

季铵盐与六亚甲基四胺协同杀菌效果观察

宋金武, 张丽蓉, 金贻芳, 邓金花*
(广东环凯微生物科技有限公司, 广东 广州 510663)

[摘要]目的 观察季铵盐与六亚甲基四胺复配后其杀菌效果。方法 采用悬液定量杀菌试验方法,对季铵盐与六亚甲基四胺复合物及其单方的杀菌效果进行了实验观察。结果 季铵盐与六亚甲基四胺进行复配,复配物中六亚甲基四胺浓度为 2500 mg/L,复配物中苯扎氯铵浓度为 500 mg/L 时,其对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌作用 30 s,杀灭率分别为 100%、99.998%、99.999%;苯扎氯铵作用浓度为 625 mg/L 时,其对白色念珠菌作用 30 s,杀灭率为 99.923%。复配物中癸二甲基溴化铵浓度为 500 mg/L 时,其对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌作用 30 s,杀灭率分别为 99.998%、99.905%、99.992%;癸二甲基溴化铵作用浓度为 625 mg/L 时,其对白色念珠菌作用 30 s,杀灭率为 99.991%。复配物中季铵盐作用浓度为 2500 mg/L,对枯草杆菌黑色变种芽孢作用 1.5 h,杀灭率 > 99.999%。结论 季铵盐与六亚甲基四胺在一定比例下复配提高了其杀菌效果,延长作用时间可以达到高水平消毒。

[关键词]季铵盐;六亚甲基四胺;杀菌效果

[中图分类号]TQ

[文献标识码]A

[文章编号]1007-1865(2019)22-0036-02

Observation on Synergy Germicidal Efficacy of Quaternary Ammonium Salt and Hexamethylenetetramine

Song Jinwu, Zhang Lirong, Jin Yifang, Deng Jinhua*
(Guangdong Huankai Microbial Sci. & Tech. Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract: Objective To observation germicidal efficacy of compound with quaternary ammonium and hexamethylenetetramine. **Methods** Suspension quantitative germicidal test was used to observe the compound of quaternary ammonium salt and hexamethylenetetramine and their single drug prescription. **Results** When quaternary ammonium salt was mixed with hexamethylenetetramine, the concentration of hexamethylenetetramine in the compound was 2500 mg/L, the killing rates of *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* exposed to the disinfectant containing 500 mg/L benzalkonium chloride for 30 second were 100%, 99.998% and 99.999%, the killing rates of *Candida albicans* exposed to the disinfectant containing 625 mg/L benzalkonium chloride for 30 second was 99.923%; the killing rates of *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* exposed to the disinfectant containing 500mg/L didecyl dimethyl ammonium bromide for 30 second were 99.998%, 99.905% and 99.992%, the killing rates of *Candida albicans* exposed to the disinfectant containing 625 mg/L didecyl dimethyl ammonium bromide for 30 second was 99.991%. The concentration of quaternary ammonium salt in the compound was 2500 mg/L, the killing rates of *Bacillus subtilis* var. niger exposed to the disinfectant for 1.5 h were both above 99.999%. **Conclusion** The germicidal efficacy was enhanced of the compound with quaternary ammonium salt and hexamethylenetetramine in a certain proportion, and high level disinfection can be achieved by prolonging the action time.

Keywords: quaternary ammonium salt; hexamethylenetetramine; germicidal efficacy

季铵盐是一种低效消毒剂,其对细菌、真菌、病毒具有一定的杀灭作用^[1-2],被广泛应用于家居、医院、食品工业、水处理等行业。为了扩展其应用范围及应对微生物对传统季铵盐抗性,对季铵盐碳链结构进行改性,将活性基团嫁接于纳米粒子、高聚物等技术研究成为了热点^[3-5]。同时,通过季铵盐与其它杀菌成分复配来提高其杀菌性能的研究文献也越来越多。文献报道,季铵盐与酚类、六亚甲基四胺、柠檬提取物进行复配可有效提高其对微生物的杀灭水平^[6-10],但目前关于季铵盐的复配物杀菌水平还只局限于低效消毒。本实验室研究了单、双链季铵盐与六亚甲基四胺复配后的微生物杀灭效果,现将结果报告如下。

1 方法

1.1 菌悬液制备

试验菌为大肠杆菌(ATCC 25922)、金黄色葡萄球菌(ATCC 6538)、白色念珠菌(ATCC 10231)、铜绿假单胞菌(ATCC 27853)、枯草芽孢杆菌(ATCC 9372),菌悬液按照 2002 版《消毒技术规范》中规定进行制备。

1.2 中和剂鉴定试验

中和剂鉴定实验按照 2002 版《消毒技术规范》中规定进行操作。

1.3 悬液定量杀菌试验

按照试验所需浓度的 1.25 倍配制相应的样品,取样品 4.0 mL 置于无菌试管内,于 20℃ 水浴锅中恒温 5 min,加入 1.0 mL 菌悬液,混匀并计时。作用至预定时间,取菌药混合物 0.5 mL 至 4.5 mL 中和剂试管内,混匀。中和作用 10 min,取 1 mL 接种无菌平皿,倾注琼脂培养基并混匀。所有样本均在 37℃ 培养箱中培养,对细菌繁殖体培养 48 h,对细菌芽孢培养 72 h,观察结果。计数平板菌落数,计算杀灭率。试验重复 3 次。

2 结果

2.1 中和剂鉴定结果

结果表明,用含 1%甘氨酸+1%卵磷脂+8.0%吐温-80 的磷酸盐缓冲液作为中和剂,可以有效中和最高试验浓度苯扎氯铵对试验菌的残留作用,该中和剂及其中和产物对细菌生长及培养基均无不良影响(表 1)。

表 1 中和剂鉴定试验结果

组别	各组平均回收菌数/(cfu/mL)		
	大肠杆菌	白色念珠菌	枯草杆菌黑色变种芽孢
1	0	0	0
2	18	20	21
3	305 000 000	257 000 000	411 000 000
4	303 000 000	259 000 000	410 000 000
5	306 000 000	258 000 000	413 000 000
6	0	0	0

2.2 杀菌结果

2.2.1 六亚甲基四胺杀菌效果

实验研究六亚甲基四胺杀菌效果,试验样品浓度分别为 1000 mg/L、3000 mg/L、5000 mg/L,结果显示,当六亚甲基四胺浓度为 5000 mg/L 时,其对大肠杆菌作用 5 min 基本无杀灭效果。

2.2.2 苯扎氯铵杀菌效果

试验结果显示,苯扎氯铵对微生物杀灭效果与其作用浓度、作用时间成正比。苯扎氯铵浓度为 500 mg/L 时,其对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌作用 3 min,杀灭率 99.999%;苯扎氯铵浓度为 625 mg/L 时,其对白色念珠菌作用 3 min,杀灭率为 99.984%。

[收稿日期] 2019-09-27

[作者简介] 宋金武(1982-),男,宁夏,硕士研究生,高级工程师,现主要从事消毒剂研发工作。*为通讯作者。

表2 苯扎氯铵杀菌实验结果

试验菌	苯扎氯铵/(mg/L)	不同作用时间杀灭率/%		
		0.5 min	1 min	3 min
大肠杆菌	250	99.852	99.910	99.991
	500	99.981	99.992	100
金黄色葡萄球菌	250	99.991	99.999	99.999
	500	100	100	100
白色念珠菌	500	99.753	99.894	99.962
	625	99.891	99.931	99.984
铜绿假单胞菌	250	99.891	99.951	99.993
	500	99.925	99.991	99.999

注：平均阳性对照菌数：大肠杆菌 1.89×10^8 cfu/mL，金黄色葡萄球菌 2.61×10^8 cfu/mL，白色念珠菌 1.75×10^8 cfu/mL，铜绿假单胞菌 1.95×10^8 cfu/mL。

2.2.3 季铵盐与六亚甲基四胺复配物杀菌效果

表3 苯扎氯铵与六亚甲基四胺复配杀菌实验结果

试验菌	苯扎氯铵/(mg/L)	不同作用时间杀灭率/%		
		0.5 min	1 min	3 min
大肠杆菌	250	99.983	99.998	100
	500	100	100	100
金黄色葡萄球菌	250	99.915	99.991	99.999
	500	99.998	99.999	99.999
白色念珠菌	500	99.914	99.989	99.998
	625	99.923	99.996	99.998
铜绿假单胞菌	250	99.972	99.994	100
	500	99.999	99.9998	100

注：平均阳性对照菌数：大肠杆菌 1.40×10^8 cfu/mL，金黄色葡萄球菌 2.94×10^8 cfu/mL，白色念珠菌 1.61×10^8 cfu/mL，铜绿假单胞菌 1.61×10^8 cfu/mL。

表5 季铵盐及其复配物对枯草杆菌黑色变种芽孢的杀灭效果

苯扎氯铵/(mg/L)	癸二甲基溴化铵/(mg/L)	六亚甲基四胺/(mg/L)	不同作用时间杀灭率/%		
			30 min	1 h	1.5 h
2500	0	0	-	-	98.703
2500	0	2500	-	99.835	99.9994
0	2500	2500	-	99.831	99.9995

注：平均阳性对照菌数 3.70×10^8 cfu/mL。

3 讨论

季铵盐属于低效消毒剂，毒性低，对金属材料无腐蚀性，对细菌繁殖体和致病性酵母菌有良好的杀灭效果，但常温条件下不具有杀灭细菌芽孢的作用。文献报道，季铵盐类消毒剂在提高温度的条件下可提高其杀菌效果，与热力联合作用亦可以杀灭细菌芽孢^[11-12]。但是在实际使用过程中很难提供加热至 80 的条件。

本次实验结果表明，苯扎氯铵与六亚甲基四胺进行复配，复配物对大肠杆菌、铜绿假单胞菌等革兰士阴性菌及白色念珠菌杀菌效果有所提高；其对金黄色葡萄球菌的杀灭效果有所下降；单、双链季铵盐与六亚甲基四胺复配后其对微生物的杀灭效果并没有明显区别。季铵盐与六亚甲基四胺进行复配，延长其对微生物的作用时间，可以在常温条件下杀灭细菌芽孢的，其可以作为高水平消毒使用。复配物的毒理性能及杀菌机理还有待进一步研究。

参考文献

[1]Gerba CP. Quaternary ammonium biocides: efficacy in application. Appl Environ Microbiol, 2015, 81: 464-469.
[2]Zhu P, Sun G. Antimicrobial finishing of wool fabrics using quaternary ammonium salts. J Appl Polym Sci, 2004, 93: 1037-1041.
[3]Minbiole KPC, Jennings MC, Ator LE, et al. From antimicrobial activity to mechanism of resistance: the multifaceted role of simple quaternary ammonium compounds in bacterial eradication. Tetrahedron, 2016, 72:

将苯扎氯铵与六亚甲基四胺进行复配，复配物中六亚甲基四胺浓度为 2500 mg/L。试验结果表明，复配物中苯扎氯铵浓度为 500 mg/L 时，其对大肠杆菌、铜绿假单胞菌作用 30 s，杀灭率 99.999%，其对金黄色葡萄球菌作用 30 s，杀灭率为 99.998%；复配物中苯扎氯铵浓度为 625 mg/L 时，其对白色念珠菌作用 30 s，杀灭率为 99.923%。

将癸二甲基溴化铵与六亚甲基四胺进行复配，复配物中六亚甲基四胺浓度为 2500 mg/L。试验结果表明，复配物中癸二甲基溴化铵浓度为 500 mg/L 时，其对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌作用 30 s，杀灭率分别为 99.998%、99.905%、99.992%；复配物中癸二甲基溴化铵作用浓度为 625 mg/L 时，其对白色念珠菌作用 30 s，杀灭率为 99.991%。

表4 癸二甲基溴化铵与六亚甲基四胺复配杀菌实验结果

试验菌	癸二甲基溴化铵/(mg/L)	不同作用时间杀灭率/%		
		0.5 min	1 min	3 min
大肠杆菌	250	99.983	99.998	100
	500	99.998	99.999	100
金黄色葡萄球菌	250	99.241	99.873	99.904
	500	99.905	99.999	99.999
白色念珠菌	500	99.952	99.983	99.995
	625	99.991	100	100
铜绿假单胞菌	250	99.976	99.992	99.999
	500	99.992	99.999	100

注：平均阳性对照菌数：大肠杆菌 0.95×10^8 cfu/mL，金黄色葡萄球菌 2.76×10^8 cfu/mL，白色念珠菌 1.43×10^8 cfu/mL，铜绿假单胞菌 1.43×10^8 cfu/mL。

2.2.4 季铵盐及其复配物对枯草杆菌黑色变种芽孢杀灭效果

将季铵盐与六亚甲基四胺进行复配，复配物中六亚甲基四胺浓度为 2500 mg/L。试验结果显示，苯扎氯铵浓度为 2500 mg/L，其对枯草杆菌黑色变种芽孢作用 1.5 h，杀灭率为 98.703%；当其与六亚甲基四胺复配后，其对枯草杆菌黑色变种芽孢作用 1.5 h，杀灭率为 99.9994%，可以达到高水平消毒。

3559-3566.

[4]Mukherjee M, De S. Antibacterial polymeric membranes: a short review. Environ Sci Water Res Technol, 2018, 4: 1078-1104.
[5]Yudovin-Farber I, Beyth N, Weiss EI, et al. Antibacterial effect of composite resins containing quaternary ammonium polyethyleneimine nanoparticles. J Nanoparticle Res, 2010, 12: 591-603.
[6]许佳琳,施玉洁,孙宝琴,等.季铵盐与酚类复方消毒剂相关性研究[J].中国消毒学杂志,2018,35(8):566-572.
[7]陈东亚,孙巍,陈新霞,等.六亚甲基四胺复方消毒液的杀菌性能及毒性研究[J].中国消毒学杂志,2013,30(8):715-717.
[8]谈智,徐燕,孙巍,等.六亚甲基四胺与苯扎氯铵协同杀菌效果的研究[J].中国消毒学杂志,2010,27(6):655-657.
[9]易亮,陈贵秋,宋江南,等.一种复合季铵盐消毒剂的性能评价[J].中国消毒学杂志,2017,34(7):625-627.
[10]孙晔,雷毅,陈宝宝,等.一种柠檬提取物季铵盐复方消毒剂杀菌效果研究[J].中国消毒学杂志,2019,36(6):419-421.
[11]陈越英,吴晓松,张伟,等.温度对季铵盐消毒液杀灭细菌芽孢效果影响的研究[J].中国消毒学杂志,2016,33(9):824-826.
[12]蒋邱逸,吴晓松,陈越英.季铵盐与热力协同杀灭细菌芽孢研究[J].中国消毒学杂志,2017,34(12):1100-1104.

(本文文献格式：宋金武,张丽蓉,金怡芳,等.季铵盐与六亚甲基四胺协同杀菌效果观察[J].广东化工,2019,46(22):36-37)