

【论 著】

真空臭氧消毒机对新鲜果蔬 杀菌效果的实验研究

陈梦曦,李欣洋,代黄梅,张遵真

(四川大学华西公共卫生学院,四川成都 610041)

摘要 **目的** 观察真空臭氧消毒机对新鲜果蔬表面微生物的杀灭效果。**方法** 采用模拟现场试验方法,观察真空臭氧消毒机对青枣和胡萝卜表面人工污染菌的杀灭效果。**结果** 在臭氧消毒机密闭箱内真空度为 50 kPa,充入臭氧最高浓度为 167 mg/L,持续作用 20 min 后,对青枣表面大肠杆菌及金黄色葡萄球菌的平均杀灭对数值分别为 3.05 和 3.37;对胡萝卜表面大肠杆菌及金黄色葡萄球菌的平均杀灭对数值分别为 2.34 和 2.44。**结论** 真空臭氧消毒机对裸露叠放的新鲜果蔬表面大肠杆菌和金黄色葡萄球菌具有良好的杀菌效果。

关键词 真空臭氧消毒机;果蔬;模拟现场杀菌试验

中图分类号:R187.3

文献标识码:A

文章编号:1001-7658(2019)03-0164-03

DOI:10.11726/j.issn.1001-7658.2019.03.002

Experimental study on germicidal efficacy of fresh fruits and vegetables by vacuum ozone disinfectant

CHEN Meng-xi, LI Xin-yang, DAI Huang-mei, ZHANG Zun-zhen

(West China School of Public Health, Sichuan University, Chengdu Sichuan 610041, China)

Abstract **Objective** To observe the germicidal effect of vacuum ozone disinfectant on the surface of fresh fruits and vegetables. **Method** We observed the killing effect of vacuum ozone disinfectant on the surface of jujubes and carrots by the simulating field test. **Result** When the pressure in the sterilizer box was 50 kPa and the maximum ozone concentration was 167 mg/L, the average killing value of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* on the surface of jujubes was 3.05 and 3.37 respectively after continuous disinfection for 20 min. The average killing value of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* on carrots surface was 2.34 and 2.44 respectively. **Conclusion** Vacuum ozone disinfectant has certain disinfection effect on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* on the surface of fresh fruits and vegetables.

Key words vacuum ozone disinfectant; fruits and vegetables; the simulated field germicidal test

新鲜的水果蔬菜常因微生物污染而引发食源性
疾病或使果蔬发生腐烂^[1-3]。为了降低新鲜果蔬的
食源性传染病风险,对其表面污染的微生物进行消
毒是重要措施之一。臭氧是一种杀菌迅速、作用谱
广、易分解且无有害残留的高效杀菌剂,可用臭氧水
浸泡冲洗,也可用臭氧气体熏蒸消毒。本研究采用
一种家用型臭氧消毒机对果蔬表面污染微生物进行
杀灭效果观察,以便为日常生活中预防由果蔬引起
的食源性传染病提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

试验所用的消毒机为真空臭氧消毒机(国内产
品),由臭氧发生装置与容积为 20 L 的箱体组成,臭
氧发生量约 10 g/h,消毒时间可调;消毒过程中箱体
内臭氧浓度值为 40 mg/L ~ 170 mg/L。

试验菌种为大肠杆菌(8099)和金黄色葡萄球
菌(ATCC 6538),由华西公共卫生学院卫生检验与
检疫教研室提供;新鲜果蔬选择青枣与胡萝卜,均为
市售产品。

1.2 方法

1.2.1 菌悬液制备 取分纯培养的典型菌落接种
营养肉汤培养基,于 37 ℃ 恒温培养箱中增菌培养

〔基金项目〕 国家自然科学基金面上项目(NO.81773380)

〔作者简介〕 陈梦曦(1993-),女,四川崇州人,硕士,从事环境毒
理学研究。

〔通讯作者〕 张遵真,Email:zhangzunzhen@163.com

24 h,然后对菌悬液进行梯度稀释,制成含菌量为 1×10^3 cfu/ml的菌悬液。试验时再从菌悬液中取 20 ml 菌液加入到装有 180 ml 灭菌生理盐水的烧杯中,制成含菌量为 1×10^2 cfu /ml 数量级的两种菌悬液备用。

1.2.2 试验果蔬的预处理 称取表面无破损、无肉眼可见杂质的青枣和胡萝卜各 1 kg。先用自来水对所有果蔬冲洗 2 遍,沥干,胡萝卜沥干后切成大小约 1 cm^3 的丁块备用。

1.2.3 果蔬的模拟现场试验 以青枣为例,将其随机分为 10 组,每组 100 g,每个菌种接种 5 组,其中 1 组阳性对照组,不作消毒处理,剩余 4 组作为实验组,生理盐水作为阴性对照组。将每组青枣依次放入装有菌悬液的烧杯中进行染菌处理,浸泡 3 min 后将其取出放入无菌塑料碗中(每个碗中约 10 粒左右)。然后将染菌果蔬置于消毒机箱体内部启动臭氧发生器熏蒸作用设定时间,取出消毒后果蔬移入装有 50 ml 灭菌生理盐水的烧杯中。于振荡器上进行震荡洗脱,然后取 1 ml 洗脱液接种到无菌平皿内一式 2 份,同时接种阴性对照与阳性对照,向各平皿倒入约 15 ml 的营养琼脂培养基混匀。冷却凝固后倒置于 37 ℃恒温培养箱中培养 48 h 后计数,计算杀灭率或杀灭对数值。试验均独立重复 3 次。

1.3 统计学方法

运用 SPSS 22.0 软件进行数据统计分析。采用单因素方差分析比较分析杀灭对数值,检验水准为 $\alpha =0.05$;采用卡方检验比较分析杀灭率,同时为了控制总体的 I 型错误概率 ≤ 0.05 ,采用 Bonferroni 法对检验水准进行了校正, α' 值设定为 0.008 3。

2 结果

2.1 真空臭氧消毒机对青枣的消毒效果

结果表明,在臭氧消毒机密闭箱内真空度为 50 kPa,充入臭氧最高浓度为 167 mg/L,持续作用 20 min 后,对青枣表面大肠杆菌及金黄色葡萄球菌杀灭率均达到 100%(表 1,表 2)。结果提示,该臭氧消毒机对水果表面细菌繁殖体均有较好的杀灭效果,符合相关规范规定的消毒标准^[4]。

2.2 真空臭氧消毒机对胡萝卜的消毒效果

结果表明,在臭氧消毒机密闭箱内真空度为 50 kPa,充入臭氧最高浓度为 167 mg/L,持续作用 20 min 后,对胡萝卜表面大肠杆菌平均杀灭率为 99.52%,对金黄色葡萄球菌平均杀灭率为 99.62%(表 3,表 4)。结果提示,该臭氧消毒机对蔬菜表面细菌繁殖体具有一定的杀菌效果。

2.3 臭氧消毒机作用效果的影响因素

试验结果显示,启动臭氧消毒机随作用时间延长,对果蔬表面细菌杀灭率呈现提高趋势(图 1),除 15 min 和 20 min 杀灭率无明显差异外,其各时间组杀灭率之间差异均具有统计学意义。此外,该臭氧消毒机消毒处理 15 min 内,相同时间条件下,对青枣表面大肠杆菌的杀灭率较金黄色葡萄球菌的杀灭率高。结果提示,金黄色葡萄球菌对臭氧的抵抗力比大肠杆菌强(图 2)。

表 1 臭氧消毒机对青枣表面大肠杆菌杀灭效果

实验 序号	作用不同时间(min)的平均杀灭率(%)				阳性对照菌数 (cfu/ml)
	5	10	15	20	
1	95.27	98.36	99.45	100.00	1 100
2	94.23	97.23	99.31	100.00	1 300
3	95.80	97.90	99.60	100.00	1 000
平均	95.10	97.83	99.45	100.00	1 130

表 2 臭氧消毒机对青枣表面金黄色葡萄球菌杀灭效果

实验 序号	作用不同时间(min)的平均杀灭率(%)				阳性对照菌数 (cfu/ml)
	5	10	15	20	
1	96.94	99.03	99.78	100.00	3 600
2	96.73	99.00	99.83	100.00	3 000
3	98.17	98.75	99.83	100.00	1 200
平均	97.28	98.93	99.81	100.00	2 600

表 3 臭氧消毒机对胡萝卜表面大肠杆菌杀灭效果

实验 序号	作用不同时间(min)的平均杀灭率(%)				阳性对照菌数 (cfu/ml)
	5	10	15	20	
1	80.74	85.93	88.96	99.56	2 700
2	79.68	85.16	88.90	99.32	3 100
3	80.80	87.60	90.64	99.68	2 500
平均	80.41	86.23	89.50	99.52	3 060

表 4 臭氧消毒机对胡萝卜表面金黄色葡萄球菌杀灭效果

实验 序号	作用不同时间(min)的平均杀灭率(%)				阳性对照菌数 (cfu/ml)
	5	10	15	20	
1	87.18	89.51	95.34	99.71	1 030
2	88.50	89.36	94.94	99.45	1 000
3	93.85	95.08	96.68	99.69	2 440
平均	89.84	91.32	95.65	99.62	1 430

3 讨论

目前,市场上出现很多用于家庭果蔬清洗消毒的臭氧消毒产品,但多数臭氧果蔬消毒机均为开放式臭氧水消毒机,外泄的臭氧不仅易造成空气污染,且具有一定的安全隐患^[5-7]。本研究所用的臭氧消毒处理器为一密闭箱体,发生臭氧期间基本无泄露

现象,且操作简便、易于清理,适用于家庭、幼儿园和餐厅内新鲜果蔬的消毒。本实验室之前研究发现该消毒机对单层草莓、圣女果和黄瓜表面的大肠杆菌有较好的杀菌效果,但实际生活中不可能仅对单个水果或一片蔬菜进行消毒,更多的是对一盘水果或一碗蔬菜集中消毒。因此,为了明确该臭氧消毒机对叠加放置的果蔬是否具有杀菌效果,本研究选取了生活中常需要进行集中大量清洗的水果青枣经常生食的蔬菜胡萝卜作为研究对象,同时选择了果蔬污染中常见革兰阴性代表菌大肠杆菌与革兰阳性代表菌金黄色葡萄球菌作为试验菌种,采用模拟现场试验方法探究该消毒机在不同消毒时间下对多层放置的新鲜果蔬表面微生物的杀灭效果。

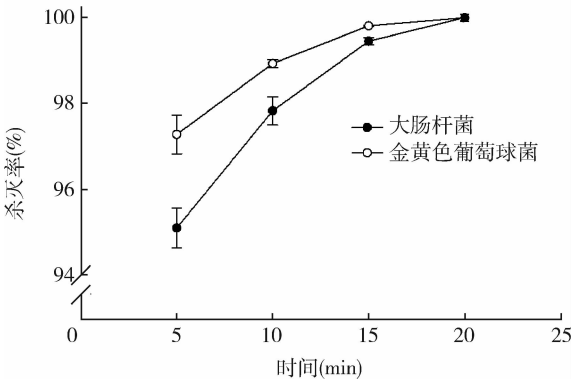
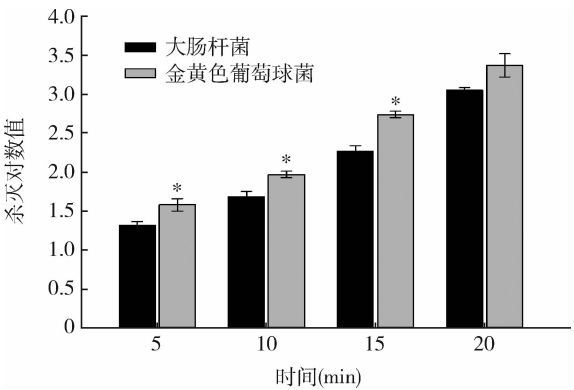


图1 臭氧消毒机作用不同时间对细菌杀灭率的变化



注: * 为两种杀灭率差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。

图2 臭氧消毒机对青枣表面两种细菌杀灭效果比较

由研究结果可知,该消毒机对多层放置的青枣及胡萝卜丁表面的大肠杆菌及金黄色葡萄球菌均有一定的杀灭效果,且青枣的消毒效果明显优于胡萝卜,这可能与其表面性状及染菌量的不同有关。胡萝卜丁表面虽然肉眼看似平整,但是显微镜下可观

察到其切面凹凸不平,外加其切面有弱粘性,有利于微生物吸附^[8];青枣表面光滑、平整,不易于微生物附着,且无死角,故杀菌效果更好。另外,试验结果提示臭氧消毒机对果蔬表面金黄色葡萄球菌的杀灭效果优于大肠杆菌,这可能是因为革兰阴性菌细胞壁中的脂质双分子层对臭氧分子具有较强的阻挡作用^[9],因而较革兰阳性菌具备更强的抵抗力,导致该消毒机对革兰阴性菌的杀菌效果较差。值得一提的是,本实验对一组中的所有样品均进行了染菌处理,且将消毒后组内的全部样品一起洗脱,而并非抽样检测一组中的某个或某几个,这样的试验设计不仅可以减小实验误差、降低漏检风险且更贴近实际生活、更加科学合理。另外,考虑到现实生活中新鲜果蔬表面的微生物数量较少,故实验选取了 $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^4$ 数量级细菌进行接种,已远高于实际情况,故模拟实验结果能够很好地反映出臭氧消毒机对大量新鲜果蔬的杀菌效果。

本研究观察了真空臭氧消毒机对叠加放置的新鲜果蔬表面微生物的杀灭效果,实验结果表明该消毒机对多层放置的青枣和胡萝卜表面大肠杆菌及金黄色葡萄球菌均有良好的杀灭效果,表明这种小型家用臭氧消毒机可以用于家庭直接食用的新鲜果蔬的消毒。此外,研究结果显示果蔬种类不同,消毒效果也不尽相同,且受到消毒时间及细菌种类的影响。

参考文献

[1] 江洁,胡文忠. 鲜切果蔬的微生物污染及其杀菌技术[J]. 食品工业科技,2009,30(9):319-324.

[2] 郝涤非. 水果蔬菜中致病微生物及其污染控制[J]. 农业机械,2012(21):99-103.

[3] 丁占生,范柳萍. 果蔬加工和进出口环节存在的安全问题及防治对策[J]. 食品科学技术学报,2014,32(1):17-21.

[4] 中华人民共和国卫生部. 消毒技术规范[S]. 2002.

[5] 韩杰,王开宝,周振强,等. 臭氧消毒法果蔬清洗机的设计及研究[J]. 吉林化工学院学报,2018,35(3):27-30.

[6] 岳志勤,马继武. 臭氧消毒机在北京市丰台区设施农业中的应用[J]. 农业工程,2013,3(s2):66-68.

[7] 陈贵秋,庄世锋,朱应凯,等. 电解式臭氧空气净化消毒机消毒性能的研究[J]. 中国消毒学杂志,2008,25(5):494-496.

[8] 谭洁敏,黄胜琴,许德成. “胡萝卜的组织培养”消毒方法的优化[J]. 生物学通报,2016,51(7):50-52.

[9] Sychantha D, Little DJ, Chapman RN, et al. PatB1 is an O-acetyltransferase that decorates secondary cell wall polysaccharides [J]. Nat Chem Biol,2018,14(1):79-85.

(收稿日期:2018-10-22)