

doi:10.11751/ISSN.1002-1280.2021.5.04

过硫酸氢钾复合物粉质量研究

黎健业, 梁劲康, 吴志玲, 雍燕, 黎乃添, 温永茹, 梁惠莲, 张桂君*

(广东温氏大华农生物科技有限公司, 云浮 527400)

[收稿日期] 2020-12-05 [文献标识码] A [文章编号] 1002-1280 (2021) 05-0028-09 [中图分类号] S859.79

[摘要] 为了考察过硫酸氢钾复合物粉的质量特性, 通过水中溶解度、水中有效氯稳定性、金属腐蚀性、局部刺激性以及对目标病原微生物的杀灭效果等试验, 对过硫酸氢钾复合物粉进行质量研究。结果表明, 过硫酸氢钾复合物粉在水中的最大溶解度可达到 60.0 g/L, 且其溶液有效氯的稳定性可达 10 天左右。过硫酸氢钾复合物粉溶液对不锈钢无腐蚀作用, 但是对铝、铜和碳钢等金属均具有不同程度的腐蚀作用。经验证, 过硫酸氢钾复合物粉溶液对皮肤和眼睛等无明显的刺激性, 但对病原微生物具有一定的杀灭效果: 1.0 g/L 的过硫酸氢钾复合物粉溶液 5 min 内可有效杀灭大肠杆菌和金黄色葡萄球菌; 10 min 内可有效杀灭沙门氏菌和链球菌。2.5 g/L 的过硫酸氢钾复合物粉溶液在作用 5 min 后可有效灭活非洲猪瘟病毒。上述试验结果均表明, 过硫酸氢钾复合物粉是一种可有效杀灭病原微生物的新型消毒剂。

[关键词] 过硫酸氢钾复合物粉; 稳定性; 杀菌活性; 非洲猪瘟病毒

Study on the Quality Evaluation of Potassium Peroxymonosulphate Powder

LI Jian-ye, LIANG Jing-kang, WU Zhi-ling, YONG Yan, LI Nai-tian,

WEN Yong-ru, LIANG Hui-lian, ZHANG Gui-jun*

(Guangdong Wenshi Dahuanong Biotechnological Co., Ltd., Yunfu 527400, China)

Corresponding author: ZHANG Gui-jun, E-mail: 870213259@qq.com

Abstract: In order to investigate the quality characteristics of potassium peroxymonosulphate powder, the solubility in water, the stability of available chlorine in water, the corrosive action on metals, the local irritation and the disinfection effect on target pathogenic microorganisms, were studied. Results showed that the maximum solubility in water was 60.0 g/L and the stability of available chlorine in water lasted about 10 days. The potassium peroxymonosulphate solution had no corrosive effect on stainless steel, but had different degrees of corrosive effects on aluminum, copper and carbon steel. Potassium peroxymonosulphate solution had no obvious irritation to rabbit's skin and eyes, but had great disinfection effect on target pathogenic microorganisms.

基金项目: 云浮市科技计划项目 (2020020701); 肇庆市科技计划项目 (2020 NCP0102)

作者简介: 黎健业, 硕士, 从事兽药制剂的开发研究。

通讯作者: 张桂君。E-mail: 870213259@qq.com

Potassium peroxymonosulphate solution at the concentration of 1.0 g/L could kill *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* effectively within 5 minutes, and it could kill *Salmonella* and *Streptococcus* effectively within 10 minutes. Potassium peroxymonosulphate solution at the concentration of 2.5 g/L could kill African swine fever virus in 5 minutes. The above results demonstrated that potassium peroxymonosulphate powder was a new type of disinfectant, which was safe, non-irritating and had great disinfection effect on target pathogenic microorganisms.

Key words: potassium peroxymonosulphate powder; stability; disinfection activity; African swine fever virus

过硫酸氢钾复合物粉主要成分包括过硫酸氢钾复合盐、氯化钠和表面活性剂等。过硫酸氢钾复合物粉在水中溶解后可经链式反应持续产生新生态氧、次氯酸和自由羟基等,可通过氧化作用使菌体蛋白质变性凝固、改变细胞膜的通透性使之破裂;同时也可作用于 DNA 和 RNA 的磷酸二酯键,干扰病原菌 DNA 和 RNA 的合成,从而杀灭目标病原菌^[1-2]。过硫酸氢钾复合物粉水溶液可自然分解,对水体和土壤无污染,在动物疫病的防控中具有广阔的应用前景。在过硫酸氢钾复合物粉现行的质量标准中,规定了其性状、溶解性、pH 值、氯化钠和有效氯的含量等理化指标^[3],却未能为养殖临床的合理使用提供更充分的技术指导。因此,在参考《消毒技术规范》(2002 年版)的基础上^[4],进一步开展过硫酸氢钾复合物粉的水中溶解度、有效氯稳定性、金属腐蚀性、局部刺激性以及对目标病原微生物的杀灭效果等质量评价工作,以期为其在养殖临床中的科学使用提供一定的参考依据。

1 材料与方法

1.1 仪器 PHS-3C pH 计,上海精密科学仪器有限公司;CPA225D 电子天平,德国 Sartorius 公司;Milli-Q 超纯水仪,美国 Millipore 公司;LDZX-75KBS 立式压力蒸汽灭菌器,上海申安医疗器械厂;SW-CJ-1F 超净工作台,苏州安泰空气技术有限公司;LRH-250A 生化培养箱,广东省韶关市鑫腾科普仪器有限公司;ZQLY-180 N 振荡培养箱,上海知楚仪器有限公司。

1.2 药品与试剂 过硫酸氢钾复合物粉,批号:20190803,含有效氯不得少于 10.0%,广东温氏大华农生物科技有限公司动物保健品厂提供;碳钢、

不锈钢、铜和铝等标准腐蚀试片:圆形,直径 24.0 mm,厚 1.0 mm,穿一直径为 2.0 mm 小孔,表面积总值约为 9.80 cm²,购自扬州科力环保设备有限公司;碘化钾和冰乙酸均为分析纯,购自上海润捷化学试剂有限公司;硫代硫酸钠,分析纯,购自天津福晨化学试剂有限公司;营养肉汤培养基和营养琼脂培养基,均购自广东环凯微生物科技有限公司。

1.3 试验动物 6 只普通级新西兰雄性长耳兔,2.0~2.5 kg,由广东温氏大华农生物科技有限公司提供(动物使用许可证号:SYXK(粤)2018-0087)。试验前先饲养 5 d,试验期间自由饮水和饲喂。

1.4 试验菌株、毒株及细胞 金黄色葡萄球菌标准菌株(ATCC 6538 和 ATCC 29213)、大肠杆菌标准菌株(8099 和 ATCC 25922)、沙门氏杆菌标准菌株(ATCC 14028)以及链球菌标准菌株(ATCC 43765),均来源于中国医学细菌保藏管理中心。非洲猪瘟病毒毒株:ASFV/China/GZ201801,由国家非洲猪瘟区域实验室(广州)分离鉴定;原代猪肺泡巨噬细胞(PAMs),由华南农业大学兽医学院分离鉴定。

1.5 水中最大溶解度试验 称取 10.0 g 过硫酸氢钾复合物粉样品于烧杯中,加入 1 L 水,充分搅拌,待样品全部溶解后,继续加入 1.0 g 样品,重复上述操作,直至样品溶液变浑浊或烧杯底部出现不溶物,即为过硫酸氢钾复合物粉在水中的最大溶解度。

1.6 水中稳定性试验 精密称取 10.0 g 过硫酸氢钾复合物粉样品于 1000 mL 容量瓶中,加入适量水振摇使溶解并稀释至刻度,摇匀。将上述样品溶液转移至烧杯中,室温下放置,分别于第 0、1、2、3、5、

8、10 d 取样,并按照有效氯含量测定方法的相关要求检测各样品溶液中有效氯的含量^[3],计算有效氯含量的下降率。

1.7 金属腐蚀性试验 参考《消毒技术规范》(2002 年版)的相关要求^[4],采用浸泡法开展过硫酸氢钾复合物粉对金属的腐蚀性试验。待碳钢、不锈钢、铜和铝等标准样片进行充分清洗、干燥和恒重后,分别将其完全浸泡在浓度为 5.0 g/L 的过硫酸氢钾复合物粉溶液中;同时另取上述金属标准样片浸泡于相同体积的超纯水中,作为空白对照。室温下浸泡 72 h 后,取出各金属样片,观察其外观性状变化,并按规定进行水冲洗、去除腐蚀物、干燥和称重,计算各金属腐蚀速率。

1.8 局部刺激性试验

1.8.1 皮肤刺激性试验 参考《消毒技术规范》(2002 年版)的相关要求^[4],开展过硫酸氢钾复合物粉溶液对家兔的皮肤刺激性试验。在试验前 24 h,用脱毛剂去除 3 只家兔背部脊柱两侧的毛且不得损伤皮肤,去毛范围为左、右各约 3 cm × 3 cm。次日将浓度为 10.0 g/L 的过硫酸氢钾复合物粉溶液滴到面积为 2.5 cm × 2.5 cm 的两层纱布上,并敷贴在左侧去毛皮肤表面,用一层无刺激塑料膜覆盖,然后用无刺激胶布固定。另取等体积的生理盐水同法操作,敷贴在右侧去毛皮肤表面,作为空白对照。敷贴时间为 4 h。试验结束后,用温水除去残留过硫酸氢钾复合物粉溶液。分别于去除过硫酸氢钾复合物粉溶液后 1、24 和 48 h 观察皮肤局部反应,并对其进行刺激反应评分^[1,4]。

1.8.2 急性眼刺激性试验 参考《消毒技术规范》(2002 年版)的相关要求^[4],开展过硫酸氢钾复合物粉溶液对家兔的急性眼刺激性试验。吸取新配制浓度为 10.0 g/L 的过硫酸氢钾复合物粉溶液 0.1 mL,滴入家兔左侧眼结膜囊内,右侧眼以生理盐水作为正常对照。滴入消毒剂溶液后,将兔眼被动闭合 4 s,30 s 后用生理盐水冲洗。在滴眼后 24、48、72 h,肉眼观察兔眼结膜、角膜和虹膜的损伤与恢复情况,并对眼角膜、虹膜和结膜的急性刺激反应进行评分^[1,4]。

1.9 细菌杀灭评价试验

1.9.1 中和剂鉴定试验 以金黄色葡萄球菌 ATCC 6538 和大肠杆菌 8099 为试验菌,按照《消毒技术规范》(2002 年版)中消毒剂杀微生物试验项下中和剂鉴定试验的相关规定进行操作及结果判定^[4]。

1.9.2 悬液定量杀菌试验 参考《消毒技术规范》(2002 年版)的相关要求^[4],分别制备金黄色葡萄球菌 ATCC 6538 和大肠杆菌 8099 菌悬液,并用 0.03 mol/L PBS 缓冲液 (pH = 7.2) 稀释至 $3.0 \times 10^7 \sim 5.0 \times 10^7$ CFU/mL。用无菌标准硬水将过硫酸氢钾复合物粉分别配制成 5.0 g/L 和 2.5 g/L 的溶液,置于 20 °C ± 1 °C 水浴中备用。分别吸取 0.5 mL 菌悬液与 4.5 mL 过硫酸氢钾复合物粉溶液混匀,置于 20 °C ± 1 °C 水浴中作用至预定时间,立即吸取上述菌悬液 1.0 mL,加入 9.0 mL 中和剂混匀,中和 10 min 后,吸取 1.0 mL 样液,进行活菌计数培养,计算杀菌率。对照组以无菌标准硬水代替过硫酸氢钾复合物粉溶液,同时进行上述步骤。上述试验重复 3 次。

1.9.3 定性杀菌试验 参考《消毒技术规范》(2002 年版)的相关要求^[4],分别制备金黄色葡萄球菌 ATCC 29213、大肠杆菌 ATCC 25922、沙门氏杆菌 ATCC 14028 和链球菌 ATCC 43765 菌悬液,并用 0.03 mol/L PBS 缓冲液 (pH = 7.2) 稀释至 $1.0 \times 10^7 \sim 1.0 \times 10^9$ CFU/mL。用无菌标准硬水将过硫酸氢钾复合物粉分别配制成 5、2.5、1.25 和 1.0 g/L 等 4 个浓度的溶液,分别移取上述各浓度溶液 8.0 mL 于无菌试管中,然后于每管内加入 1.0 mL 菌悬液混匀。待作用至预定时间,立即吸取上述菌悬液 1.0 mL,加入 9.0 mL 中和剂混匀,中和 10 min 后,再取出 0.5 mL 加入至 4.5 mL 营养肉汤培养基中,同时接种阳性对照,37 °C 培养 24 h。若培养基管发生浑浊即表示有细菌生长;若培养基管不浑浊,继续培养至第 7 天,若仍不浑浊则判定为无菌生长。以无菌生长管消毒液的最低浓度为最低杀菌有效浓度。上述试验重复 3 次。

1.10 非洲猪瘟病毒杀灭评价试验 在农业农村

部颁布的《非洲猪瘟疫情应急实施方案(2020 年第二版)》中^[5],推荐使用过硫酸氢钾类消毒剂,并按推荐使用的高浓度进行非洲猪瘟疫情的消毒防控。因此,本文委托了国家非洲猪瘟广州区域实验室开展过硫酸氢钾复合物粉对非洲猪瘟病毒(ASFV)的杀灭效果评价试验。

1.10.1 载体细胞毒性验证试验 用 PBS 溶液配制浓度为 100 g/L 的过硫酸氢钾复合物粉贮备溶液,进行逐级稀释后配得 10.0、1.0、0.1、0.01 g/L 等系列浓度的试液。同法采用含 20% 胎牛血清的 PBS 溶液配制相同系列浓度的试液。分别取上述试液与原代猪肺泡巨噬细胞(PAMs)作用 2 h,然后弃去消毒剂溶液,另加细胞维持培养液,置于 37 ℃ 二氧化碳培养箱中培养 48 h,采用 CCK8 法测定细胞的活性,以确定消毒剂对 PAMs 的安全浓度范围。

1.10.2 非洲猪瘟病毒杀灭试验 为了避免消毒剂溶液影响 PAMs 细胞的生长,根据 1.10.1 项下的试验结果,将过硫酸氢钾复合物粉溶液与 ASFV 悬液反应后的试液稀释至安全浓度后再转移至细胞培养基中进行后续的考察试验。分别用无菌 PBS 溶液或含 20% 胎牛血清的 PBS 溶液将过硫酸氢钾复合物粉稀释成 5.0 g/L 和 2.5 g/L 等浓度的试液。分别将 0.5 mL 上述试液与 0.5 mL ASFV 悬液(病毒滴度为 1.0×10^5 HAD₅₀)混匀。待作用至预

定灭活时间,将反应产物稀释 100 倍,稀释液接种到 PAMs 细胞上,孵育 2 h,弃去反应产物,另加细胞维持培养液,置 37 ℃ 二氧化碳培养箱中培养 48 h。另将病毒悬液分别稀释 100 倍和 10000 倍后接种到 PAMs 细胞上,作为阳性对照组;将 PBS 溶液接种到 PAMs 细胞上,作为阴性对照组,同法进行培养处理。培养结束后,向上述不同处理试验组中加入猪红细胞,观察红细胞吸附现象,以判断 ASFV 的杀灭效果。上述活病毒操作试验均在华南农业大学动物生物安全三级实验室中进行。

2 结果与分析

2.1 水中最大溶解度试验结果 根据过硫酸氢钾复合物粉现行的质量标准,其溶解性检查项要求:0.5 g 样品在 50 mL 水中经充分搅拌后应全部溶解^[3]。本文采用的过硫酸氢钾复合物粉样品在水中的最大溶解度为 60.0 g/L,为现行质量标准溶解性要求的 6 倍,能够满足养殖临床消毒防控的需求。

2.2 水中稳定性试验结果 由表 1 可知,过硫酸氢钾复合物粉水溶液在常温下放置 8 d 后,有效氯含量仍保持在 10% 左右;10 d 后,有效氯含量仍保持在 9.5% 以上,稳定性较好。因此,过硫酸氢钾复合物粉在水中溶解后有效氯的稳定性可维持 10 d 左右。

表 1 过硫酸氢钾复合物粉溶液中有效氯的稳定性试验结果(n=2)

Tab 1 The available chlorine stability results of potassium peroxymonosulphate solution

时间(d)Time	0	1	2	3	5	8	10
有效氯含量/% Content of available chlorine	11.30	10.97	10.75	10.61	10.21	9.95	9.56
有效氯含量下降量/% Decrease ratio of available chlorine	/	2.92	4.86	6.11	9.65	11.95	15.40

2.3 金属腐蚀性试验结果 由表 2 可知,过硫酸氢钾复合物粉溶液在常温下对不锈钢、铝、铜和碳钢等金属的腐蚀速率分别为 0.0002、0.0598、

0.3498 和 0.4515 mm/a,表明过硫酸氢钾复合物粉溶液对不锈钢基本无腐蚀作用,但是对铝具有轻度腐蚀作用以及对铜和碳钢具有中度腐蚀作用。

表 2 过硫酸氢钾复合物粉溶液对不同金属的腐蚀性试验结果 (n=2)

Tab 2 Different metal corrosion results in potassium peroxymonosulphate solution			
金属 Metal	试验后金属外观变化 Changes of metal appearance	腐蚀速率 (mm/a) Corrosion rate	腐蚀性等级 Corrosion degree
碳钢 Carbon steel	色泽变暗,表面有锈斑	0.4515	中度腐蚀
不锈钢 Stainless steel	无明显变化	0.0002	基本无腐蚀
铜 Copper	色泽变暗,表面有锈斑	0.3498	中度腐蚀
铝 Aluminum	色泽变暗	0.0598	轻度腐蚀

2.4 刺激性试验结果

2.4.1 皮肤刺激性试验结果 由表 3 可知,在试验结束 1 h 后,部分家兔皮肤出现了轻微的红斑症状,但 24 h 后红斑症状消失,皮肤恢复正常。由于

在 48 h 观察期内,家兔的皮肤刺激指数均小于 0.5,则可认为上述试验浓度的过硫酸氢钾复合物粉溶液对家兔皮肤无刺激性,与文献报道结果一致^[1]。

表 3 家兔皮肤刺激试验结果

Tab 3 Results of rabbit skin irritation test				
编号 Number	时间 (h) Time	评分 Scores		刺激指数 Stimulation index
		红斑形成 Erythema	水肿形成 Hydroncus	
1	1	1	0	0.33
2		0	0	
3		0	0	
1	2	0	0	0
2		0	0	
3		0	0	
1	3	0	0	0
2		0	0	
3		0	0	

2.4.2 急性眼刺激性试验结果 由表 4 可知,在试验结束 24 h 后,部分家兔的虹膜或者结膜出现了轻微的充血或者水肿症状,但是 48 h 后充血或水肿症状消失,家兔的虹膜和结膜均恢复正常。在 72 h 观察期内,3 只家兔急性眼刺激

试验的平均评分为:角膜损害 < 1、虹膜损害 < 1、结膜充血 < 2 和结膜水肿 < 2。因此,可认为上述试验浓度的过硫酸氢钾复合物粉溶液对家兔眼睛无明显刺激性,与文献报道结果一致^[1]。

表 4 家兔急性眼刺激试验结果

Tab 4 Results of rabbit acute eye irritation test

编号 Number	时间(h)Time	评分 Score				平均评分 Average score
		角膜 Corneal	虹膜 Iris	结膜充血 Conjunctival congestion	结膜水肿 Conjunctival edema	
1	24	0	1	0	0	0.33
	48	0	0	0	0	
	72	0	0	0	0	
2	24	0	0	1	1	0.67
	48	0	0	0	0	
	72	0	0	0	0	
3	24	0	1	1	0	0.67
	48	0	0	0	0	
	72	0	0	0	0	

2.5 细菌杀灭评价试验结果

2.5.1 中和剂鉴定试验结果 经验证,以含 0.5% 硫代硫酸钠的 PBS 缓冲液(pH = 7.2)作为中和剂,可有效中和过硫酸氢钾复合物粉溶液对试验菌的作用,满足试验要求。

2.5.2 悬液定量杀菌试验结果 由表 5 可知,浓度为 5.0 g/L 和 2.5 g/L 的过硫酸氢钾复合物粉溶液与两种试验菌作用 5 min 后,杀灭率均达到 99.99% 以上,表现出较强的杀菌活性。

表 5 过硫酸氢钾复合物粉悬液定量杀菌试验结果

Tab 5 Suspension quantitative germicidal test results of potassium peroxymonosulphate powder

微生物 Microorganism	浓度(g/L) Concentration	阳性组菌落数(CFU/mL) CFU of positive group	试验组菌落数(CFU/mL) CFU of test group	杀灭对数值 Killing log value	杀灭率(%) Killing rate
大肠杆菌 Escherichia coli	5.0	3.6 × 10 ⁷	1.8 × 10 ²	5.30	99.99
金黄色葡萄球菌 Staphylococcus aureus		4.0 × 10 ⁷	1.5 × 10 ²	5.42	99.99
大肠杆菌 Escherichia coli	2.5	3.6 × 10 ⁷	3.0 × 10 ²	5.08	99.99
金黄色葡萄球菌 Staphylococcus aureus		4.0 × 10 ⁷	2.9 × 10 ²	5.14	99.99

2.5.3 定性杀菌试验结果 在悬液定量杀菌试验的基础上,本文进一步通过定性杀菌试验来评价过硫酸氢钾复合物粉对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、沙门氏杆菌和链球菌等禽畜养殖临床中常见致病

菌的杀灭活性^[6]。由表 6 可知,浓度为 1.0 g/L 的过硫酸氢钾复合物粉溶液,作用 5 min 后可有效杀灭大肠杆菌和金黄色葡萄球菌,作用 10 min 后可有效杀灭沙门氏菌和链球菌。

表 6 过硫酸氢钾复合物粉定性杀菌试验结果

Tab 6 Qualitative germicidal test results of potassium peroxymonosulphate powder								
消毒液浓度 (g/L) Concentration	大肠杆菌 Escherichia coli		金黄色葡萄球菌 Staphylococcus aureus		沙门氏杆菌 Salmonella		链球菌 Streptococcus	
	5 min	10 min	5 min	10 min	5 min	10 min	5 min	10 min
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	-	-	-	-	-	-	-	-
1.25	-	-	-	-	-	-	-	-
1.0	-	-	-	-	+	-	+	-

注：“+”表示消毒剂未完全杀灭受试菌，“-”表示消毒剂完全杀灭受试菌。

2.6 非洲猪瘟病毒杀灭评价试验

2.6.1 载体细胞毒性试验结果 在 ASFV 杀灭效果评价试验中,为了避免消毒剂影响载体细胞的生长,需开展不同浓度消毒剂溶液对 PAMs 细胞的毒性作用。试验结果表明,当过硫酸氢钾复合物粉分别用 PBS 溶解稀释至 0.1 g/L 或者用含 20% 胎牛血清 PBS 溶解稀释至 1.0 g/L 时,对 PAMs 细胞生长无影响。因此,在开展 ASFV 杀灭试验中,综合消毒剂的考察浓度,宜将过硫酸氢钾复合物粉与病毒悬液反应产物进行稀释 100 倍后再继续后续的评价试验。

2.6.2 非洲猪瘟病毒杀灭试验结果 如图 1 所示,PBS 阴性组未观察到红细胞吸附现象(HAD 阴

性与 5×10^4 HAD/₅₀ 的非洲猪瘟病毒作用 5 min 后能够完全杀灭 ASFV;而用含胎牛血清的 PBS 溶液将过硫酸氢钾复合物粉溶解稀释至同样浓度时(胎牛血清最终含量为 10%),与 5×10^4 HAD/₅₀ 的非洲猪瘟病毒作用 5 min 后也能够完全杀灭 ASFV。

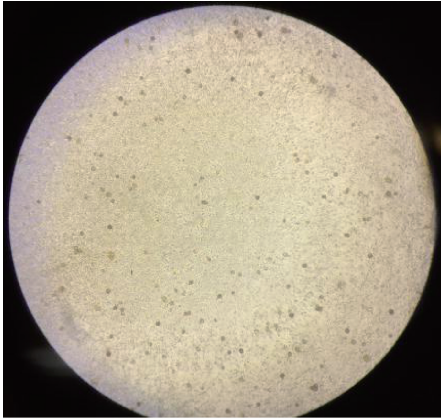


图 2 红细胞吸附试验阳性

Fig 2 Positive result of erythrocyte adsorption test

表 7 过硫酸氢钾复合物粉对非洲猪瘟病毒杀灭效果试验结果

Tab 7 Results of killing effect of potassium peroxymonosulphate powder on ASFV

消毒液试验 浓度 (g/L) Concentration	胎牛血清终含量 (%) Content of fetal bovine serum	作用时间 (min) Interaction time	结果 Results
5.0	0	5	-
		15	-
	10	5	-
		15	-
2.5	0	5	-
		15	-
	10	5	-
		15	-

注：“-”表示 PAMs 细胞 HAD 阴性。

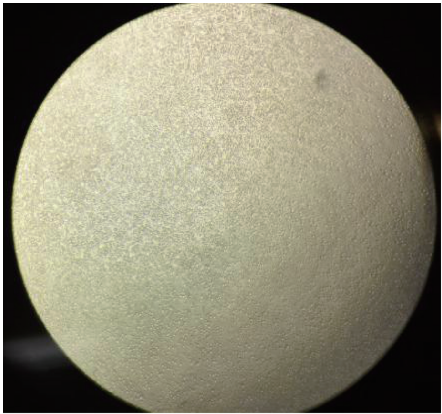


图 1 红细胞吸附试验阴性

Fig 1 Negative result of erythrocyte adsorption test

性);如图 2 所示,ASFV 病毒悬液组则可观察到典型的红细胞吸附现象(HAD 阳性)。根据以上判定依据得出试验结果,如表 7 所示,过硫酸氢钾复合物粉用 PBS 溶液按 1:400 倍稀释后(即浓度为 2.5 g/L),

3 讨论与结论

过硫酸氢钾复合物粉主要由过硫酸氢钾复合盐、氯化钠和表面活性剂等水溶性成分组成,因此水溶性较好,但不同的制剂工艺会在一定程度上影响其在水中的溶解性。本文所采用的过硫酸氢钾复合物粉在水中最大溶解度可达到 60 g/L(约为推荐使用最高浓度的 12 倍),完全能够满足养殖临床使用的需求。过硫酸氢钾复合物粉在水中溶解后,可经链式反应持续产生有效氯和活性氧等杀菌成分,这也是过硫酸氢钾复合物粉溶液中有效氯能维持稳定的主要原因。

由于过硫酸氢钾复合物粉溶液呈较强的酸性(pH 为 2.35~2.65),其对各类金属仍具有一定的腐蚀作用。经验证,浓度为 5.0 g/L 的过硫酸氢钾复合物粉溶液在常温下对不锈钢、铝、铜和碳钢的腐蚀速率分别为 0.0002、0.0598、0.3498、0.4515 mm/a,但其腐蚀速率却远低于 1.0 g/L 单过硫酸氢钾复合盐溶液对上述金属的腐蚀速率^[7]。这主要因为过硫酸氢钾复合物粉中含有一定量的缓蚀剂,能够在一定程度上降低过硫酸氢钾复合物溶液对金属的腐蚀性。为了降低消毒剂对金属容器的腐蚀作用,在实际应用时应注意及时用清水擦拭等方式去除残留的消毒液。

虽然过硫酸氢钾复合物粉对碳钢等金属具有一定的腐蚀性,但是浓度为 10.0 g/L(推荐使用最高浓度的 2 倍)的过硫酸氢钾复合物粉溶液对家兔并未表现出明显的皮肤刺激性或眼刺激性,与文献报道结果基本一致^[1]。这也进一步验证了过硫酸氢钾复合物粉的使用安全性,甚至可以应用于带畜消毒。

为了验证过硫酸氢钾复合物粉溶液对目标病原菌的杀灭活性,本文也开展了不同使用浓度以及不同作用时间对不同目标病原微生物的杀灭评价试验。依据《消毒技术规范》(2002 年版)的相关要求^[4],本文通过悬液定量杀菌试验验证了推荐使用最高浓度(5.0 g/L)以及稀释一倍后(2.5 g/L)的过硫酸氢钾复合物粉溶液在 5 min 内能够完全杀灭金黄色葡萄球菌和大肠杆菌等病原微生物。在此

基础上,进一步通过定性杀菌试验验证了过硫酸氢钾复合物粉对 4 种禽畜养殖临床中常见致病菌的最低杀灭浓度为 1.0 g/L,但对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌最短作用时间为 5 min;而对沙门氏菌和链球菌最短作用时间则为 10 min。上述试验结果均表明了过硫酸氢钾复合物粉对禽畜致病菌具有较良好的杀灭活性。但是,也要注意有机干扰物、温度和水质等环境因素对其消毒效果的影响^[6]。因此,在畜牧养殖临床实际应用中,宜先用水将粪便和饲料等有机残余物冲洗干净后,再使用过硫酸氢钾复合物溶液进行消毒防控。同时,也可以通过适当提高消毒剂的使用浓度、适当升高环境温度和延长作用时间等措施来提高消毒剂的杀菌效果^[8-9]。

根据农业农村部颁布的《非洲猪瘟疫情应急实施方案(2020 年第二版)》的相关要求^[5],开展高浓度过硫酸氢钾复合物溶液对非洲猪瘟病毒的杀灭效果评价试验。结果表明,2.5 g/L(推荐使用最高浓度稀释一倍)的过硫酸氢钾复合物粉溶液能够在 5 min 内有效杀灭非洲猪瘟病毒,且在该作用浓度下过硫酸氢钾复合物溶液对 ASFV 的杀灭作用不受有机物的影响。而实际上,过硫酸氢钾复合物粉对非洲猪瘟的最低有效浓度可达到 1000 mg/L,且在该浓度下作用 5 min 即可有效杀灭 ASFV,充分表明了过硫酸氢钾复合物粉在非洲猪瘟疫情生物安全的防控中也具有广阔的应用前景^[10-11]。

在过硫酸氢钾复合物粉现行国家质量标准的基础上,进一步开展了其水中溶解度、有效氯稳定性、金属腐蚀性、局部刺激性以及对目标病原微生物的杀灭效果等质量评价试验,建立了过硫酸氢钾复合物粉更全面的质量评价体系,同时也为该消毒剂的养殖临床科学使用提供了参考依据。

参考文献:

[1] 付维星. 过硫酸氢钾复合物粉消毒剂的研究[D]. 上海: 中国农业科学院上海兽医研究所, 2011.

Fu W X. Study on Disinfection of the compound peroxymonosulfate powder [D]. Shanghai: Shanghai Veterinary Institute of

- Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2011.
- [2] 田伟, 谭炳海, 曾繁宝, 等. 过硫酸氢钾复合物的药理药效学、毒理学研究及其在猪场中的应用现状[J]. 猪业科学, 2020, 37(3): 112–114.
- Tian W, Tan B H, Zeng F B, et al. Research status of the pharmacology, pharmacodynamics, and toxicology of compound potassium peroxymonosulfate powder and application in pig farm [J]. Swine Industry Science, 2020, 37(3): 112–114.
- [3] 农业部兽药评审中心. 兽药质量标准汇编(2006–2011 年) [M]. 北京: 中国农业出版社, 2012.
- Veterinary Drug Evaluation Center of Ministry of Agriculture. The Compilation of Veterinary Medicine Quality Standards (2006–2011) [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2012.
- [4] 中华人民共和国卫生部. 消毒技术规范 2002 年版[S].
- Ministry of Health of the PRC. Technical Standard for Disinfection 2002 [S].
- [5] 中华人民共和国农业农村部. 非洲猪瘟疫情应急实施方案 2020 年第二版[S].
- Ministry of Agriculture of the PRC. Emergency Implementation Plan for African Swine Fever Virus Epidemic 2020 the second edition [S].
- [6] 付维星, 张可煜, 张丽芳, 等. 过硫酸氢钾复合粉的杀菌效果试验[J]. 中国兽医科学, 2011, 41(10): 1070–1075.
- Fu W X, Zhang K Y, Zhang L F, et al. Study on germicidal efficacy of the compound peroxymonosulphate powder [J]. Chinese Veterinary Science, 2011, 41(10): 1070–1075.
- [7] 吉中山, 唐晨晨, 陈越英, 等. 单过硫酸氢钾复合盐溶液消毒相关性研究[J]. 中国消毒学杂志, 2017, 34(2): 109–111.
- Ji Z S, Tang C C, Chen Y Y, et al. Study on disinfection related properties of potassium hydrogen peroxymonosulfate aqueous solution [J]. Chinese Journal of Disinfection, 2017, 34(2): 109–111.
- [8] 冯秀, 王爱玲, 张振仓, 等. 过硫酸氢钾复合物最佳杀菌条件的研究[J]. 动物医学进展, 2017, 38(8): 39–42.
- Feng X, Wang A L, Zhang Z C, et al. Study on optimum sterilization conditions of potassium monopersulfate compound [J]. Progress in Veterinary Medicine, 2017, 38(8): 39–42.
- [9] 王展印, 高文君, 卫罡. 过硫酸氢钾复合物在不同水质溶液中稳定性比较[J]. 山西医药杂志, 2020, 49(4): 418–419.
- Wang Z Y, Gao W J, Wei G. stability comparison of potassium monopersulfate compound in different aqueous solution [J]. Shanxi Medicine Journal, 2020, 49(4): 418–419.
- [10] 张交儿, 罗玉子, 孙玥, 等. 一种过硫酸氢钾复合物粉对非洲猪瘟病毒的灭活效果研究[J]. 中国消毒学杂志, 2020, 37(5): 321–322.
- Zhang J E, Luo Y Z, Sun Y, et al. Inactivation effect of potassium peroxymonosulfate compound powder on African swine fever virus [J]. Chinese Journal of Disinfection, 2020, 37(5): 321–322.
- [11] 唐兴刚, 魏文康, 罗胜军, 等. 过硫酸氢钾复合物在畜牧水产中的应用研究进展[J]. 中国兽药杂志, 2020, 54(08): 73–79.
- Tang X G, Wei W K, Luo S J, et al. Advances in research of potassium peroxomonosulfate compound on animal husbandry and aquatic [J]. Chinese Journal of Veterinary Drug, 2020, 54(08): 73–79.

(编辑:陈希)