

微酸性电解水无害化消毒净化技术在蛋鸡场的应用研究

郑炜超，李保明，倪莉，曹薇

中国农业大学农业部设施农业工程重点实验室

摘 要：环境问题已成为制约蛋鸡高效安全生产的关键瓶颈。无害化消毒净化是预防疫病发生，实现蛋鸡健康养殖，以及减少环境污染的重要途径。微酸性电解水（pH5.5~6.5）是一种安全、高效、广谱、无残留的新型消毒剂，对人和动物的健康及环境无负面影响。本文通过分析大量试验研究，总结了微酸性电解水的制备方法，概述了微酸性电解水对蛋鸡场舍内养殖环境和进出车辆等进行消毒净化的研究。结果表明，微酸性电解水喷雾可以有效减少舍内养殖环境和进场车辆表面的微生物，其消毒净化效果高于常用化学消毒剂。微酸性电解水喷雾为实现蛋鸡健康养殖、预防疫病发生以及减少污染物排放提供了新的重要途径。

关键词：微酸性电解水；消毒净化；蛋鸡养殖；喷雾

蛋鸡场的隔离消毒是预防疫病发生和传播的一项重要生物安全措施，也是实现蛋鸡健康养殖的重要途径。我国目前多采用化学消毒剂对鸡场环境进行消毒。化学消毒剂和药物的滥用，常导致耐药病原微生物的产生，以及防疫工作的难度和防疫成本增大，同时带来一定的环境污染和食品安全问题，也可能给从业人员的身体健康造成不良影响^[1, 2]。因此，如何高效、廉价、安全和无污染地对蛋鸡养殖环境进行净化消毒，减少疫病发生，已成为现代蛋鸡健康养殖的难点和关键。

微酸性电解水是电解稀盐溶液或稀盐酸溶液得到的 pH 值为 5.5~6.5 的具有杀菌作用的溶液。微酸性电解水（pH5.5~6.5）是一种安全、高效、广谱、无残留的新型消毒剂，且腐蚀性小、物理化学特性稳定，对动物健康和环境无负面影响^[3]，在食品、医疗卫生及畜禽养殖领域有广泛的应用前景。研究表明，电解水中起杀菌作用的主要成分是有有效氯^[4, 5]，其存在形式包括次氯酸（HC1O）和次氯酸根（C1O⁻），HC1O 的杀菌作用远高于 C1O⁻^[6]。

微酸性电解水的 pH 在 5.5~6.5 之间，有效氯更多地以 HC1O 的形式存在，使得 HC1O 成为微酸性电解水的主要杀菌成分^[7, 8]。在食品和医疗卫生领域，大量的试验研究证明微酸性电解水可以有效杀灭物体表面和空气中的微生物，包括

大肠杆菌、沙门菌、金黄色葡萄球菌、酵母菌、霉菌和病毒等^[9~14]。在食品表面清洗消毒、食品加工设备和医疗卫生器械消毒、空气环境消毒等方面，微酸性电解水都得到了良好的应用。近年来，国内率先将微酸性电解水应用于蛋鸡养殖领域，在微酸性电解水喷雾消毒净化技术方面做了大量的研究。本文总结了微酸性电解水的制备方法，通过与蛋鸡场常用化学消毒剂的对比，概述了微酸性电解水对蛋鸡场舍内养殖环境（地面、墙面、设备表面和空气等）和进场车辆等进行消毒净化的研究进展，为改善蛋鸡养殖环境，预防疫病发生，减少环境污染提供了新的有效途径。

1 微酸性电解水的制备

微酸性电解水的主要指标为有效氯浓度（AAC）、pH 值（5.5~6.5）和氧化还原电位（ORP），其制备方法主要有 4 种^[15]：①在无隔膜电解槽中电解稀盐溶液，然后加入稀盐酸调节 pH 值至 5.5~6.5；②在无隔膜电解槽中电解稀盐和稀盐酸的混合液，得到 pH 值为 5.5~6.5 的微酸性电解水；③在有隔膜电解槽中电解稀盐溶液，两极所得酸碱溶液按一定比例混合，得到 pH 值为 5.5~6.5 的微酸性电解水；④在无隔膜电解槽中电解稀盐酸溶液得到氯气，将氯气充分溶于水，得到 pH 值为 5.5~6.5 的微酸性电解水。

目前，国内畜禽场用微酸性电解水生产设备已研究开发了三代产品，形成了产业化生产能力。微酸性电解水为替代现行化学消毒剂、降低消毒防疫成本、提高生物安全防控能力提供了一条新的途径。

2 鸡舍环境消毒净化研究

2.1 地面、墙壁和设备表面的消毒

表 1 为北京峪口某规模化蛋鸡舍使用有效氯浓度为 250mg/L 的微酸性电解水喷雾（喷雾量为 120mL/m²），地面、墙壁和设备表面的菌落数前后变化情况。结果表明，微酸性电解水喷雾后地面、墙壁、料槽表面和水线表面的微生物分别减少了 83.8%、91.3%、58.3%和 94.4%^[16]。微酸性电解水接触并杀灭地面、墙壁和设备表面的微生物，减少了蛋鸡与设备表面病原微生物的接触机会，为预防疾病发生起到了重要作用。

表1 微酸性电解水喷雾对地面、
墙壁和设备表面的消毒效果

采样点	喷雾前菌落数 (log ₁₀ cfu/cm ²)	喷雾后菌落数 (log ₁₀ cfu/cm ²)	杀菌率(%)
地面	5.01±0.11	4.22±0.19	83.8
墙壁	4.01±0.04	2.95±0.17	91.3
料槽	3.54±0.10	3.16±0.16	58.3
水线	5.64±0.15	4.39±0.02	94.4

水和常用化学消毒剂进行喷雾消毒后地面、墙壁和设备表面的大肠杆菌杀菌率情况。由图1可以看出，使用有效氯浓度为100mg/L的微酸性电解水喷雾消毒后（喷雾量为120mL/m²），地面、墙壁和设备表面的大肠杆菌减少65%以上，显著高于有效成分浓度为165mg/L的苯扎氯铵溶液和有效成分浓度为312mg/L的双癸基二甲基溴化铵溶液^[17]。这说明，使用微酸性电解水喷雾对地面、墙壁和设备表面的消毒效果优于苯扎氯铵溶液和双癸基二甲基溴化铵溶液。

2.2 舍内空气环境消毒净化

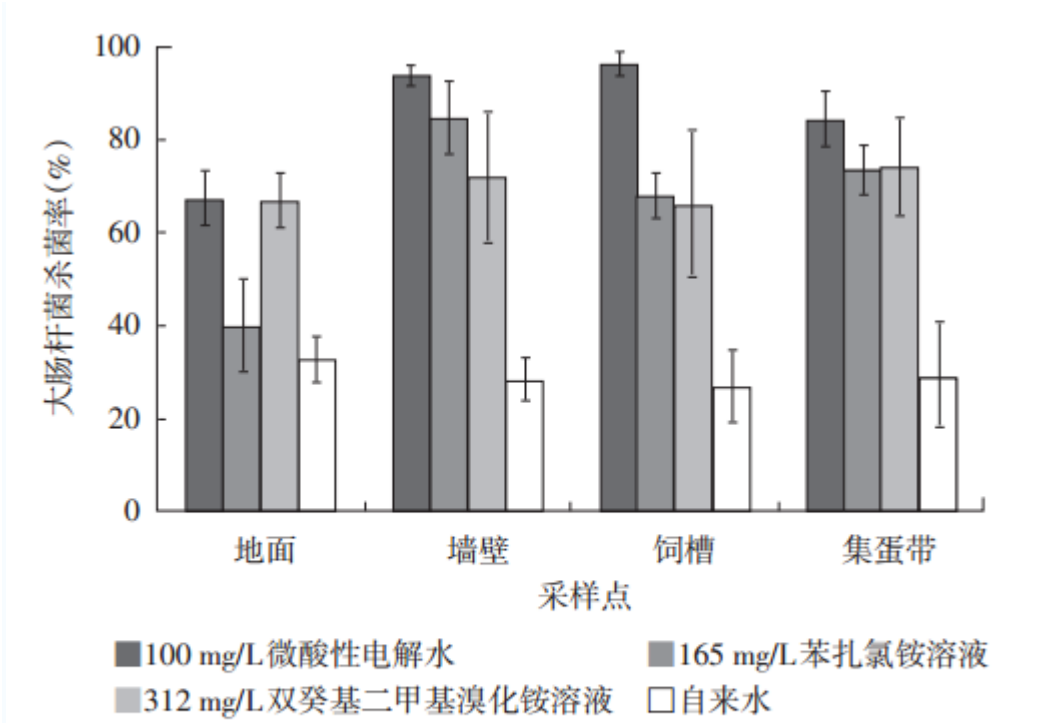


图1 不同消毒剂喷雾后地面、
墙壁和设备表面的大肠杆菌杀菌率

近年来，研究人员在河北、四川、北京等地的规模化蛋鸡场进行了大量有关微酸性电解水喷雾对舍内空气消毒净化的试验研究，都取得了良好的效果（见图2）。鸡舍内使用有效成分浓度为 500mg/L 的双癸基二甲基溴化铵溶液和有效氯浓度为 262mg/L 的微酸性电解水喷雾消毒（喷雾量为 120mL/m²），喷雾后 4h 内空气中的菌落数都明显减少，但微酸性电解水喷雾比双癸基二甲基溴化铵更能有效地减少舍内空气中的微生物浓度^[18]。

微酸性电解水使用后无残留，且未发现抗药性，是有害化消毒良好的替代消毒剂。同时，微酸性电解水喷雾还可以有效减少舍内空气中的粉尘，减少粉尘的产生^[19~21]。微酸性电解水喷雾对蛋鸡和空气环境无不良影响，相比常用化学消毒剂能更有效地减少舍内空气中的微生物，减少气源疾病的舍内传播，同时可以有效减少空气中的粉尘等污染物，改善蛋鸡养殖环境，是实现蛋鸡健康养殖，预防疫病发生，及减少污染物排放的新的的重要途径。

3 蛋鸡场进场车辆的消毒

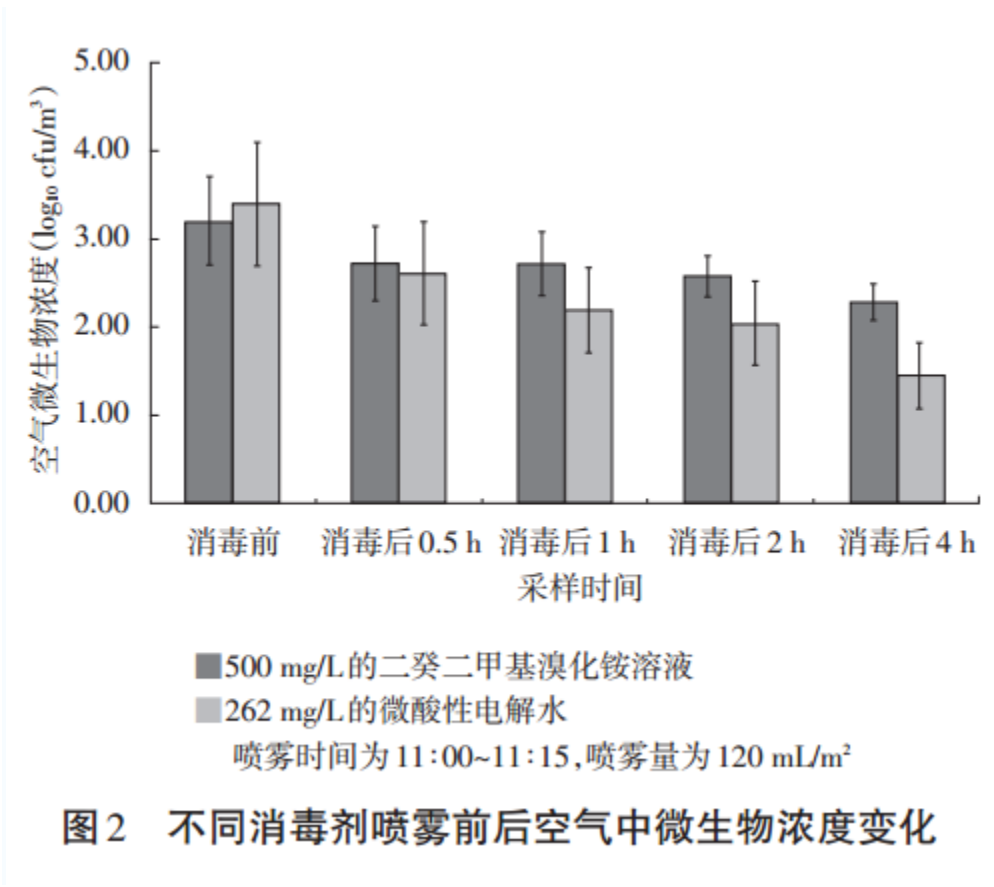


图2 不同消毒剂喷雾前后空气中微生物浓度变化

表2 微酸性电解水和复合酚对车辆喷雾消毒的效果

喷雾处理	有效浓度(mg/L)	细菌总数(log ₁₀ cfu/cm ²)
对照组	—	5.17±0.08 ^a
微酸性电解水	80	4.78±0.06 ^{ab}
复合酚	1 367	4.79±0.17 ^{ab}
自来水+微酸性电解水	80	3.47±0.30 ^b
自来水+复合酚	1 367	3.53±0.38 ^b

注:不同字母表示具有显著性差异($P<0.05$)。

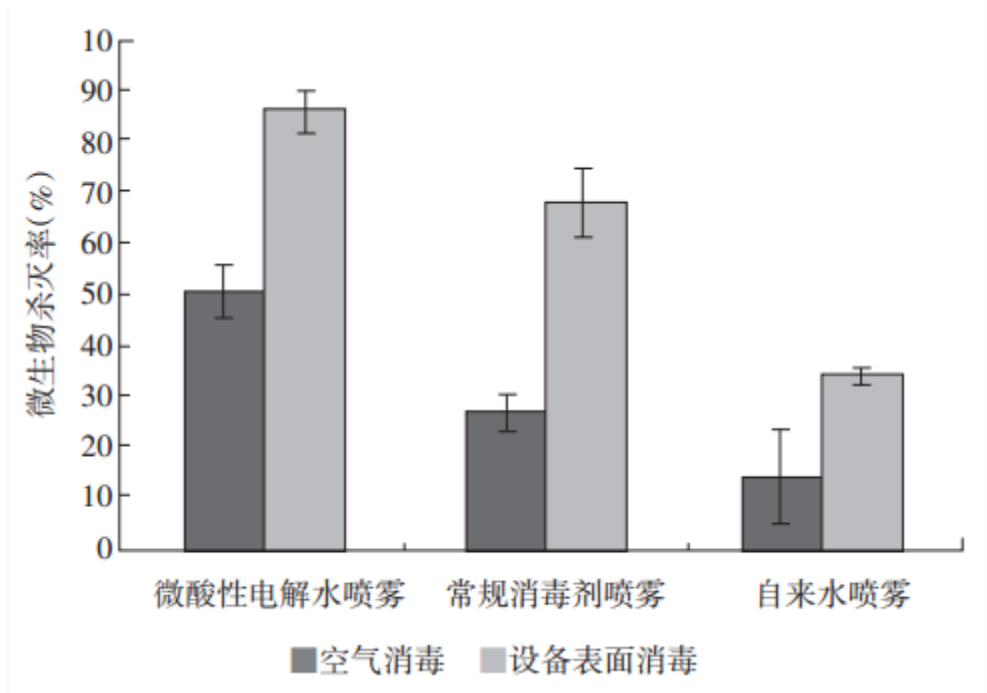
表2为微酸性电解水和复合酚对车辆喷雾消毒效果比较情况。未清洗的车辆分别用微酸性电解水和化学消毒剂复合酚喷雾消毒1.5min,细菌总数分别减少0.39log₁₀ cfu/cm²和0.38log₁₀ cfu/cm²;

进场运输车辆先用自来水清洗,再分别用微酸性电解水和复合酚喷雾消毒1.5min,细菌总数分别减少1.70log₁₀cfu/cm²和1.64log₁₀cfu/cm²^[21]。由此可见,有效氯浓度为80mg/L的微酸性电解水对进场车辆表面喷雾消毒的效果已经达到了有效成分浓度为1367mg/L复合酚的效果。微酸性电解水杀菌作用强、腐蚀性小、消毒成本低,使用微酸性电解水对进场车辆进行喷雾消毒,是有效减少运输车辆携带的病原微生物对场区生物安全威胁的重要措施。

4 新型微酸性电解水的产业化开发

农业部设施农业工程重点实验室在引进消化基础上,近八年来先后研究开发了三代畜禽场用微酸性电解水生产设备。与北京睿安德科技有限公司合作,对新型微酸性电解水机进行了产业化开发,目前已形成设备的产业化生产能力。设备采用金属喷塑外壳,电气系统采用全自动控制,操作简单,维护方便,可稳定连续生产适用于畜禽场消毒的高浓度微酸性电解水。其制备的微酸性电解水的pH值为5.5~6.5、腐蚀性小、适用范围广,存放稳定性好,杀菌高效广谱,可以快速杀灭各种病原菌和病毒,适用于畜禽养殖环境、设施、进出场区的车辆及工作人员等的无害化消毒。通过在延庆综合试验站试验鸡舍的进一步试验验证(见图3),完善了微酸性电解水对鸡舍养殖环境的净化消毒技术,实现了用于畜禽场环境净化消毒的微酸性电解水设备的定型和批量生产,开发了微酸性电解水对

进场车辆的消毒通道。微酸性电解水为替代现行化学消毒剂、降低消毒防疫成本和提高生物安全防控能力提供了一条新途径。



5 讨论

有效成分低的微酸性电解水比有效成分高的常用化学消毒剂喷雾后更能有效地减少鸡舍地面、墙壁、设备表面和空气中的微生物以及进场车辆表面的微生物。微酸性电解水的主要有效成分是 HClO 和 ClO^- ，其杀菌效率可能远高于常用化学消毒剂的有效成分，如双癸基二甲基溴化铵、苯扎氯铵和复合酚等，因此具有比常用化学消毒剂更高的消毒净化效果。

微酸性电解水具有高效、广谱的杀菌作用；其 pH 值近中性，对养殖设备和车辆的腐蚀性小；同时物理化学特性稳定，雾化后有效成分损失少；因此，适用于对蛋鸡舍内养殖环境和对进场车辆的喷雾消毒。微酸性电解水喷雾可以有效减少舍内养殖环境的微生物和粉尘，减少蛋鸡与病原微生物的接触机会，预防疾病的发生，并能减少空气污染物的排放。同时，微酸性电解水喷雾后无残留，对环境无负面影响。

6 结论

微酸性电解水是一种安全、高效、广谱的新型消毒剂，适用于蛋鸡场对舍内

养殖环境和进场车辆等的净化消毒,其使用效果达到或超过了目前常用的化学消毒剂。微酸性电解水制备简单、成本低、使用后无残留,且未发现抗药性,是目前蛋鸡场无害化消毒净化良好的替代消毒剂。微酸性电解水无害化消毒净化技术为改善蛋鸡养殖环境、促进鸡只健康、预防疫病发生提供了新的安全有效的途径。

参考文献:

- 1 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.
- 2 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.
- 3 Cui X, Shang Y, Shi Z, et al. Physicochemical properties and bactericidal efficiency of neutral and acidic electrolyzed water under different storage conditions [J]. J Food Eng, 2009, 91: 582-586.
- 4 Len S V, Hung Y C, Erickson M, et al. Ultraviolet spectrophotometric characterization and bactericidal properties of electrolyzed oxidizing water as influenced by amperage and pH [J]. J Food Prot, 2000, 63 (11): 1534-1537.
- 5 Liu C, Duan J, Su Y C. Effects of electrolyzed oxidizing water on reducing *Listeria monocytogenes* contamination on seafood processing surfaces [J]. Int J Food Microbio, 2006, 106 (3): 248-253.
- 6 Hoshizaki Electric Co.Ltd.Principle of formation of electrolytic water [G] //1997.
- 7 Yoshifumi H.Improvement of the electrolysis equipment and application of slightly acidic electrolyzed water for dairy farming [J]. Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery,2003, 65: 27-29.
- 8 Rahman S M E, Tian D,

Deog-Hwan O. Effectiveness of low concentration electrolyzed water to inactivate foodborne pathogens under different environmental conditions [J]. *Int J Food Microbiol*, 2010, 139: 147-153.

9 Cao W, Zhu Z, Shi Z, et al. Efficiency of slightly acidic electrolyzed water for inactivation of *Salmonella enteritidis* and its contaminated shell eggs [J]. *Int J Food Microbiol*, 2009, 130: 88-93.

10 Abdulsudi I Z, Yoshinori K, Nami M, et al. Application of slightly acidic electrolyzed water as a potential non-thermal food sanitizer for decontamination of fresh ready-to-eat vegetables and sprouts [J]. *Food Control*, 2011, 22 (3-4): 601-607.

11 Quan Y, Choi K D, Chung D, et al. Evaluation of bactericidal activity of weakly acidic electrolyzed water (WAEW) against *Vibrio vulnificus* and *Vibrio parahaemolyticus* [J]. *Int J Food Microbiol*, 2010, 136 (3): 255-260.

12 Nan S, Li Y, Li B, et al. Effect of slightly acidic electrolyzed water for inactivating *Escherichia coli* 0157:H7 and *Staphylococcus aureus* analyzed by transmission electron microscopy [J]. *J Food Prot*, 2010, 73 (12): 2211-2216.

13 Zhang C, Lu Z, Li Y, et al. Reduction of *Escherichia coli* 0157:H7 and *Salmonella enteritidis* on mung bean seeds and sprouts by slightly acidic electrolyzed water [J]. *Food Control*, 2011, 22: 792-796.

14 Hao X, Shen Z, Wang J, et al. In vitro inactivation of porcine reproductive and respiratory syndrome virus and pseudorabies virus by slightly acidic electrolyzed water [J]. *Vet J*, 2013, 197: 297-301.

15 Zheng W, Cao W, Li B, et al. Bactericidal activity of slightly acidic electrolyzed water pr

duced by different methods analyzed with ultraviolet spectrophotometric [J] . Int J Food Eng, 2012, 8 (3): 1556-1597.

16 Hao X, Li B, Wang C,
et al. Application of slightly acidic electrolyzed water for inactivating microbes in a layer breeding house [J] .Poul Sci, 2013, 92: 2560-2566.

17 倪莉, 李保明, 施正香, 等. 微酸性电解水对鸡场环境表面喷雾消毒试验研究 [C] //北京: 中国畜牧兽医学会 2012 年学术年会论文集, 2012, 11.

18 Zheng W, Kang R, Wang H,
et al. Airborne bacterial reduction by spraying slightly acidic electrolyzed water in a layinghen house [J] .J Air Waste Manage, 2013, 63 (10): 1205-1211.

19 Zheng W, Li B, Cao W,
et al. Application of neutral electrolyzed water spray for reducing dust levels in a layer breeding house [J] .J Air Waste Manage, 2012, 62 (11): 1329-1334.

20 Zheng W, Zhao Y, Xin H,
et al. Reduction of airborne dust and bacteria by spraying slightly acidic electrolyzed water in an experimental aviary laying-hen system [C] //Michigan: ASABE Paper.

21 Ni L, Cao W, Zheng W,
et al. Efficacy of slightly acidic electrolyzed water for decontamination of swine transport vehicle [C] //Chongqing: Proceedings of International Symposium on Animal Environment and Welfare, 2013.