

doi:10.11751/ISSN.1002-1280.2020.09.10

非电解微酸性次氯酸消毒剂在畜牧养殖业中的应用与展望

丁岚峰¹,刁春文¹,刘长军¹,才学鹏^{2*}

(1. 上海万籁环保科技股份有限公司,上海 201600 2. 中国兽药协会,北京 100081)

[收稿日期] 2020-07-17 [文献标识码] A [文章编号] 1002-1280 (2020) 09-0061-11 [中图分类号] S859.79

[摘要] 全面综述了次氯酸消毒剂在畜牧养殖业中的应用情况。重点分析、阐述次氯酸消毒剂的发展历程以及在奶牛、猪、禽养殖中的消毒用途,展望非电解微酸性次氯酸消毒剂装备技术在畜牧养殖业中的发展前景,以期为非电解微酸性次氯酸消毒剂在畜牧养殖业整体清洁与消毒应用提供理论依据。

[关键词] 非电解微酸性次氯酸水;消毒剂;畜牧养殖;应用;展望

Applications and Prospects of Non – electrolytic Micro – acidic Hypochlorite Water Disinfectant in Animal Husbandry

DING Lan – feng¹, DIAO Chun – wen¹, LIU Chang – jun¹, CAI Xue – peng^{2*}

(1. Shanghai Wanlay Environmental Technology Co., Ltd., Shanghai 201600, China; 2. China Veterinary Medicine Association, Beijing 100081, China)

Corresponding author: CAI Xue – peng, E – mail: caixp@vip.163.com

Abstract: The application of hypochlorite disinfectant in animal husbandry was systemically reviewed. The review focused on discussing the development course of hypochlorite disinfectant and its application in dairy cattle, pig and poultry raising and breeding and the broad development prospects of equipment technology of non – electrolytic micro – acid hypochlorite disinfectant in livestock industry. This study provides a theoretical basis for the application of non – electrolytic low – acid hypochlorite water disinfectant in the cleaning and disinfection for animal husbandry.

Key words: non – electrolyzed slightly acidic hypochlorite water; disinfectant; animal husbandry; application; prospect

消毒剂是指用于杀灭传播媒介上病原微生物,使其达到无害化要求的制剂。兽医消毒是指根据

不同的生产环节、对象,用适宜的方法(包括物理、化学或生物学)清除或杀灭畜禽体内外及其生存环

作者简介:丁岚峰,兽医硕士,教授,从事动物临床诊断。

通讯作者:才学鹏。E – mail:caixp@vip.163.com

境中的病原微生物及其他有害微生物。由于人类对生物安全、病原微生物的潜在宿主、中间宿主认识滞后,特别是由于人们有时对畜牧养殖业消毒工作认识不足、管理懈怠等因素的存在,没有及时切断传播途径,是导致非洲猪瘟、高致病禽流感、布鲁氏菌病等传染病发生的重要因素之一。因此,必须时刻重视养殖业的消毒工作,必须在平时高度重视病原微生物对养殖环境、易感动物和畜产品的污染防护性消毒,防患于未然,避免“水来筑坝”式应急性防疫消毒。为了更好地提升畜牧养殖业生物安全、畜产品质量安全、公共卫生安全,有效控制各类传染病,必须强化畜牧养殖业致病微生物的消毒手段与措施,现将绿色环保、安全高效的非电解微酸性次氯酸水消毒剂在畜牧业中的应用状况介绍如下。

1 次氯酸装备及消毒剂的研究与应用

次氯酸消毒剂的生成方式分为电解法(EP)和非电解法(NEP)两类^[1]。2006年以前,国内外一直致力于电解法次氯酸消毒剂的研究^[2-3],利用迈克尔法拉第电解技术、膜电解技术开发单流体系,生产无副产物的次氯酸溶液。2008年以后,开始混合法微酸性次氯酸发生器的研究,在结构、原料供给等进行了改进研究,安全性、稳定性有一定的提高。自2011年开始,照那木拉与日本专利发明人山本善和先生^[4]合作,潜心专研中国水质与发生器装备的适应性、稳定性和安全性,于2017年喷射流式相界面反应的非电解微酸性次氯酸 CELA 水(Clean、Economy、Life、Antisepsis)消毒剂装备诞生^[5],在养殖业初试就展现出其良好的市场优势。有试验证实^[6],CELA水消毒剂比混合法微酸性次氯酸消毒剂杀灭非洲猪瘟病毒的时间迅速,在同样浓度与方式下速率提高约15 min。杀灭非洲猪瘟病毒的有效物质是次氯酸分子,CELA水消毒剂的pH值为(6.2~6.8)±0.05,由于pH值稳定、电位波动范围窄,使得CELA水消毒剂中次氯酸分子的纯度高、杀灭速率高。目前,次氯酸消毒剂已在口腔医学、创伤清洗、产科清洗、黏膜修复、烧伤治疗、食品加工等领域应用取得了诸多令人瞩目的成果,

次氯酸消毒剂与传统的氯系消毒剂相比,安全性可靠、杀菌效力显著,是二氧化氯、季铵盐类、戊二醛类、次氯酸钠等不可比拟的。采用0.1~2.8 mg/L的次氯酸水(MBC浓度值)对大多数微生物在2 min内即可杀灭^[7],对耐甲氧西林金黄色葡萄球菌、耐万古霉素肠球菌、大肠杆菌、沙门菌、白色念珠菌、绿脓杆菌、产气肠杆菌、流感嗜血杆菌、棒状杆菌、化脓链球菌、细菌芽孢、O-157和炭疽杆菌以及萨斯病毒、乙肝病毒、流感病毒、诺如病毒、诺沃克类病毒、埃博拉病毒、冠状病毒等有很强的杀灭作用^[7-13]。屠瑞莹等^[14]发现微酸性次氯酸水对谷物、谷类制品以及植物中的赭曲霉毒素A去除效果好,pH 5.13时去除率达到96.23%;有效氯浓度为41.75 mg/L时去除率达到96.4%。在室温条件下用有效氯浓度为40 mg/L的微酸性电解水处理5 min,除去率达90%以上。

牛会平等^[11]证实,微酸性次氯酸消毒剂在一定pH值范围内杀菌效力具有瞬时高效的特点,在相同起始浓度下,经35~45倍稀释后杀灭大肠杆菌、金黄色葡萄球菌的能力达100%,并高于经11~16倍稀释的、杀菌能力仅达到60%的含氯消毒剂;在杀菌时间上^[12]微酸性次氯酸水超过其他含氯消毒剂的2倍,是次氯酸盐、二氧化氯的70~90倍。早在1948年Fair等证实^[15],在溶液中以质子存在的次氯酸杀菌能力是次氯酸钠的80~100倍,主要是因为不带电荷的次氯酸分子能穿透微生物细胞和孢子壁,而带电荷的次氯酸阴离子不能穿透细胞壁的缘故。赖发伟等^[16]研究发现,微酸性次氯酸水作为杀菌剂的效力是同等摩尔比次氯酸根的80~100倍。1976年John^[17]首次发现人体天然免疫中会产生次氯酸,1979年Thomas证实^[18]次氯酸具有使细菌蛋白质变性、灭活酶的作用,使肽键断裂和细胞膜巯基被氧化,自证实“微酸性次氯酸是机体噬中性白血球吞噬、杀灭病原微生物的生物活性物质,具有保护机体健康的作用”以来,日本首先发现微酸性次氯酸对耐甲氧金黄色葡萄球菌(MRSA)有显著杀菌效果而广泛用于医学领域,并作为水溶液消毒剂引入到市场卫生消毒之中。

2002 年 6 月日本厚生省修正了相关文件^[19], 作为食品安全委员会提案继续以食品添加剂而应用; 2017 年美国 FDA 重新修订了^[20]2008 年的有关条款, 以 FDA 批准食品通知 1811 号开始应用。1994 年我国才开始涉足微酸性次氯酸消毒领域研究, 2002 年卫生部^[21]颁布《消毒技术规范》以酸性氧化电位水的名称列入餐饮具、瓜果蔬菜和物品表面等消毒而开始应用。

2 非电解微酸性次氯酸水装备及消毒剂的消毒原理

2.1 非电解微酸性次氯酸水装备技术 非电解微酸性次氯酸水 (CELA 水) 消毒剂装备技术^[4-5], 主要仿嗜中性白细胞杀灭病原微生物释放的次氯酸免疫因子的原理, 依据核化学链式反应理论和爆发式水分子团与次氯酸分子瞬间分散与结合, 依托自主开发 IOT 智能管理系统和 pH 值调控系统, 研发出的新一代无毒副作用、生态友好型非电解微酸性次氯酸水生成装备, 具有安全性好、受热稳定、杀菌速度快、消毒范围广、灭病毒效率高、无腐蚀性和劣化性、保存期长和环保、除臭等优点。目前, CELA 水消毒剂的生成采用横流喷射链式反应工艺, 实质是喷射流式相界面反应, 与电解法和合成法截然不同, 从原水处理工艺到次氯酸水生成工艺都达到极高的精细度。

2.2 次氯酸消毒剂的消毒原理 次氯酸消毒剂的消毒原理, 目前仍沿用 2006 年日本 Fukuzaki 在《Biocontrol Science》上的研究解释: 细胞膜表面是带有负电荷, 次氯酸根 (ClO^- , 也是带负电荷) 不能轻易进入细胞内部, 而次氯酸 (HClO) 是中性小分子, 可以穿透细胞膜, 进入细胞内部, 并与其内部的 DNA 和线粒体发生反应, 使其死亡而达到杀菌的作用。这在一定程度上解释了同等有效氯的情况下, 为什么次氯酸 (HClO) 的杀菌能力比次氯酸钠 (NaClO) 好的原因。同时, 次氯酸在杀菌、杀病毒过程中, 不仅可作用于细胞壁、病毒外壳, 而且因次氯酸分子小, 不带电荷, 还可渗透入菌 (病毒) 体内与菌 (病毒) 体蛋白、核酸和酶等发生氧化反应, 破坏其磷酸脱氢酶, 使糖代谢失调而致其死亡, 从而

杀死病原微生物。

3 次氯酸水消毒剂在畜牧养殖业中的消毒应用

3.1 次氯酸消毒剂在养禽场中的应用

3.1.1 养禽场环境喷雾与物体消毒 李姚四等^[22]采用 10 mg/L 微酸性次氯酸、30 mL/m² 带鸡喷雾消毒, 同时分别饮用 1、5、10 mg/L 的微酸性次氯酸水, 未发现采食、行为等方面的异常; 在高峰期产蛋率、平均产蛋率、累计产蛋量等均有不同程度的增加, 料蛋比、种蛋耗料等均有所下降, 产蛋鸡卵巢和输卵管中雌激素阳性反应面积系数显著高于对照组。姬真真等^[23]环境喷雾微酸性次氯酸水有效降低了鸡舍微粒和微生物浓度, 且 50 mg/L 比 30 mg/L 的杀菌效果更好。郑炜超等^[24]用微酸性次氯酸水带鸡喷雾消毒, 效果均优于含过氧乙酸/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; 用喷嘴直径 (50 μm) 带鸡喷雾消毒, 可以提高有效氯利用率, 对空气杀菌率高。魏永祥等^[25]用 60 ~ 100 mg/L 微酸性次氯酸水冲洗出雏器内壁、地面和出雏筐, 其表面总菌 (需氧菌总数)、大肠杆菌和金黄色葡萄球菌明显被杀灭, 而且杀菌效果随有效氯浓度和消毒时间的增加而提高, 比常规消毒剂的消毒效果好, 是孵化场出雏器和出雏筐表面消毒的良好消毒剂。郑炜超等^[26]用 70 mg/L 微酸性次氯酸水喷雾挡风墙, 结果氨气的减排效果高于自来水喷雾, 其减排效率分别为 13.2% 和 8.8%; 用 70 mg/L 和 100 mg/L 微酸性次氯酸水喷雾挡风墙, 均能有效减少微生物气溶胶的排放。

魏建平^[27]用 50 mg/L 的非电解微酸性次氯酸喷雾消毒 (1 次/h), 10 ~ 30 s/次, 能降低鸡舍中二氧化碳和有害微生物的含量, 改善鸡舍空气质量, 控制鸡呼吸道病的发生; 南松剑等^[28]用 80 mg/L 微酸性次氯酸水对鸡舍空气杀菌效果明显优于“百毒杀”、“安灭杀”和“威兰金碘”, 杀菌率达到 80.2%, 而“百毒杀”、“安灭杀”和“威兰金碘”的杀菌率分别约为 75.2%、68.7% 和 54.0%; 在门卫消毒池中 6 h 内池中微生物总数为零, 12 h 后池中微生物数量开始急剧增加, 需更换电解水; 对车辆消毒效果

与“金海”消毒剂相比,喷雾 1 min,杀菌率分别约为 92% 和 85%;对肉鸡生产性能的统计,全程用微酸性次氯酸水的鸡舍成活率为 94.5%,料重比为 1.86。藏一天^[29]对轮胎表面喷淋消毒菌落数结果认为:浓度 > 消毒时间 > 清洗时间;对材质消毒菌落效果:铁质 > 药盒 > 衣物;对药盒和衣物消毒沙门菌效果显著优于戊二醛和季铵盐类消毒剂。

3.1.2 养禽场鸡水线生物膜与饮水消毒 张晓娜^[30]硅胶生物膜模拟消毒证实,酸性、弱酸性和微酸性三种次氯酸水消毒剂在 1 min 内杀灭多重耐药铜绿假单胞菌(MDR-PA)、耐药金黄色葡萄球菌的杀灭率达到了 98.51%、3 min 达到了 100%,并明显好于苯扎溴铵消毒药;扫描电镜观察生物膜:5 min 出现变形,10 min 出现皱褶,20 min 开始破裂脱落,生物膜中的病原微生物在 20 min 内 100% 杀灭。王阳等^[31]对蛋鸡饮用 0.3 mg/L 微酸性次氯酸水,有效降低了水线内细菌总数,杀菌效果非常显著;作为蛋鸡场水系杀菌消毒剂,可减少蛋鸡场污水排放量和投入成本 2.6 ~ 7 倍。Bügene 等^[32]对肉鸡饮用微酸性次氯酸水能提高水的质量、降低死亡率,不影响生产性能。魏建平等^[33]通过 5 mg/L 非电解微酸性次氯酸水饮水,改善了养禽场水质污染的现状,跟踪养禽场饮水后空气质量,氨气含量降低 50%;通过饮用后的种鸡、肉鸡、SPF 鸡的粪便检测,代表正常肠道菌群的乳酸球菌含量正常,有害大肠杆菌数量降低,氨氮含量降低;在水源管道源头安装设备能安全控制水质污染,消毒效果可持续期 3 d。另一试验证明^[28],全程饮用 5 ~ 20 mg/L 的非电解微酸性次氯酸水对肉鸡肠道无不良影响,出栏体重高于对照组,不影响肉鸡的生长发育及消化系统功能;在饮用疫苗时只要不与非电解微酸性次氯酸水供水系统直接接触,不影响弱毒疫苗免疫效果。建议饮水免疫当天停止饮用非电解微酸性次氯酸水,在鸡场供水线末端试纸检测余氯为零时,即可进行疫苗饮水免疫。

3.1.3 养禽场种蛋与商品蛋消毒 2016 年倪莉^[34]证实,对鸡场中来源于粪便、粉尘和饲料的肠沙门菌、鸡沙门菌、都柏林沙门菌、卡拉巴尔沙门菌

和巴布亚沙门菌,用 60 ~ 100 mg/L 微酸性次氯酸水喷雾或浸泡鸡蛋,显著减少了鸡蛋表面沙门菌、大肠杆菌、金葡菌、霉菌和酵母菌的数量,并好于相同有效氯浓度的其他氯制剂的消毒效果,鸡蛋浸泡消毒好于喷雾消毒。另一试验^[35]采用 60、80、100 mg/L 电解法微酸性次氯酸水与其他消毒剂喷雾鸡蛋比较消毒,残留菌落总数均达到了农业部无公害鸡蛋菌落总数标准。80、100 mg/L 的次氯酸水对鸡蛋表面菌落总数、金黄色葡萄球菌的消毒效果显著高于 ClO₂。朱志伟等^[36]用 12 mg/L 微酸性次氯酸消毒液浸泡 3 min,鸡蛋表面的鸡白痢沙门菌、大肠杆菌 O157:H7 全部杀灭,而且处理废液中无细菌残存菌,无二次污染问题,可以代替化学杀菌剂应用于鸡蛋清洗消毒。王阳等^[37]采用电解法酸性次氯酸水喷雾种蛋消毒,不同位置的种蛋表面细菌总数无显著性差异。推荐用 100 mg/L 的电解法酸性次氯酸水喷雾重点 12 min,密闭状态 15 min 后打开风机,排风 5 min,效果最佳。

3.1.4 禽肠道微生物、益生菌及免疫功能的影响

养禽场用非电解微酸性次氯酸水消毒剂整体清洁与消毒,能保护鸡肠道益生菌群,提高禽的免疫能力。姬真真等^[38]试验证实,肉鸡饮用 0.5 mg/L 微酸性次氯酸水可降低盲肠 pH 值,减少肠道大肠杆菌和沙门菌数量,增加 IL-2、IL-4 及 IFN- γ 质量浓度,可提高肉鸡的法氏囊指数、脾脏指数和胸腺指数,提示肉鸡饮用酸性电解水可以改善肠道微环境,增强免疫功能。王阳等^[39]对蛋鸡饮用 0.3 mg/L 微酸性次氯酸水、与加入 1 mg/L 酸化剂及对照组比较,蛋鸡的正常粪便率提高了 10%,十二指肠、空肠和回肠内 pH 值降低,大肠杆菌数减少,乳酸菌数增加。在杀菌消毒的同时,改变肠道内微环境,提高肠道乳酸菌数量,对蛋鸡的健康有积极影响。魏建平等^[27]肉鸡非电解微酸性次氯酸水消毒剂饮水试验也获得了同样的结果。乌云达来等^[40]认为,微酸性次氯酸水能杀灭甲型 H5N1 高致病性禽流感病毒,10、50 mg/L 两种浓度的微酸性次氯酸水作用 1 min,均有效灭活悬液内甲型 H5N1 禽流感病毒,灭活对数值 > 4.00。

3.2 次氯酸消毒剂在猪场的消毒应用

3.2.1 猪场环境、人员、物体消毒 刘文等^[41]用 90 mg/L 微酸性次氯酸水喷雾消毒,有效减少了空气中金黄色葡萄球菌的数量,消毒后舍内空气中微生物含量在 3 d 内能维持在较低的水平。丁玉春等^[42]采用酸性、碱性及微酸性次氯酸电解水对规模猪场入口通道(有效氯:车辆 200 ~ 300 mg/L 电解水,人员 10 ~ 30 mg/L 电解水)、冲洗圈舍(有效氯:200 mg/L 电解水)及带猪消毒(有效氯:80 ~ 120 mg/L 电解水)比较,结果微酸性次氯酸电解水的杀菌高效广谱、无污染无残留。石志芳等^[43]采用不同浓度梯度的微酸性次氯酸水对猪舍、人员通道、消毒间和运输车辆喷雾消毒,并与 0.2% 消毒灵和 0.2% 聚维酮碘进行消毒比较,结果 100 mg/L 电解次氯酸水(相当于 25 mg/L 的 CELA 水)喷雾,有效地抑制了猪舍、车厢空气及其表面微生物的生长,灭菌率分别为 89.5%、87.5% 和 90.5%,显著高于 0.2% 消毒灵和 0.2% 聚维酮碘溶液;在喷雾 5 min,80 mg/L 酸性次氯酸水(相当于 20 mg/L 的 CELA 水)对人员通道、消毒间空气及衣服表面消毒效果最佳,灭菌率分别为 94.2% 和 84.7%,与高浓度的次氯酸水组间无显著差异。喷雾消毒中无人员不良反应,对猪场金属设备设施无腐蚀作用。关文怡等^[44]分别用 0、100、150、250 mg/L 电解次氯酸水喷雾消毒,仔猪血液中白细胞数、红细胞数、血红蛋白浓度和血小板数及血清中总蛋白、白蛋白、球蛋白、丙氨酸氨基转移酶和天门冬氨酸氨基转移酶无影响。使用 250 mg/L 最高浓度的电解法次氯酸水连续喷雾 30 min,对仔猪生长安全、健康。

3.2.2 养猪场水线生物膜及饮水消毒 2017 年谢丹^[45]研究证实,采用 10 ~ 30 mg/L 酸性电解水,在仔猪饮用 8.6 °C 凉水与 30 °C 温水细菌总数及总大肠杆菌群均超过饮水标准的情况下,加入酸性电解水后细菌总数显著降低,总大肠杆菌群降为零,达到了饮用水标准。饮用酸性电解水具有降低料肉比(F/G)的趋势,明显降低了断奶仔猪腹泻率。不饮酸性电解水、饮 30 °C 温水腹泻率降低 62.22%,饮用酸性电解水,无论水温凉热,腹泻率均降为零。

同时,饮用酸性电解水对断奶仔猪直肠微生物丰度及多样性没有显著影响,盲肠与直肠菌落组成有相似性的趋势,可降低断奶仔猪治疗次数、提高健康水平;对肠道微生物菌群有所改变,拟杆菌门和厚壁菌门占比例最高,达到 75%;拟杆菌门相对丰度(66.08%)高于对照组(53.36%);肠道放线菌门与互养菌门相对丰度随着有效氯浓度的增加而明显增加。其中,与肠道健康相关的劳特氏菌属、梭菌属、罗斯氏菌属、琥珀酸弧菌属、毛螺菌属、普氏菌属、链球菌属、栖粪杆菌属等显著升高。

3.2.3 非洲猪瘟、口蹄疫和蓝耳病消毒 郝晓霞^[46]采用酸性电解水(30 ~ 90 mg/L),对猪繁殖与呼吸综合征病毒(PRRSV)和伪狂犬病病毒(PRV)具有较强的杀灭特性,不会对病毒宿主细胞 Marc-145 和 BHK-21 产生危害。杀灭效果随有效浓度、杀灭时间、温度的增加而增加。2019 年何希君等^[6]用 CELA 水消毒剂对 ASFV100^Δ6copies/mL 杀灭试验,结果 200 mg/L 浓度浸泡和喷淋消毒 1 min 即可杀灭、喷雾消毒 15 min 即可杀灭;用 100 mg/L 浓度浸泡和喷淋消毒 15 min 即可杀灭,应用浓度低、效果确实可靠。2017 年日本北海道大学 Bui 等^[47]研究发现次氯酸水对口蹄疫病毒有很好的杀灭作用。

3.3 微酸性次氯酸水消毒剂在奶牛场中的应用

3.3.1 奶牛场奶罐清洗消毒 奶牛场挤奶系统的热碱、热酸循环冲洗是原位清洗(CIP)的关键步骤,长期使用会腐蚀挤奶系统,废水处理困难,对环境污染危害大。刘羽等^[48]采用 62 mg/L 微酸性次氯酸水和碱性电解水(NaHO)、水温 37.8 °C 对挤奶系统进行比较“温水—碱性电解水—微酸性次氯酸水”冲洗模式与常规“温水—碱性清洗剂(0.5% NaHO + NaClO)—酸性清洗剂(0.5% H₂SO₄ + H₃PO₄)—温水”冲洗模式,通过 ATP 酶荧光检测清除微生物的效果,认为微酸性次氯酸水清洗模式最佳,成本费用比以往降低 25% 以上,并可节水 14%。陆筑凤等^[49]用酸性次氯酸水对 200 L 啤酒发酵罐按“回收冲洗 10 min—冷碱水(2% NaHO)清洗 10 min—冷酸水(1.5% H₂SO₄)清洗 10 min—

酸性次氯酸水清洗 2 min”啤酒罐 CIP 清洗模式, 检验乳酸菌、野生酵母菌、醋酸杆菌、有害菌消毒状况, 结果 8 ~ 10 mg/L 的酸性次氯酸水消毒效果最好, 有效氯在啤酒罐中的半衰期 60 h, 实验室培养无杂菌生长, 弥补了以往啤酒罐消毒剂残留、毒害的不足, 具备啤酒罐消毒剂的良好条件和应用价值。刁春文等^[50]采用双排式 18 位挤奶设备, 分别用 10、50 mg/L 的非电解微酸性次氯酸水消毒剂替代原位清洗 (CIP) 的热碱、热酸清洗步骤, 仅把步骤中的温水冲洗改为温热水 (40 ~ 50 °C) 冲洗 8 ~ 10 min, 结果三组间清洗效果基本相同, 组间差异不显著; 微生物检测有效氯 50 mg/L 组好于有效氯 10 mg/L 组的趋势, 交奶检测微生物指标、体细胞数具有优于原有清洗模式的趋势; 非电解微酸性次氯酸水成本费用比原有模式降低了 30% ~ 40%。

3.3.2 奶牛蹄浴、乳房药浴 蹄病发病非常普遍^[51-52], 尤其是集约化程度高的奶牛场发病率更高, 奶牛蹄病是造成牧场经济损失的大病之一。通常一头奶牛在一个泌乳周期内产奶量降低约 360 kg, 而且也会使产犊间隔相应延长, 即从产犊到受孕的时间间隔增加 14 ~ 40 d, 也使得淘汰风险增加了 3 倍。每头奶牛蹄病造成成本损失约 125 ~ 400 美元不等。西川昆晔等^[53]采用 2.5% 的硫酸铜酸性电解水溶液杀灭大肠杆菌的效果比同浓度的硫酸铜溶液效果好。对奶牛蹄趾皮炎应用 5 个月发病率为 1.5% ~ 3.9%; 比用 5% 硫酸铜溶液应用 4 个月的效果好, 发病率减少了 50%。刁春文等^[54]采用 100、150 mg/L 非电解微酸性次氯酸水消毒剂蹄浴, 均达到了同样的预防蹄病的效果。蹄浴液随着蹄浴时间、头数及有机物污染的增加, 有效氯浓度逐渐下降, 第 4 小时下降了 70%, 第 6 小时仍能保持 5 mg/L 以上的浓度; 蹄病发病率同比减少了 3%。建议采用 50 mg/L 的流动性非电解微酸性次氯酸水更好。

关文怡等^[55]用 60 mg/L 电解次氯酸水对奶牛乳头药浴, 杀菌率为 96.74%, 与 5% 聚维酮碘的杀菌率 (95.38%) 相当; 用 30 mg/L 的次氯酸水与 5% 聚维酮碘消毒液对挤奶员双手杀菌率均达 95%

以上, 与荒井威吉等^[56]报道基本一致。南松剑等^[57]用 20 mg/L 的酸性次氯酸水对挤奶杯进行浸泡消毒, 消毒效果显著。分别用 1 min 和 5 min 对挤奶员手清洗和毛巾浸泡消毒, 效果分别达到 93.94% 和 97.07%, 高于相同有效氯浓度的次氯酸钠溶液。吕桂芬等^[58]用 30、60 mg/L 微酸性次氯酸水分别加入体积百分比 3% 和 10% 的甘油, 2 h 有效氯分别损失了 43% 和 57%, 6 h 有效氯均损失了 90%。微酸性次氯酸水由 pH 6.5 在 2 h 内下降约 0.5, 2 ~ 6 h 下降至 pH 3.5, 以后缓慢下降不变。用微酸性次氯酸水配置不同浓度的乳房药浴液与常用乳头药浴剂 5% 聚维酮碘的杀菌效果相同, 甚至超过对照组和聚维酮碘组, 与传统碘制剂相比具有安全、无残留、环保等优点, 加入甘油后具有保护乳头的作用。

3.3.3 抗奶牛热应激喷淋消毒 奶牛热应激对奶牛生产阶段均有不利的影响, 尤以高产奶牛最严重^[59-61]。我国每年 7、8、9 月 (南方可提前至 5 月份) 是奶牛热应激高发季节, 可导致产奶量大幅下降, 乳脂、乳蛋白含量降低, 免疫力、繁殖性能下降, 甚至可影响犊牛健康及奶牛以后几个产次, 奶牛热应激可继发奶牛瘤胃酸中毒和蹄叶炎, 给奶牛场造成严重的经济损失。除通风、降温外最好的方法是喷淋, 每天从 8 ~ 24 h 共喷淋 7 ~ 8 次, 每次间隔 2 h, 每次喷 1 min 停 4 min, 6 个循环为 1 次, 最佳部位是颈夹上部^[62]。采用非电解微酸性次氯酸水消毒剂在奶牛舍环境喷雾消毒的同时, 用 10 mg/L 的浓度喷淋预防奶牛热应激可获得一举多得的效果, 不但可以预防奶牛结节性皮肤病, 还可以预防奶牛皮肤瘙痒症, 主要是通过杀灭金黄色葡萄球菌等微生物的作用, 减少组胺、LTB₄、IL-2 的活性而减少瘙痒。

4 微酸性次氯酸水装备与消毒剂应用展望

对于养殖业预防疫病而言, 只需做好常规的生物安全消毒, 重点对传染源、传播途径和易感动物三方面因素进行科学防疫设计与管控, 必须建立常态化的消毒制度与措施, 全面保障安全生产和健康养殖。近年来, 非电解微酸性次氯酸水 (CELA 水)

装备技术及其消毒剂对非洲猪瘟病毒、高致病禽流感病毒、口蹄疫、新型冠状病毒等清洁消毒研究与应用取得了长足的进步,相对于电解法的强酸性电解水,微酸性电解水等在装备技术方面具有运输方便、智能化管控、消毒范围广、无残留等生物安全的优势,可以直接用于养殖业消毒、防控疫病,也可以应用在动物屠宰及动物源性食品加工领域。

应用时应根据非电解次氯酸水装备技术及其消毒剂的特性、杀菌速率、消毒环节和消毒对象,结合畜牧养殖场的实际和以往消毒情况,参考美国 FDA 及日本应用的浓度与方式,综合设计饮水、喷雾、喷淋、浸泡等消毒应用模式。建议常态化消毒用 50 mg/L 浓度对畜禽舍、奶牛蹄浴池、人员通道、生活区等联网、定时定量程控喷雾消毒,日量 300 mL/m² · d;当周边发生疫情时改用 100 mg/L 的浓度消毒;对生产工具等物体用 100 mg/L 的消毒剂喷淋或浸泡清洗消毒;采用 5 mg/L 浓度对猪、禽、犍牛进行过腹饮水消毒,注意在口服疫苗前后各 1 d 要停止饮用消毒剂,水线末端水有效氯浓度降为零时开始饮水;对商品蛋入市前清洗消毒,用 10 ~ 20 mg/L 浓度清洗消毒(有保鲜作用)、用 50 mg/L 的浓度对种蛋喷雾消毒。

有充分的理由相信,采用非电解微酸性次氯酸水装备及其消毒剂,能常态化、有效地开展养殖业全方位清洁消毒,为实现“畜牧业现场即时生产消毒剂,饮水、喷雾、喷洒消毒一机多用,消毒剂无毒无害、浓度按应用可调、单位时间产能可控,物联网远程安全监控”的现代化的整体应用运行模式,一定会给畜牧业带来可观的生态效益、经济效益和社会效益。

参考文献:

[1] 堀田国元,郭永明(译).酸性电解水的基础、应用及发展动向[J].中国护理管理,2008,8(4):7-11.
Mr Tian Guoyuan, yong - ming guo (eds.) basis, application and development tendency of the acidic electrolysis of water [J]. Journal of nursing management in China, 2008, 8 (4) : 7 - 11.

[2] 小野朋子.弱酸性亚盐素酸水溶液の各种芽孢に対する杀菌效果および适用事例[J].发酵协会,2012,107(2):100

- 108.

[3] Mujiede, E L Horse. Hypochlorous acid analysis method and antibacterial activity [J]. Trop J Pharm Res, 2013, 12 (1) : 123 - 126.

[4] 照那木拉,戴理,山本善和,等.非电解微酸性次氯酸水生成设备及生成方法[P].CN201910689048.0,2019.
Dai Li, Yamamoto and, etc. Electroless acidic hypochlorous acid water production equipment and production methods [P]. CN201910689048.0, 2019.

[5] 上海万籁环保科技股份有限公司. CELA 消毒剂企业标准: Q31/0117000673C002-2019-01[S].上海:上海市企业技术标准,2019.
morning is environmental protection technology co., LTD. Shanghai CELA disinfectant enterprise standards: Q31 c002/0117000673 - 2019 - 01 [S]. Shanghai: Shanghai enterprise technology standards, 2019.

[6] 何希君,姜成刚,吴东来,等.非洲猪瘟病毒 CELA 水消毒检测试验报告[R].哈尔滨:哈尔滨兽医研究所检测报告,2019.
He Xijun, Cheng - gang Jiang, Wu East, et al. The African swine fever virus CELA water disinfection test report [R]. Harbin: Harbin veterinary research institute, inspection report, 2019.

[7] 顾峥嵘,陈晓,翁蔚宗,等.次氯酸临床研究及使用进展[J].世界复合医学,2015,1(4):336-339.
Gu Zhengrong, Chen Xiao, Weng Wei Zong, et al. Clinical research and using hypochlorite progress [J]. World compound medicine, 2015, 1 (4) : 336 - 339.

[8] Wang L, Bassimi M, Najafi R, et al. Hypochlorous Acid as a Potential wound care agent: Parti. stabilized hypochlorous acid; a component of the inorganic armamentarium of innate immunity [J]. Journal of burns and wounds, 2007, 6(5) : 222 - 229.

[9] Crew J R, Varilla R, Allandale Rocas III T, et al. Treatment of acute necrotizing fasciitis using negative pressure wound therapy and adjunctive neutrophase irrigation under the foam [J]. Wounds, 2013, 25(10) : 272 - 277.

[10] Feldman C, Anderson R, Kanthakumar K, et al. Oxidant - Mediated ciliary dysfunction in human respiratory epithelium [J]. Biol Med, 1994, 17(5) : 1 - 10.

[11] 牛会平,李慧颖,吴彤娇,等.微酸性电解水与强酸性电解水消毒能力比较及分析[J].河北医药,2018,33(1):124-131.
Niu Hui Ping, Hui - Ying Li, Denis Jiao, et al. The micro electrolysis of water and acidic acid electrolysis of water disinfection ability to compare and analysis [J]. Journal of hebei pharmaceutical, 2018 (1) : 124 - 131.

[12] 宁培勇,丁津华,王源.酸性氧化电位水与含氯消毒剂杀菌效

- 果比较研究[J]. 中国消毒学杂志, 2015, 32(1): 16-21.
- Ning P Y, Ding J H, Wang Y. Acid oxidation potential water with chlorine disinfectant bactericidal effect comparison study [J]. China environmental microbiology, 2015, 32 (1): 16-21.
- [13] 赵斌秀, 王妍彦, 何维英, 等. 酸性氧化电位水对三种病毒灭活效果及有机物影响的研究[J]. 中国消毒学杂志, 2010, 27(4): 422-424.
- Zhao Binxiu Wang Yanyan, He Weiyang, *et al.* The acidic water oxidation potential of three kinds of virus inactivated effect and the influence of organic matter research [J]. China environmental microbiology, 2010, 27 (4): 422-424.
- [14] 屠瑞莹, 丁长河, 殷丽君, 等. 微酸性电解水去除赭曲霉毒素 A 的研究[J]. 中国食品学报, 2015, 15(11): 128-134.
- Tu R Y, Ding Ch H, Yin L J, *et al.* slightly acidic electrolysis of water to remove ochratoxin A study [J]. Journal of Chinese food, 2015, 15 (11): 128-134.
- [15] Fair G M, Morris J C, Chang S L, *et al.* The behavior of chlorine as a water disinfectant [J]. Journal, 1948, 40 (10): 1051-1061.
- [16] 赖发伟, 杨宁, 曾文明, 等. 酸性氧化电位水对微生物杀菌效果研究[J]. 中国消毒学杂志, 2016, 33(7): 698-700.
- limei Lin wei, Yang Ning, Zeng Wen ming, *et al.* The acidic water oxidation potential of microbial sterilization effect research [J]. China environmental microbiology, 2016, 33 (7): 698-700.
- [17] Zhu H, Zhang Z, Long S, *et al.* Synthesis of an ultrasensitive BODIPY-derived fluorescent probe for detecting HOCl in live cells[J]. Nature protocols, 2018, 13(10): 2348-2361.
- [18] Thomas E. L. Myeloperoxidase, hydrogen peroxide, chloride antimicrobial system: Nitrogen-chlorine derivatives of bacterial components in bacterial action against Escherichia coli[J]. Infection and Immunity. 1979, 23(2), 522-531.
- [19] 厚生労働省. 食品衛生法施行規則の一部を改正する省令(厚生労働七五)[S]. 东京: 日本厚生労働省, 平成 14 年.
- [20] FDA FCN food contact notification 1811 hypochlorous acid[EB/OL]. (2017-10-17). <https://www.hypochlorousacid.com/regulation>
- [21] 国家卫生法制与监督司. 消毒技术法规[S]. National health legal system and supervision. Disinfection technical regulations [S].
- [22] 李姚四, 崔永成, 张顺合, 等. 固体氧化电位消毒剂对油鸡产蛋的影响观察[J]. 中国消毒学杂志, 2007, 24(2): 140-142.
- Li yao si, Cui Yong cheng, Zhang Shun ge, *et al.* Solid oxidation potential disinfectant for chicken egg observation [J]. The influence of Chinese environmental microbiology, 2007, 24 (2): 140-142.
- [23] 姬真真, 石志芳, 范佳英, 等. 微酸性电解水消毒对肉鸡舍内微粒和微生物的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2017, 53(3): 96-99.
- kyi zhenzhen, Shi Zhifang, jia-ying fan, *et al.* slightly acidic electrolysis of water disinfection of meat chicken coop the effects of the particles and microorganisms in [J]. Chinese journal of animal husbandry, 2017, 53(3): 96-99.
- [24] 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 Huichao bao-ming li, ShangYu super, *et al.* Chicken egg kind of farm neutral electrolytic water spray disinfection test study [J]. Journal of agricultural engineering, 2010, 26 (9): 270-273.
- [25] 魏永祥, 李宗刚, 李保明, 等. 孵化场微酸性电解水冲洗消毒效果试验研究[J]. 农业工程学报, 2019, 35(10): 157-163.
- yong-xiang wei, zong-gang li, bao-ming li, *et al.* Hatcheries acidic electrolysis of water washing disinfection effect experimental study [J]. Journal of agricultural engineering, 2019, 35 (10): 157-163.
- [26] 郑炜超, 李宗刚, Sanjay B Shahs, 等. 基于微酸性电解水喷雾的挡风墙对蛋种鸡舍氨气和细菌气溶胶的减排研究[C]//中国农业文摘·农业工程论文集, 2017.
- Zheng Hui chao, zong-gang li, Sanjay B Shahs, *et al.* Based on the acidic electrolysis of water spray wind wall of egg hen house emissions of ammonia and bacterial aerosols research [C]//proceedings of Chinese abstract of agriculture, agricultural engineering, 2017.
- [27] 魏建平, 王明明, 照那木拉, 等. 非电解微酸性次氯酸在白羽肉鸡场应用的试验报告[C]//第三届白羽肉鸡研讨会论文集, 2019.
- jian-ping wei, wang ming ming, according to the wood, *et al.* Electroless acidic hypochlorous acid in white RouJiChang application test report [C]//the third white chicken symposium proceedings, 2019.
- [28] 南松剑, 李保明, 尚宇超, 等. 中性电解水在肉鸡场消毒中的应用研究[C]//纪念中国农业工程学会成立 30 周年暨中国农业工程学会 2009 年学术年会(CSAE 2009)论文集, 2009.
- south pine sword, bao-ming li, ShangYu super, *et al.* Neutral electrolysis of water application in RouJiChang disinfection research [C] // commemorate 30 anniversary of the founding of the Chinese society of agricultural engineering and the Chinese society of agricultural.

- [29] 藏一天. 微酸性电解水对进入鸡场物品表面消毒方法研究 [D]. 北京: 中国农业大学, 2015.
- One - day Zang. Acidic electrolysis of water on the surface of the goods entering a chicken disinfection method research [D]. Beijing: China agricultural university, 2015.
- [30] 张晓娜. 不同 pH 值酸性氧化电位水对多重耐药菌及生物被膜杀灭作用的应用研究 [D]. 西安: 第四军医大学, 2016.
- xiao - na zhang. Different pH acid oxidation potential of water and biological multi - resistant bacteria was touch killing effect of applied research [D]. Xi'an: the fourth military medical university, 2016.
- [31] 王阳, 张家发, 胡喜军, 等. 规模化鸡场饮水系统添加微酸性电解水杀菌效果试验 [J]. 农业工程学报, 2017, 33 (9): 230 - 236.
- wang Yang, jia - fa zhang, Hu Xijun, *et al.* Large scale farm water system adding acidic electrolysis of water sterilization effect test [J]. Journal of agricultural engineering, 2017 (9): 230 - 236.
- [32] Bügener E, Kump A W, Casteel M, *et al.* Benefits of neutral electrolyzed oxidizing water as a drinking water additive for broiler chickens [J]. Poultry science, 2014, (93): 2320 - 2326.
- [33] 魏建平, 朱秋华, 王璐璐, 等. 微酸性次氯酸分子水改善养殖水质和鸡舍有害气体的试验 [J]. 中国兽医杂志, 2019, 55 (10): 29 - 35.
- jian - ping wei, qiu - hua zhu, Wang Lulu, *et al.* slightly acidic hypochlorous acid molecular improvement of aquaculture water quality water sheds and harmful gas test [J]. Chinese journal of veterinary, 2019, 55 (10): 29 - 35.
- [34] 倪莉. 微酸性电解水对蛋鸡沙门氏菌的杀菌规律研究 [D]. 北京: 中国农业大学, 2016.
- NiLi. Acidic electrolysis of water for laying hens salmonella sterilization law research [D]. Beijing: China agricultural university, 2016.
- [35] 倪莉, 李明宝, 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] // 生态环境与畜牧业可持续发展学术研讨会暨中国畜牧兽医学学会 2012 年学术年会和第七届全国畜牧兽医青年科技工作者学术研讨会会议论文集——T01 畜舍环境与调控技术专题, 2012.
- NiLi ming - bao li, ShiZheng incense, *et al.* Slightly acidic electrolysis of water spray on the surface of a chicken environmental disinfection test research [C] // conference on ecological environment and sustainable development of animal husbandry and China animal husbandry and veterinary association 2012 annual seminar and the 7th national conference on animal husbandry and veterinary youth science and technology workers conference proceedings - T01 barns environment and regulation technology, 2012.
- [36] 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 (3): 358 - 362.
- zhi - wei zhu, bao - ming li, yong - yu li, *et al.* Neutral electrolysis of water on the surface of eggs cleaning sterilization effect [J]. Journal of agricultural engineering, 2010, 26 (3): 358 - 362.
- [37] 王阳, 涂江, 杨洪敏, 等. 微酸性电解水喷雾对种蛋杀菌效果研究 [J]. 中国家禽, 2019, 41 (12): 31 - 37.
- wang Yang, TuJiang, Yang Hong min, *et al.* Slightly acidic electrolysis of water spray for hatching egg sterilization effect research [J]. Chinese poultry, 2019, 41 (12): 31 - 37.
- [38] 姬真真, 惠雪, 石志芳, 等. 饮用微酸性电解水对肉鸡肠道微生物及免疫功能的影响 [J]. 西北农林科技大学学报 (自然科学版), 2020, 48 (4): 107 - 113.
- kyi zhenzhen, wilshire, Shi Zhi fang, *et al.* Drinking acidic electrolysis of water influence on chicken gut microbes and the immune function [J]. Journal of northwest agriculture and forestry university of science and technology (natural science edition), 2020, 48 (4): 107 - 113.
- [39] 王阳, 张家发, 李保明, 等. 饮水系统加微酸性电解水对蛋鸡肠道微生物的影响 [J]. 中国农业大学学报, 2018, 34 (1): 113 - 119.
- wang Yang, jia - fa zhang, bao - ming li, *et al.* Drinking water system with acidic electrolysis of water for laying hens the impact of gut microbes [J]. Journal of China agricultural university, 2018, 34 (1): 113 - 119.
- [40] 乌云达来, 郝建雄, 刘海杰, 等. 酸性氧化电位水对两种严重致病性畜禽病毒灭火效果的研究 [J]. 中国消毒学杂志, 2013, 30 (12): 1111 - 1113.
- dalai lama, Hao Jianxiong, Liu Haijie, *et al.* Acid oxidation potential water fire extinguishing effect of two kinds of serious pathogenicity of livestock and poultry virus research [J]. China environmental microbiology, 2013, 30 (12): 1111 - 1113.
- [41] 刘文, 蒲施桦, 李保忠, 等. 微酸性电解水对猪场空气消毒效果的研究 [J]. 猪业科学, 2015, 32 (2): 89 - 90.
- Liu wen, pu ShiHua, Li Bao zhong, *et al.* Slightly acidic electrolysis of water to farm air disinfection effect research [J]. Journal of pig industry science, 2015, 32 (2): 89 - 90.
- [42] 丁玉春, 刘文, 林宝忠, 等. 电解水消毒设备及工艺在规模化猪场的应用 [J]. 猪业科学, 2015, 32 (12): 48 - 49.
- yu - chun ding, liu wen, Lin Bao zhong, *et al.* electrolysis of water disinfection equipment and technology in the application of large - scale pig farms [J]. Journal of pig industry science,

- 2015, 32 (12): 48-49.
- [43] 石志芳, 席磊, 程璞, 等. 微酸性电解水猪场消毒效果研究 [J]. 西北农林科技大学学报 (自然科学版), 2020, 48 (5): 1-10.
- Shi Zhi Fang, Xi Lei, Cheng Pu, *et al.* slightly acidic electrolysis of water pig disinfection effect research [J]. Journal of northwest agriculture and forestry university of science and technology (natural science edition), 2020, 48 (5): 1-10.
- [44] 关文怡, 隗功虎, 李红才, 等. 微酸性电解水对断乳仔猪血液生理生化指标的影响 [J]. 饲料研究, 2017, 45 (21): 22-24.
- Guan Wen Yi, Kui Gong Hu, Li Hong Cai, *et al.* slightly acidic electrolysis of water for weanling piglets blood physiological and biochemical index [J]. The influence of feed research, 2017, 45 (21): 22-24.
- [45] 谢丹. 微酸性电解水在断奶仔猪饮水中应用研究 [D]. 四川农业大学, 2017.
- lily. Acidic electrolysis of water in weaned piglets in drinking water application research [D]. Sichuan agricultural university, 2017.
- [46] 郝晓霞. 微酸性电解水对畜禽场环境微生物控制研究 [D]. 北京: 中国农业大学, 2014.
- xiao-xia hao. Acidic electrolysis of water environmental microbial control of livestock and poultry field research [D]. Beijing: China agricultural university, 2014.
- [47] Bui V N, Nguyen K V, Pham N T, *et al.* Potential of electrolyzed water for disinfection of food- and -mouth disease virus [J]. Journal of Veterinary Medical Science, 2017, 79 (4): 726-729.
- [48] 刘羽, 王朝元, 施正香, 等. 储奶罐电解水清洗除菌效果与清洗模式优选 [J]. 农业工程学报, 2017, 33 (10): 300-306.
- Liu Yu, Chao Yuan Wang, Shi Zheng xiang, *et al.* The milk storage tank electrolysis of water cleaning antibacterial effect and the model optimization [J]. Journal of agricultural engineering, 2017, 33 (10): 300-306.
- [49] 陆筑凤, 李超, 李加友, 等. 酸性氧化电位水对啤酒发酵罐的消毒效果 [J]. 中国酿造, 2010, 224 (11): 115-117.
- built lu feng, li chao, jia-you li, *et al.* Acid oxidation potential of beer fermentation tank water disinfection effect [J]. China brewing, 2010, 224 (11): 115-117.
- [50] 刁春文, 于帅, 丁岚峰, 等. 非电解微酸性次氯酸消毒液替代挤奶设备酸碱清洗环节的应用研究 [R]. 沈阳: 沈阳溢源科技有限公司, 2019.
- DiaoChunWen, handsome, Ding Lanfeng, *et al.* Electroless acidic hypochlorite disinfectant instead of milking equipment of acid and alkali cleaning link application research [R]. Shenyang: shenyang source technology co., Ltd., 2019.
- [51] 赵建清. 防治牛跛行的修蹄、浴蹄法 [J]. 饲料博览, 2019, 34 (8): 93.
- jian-qing zhao. Prevention and treatment of cattle the limping shoeing, bath foot method [J]. Journal of feed expo, 2019 (8): 93.
- [52] 王礞礞. 控制和预防奶牛蹄病, 为奶牛舒适度保驾护航 [J]. 中国乳业, 2015, 164 (8): 68-71.
- king Meng Meng. Cows hoof disease control and prevention, is the escort cow comfort [J]. Journal of China's dairy industry, 2015, 164 (8): 68-71.
- [53] 西川晃豊, 田口清, 樋口豪纪, 等. 乳牛群における強電解酸性水硫酸銅液の趾皮膚炎による跛行の制御効果 [J]. 日本兽医医学协会杂志, 2006, 59 (上): 35-39.
- [54] 刁春文, 王爱斌, 丁岚峰, 等. 微酸性次氯酸消毒液对奶牛蹄浴应用研究 [R]. 沈阳: 沈阳溢源生物科技有限公司, 2019.
- DiaoChunWen Wang Aibin, Ding Lanfeng, *et al.* slightly acidic hypochlorite disinfectant of cow foot bath application research [R]. Shenyang: shenyang profit source biological technology co., LTD., 2019.
- [55] 关文怡, 于凤芝, 岳子易, 等. 微酸性电解水在奶牛场的消毒效果试验 [J]. 中国畜牧兽医文摘, 2017, 33 (10): 64-65.
- GuanWenYi, feng-zhi yu, YueZi yi, *et al.* Slightly acidic electrolysis of water in the dairy farm disinfection effect test [J]. Journal of China animal husbandry and veterinary abstract, 2017 (10): 64-65.
- [56] 荒井威吉, 仙回品嗣, 山上贵札, 等. 強酸性電解水による乳頭清拭の効果 [J]. 北畜会報, 2002, 44: 59-63.
- [57] 南松剑, 王朝元, 曹薇, 等. 微酸性电生功能水用于奶牛乳浴消毒的研究 [C] // 纪念中国农业工程学会成立 30 周年暨中国农业工程学会 2009 年学术年会 (CSAE2009) 论文集, 2009.
- south pine sword, chao-yuan wang, Cao Wei, *et al.* Slightly acidic electric raw water used for disinfection of cow milk bath research [C] // To commemorate the 30 anniversary of the founding of the Chinese society of agricultural engineering and the Chinese society of agricultural engineering (CSAE2009) academic conference proceedings, 2009, 2009.
- [58] 吕桂芬, 乌云达来, 李玉坤, 等. 甘油混合条件下微酸性次氯酸水对奶牛乳房炎致病菌体外抑菌效果评价 [J]. 中国乳品工业, 2018, 46 (11): 4-7.
- Lv Guifen, dark clouds dalai lama, yu-kun li, *et al.* Glycerin mixed acidic hypochlorous acid under the condition of water for dairy cow mastitis pathogens *in vitro* bacteriostasis effect evaluation [J]. Journal of China's dairy industry, 2018, 46 (11): 4-7.

- [59] Lseral F, 刘英霞. 热应激对奶牛场生产效益的影响[J]. 中国奶牛, 2012, 339(10): 59-61.
- Lseral F, ying-xia liu. The influence of heat stress on dairy production efficiency [J]. Chinese dairy cows, 2012, 339(10): 59-61.
- [60] 赵正阳, 赵 锋. 夏季热应激对奶牛的影响及防治[J]. 上海畜牧兽医通讯, 2008, 68(2): 90.
- Zhao Zhengyang, zhao feng. Summer the effect of heat stress on cows and control [J]. Journal of Shanghai, animal husbandry and veterinary communication of 2008, 60(2): 90.
- [61] 曹志军. 热应激条件下围产牛和犊牛的饲养变革[C]// 第十一届中以奶牛养殖技术论坛, 2019.
- zhi-jun cao. Heat stress conditions among the breeding of cows and calves change [C] // . The 11th in dairy farming technical discussions with teachers, 2019.
- [62] 苏衍箴. 南方牧场热应激防控关键点[DB/OL]. (2019-09-23). 中国畜牧业信息网《荷斯坦》杂志, 2019.
- Southern pastures heat stress prevention and control key points [DB/OL]. (2019-09-23). The Chinese animal husbandry information network holstein magazine, 2019.

(编辑: 侯向辉)