电解水によるカット野菜の洗浄・杀菌における物理的補助手段の并用效果 J]. 日本食品科学工学会志, 2000 47(12) 914-918.
- [18] 康维民, 肖念新, 伊藤和彦. 强酸性电解水在农业生产上的应用前景 J]. 河北农业技术师范学院学报, 1997, 1(3) 60-63.

Application of Electrolyzed Strong Acid Water

DONG Tie-You¹, ZHANG Jian-Long¹, ZHU Wen-Xue¹, Kasuhiko ITOH²

(1. Dep. of Mach. Des. Eng., Luoyang Inst. of Technol., Luoyang 471003, China; 2. Fac. of Agric., Hokkaido Univ., 105-0006, Japan)

Abstract: The basic principle for producing electrolyzed strong acid water and the fundamental mechanisms of its sterilization effect are discussed. The possible application of electrolyzed strong acid water is pointed out. It is an urgent and good for everyone work in China to develop and utilize electrolyzed strong acid water. Especially it is good for the environment protection in China and for preventing the spreading of the aids and other diseases.

Key words: Strong acidity; Ions water; Disinfection; Bactericides