

酸性电解水对 鸡白痢沙门氏菌杀灭效果的研究

曹 薇, 朱志伟, 张 玥, 施正香, 李保明*

(中国农业大学农业部设施农业生物环境工程重点开放实验室, 北京 100083)

摘要: 家禽和禽产品中的沙门氏菌是引起人类沙门氏菌感染和食物中毒的主要潜在来源, 沙门氏菌通常被认为是生产者和消费者所面临的最严重的致病菌之一。研究不同电解质种类和电解时间等参数条件下制得的酸性电解水对鸡白痢沙门氏菌的杀灭效果, 确定了酸性电解水 pH 值和有效氯浓度对杀菌效果的影响。结果表明, 酸性电解水对鸡白痢沙门氏菌具有较强的杀灭效果, 当酸性电解水 pH 值小于 3 或有效氯浓度超过 1 mg/kg 时可以 100% 杀灭鸡白痢沙门氏菌, 且 NaCl、KCl 溶液制得的酸性电解水的杀菌效果优于 CaCl_2 、 MgCl_2 溶液制得的酸性电解水。

关键词: 酸性电解水; 沙门氏菌; 杀菌

中图分类号: TQ 455.1

文献标志码: A

文章编号: 1005-9989(2008)02-0078-03

Bactericidal efficiency of acidic electrolyzed water on poultry *Salmonella Pullorum*

CAO Wei, ZHU Zhi-wei, ZHANG Yue, SHI Zheng-xiang, LI Bao-ming*

(China Agricultural University, Key Laboratory of Agricultural Bioenvironment Engineering,
Ministry of Agriculture, Beijing 100083)

Abstract: *Salmonella* related to poultry and its products is the main potential source of human *Salmonella* infection. It is generally realized that *Salmonella* is a great threat to producers and consumers. The effect of acidic electrolyzed water produced with different electrolytes, electrolysis time, pH value and available chlorine concentration on the inactivation of *Salmonella Pullorum* was investigated in this paper. The results indicated that acidic electrolyzed water had strong bactericidal activity on the *Salmonella Pullorum*. When the pH value is less than 3 or available chlorine concentration more than 1 mg/kg, acidic electrolyzed water can completely kill the *Salmonella Pullorum*. Moreover, acidic electrolyzed water produced by electrolytes of NaCl or KCl showed 100% of sterilization ratio, much better than the acidic water produced by electrolytes of CaCl_2 and MgCl_2 .

Key words: acidic electrolyzed water; *Salmonella*, sterilization

家禽和禽产品中的沙门氏菌是引起人类沙门氏菌感染和食物中毒的主要潜在来源, 沙门氏菌通常被认为是生产者和消费者所面临的最严重的致病菌之一。鸡白痢沙门氏菌病(Pullorum Disease)是由鸡白痢沙门氏杆菌引起的各种年龄鸡常发的细菌性传染

病。它不仅可以通过水平感染也可以垂直传播, 鸡白痢沙门氏菌感染往往终生带菌, 贯穿整个养鸡周期, 带菌蛋的孵化率低, 孵出的雏鸡成活率低, 轻者致使鸡的生产性能下降, 重者表现各种症状, 甚至造成大批死亡, 给养鸡业带来严重危害, 造成很大经

收稿日期: 2008-1-10 * 通讯作者

基金项目: 国家“十一五”科技支撑重点项目(2006BAD14B01); 2007年教育部新世纪优秀人才支持计划; 北京市教育委员会共建项目建设计划资助(XK100190650)。

作者简介: 曹薇, 副教授, 主要从事生物环境工程研究工作。

济损失；此外鸡白痢沙门氏菌能够在家禽肠道内定殖，在加工家禽胴体时，污染鸡肉，继而进入人类食物链，成为人类沙门氏菌感染的潜在来源，所以鸡白痢备受人们的关注^[1]。因此，解决鸡白痢沙门氏菌的防治问题具有重要的意义。

目前，国内常采用药物控制的方法来减轻鸡白痢病的危害，造成大量使用甚至滥用抗菌药物，导致了饲养成本上升、耐药性和药物残留等一系列问题^[2]。随着人民生活水平的提高，家禽产品的需求量增多，人们对其质量要求也越来越高，尤其关注家禽产品中是否有兽药残留污染、重金属污染、细菌超标等卫生状况。因此，研究和开发健康、高效、快速、简便、价廉及对动物体无毒副作用的绿色环保家禽养殖方法是十分必要的。

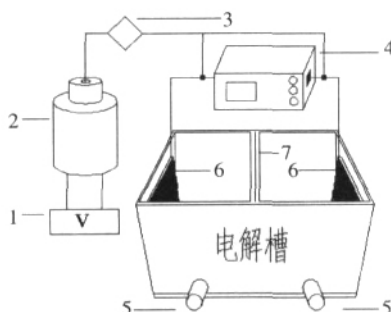
酸性电解水(Acidic electrolyzed water, AEW)，又称电解氧化水和酸性氧化还原电位水，是稀食盐水或稀盐酸溶液在电场作用下，消耗微量电能，电解而成的水。国内李里特教授对酸性电解水在食品和农业领域中的应用进行了开拓性的研究，表明酸性电解水具有瞬时、广谱、高效、安全和无残留的杀菌特性^[3-9]。因此，采用酸性电解水杀菌是一种最为实用且最易操作的安全消毒方法，可以替代化学药物对家禽产品^[10-12]、养殖环境和设施进行杀菌消毒，达到防疫防病的目的；通过对环境消毒，提高禽舍的空气质量，减少环境污染，保护饲养人员的健康，是实现生产绿色家禽产品和保持无病原无污染的养殖环境的重要途径之一。本研究的目的是考察酸性电解水对家禽养殖中常见病原菌鸡白痢沙门氏菌的杀灭效果，确定酸性电解水的最佳杀菌参数。

1 材料与方法

1.1 试验材料和设备

1.1.1 菌种 鸡白痢沙门氏菌(*Salmonella Pullorum*) C79-12-77: 北京海淀中海动物保健科技公司。

1.1.2 培养基和试剂 胰酪胨大豆琼脂培养基: 北京海淀中海动物保健科技公司; NaCl、KCl、CaCl₂、MgCl₂、Na₂S₂O₃、HCl、NaH₂PO₄、Na₂HPO₄等化学试剂



1. 交流电源 2. 自偶变压器 3. 直流转换器
4. 控制系统 5. 出水口 6. 电极 7. 隔膜
图1 电解水发生器示意图

剂均为分析纯；去离子水自制。

1.1.3 主要试验设备 电解水制备装置为自制的隔膜式实验用电解水发生器(图1)，主要由电解槽、离子交换膜、镀铂钛合金电极板、电源及控制系统等部分组成。控制系统可以调节电压、电流、电极极性参数。本装置可以在线检测 pH 值、氧化还原电位(ORP)值，并且具有自动报警功能。

其他主要仪器包括 DH-920 超洁净工作台，SPX-350 型恒温生化培养箱，磁力恒温搅拌器，高压灭菌器，福尔马林熏蒸杀菌器，恒温水浴，微型螺旋混合仪，pH 计，氧化还原电位计，有效氯测定仪，移液枪等。

1.2 杀菌试验

1.2.1 菌悬液的制备 将冷冻干燥的菌种接种到胰酪胨大豆肉汤培养基上 37℃ 恒温培养 24 h 活化，然后接种到试管斜面上放入冰箱保存备用。

从接种试管斜面上挑取少量菌苔以平板划线法接种到胰酪胨大豆琼脂平板上，37℃ 恒温培养 24 h 作为原始菌种，用灼烧灭菌后的接种环挑取适量原始菌种至 10 mL 灭菌生理盐水的试管中经微型螺旋混合仪充分混合后制成原菌液，然后用灭菌生理盐水将各原菌液配制成含菌数约为 10⁶~10⁷ cfu/mL 的菌悬液备用。

1.2.2 供试液的制备 分别配制 Cl⁻ 浓度为 0.02 mol/L 的 CaCl₂、MgCl₂、NaCl、KCl 和 HCl 溶液，在 20 V 电压下，电解不同时间制得具有不同物理化学特性(pH 值、ORP 值和有效氯含量)的酸性电解水作为供试液备用。

1.2.3 杀菌实验 将菌悬液 1 mL 分别加入到装有 4 mL 上述供试液的试管中，经过 0-5 min 混合杀菌后，分别取 1 mL 加入 9 mL 无菌中和剂(0.05%的 Na₂S₂O₃ 加入到 0.03 mol/L、pH 7.2 的磷酸盐缓冲液中，121℃、0.1 MPa 下灭菌 15 min 制得，中和剂的作用是终止杀菌)中，混合均匀后按 10 倍的比例进行梯度稀释，将 1 mL 梯度稀释液加入到 9 mL 无菌生理盐水中，混匀后接种到胰酪胨大豆琼脂平板上，37℃ 恒温培养 24 h 后计数。每个稀释度做 3 个重复。对照为无处理组，即将 1 mL 菌悬液加入到 9 mL 无菌生理盐水中混匀，经过 0-5 min 混合后，测定溶液的含菌量。每组实验至少重复 3 次，结果为平均值。实验时水温均为(26±1)℃。

2 结果与讨论

2.1 不同电解质溶液制得的酸性电解水对鸡白痢沙门氏菌的杀灭效果

分别以 Cl⁻ 浓度为 0.02 mol/L 的 CaCl₂、MgCl₂、NaCl、KCl 电解质溶液在 20 V 下电解 15 min，得到

pH值为 2.88~2.94, ORP 值为 900~1100 mV, 有效氯浓度(ACC)为 1 mg/kg 的酸性电解水对鸡白痢沙门氏菌的杀灭效果如图 2 所示。

由图 2 可知, 酸性电解水对鸡白痢沙门氏菌具

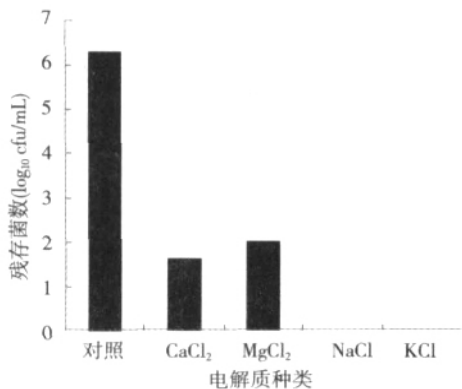


图 2 不同电解质溶液生成的酸性电解水杀菌效果比较

有较强的杀灭效果, 其中电解 NaCl、KCl 溶液所生成的酸性水的杀菌率均为 100%, 而电解 CaCl₂ 和 MgCl₂ 溶液生成的酸性水的杀菌率分别为 75%和 68%。

2.2 不同电解时间制得的酸性水对鸡白痢沙门氏菌的杀灭效果

表 1 不同电解时间制得的酸性电解水部分理化指标和杀菌效果

电解时间/min	pH值	ORP /mV	电导率/(mS/cm)	残存菌数/(log ₁₀ cfu/mL)	杀菌率/%
0	6.16	650.1	245	6.3	0
4	4.59	830.7	317	5.2	17
6	3.34	950.6	341	4.9	22
8	3.10	980.8	410	4.1	35
10	2.82	1020.7	420	ND	100

注: ND(no detectable)表示未检出。

表 1 列出在 20 V 电压下电解一定浓度的 KCl 溶液分别至 0、4、6、8 min 和 10 min 制得的酸性电解水的部分物理化学指标和对鸡白痢沙门氏菌的杀灭效果。

随着电解时间的增加, 酸性电解水的 pH 值降低, ORP 值和电导率增加。不同电解时间生成的酸性电解水均有一定的杀菌效果(0 min 为对照), 残存菌数随着电解时间的增加而减少, 杀菌率从 4 min 时的 17%增加到 10 min 时的 100%。

2.3 不同 pH 值的酸性电解水对鸡白痢沙门氏菌的杀灭效果

图 3 为 20 V 电压下电解一定浓度的 KCl 溶液至其 pH 值为 2.7, 停止电解, 用 0.1 mol/L NaOH 调整 pH 值分别为 3.7、4.7、5.7、6.7 的酸性电解水对鸡白痢沙门氏菌的杀灭效果。不同 pH 值的酸性电解水对鸡白痢沙门氏菌均有一定程度的杀菌效果, 随着酸性电解水 pH 值升高杀菌效果降低, 当 pH 为 2.7 时杀灭率为 100%, pH3.7 和 pH6.7 时的杀菌率分别为

76%和 29%。

2.4 不同有效氯浓度的酸性电解水对鸡白痢沙门氏

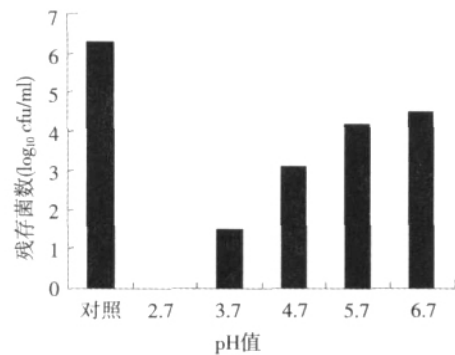


图 3 pH 值对酸性电解水杀菌效果的影响

菌的杀灭效果

表 2 为 20 V 电压下电解一定浓度的 KCl 溶液至

表 2 有效氯浓度对酸性电解水杀菌效果的影响

有效氯浓度/(mg/kg)	pH值	ORP /mV	残存菌数/(log ₁₀ cfu/mL)	杀菌率/%
0	6.05	398.5	7.64	0
0.5	5.52	598.2	5.67	26
1	4.83	672.5	ND	100
1.5	4.56	695.7	ND	100
2	3.85	806.3	ND	100

注: ND(no detectable)表示未检出。

有效氯浓度为 5 mg/kg, 停止电解, 用去离子水稀释至有效氯浓度分别为 2、1.5、1 mg/kg 和 0.5 mg/kg 的酸性电解水对鸡白痢沙门氏菌的杀灭效果(有效氯浓度 0 为对照)。随着酸性电解水有效氯浓度的升高杀菌效果增强, 当有效氯浓度大于 1 mg/kg 时杀菌率为 100%。

3 结论

酸性电解水对鸡白痢沙门氏菌具有较强的杀菌效果, 其 pH 值和有效氯浓度对杀菌效果有一定的影响。随着 pH 值降低和有效氯浓度升高, 杀菌效果增强。当酸性电解水 pH 值小于 3 或有效氯浓度超过 1 mg/kg 时可以完全杀灭鸡白痢沙门氏菌。此外, 不同电解质溶液制得的酸性电解水的杀菌效果有差异, NaCl、KCl 溶液制得的酸性电解水的杀菌效果优于 CaCl₂、MgCl₂ 溶液制得的酸性电解水。

参考文献:

- [1] 沙莎,孙裕光,王琴.我国鸡白痢沙门氏菌病诊断与防治研究概况[J].西南民族学院学报(自然科学版),2003,29(2):190-195
- [2] 袁源,陈飞.禽沙门氏菌病的研究近况和防制对策[J].中国禽业导刊,1999,16(14):25
- [3] 李里特.电生功能水在农业上的应用研究进展和展望.中国农业信息,2006,(10):15-16

磷酸化香菇多糖制备工艺的研究

张 难^{1,2}, 吴远根^{1,3}, 莫莉萍⁴, 邱树毅^{1,3*}, 王文平^{1,3}

(1.贵州省发酵工程与生物制药重点实验室, 贵阳 550003; 2.贵州大学生命科学学院, 贵阳 550025; 3.贵州大学化学工程学院, 贵阳 550003; 4.贵阳市生产力促进中心, 贵阳 550002)

摘要: 研究制备磷酸化香菇多糖的工艺条件, 以修饰后香菇多糖的磷酸根接枝量、黏度为考察指标, 通过单因素和正交实验, 考察磷酸化试剂、温度、时间、pH 值对修饰后香菇多糖磷酸根接枝量、黏度的影响。结果确定最佳磷酸化工艺条件为: 8%混合磷酸化试剂、温度 80 ℃、时间 5 h、pH 值 8.0, 所得磷酸化香菇多糖衍生物的磷酸根接枝量为 7.77%, 黏度测定表明香菇多糖经磷酸化后黏度几乎没有变化。

关键词: 磷酸化; 香菇多糖; 工艺优化

中图分类号: TS 201.1

文献标志码: A

文章编号: 1005-9989(2008)02-0081-05

Study on the preparation of phosphorylated lentinan

ZHANG Nan^{1,2}, WU Yuan-gen^{1,3}, MO Li-ping⁴, QIU Shu-yi^{1,3*}, WANG Wen-ping^{1,3}

(1. Guizhou Province Key Laboratory of Fermentation Engineering and Biopharmacy, Guizhou University, Guiyang 550003; 2. College of Life Science, Guizhou University, Guiyang, 550025; 3. College of Chemical Engineering, Guizhou University, Guiyang 550003;

收稿日期: 2007-07-10 * 通讯作者

基金项目: 贵州省优秀人才省长基金项目; 贵州省自然科学基金项目(19993105)。

作者简介: 张难(1982—), 女, 重庆人, 硕士研究生, 主要从事多糖结构修饰研究工作。

- [4] Hoon Park, Yen- Con Hung, Donghwan Chung. Effects of chlorine and on efficacy of electrolyzed water for inactivating Escherichia coli O157:H7 and Listeria mon Cytogenes. International Journal of Food Microbiology, 2004, 91:13- 18
- [5] Kim C, Hung Y C, Brackett R E. Roles of oxidation – reduction potential in electrolyzed oxidizing and chemically modified water for the inactivation of food - related pathogens. Journal of Food Protection, 2000a, 63:19- 24
- [6] Kim C, Hung Y C, Brackett R E. Efficacy of electrolyzed oxidizing (EO) and chemically modified water on different types of foodborne pathogens. International Journal of Food Microbiology, 2000b, 61:199- 207
- [7] 郝建雄, 李里特. 电生功能水消除蔬菜残留农药的实验研究[J]. 食品工业科技, 2006, 27(5):164- 166
- [8] 关东胜, 李里特. 强酸化水的制备及其灭菌效果[J]. 中国农业大学学报, 1997, 2(2):109- 113
- [9] 小澤万里子. 食品工業における衛生管理への電解次亜水の利用- ホたけ具柱生産工場での利用. 機能水シンポジウム論文集, 1998:115- 116.
- [10] Fabrizio K A, Cutter C N. Application of electrolyzed oxidizing water to reduce Listeria mon Cytogenes on ready-to-eat meats. Meat Science, 2005, 71:327- 333
- [11] Fabrizio K A, Cutter C N. Comparison of electrolyzed oxidizing water with other antimicrobial interventions to reduce pathogens on fresh pork. Meat Science, 2004, 68: 463- 468
- [12] Ozer Nil P, Demirci a Ali. Electrolyzed oxidizing water treatment for decontamination of raw salmon in ulated with Escherichia coli O157:H7 and Listeria mon Cytogenes Scott A and response surface modeling. Journal of Food Engineering, 2006, 72:234- 241