

电解水对叶菜杀菌效果的研究

侯梦石, 曹 薇, 赵淑梅, 周 清, 黄 川

(中国农业大学 水利与土木工程学院 北京 100083)

摘 要: 在实验室条件下研究了不同 pH 值电解水处理对小白菜等叶菜的杀菌效果。结果表明: 电解水对叶菜表面的细菌和真菌都有良好的灭活作用; 酸性电解水对叶菜表面的细菌和真菌的灭活效果好于碱性电解水, 而强酸性电解水对叶菜表面的细菌和真菌的灭活效果好于弱酸性电解水, 各试验处理中 pH 值 3.0 左右、ORP 为 1 000 mV 左右、ACC 为 100 mg/L 的酸性电解水杀菌效果最显著; 同种电解水对细菌、真菌杀菌效果以及对不同种类叶菜的杀菌效果基本一致。

关键词: 电解水; 叶菜; 杀菌

中图分类号: S 636 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)24-0046-03

第一作者简介: 侯梦石(1989), 男, 山东临沂人, 在读本科。
E-mail: hms@cau.edu.cn

通讯作者: 赵淑梅(1967-), 女, 吉林蛟河人, 博士, 副教授, 现主要从事设施农业生物环境工程研究工作。E-mail: zhaoshum@cau.edu.cn

基金项目: 国家大学生创新性试验计划资助项目(071001933); 现代农业(大宗蔬菜)产业技术体系建设专项资金资助项目(Nycytx-35-gw24)。

收稿日期: 2010-10-22

电解水是一种新型机能水溶液, 可通过电解发生装置电解 NaCl 水溶液而获得。电解水的功能研究最早开始于 20 世纪 80 年代初期的日本^[1], 现今已在医疗^[2]、食品加工^[3]、养殖^[4]以及园艺^[5-7]等领域得到了广泛的研究和应用, 在农业上的研究和应用主要集中于杀菌消毒^[8]、病害防治^[7-8]及对植物育种生长的影响^[7]等方面。有关电解水的研究结果表明, 强酸性电解水具有广谱、快速杀菌效应^[4], 且无污染、无残毒, 安全经济, 利于环保^[9]。

[3] 吴建国, 陆晓民, 张晓婷. 水分胁迫下水杨酸对毛豆幼苗生长及其抗渍性的影响[J]. 中国农学通报, 2006(1): 32-34.

[4] 高波, 邵永春, 徐坤, 等. 外源水杨酸对草莓抗冷性的影响[J]. 青岛农业大学学报(自然科学版), 2007(2): 81-84.

[5] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 1990.

[6] 王开冻, 颜志明, 马卫军, 等. 水杨酸对高温胁迫下南瓜幼苗生理生化的影响[J]. 浙江农业科学, 2009(1): 42-43, 47.

[7] 孙艳, 王鹏. 水杨酸对黄瓜幼苗抗高温胁迫能力的影响[J]. 西北植物学报, 2003, 23(11): 2011-2013.

[8] 薛建平, 王兴, 张爱民, 等. 水杨酸对高温胁迫下半夏叶片光合作用及叶绿素的影响[J]. 中国药理学杂志, 2008(24): 1855-1857.

Effect of Salicylic Acid on Physiological Character of Cucumber Seedlings under High Temperature Stress

ZHOU Yan-li¹, LI Jing-ying¹, WANG Qiu-yue¹, ZHANG Shu-fen²

(1. Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118; 2. Station for Popularizing Agricultural Technique of Yuzi Town Qianan County Songyuan City Jilin Province, Songyuan, Jilin 131411)

Abstract: Taking Jili 4 as experiments material; the effect of different concentrations salicylic acid on physiological character of cucumber seedlings undur high temperature stress were studied. The results showed that different concentrations of SA solution could reduce the relative conductivity and malondialdehyde (MDA) content of cucumber leaves and improve chlorophyll content of cucumber seedling leaves, free proline content, and root activity. SA could relax injury of cucumber seedling under on high temperature stress, it was the best when the concentration was 250 mg/L.

Key words: cucumber; salicylic acid; high temperature stress; phy siological character

目前, 在蔬菜的栽培和包装生产过程中, 消毒杀菌程序还不够完善, 成品蔬菜中往往存在大量有害细菌和真菌, 而随着人们对健康饮食的重视, 以叶菜为主的很多蔬菜的生食方式已经极为普遍, 因此, 探讨一种安全、有效的成品新鲜蔬菜的杀菌方式, 具有重要的现实意义。试验在实验室条件下通过用不同理化指标的电解水浸泡成品小白菜和生菜, 探讨了电解水对常见叶菜的杀菌效果, 以期为生食蔬菜的食品加工过程提供一种更安全、更有效的杀菌措施。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2010 年 5 月在中国农业大学农业部设施农业工程重点开放实验室进行。试验所用的小白菜和生菜均从普通菜市场采购。采购的成品叶菜放入冰箱 4℃ 恒温保存。在对其进行电解水杀菌之前不做任何灭菌处理, 以保持成品菜原样细菌。

1.2 试验方法

1.2.1 电解水制备 将浓度为 0.1% 的 NaCl 溶液电解获得 3 组电解水, 分别编号为 A、B、C 组, 测定其 pH 值、有效氯浓度(ACC)、氧化还原电位(ORP)3 项理化指标, 设置去离子水为对照组 CK。用于小白菜和生菜杀菌试验的电解水理化指标分别如表 1、2 所示。

表 1 用于小白菜杀菌试验的电解水理化指标

组号	pH	ACC/mg · L ⁻¹	ORP/mV
A	3.20	103	1 078
B	4.97	88	924
C	10.09	0	-183
CK	7.68	0	280

表 2 用于生菜杀菌试验的电解水理化指标

组号	pH 值	ACC/mg · L ⁻¹	ORP/mV
A	3.28	103	1 078
B	4.78	77	946
C	10.46	0	-95
CK	7.51	0	286

1.2.2 菌落数测定 试验中所有菌落计数均采用涂布平板法。取 0.1 mL 杀菌后经梯度稀释的菌液, 置于已凝固的无菌平板培养基表面, 然后用玻璃棒将菌液均匀的涂在整个平板上, 在一定温度下培养一定时间进行计数。每个稀释度均 3 次重复。

1.2.3 菌悬液制备 选取小白菜、生菜为处理对象, 分别称取等量叶片大小、形态、色泽一致的成品叶菜各 4 份, 每份 5 g, 放于 6 号自封袋中。在室温条件下用 A、B、C、CK 4 种液体各 100 mL 分别处理 10 min^[9], 然后将成品菜叶浸入 10 mL 终止液中 1 min, 并用电动混匀器震荡。

1.2.4 细菌杀菌试验 电解水对叶菜的细菌杀菌试验按照卫生部 2009 年颁布的《消毒技术规范》^[10] 中的试验方法进行。取各种菌悬液 0.5 mL 加入 4.5 mL 磷酸缓

冲液(0.1% 硫代硫酸钠+0.07% 卵磷脂, 已证明为电解水有效的中和剂)^[11] 中, 用电动混匀器混合 20 s, 连续稀释 7 次。取每个稀释度菌悬液 0.1 mL 均匀涂布于细菌培养基上。将细菌培养基放入 37℃ 恒温培养箱中培养, 24 h 后进行计数。

1.2.5 真菌杀菌试验 电解水对叶菜的细菌杀菌试验按照卫生部 2009 年颁布的《消毒技术规范》中的试验方法进行。取每个稀释度菌悬液 1 mL 倒入培养皿中, 再将 15 mL 的真菌培养基倒入培养皿, 混匀。冷却后将真菌培养基放入 28℃ 恒温培养箱中培养, 48 h 后进行计数。

2 结果与分析

2.1 电解水对小白菜表面的杀菌效果

用不同理化指标的电解水浸泡成品小白菜, 进行杀菌处理 10 min 后, 其杀菌效果如表 3 所示。由表 3 可知, 不同理化指标的电解水对小白菜表面的菌类均有一定的灭活作用。电解水的杀菌效果可能同氧化还原电位及有效氯浓度有关, 氧化还原电位较高的 A 组电解水杀菌效果最好, 支持了 Becking 在 1960 年提出的氧化还原电位学说、电子运动学说与电传导学说等^[12]。而同时 A 组电解水有效氯较高, 又有力支持了化学学说, 即电解水杀菌最主要因素是其复杂的化学因子, 包括次氯酸、过氧化氢和 OH 基^[13]。但 pH 值高、氧化还原电位不高、有效氯低的碱性电解水也同样表现出了显著的杀菌效果。分析其原因, 一是可能由于因植物代谢, 大多植物的表面是微酸环境, 而浸泡于碱性电解水后改变了其表面的酸碱环境, 从而使一些菌类的滋生得到抑制; 二是可能因为电解水氧化还原过程中会向外界提供电子或获取电子, 通过电子的传递而使胞膜穿孔, 外泄大量的内容物而使生物膜破坏, 使菌类死亡^[7]。这也佐证了单独的物理说或化学说并不能有效解释电解水的杀菌机理, 电解水的杀菌效果极有可能是多种因素共同影响的结果。

但总体来说, pH 值较低、有效氯浓度较高、氧化还原电位值较高的酸性电解水杀菌效果较好, A 组电解水在对细菌和真菌的灭杀率分别较 B 组电解水高 0.69% 和 0.79%, 较 C 组电解水高 9.53% 和 10.22%。不论是细菌还是真菌, A 组电解水杀菌效果均为最优。

同样理化性质的电解水对小白菜表面细菌和真菌杀菌效果高度一致, 基本不因灭杀对象不同而产生效果的区别。

2.2 电解水对成品生菜表面的杀菌效果

用同样方法对生菜进行了杀菌试验, 其杀菌效果如表 4 所示。由表 4 可知, 不同理化指标的电解水对生菜表面的菌类均有一定的灭活作用。pH 值较低、有效氯浓度较高、氧化还原电位值较高的酸性电解水杀菌效果

表 3	电解水对小白菜表面的杀菌效果						
	A		B		C		CK
污染菌	活菌量/CFU · mL ⁻¹	灭杀率/%	活菌量/CFU · mL ⁻¹	灭杀率/%	活菌量/CFU · mL ⁻¹	灭杀率/%	活菌量/CFU · mL ⁻¹
细菌	1.9×10 ³	99.00	3.2×10 ³	98.31	2×10 ⁴	89.47	1.9×10 ⁵
真菌	80	99.10	150	98.31	990	88.88	8.9×10 ³

较好, A 组电解水在对细菌和真菌的灭杀率分别较 B 组电解水高 6.32%和 2.58%, 较 C 组电解水高 15.24%和 10.48%。不论是细菌还是真菌, A 组电解水杀菌效果均为最优。与电解水对小白菜表面杀菌效果相似, 同样理化性质的电解水对生菜表面细菌和真菌杀菌效果高度

一致, 基本不因灭杀对象不同而产生效果的区别。将表 3 同表 4 进行比较, 可以发现同样理化性质的电解水对小白菜、生菜杀菌效果相近, 说明了电解水可能对叶菜表面杀菌有普适性的效果, 电解水杀菌不因细菌、真菌载体不同而产生效果的差异。

表 4	电解水对生菜表面的杀菌效果						
	A		B		C		CK
污染菌	活菌量/CFU · mL ⁻¹	灭杀率/%	活菌量/CFU · mL ⁻¹	灭杀率/%	活菌量/CFU · mL ⁻¹	灭杀率/%	活菌量/CFU · mL ⁻¹
细菌	180	99.86	8.4×10 ³	93.54	2.2×10 ⁴	84.62	1.3×10 ⁵
真菌	20	99.95	50	97.37	200	89.47	1.9×10 ³

3 结论

电解水对小白菜和生菜表面的细菌和真菌都有良好的灭活作用。用电解水浸泡成品小白菜和生菜 10 min 后, 其表面存活菌数能减少 80%以上。且使用电解水浸泡小白菜和生菜后, 对其表面不会产生明显损伤, 外观、气味无明显变化。酸性电解水对小白菜和生菜表面的细菌和真菌的灭活效果比碱性电解水要好。用酸性电解水浸泡小白菜和生菜 10 min 后, 无论是细菌还是真菌, 其灭杀率比用强碱性电解水要提高 10%左右。强酸性电解水对小白菜和生菜表面的细菌和真菌的灭活效果比弱酸性电解水要好。用 pH 值较低的强酸性电解水浸泡小白菜和生菜 10 min 后, 其表面存活菌数比用 pH 值高的弱酸性电解水要提高 1%~6%不等。试验中各组电解水中理化指标为 pH 3.0 左右, ORP 为 1 000 mV 左右, ACC 为 100 mg/L 左右的酸性电解水杀菌效果最显著。电解水对小白菜和生菜的杀菌效果基本一致, 不因细菌、真菌载体不同而产生效果的差异。

参考文献

[1] 朱世华. 强酸性水的制备及其在消毒上的应用[J]. 中国消毒学杂志, 1998, 15(3): 179-181.

[2] 李新武. 酸性氧化电位水研究及在医疗领域的应用[J]. 中国护理管

理, 2008(4): 12-17.

[3] 黄吉城, 邓峰, 严纪文, 等. 电解氧化水的杀菌效果及其在食品生产和食具消毒中的应用研究[J]. 广东卫生防疫, 2001(2): 8-10.

[4] 曹薇, 施正香, 朱志伟, 等. 电解水在养殖业的应用展望[J]. 农业工程学报, 2006(12): 150-154.

[5] 邓立新, 黄川, 赵淑梅, 等. 电解水对小白菜种子发芽的影响[J]. 农机化研究, 2010(2): 133-136.

[6] 李里特. 电生功能水在农业上的应用研究及展望[J]. 中国农业信息, 2006(1): 15-16.

[7] 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.

[8] 高新昊, 张志斌, 郭世荣, 等. 强酸性电解水浸种对黄瓜种子发芽与幼苗生长影响的研究[J]. 中国农学通报, 2004, 20(6): 227-228.

[9] 张向慧, 范振良. 影响次氯酸钠溶液蔬菜杀菌效果的主要因素[J]. 开封大学学报, 2007, 21(3): 84-86.

[10] 中华人民共和国卫生部. 消毒技术规范[S]. 2002.

[11] 邓小红. 强氧化离子水杀菌性能实验研究[J]. 中华医院感染学杂志, 1998, 8(1): 37-38.

[12] Fegley, J. B. Properties and composition of the terrestrial ocean and of the atmospheres of the earth and other planets, in Global Earth Physics by Ahrens T. J[M]. Am. Geophys Union, 1995: 320-345.

[13] 孙薇, 任清明, 李东力. 酸性氧化电位水杀菌机理及应用研究进展[J]. 中国消毒学杂志, 2004, 21(4): 371-373.

Effect of Electrolyzed Water on Sterilization of Leafy Vegetable

HOU Meng-shi, CAO Wei, ZHAO Shu-mei, ZHOU Qing, HUANG Chuan

(College of Water Conservancy and Civil Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083)

Abstract: The effect of sterilization on leafy vegetables with electrolyzed water of different pH values was studied under laboratory conditions. The results showed that the electrolyzed water has obvious effect on sterilization of bacteria and fungi which on the leaf surface; acidic electrolyzed water on the leaf surface of the inactivation of bacteria and fungi is better than alkaline electrolyzed water. Higher concentrations of acidic electrolyzed water had better effect on the leaf surface of the inactivation of bacteria and fungi than the lower one. Electrolyzed water is in acid group has most significant effect, which testing physical and chemical indicators was about 3.0 pH value, 1 000 mV ORP, 100 mg/L ACC.

Key words: electrolyzed water; leafy vegetable; sterilization