

蛋种鸡场中性电解水带鸡喷雾消毒试验研究

郑炜超¹, 李保明¹, 尚宇超¹, 王朝元¹, 杨战勇², 曹薇^{1*}

(1. 中国农业大学农业部设施农业工程重点开放实验室, 北京 100083;
2. 石家庄华牧牧业有限责任公司, 石家庄 050061)

摘要: 养殖场的定期消毒是工程防疫的一项重要措施。该文针对强酸性电解水(高氧化还原电位水)的低 pH 值 (<2.7)、腐蚀性大、制造成本高、不适合畜禽养殖中的应用等问题, 试验研究了中性电解水(pH 6.5~8.5)与常用消毒剂(速洁和聚维酮碘等)对蛋种鸡场的带鸡喷雾消毒效果。考察了不同有效氯浓度、风机停开时间(作用时间)和喷嘴直径下中性电解水对鸡舍空气的杀菌效果。结果表明, 不同作用时间下, 中性电解水带鸡喷雾消毒效果均优于含过氧化氢/双氧水的速洁消毒剂和聚维酮碘, 且消毒效果随着有效氯浓度的升高而增强; 较小的喷嘴直径(50 μm)带鸡喷雾消毒, 可以提高有效氯利用率, 对空气的杀菌率高。采用有效氯浓度为 160 mg/L 及以上的中性电解水带鸡消毒, 喷雾结束后风机停开 5 min 具有较好的消毒效果。因此, 中性电解水可以用于种鸡舍带鸡消毒, 对发展无害化绿色健康养殖具有重要意义。

关键词: 消毒, 电解, 试验, 蛋种鸡场, 带鸡喷雾消毒, 工程防疫

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2010.09.044

中图分类号: S831.7

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2010)-09-0270-04

郑炜超, 李保明, 尚宇超, 等. 蛋种鸡场中性电解水带鸡喷雾消毒试验研究[J]. 农业工程学报, 2010, 26(9): 270-273.
Zheng Weichao, Li Baoming, Shang Yuchao, et al. Experimental study on spraying disinfection with neutral electrolyzed water in a layer breeding farm[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(9): 270-273. (in Chinese with English abstract)

0 引言

中国是世界禽蛋生产和消费大国, 禽蛋生产量长期居于世界第一, 人均也超过了世界平均水平。2007 年, 中国禽蛋产量达到 2 528.98 万 t, 其中鸡蛋产量 2 150 万 t, 占世界鸡蛋总量的 40%^[1]。近年来, 中国的鸡病也越来越多, 越来越复杂, 疫病的传播已经成为蛋鸡生产的重大威胁, 严重制约着整个产业的健康发展。从工程防疫和清洁生产出发, 对养殖环境进行定期消毒, 为蛋鸡创造良好的生长环境, 是预防疫病发生和传播的一项重要措施^[2]。目前, 我国多采用带鸡喷雾消毒对鸡舍环境微生物进行控制, 带鸡喷雾消毒是减少鸡舍内病原微生物的主要方法, 是养鸡场综合防控措施的重要组成部分, 是控制鸡舍内小环境污染和疫病传播的有效手段。鸡场常用的消毒剂或多或少存在抗菌谱、消毒效力、毒性、腐蚀性、价格、环境污染等方面的问题, 对从业人员、鸡体健康以及鸡蛋品质等都有不同程度的不良影响^[3]。因此, 如何高效、廉价和无污染地消除致病微生物成为现代养

鸡业的难点和关键问题。

酸性电解水(acidic electrolyzed water, AEW), 亦称高氧化还原电位水, 是一种新型的杀菌消毒剂, 大量研究表明酸性电解水对各种细菌、病毒具有瞬时、广谱、无残留的高效杀菌作用^[4-8]。然而, 由于其强酸性(pH<2.7)、对金属腐蚀性大, 有效氯不稳定^[9,10], 制造成本高等原因, 极大地限制了其应用^[11], 特别是在畜禽养殖中的应用^[12]。中性电解水(neutral electrolyzed water, NEW)是通过电解稀食盐和/或稀盐酸溶液得到具有接近中性 pH 值(6.5~8.5)、腐蚀性小、具有与酸性电解水同等以上的杀菌能力^[13-16]。与其他化学消毒剂相比, 中性电解水机操作简便、现做现用, 避免了运输的费用和不便, 生产和运行费用低, 使用成本远低于化学消毒剂。此外, 中性电解水杀菌后可还原成无毒、无残留的普通水, 排放后对环境无污染, 是一种廉价、安全的绿色消毒剂^[11,14]。本文试验研究了中性电解水在蛋种鸡场带鸡喷雾消毒效果, 比较其与鸡场常用消毒剂(速洁和聚维酮碘)对鸡舍内空气的消毒效果, 并考察了不同喷雾量、喷嘴直径对中性电解水消毒效果的影响。

1 材料与方 法

1.1 试验地点和仪器设备

1.1.1 试验时间与试验鸡场

试验时间为 2009 年 7-9 月, 石家庄某公司种禽分公司九场。该鸡场共有鸡舍 12 栋, 每栋舍长×宽×高为 77 m×10 m×3 m, 南北走向, 南端侧墙和山墙为湿帘, 通生产区净道; 北端侧墙和山墙共安装 6 台直径为 1.4 m 的风机, 外有粪污排放出口。舍内布局为三列四走道式,

收稿日期: 2010-09-02 修订日期: 2010-09-25

基金项目: 国家自然科学基金项目(30871957); 教育部高校博士点基金项目(200800190031); 现代农业(蛋鸡)产业技术体系建设专项资金资助(nycytx-41); 2007 年教育部新世纪优秀人才支持计划

作者简介: 郑炜超(1985-), 男, 山东诸城人, 博士生, 主要从事农业生物环境工程方面的研究。北京 中国农业大学(东校区)67 信箱, 100083
Email: weichao4275@yahoo.cn

*通信作者: 曹薇(1972-), 女, 江西九江人, 博士, 副教授, 博士生导师, 中国农业工程学会会员(B0412001755), 主要从事农业生物环境工程方面的研究。北京 中国农业大学(东校区)67 信箱, 100083。

Email: caowei@cau.edu.cn

每列 34 组 3 层全阶梯式鸡笼, 中列底层为 27 组公鸡笼, 采用轨道车式自动饲喂系统, 粪坑位于鸡笼下方, 机械刮板自动清粪。舍内有 2 条消毒水线, 共有喷头 76 对, 离地距离为 2.45 m, 每天消毒 1 次 (11:00 或 16:00)。

1.1.2 主要试验材料及设备

速洁消毒剂 (主要成分为双氧水、过氧乙酸等, 有效成分含量为 15%), 聚维酮碘消毒剂 (主要成分为聚维酮碘, 有效碘含量为 10%), 普通营养琼脂培养基, 氯化钠。

无隔膜中性电解水生成装置: HM-30R pH/氧化还原电位计 (日本 DKK-TOA 公司); RC-2Z 有效氯测定仪 (日本竺原理化工株式会社); 电热恒温培养箱 (宁波海曙赛福实验仪器厂), 移液枪等。

1.2 试验方法

1.2.1 中性电解水的制备

将质量浓度为 2.5% NaCl 溶液加入改装后的无隔膜中性电解生成装置的电解槽中, 开机后电解不同时间制得试验所需 pH 值和有效氯浓度的中性电解水。

1.2.2 中性电解水带鸡喷雾消毒试验

将有效氯质量浓度为 130、160 和 220 mg/L 的中性电解水 (pH 8.07~8.37) 分别进行带鸡喷雾消毒, 喷雾时关闭风机, 喷雾量为 80 mL/m³, 喷雾结束后 5 min 打开风机, 消毒时间为下午 4:00, 每天喷雾 1 次, 每次喷雾时间约 20 min, 分别于喷雾消毒前和开风机后进行空气采样。

1.2.3 中性电解水与常用消毒剂带鸡喷雾消毒效果对比试验

采用中性电解水 (有效氯质量浓度约 160 mg/L)、速洁消毒剂 (600 mg/L) 和聚维酮碘消毒剂 (200 mg/L) 分别进行带鸡喷雾消毒, 喷雾时关闭风机, 喷雾量为 80 mL/m³, 喷雾结束后分别 3、5 和 8 min 打开风机, 分别于喷雾消毒前和开风机后进行空气采样。

1.2.4 喷嘴直径对喷雾消毒效果影响试验

中性电解水 (有效氯质量浓度 160~175 mg/L) 和速洁消毒剂 (600 mg/L) 分别进行带鸡喷雾消毒, 喷嘴直径分别为 50 和 150 μm, 喷雾时关闭风机, 喷雾结束后 5 min 打开风机, 分别于喷雾消毒前和开风机后进行空气采样。喷雾结束后, 在地面放置玻璃平皿收集中性电解水雾粒, 测定其有效氯浓度。

1.2.5 空气采样方法

采用自然沉降法进行采样。在鸡舍 4 列走道的地面及离地面 1.5 m 2 个水平面均匀布置 3×4×2=24 个采样点, 每个采样点放置 2 个普通营养琼脂培养皿, 采样时间为 5 min。采样后, 培养皿放置 37℃ 恒温培养箱, 培养 24 h 后记录细菌总数。每组试验至少重复 3 次, 取平均值。根据奥氏公式计算每立方米空气中细菌总数

$$\text{细菌总数 (cfu/m}^3\text{)} = 50000N / (A \times T) \quad (1)$$

式中: A——培养皿面积, cm²; T——采样时间, min; N——每个培养皿菌落数, cfu。

杀菌率的计算公式如下

$$\text{杀菌率 (\%)} = (\text{消毒前菌落数} - \text{消毒后菌落数}) / \text{消毒前菌落数} \times 100\% \quad (2)$$

2 结果与讨论

2.1 中性电解水与常用消毒剂带鸡喷雾消毒效果比较

图 1 表示不同风机停开时间下中性电解水 (160 mg/L)、聚维酮碘 (200 mg/L) 和速洁 (600 mg/L) 消毒剂带鸡喷雾消毒效果。由图 1 可以看出, 喷雾结束后风机分别停开 3、5 和 8 min 3 种情况下, 中性电解水对空气中细菌的杀菌率均最高, 速洁次之, 聚维酮碘最低。喷雾后一定时间范围内 3 种消毒剂的杀菌率均随风机停开时间的延长而升高, 风机停开 (无通风) 时, 消毒剂可与空气充分作用, 从而发挥较好的消毒效果。

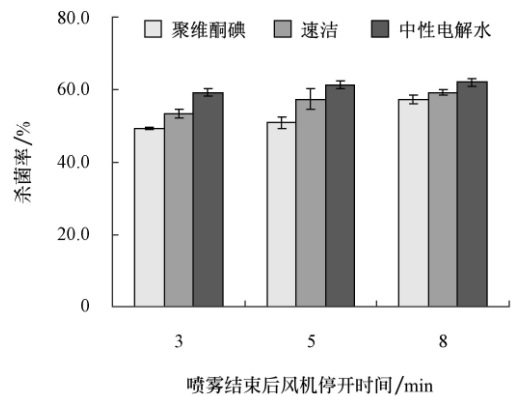


图 1 三种消毒剂带鸡喷雾消毒效果对比
Fig.1 Comparison of disinfection effect of the three different disinfectants in poultry houses

当喷雾后风机停开 3 min 时, 中性电解水消毒后空气中残余菌落数为 3.48×10^4 cfu/m³, 杀菌率为 57.4%。当风机分别停开 5 min 和 8 min 时, 消毒后空气中残余菌落数为 2.24×10^4 cfu/m³ 和 1.82×10^4 cfu/m³, 杀菌率分别为 61.7% 和 62.1%, 二者无显著差异。根据畜禽场环境质量标准^[17], 鸡舍区环境中的细菌含量应不超过 2.51×10^4 cfu/m³ (即 $4.4 \log_{10}$ cfu/m³)。因此, 采用有效氯质量浓度约为 160 mg/L 的中性电解水进行带鸡消毒, 且喷雾结束后风机停开 5 min, 消毒效果较好。

2.2 不同有效氯质量浓度的中性电解水带鸡喷雾消毒效果

表 1 给出了有效氯质量浓度为 130、160 和 220 mg/L 的中性电解水 (pH 8.07~8.37) 带鸡喷雾消毒对舍内空气中菌落总数的影响。由表 1 可知, 随着中性电解水有效氯浓度的增加杀菌效果增强。有效氯质量浓度为 130 mg/L, pH 8.17 的中性电解水对鸡舍空气进行喷雾消毒, 细菌总数由 6.40×10^4 cfu/m³ 减少至 2.61×10^4 cfu/m³, 杀菌率为 59.2%; 而有效氯质量浓度为 160 mg/L 时, 消毒后空气中细菌总数为 2.24×10^4 cfu/m³, 杀菌率为 61.7%, 消毒后空气中的细菌含量低于 2.51×10^4 cfu/m³^[17]。因此, 可以使用有效氯质量浓度为 160 mg/L 及以上的中性电解水进行带鸡喷雾消毒。

表1 不同有效氯浓度中性电解水带鸡喷雾消毒效果

Table 1 Spraying disinfection effect of neutral electrolyzed water at different available chlorine concentrations in poultry houses

有效氯质量浓度/(mg·L ⁻¹)	消毒前平均菌落数/(×10 ⁴ cfu·m ⁻³)	消毒后平均菌落数/(×10 ⁴ cfu·m ⁻³)	减少的菌落数/(×10 ⁴ cfu·m ⁻³)	杀菌率/%
130	6.40 ± 1.46	2.61 ± 0.74	3.79 ± 0.71	59.2 ± 3.4
160	5.82 ± 1.33	2.24 ± 0.59	3.55 ± 0.74	61.7 ± 0.6
220	6.92 ± 1.93	2.29 ± 1.08	4.63 ± 0.84	66.9 ± 4.2

2.3 不同喷嘴直径下带鸡喷雾消毒效果

表2给出了有效氯质量浓度约为160~175 mg/L的中性电解水和600 mg/L的速洁消毒剂分别在不同喷嘴直径为150 μm和50 μm时带鸡喷雾消毒的效果。由表2可以看出,两种消毒剂均为喷嘴直径小的带鸡喷雾消毒效果较好。当喷嘴直径为50 μm时,中性电解水对鸡舍空气进行喷雾消毒,对空气中细菌的杀菌率为68.7%,速洁消毒剂的杀菌率为64.4%,分别比喷嘴直径为150 μm时的杀菌率高7.1%和5.1%。这可能与不同喷嘴直径产生的雾粒大小有关,当喷嘴直径较小时,产生雾滴的尺寸较小,消毒剂与空气的接触面积较大,从而杀菌效果较好。但带鸡消毒时,雾粒太小易被鸡吸入呼吸道,引起肺水肿,

甚至诱发呼吸道疾病,雾粒太大易造成喷雾不均匀和鸡舍太潮湿,影响消毒效果。雾滴直径在50~80 μm时,雾滴会悬浮在空气中,在增加空气湿度的同时,充分发挥消毒剂的杀菌能力,消毒效果好。

表3是采用中性电解水进行带鸡喷雾消毒前后有效氯浓度的变化。当喷嘴直径为150 μm时,喷雾前后中性电解水的有效氯质量浓度由172.3 mg/L降低到79.7 mg/L,损耗率为53.7%,而喷嘴直径为50 μm时,中性电解水有效氯损耗率为82.6%。由此可见,使用中性电解水进行带鸡喷雾消毒,喷嘴直径较小时产生的雾粒小,有效氯利用率高,杀菌效果好(表2)。

表2 不同喷嘴直径下消毒剂带鸡喷雾消毒效果

Table 2 Effects of nozzle diameters on disinfection in poultry houses

喷嘴直径/ μm	速洁			中性电解水		
	消毒前平均菌落数/ (×10 ⁴ cfu·m ⁻³)	消毒后平均菌落数 (×10 ⁴ cfu·m ⁻³)	杀菌率/ %	消毒前平均菌落数 (×10 ⁴ cfu·m ⁻³)	消毒后平均菌落数 (×10 ⁴ cfu·m ⁻³)	杀菌率/ %
150	6.59 ± 0.63	2.79 ± 0.48	59.3 ± 1.5	5.82 ± 1.33	2.27 ± 0.59	61.6 ± 0.6
50	5.06 ± 0.16	1.80 ± 0.12	64.4 ± 1.8	5.22 ± 0.12	1.81 ± 0.08	68.7 ± 1.0

表3 不同喷嘴直径下中性电解水喷雾消毒有效氯损耗

Table 3 Loss of available chlorine of neutral electrolyzed water with different orifice sizes

喷嘴直径/μm	喷雾前有效氯质量浓度/(mg·L ⁻¹)	喷雾后地面收集雾粒的有效氯质量浓度/(mg·L ⁻¹)	有效氯损耗率/%
150	172.3 ± 4.6	79.7 ± 3.2	53.7 ± 2.2
50	166.5 ± 0.7	29.0 ± 2.8	82.6 ± 1.3

3 结论

采用中性电解水进行带鸡喷雾消毒,可以有效地降低鸡舍空气中的细菌总数,消毒效果随着有效氯浓度的增加而增强,其对空气的杀菌率均高于常用速洁和聚维酮碘消毒剂。此外,采用较小喷嘴直径(50 μm)进行中性电解水喷雾消毒,有效氯利用率高,杀菌效果好。使用有效氯质量浓度为160 mg/L及以上的中性电解水带鸡喷雾消毒,喷雾结束后风机停开5 min可以取得较好的消毒效果。

[参 考 文 献]

- [1] 宁中华,张岩.我国蛋鸡产业现状和2008年热点透析及发展趋势[J].中国畜牧杂志,2009,45(2):30-38.
- [2] 魏刚才,孙清莲,杨雪峰,等.养殖场消毒技术[M].北京:化学工业出版社,2007.
- [3] 徐伟忠,朱丽霞,陈建华.电功能水在农业上的应用[J].江西农业学报,2006,18(6):137-140.

Xu Weizhong, Zhu Lixia, Chen Jianhua. Application of Electricity Functional Water in Agriculture[J]. Acta Agriculture Jiangxi, 2006, 18(6): 137-140. (in Chinese with English abstract)

- [4] Huang Y R, Hung Y C, Hsu S Y, et al. Application of electrolyzed water in the food industry[J]. Food Control, 2008, 19(4): 329-345.
- [5] Fabrizio K A, Cutter C N. Stability of electrolyzed oxidizing water and its efficacy against cell suspensions of *Salmonella Typhimurium* and *Listeria monocytogenes*[J]. Journal of Food Protection, 2003, 66(8): 1379-1384.
- [6] Kim C, Hung Y C, Russell S M. Efficacy of electrolyzed water in the prevention and removal of fecal material attachment and its microbicidal effectiveness during simulated industrial poultry processing[J]. Poultry Science, 2005, 84(11): 1778-1784.
- [7] Liao L B, Chen W M, Xiao X M. The generation and inactivation mechanism of oxidation-reduction potential of electrolyzed oxidizing water[J]. Journal of Food Engineering, 2007, 78(4): 1326-1332.

- [8] Russell S M. The effect of electrolyzed oxidative water applied using electrostatic spraying on pathogenic and indicator bacteria on the surface of eggs[J]. *Poultry Science*, 2003, 82(11): 158–162.
- [9] Cui Xiaodong, Shang Yuchao, Shi Zhengxiang, et al. Physicochemical properties and bactericidal efficiency of neutral and acidic electrolyzed water under different storage conditions[J]. *Journal of Food Engineering*, 2009, 91(4): 582–586.
- [10] Len S V, Hung Y C, Chung D. Effects of storage conditions and pH on chlorine loss on electrolyzed oxidizing (EO) water[J]. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 2002, 50(1): 209–212.
- [11] Guentzel J L, Lam K L, Callan M A, et al. Reduction of bacteria on spinach, lettuce, and surfaces in food service areas using neutral electrolyzed oxidizing water[J]. *Food Microbiology*, 2008, 25(1): 36–41.
- [12] Xiaoxia Hao, Baoming Li, Xin Tan, et al. Application of slightly acidic electrolyzed water for disinfection in a broiler farm[J]. Presented at the XVIIth World Congress of the International Commission of Agricultural Engineering (CIGR), June 13–17, 2010, Québec City, Canada.
- [13] Abadias M, Usall J, Oliveira M, et al. Efficacy of neutral electrolyzed water (NEW) for reducing microbial contamination on minimally-processed vegetables[J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2008, 123(1/2): 151–158.
- [14] 朱志伟, 李保明, 李永玉, 等. 中性电解水对鸡蛋表面的清洗灭菌效果[J]. *农业工程学报*, 2010, 26(1): 358–362. Zhu Zhiwei, Li Baoming, Li Yongyu, et al. Disinfection effect of neutral electrolyzed water for shell egg washing[J]. *Transactions of the CSAE*, 2010, 26(1): 358–362. (in Chinese with English abstract)
- [15] Koide S, Takeda J, Shi J, et al. Disinfection efficacy of slightly acidic electrolyzed water on fresh cut cabbage[J]. *Food Control*, 2009, 20(3): 294–297.
- [16] Gómez-López V M, Ragaert P, Ryckeboer J, et al. Shelf-life of minimally processed cabbage treated with neutral electrolysed oxidising water and stored under equilibrium modified atmosphere[J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2007, 117(1): 91–98.
- [17] NY/T 388–1999. 畜禽场环境质量标准[S].

Experimental study on spraying disinfection with neutral electrolyzed water in a layer breeding farm

Zheng Weichao¹, Li Baoming¹, Shang Yuchao¹, Wang Chaoyuan¹, Yang Zhanyong², Cao Wei^{1*}

(1. Key Laboratory of Structure and Environment in Agricultural Engineering, Ministry of Agriculture, China Agricultural University, Beijing 100083, China;

2. Shijiazhuang Huamu Animal Husbandry Co., Ltd., Shijiazhuang 050061, China)

Abstract: Environmental issues are becoming the main cause of severe animal diseases, which greatly restricts the promotion of animal husbandry. Regular disinfection in animal farms is an important measure to prevent epidemic diseases. Due to the limitation of strong acidic electrolyzed water with a strong acidity ($\text{pH} < 2.7$), corrosion of equipment, high cost and unsuitable application in practice, the spraying disinfection effects of neutral electrolyzed water (NEW, pH 6.5–8.5) for inactivating the bacteria in a layer breeding farms were investigated and compared with the commonly used chemical disinfectants (peroxyacetic acid and povidone-iodine). The effects of available chlorine concentration, treatment time and nozzle diameter on the bactericidal efficiency of NEW were also determined. The results showed that the bactericidal efficiency of NEW was higher than that of peroxyacetic acid and povidone-iodine under different treatment time. The bactericidal activity of NEW was increased with increasing the available chlorine concentration. NEW sprayed with a smaller nozzle diameter of $50\ \mu\text{m}$ can improve the action efficiency of available chlorine and then increase the bactericidal effect for inactivation of bacteria in the air. Spraying NEW with available chlorine greater than $160\ \text{mg/L}$ for maintaining 5 min (the fan turned off after spraying) is appropriate for disinfection in layer breeding houses. Therefore, NEW may be an alternative to chemical disinfectants used in spray disinfection in poultry farms, which will be play an important role in safety of animal production.

Key words: disinfection, electrolysis, experiments, layer breeding farms, aerial spray disinfection in poultry houses, epidemic prevention