

热激处理对黄瓜片保鲜效果的影响

苏亚东¹, 王庆国^{1*}, 陈玉贞², 冯晓慧¹, 周晓琳¹

(1. 山东农业大学食品科学与工程学院, 泰安 271018; 2. 山东省疾病预防控制中心细菌传染病防治所, 济南 250014)

摘要: 为了探索延长鲜切黄瓜货架期, 提高其贮藏品质及食用安全性的有效方法, 该文研究了热激处理(热水)对鲜切黄瓜贮藏过程中品质及微生物的影响。结果表明, 热激处理能够有效减缓鲜切黄瓜贮藏过程中脆度、含水率、可溶性固形物和维生素 C 含量的降低, 推迟腐烂的发生, 使产品在贮藏过程中保持优良品质。48~49℃热激处理 10 min 效果较好, 处理后的鲜切黄瓜 5℃下贮藏 9 d 仍具有商品价值。鲜切黄瓜在 5℃贮藏过程中, 菌落总数、大肠菌群、霉菌及酵母菌的数量会逐渐增加, 而金黄色葡萄球菌自始至终不存在。48~49℃, 10min 的热激处理有效地减少了鲜切黄瓜中大肠菌群、霉菌及酵母菌的数量, 并对其后来的增殖起到了明显的抑制作用。初步研究表明, 热激处理可诱导鲜切黄瓜对微生物的抗性, 进而延缓贮藏期间微生物的增长。

关键词: 微生物, 质量控制, 农产品, 鲜切, 热激处理, 保鲜

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2011.03.069

中图分类号: TS255.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2011)-03-0381-07

苏亚东, 王庆国, 陈玉贞, 等. 热激处理对黄瓜片保鲜效果的影响[J]. 农业工程学报, 2011, 27(3): 381-387.

Su Yadong, Wang Qingguo, Chen Yuzhen, et al. Effects of heat-shock treatments on storage of fresh-cut cucumbers[J]. Transactions of the CSAE, 2011, 27(3): 381-387. (in Chinese with English abstract)

0 引言

鲜切果蔬作为食品工业的一种新兴产品, 自 20 世纪 50 年代起源于美国后迅速发展。2005 年, 在美国通过超市销售的新鲜果蔬中, 鲜切产品占 16%^[1]。近年来, 随着经济水平的提高和居民消费习惯的改变, 鲜切果蔬在中国也得到了较快发展。

鲜切果蔬具有新鲜、食用方便等特点, 但由于切分造成了生理特性的较大改变, 果蔬组织内的营养汁液大量外流, 给微生物的生长与繁殖提供了良好的环境条件, 导致鲜切果蔬表面微生物容易大量滋生, 货架期缩短, 食用安全性降低^[2]。在北美和欧洲曾多次暴发因沙门氏菌、大肠杆菌等引起的致病或中毒事件, 严重地威胁到人们的身体健康与生命。因此, 微生物污染是鲜切蔬菜加工流通中的一大障碍^[3]。

热激处理作为一种物理的处理方法, 具有杀虫、杀菌、保鲜和无化学残留的优点。前人研究结果表明, 热激处理还可以起到延长果蔬货架期的作用^[4]。

国外对于鲜切果蔬研究较多, 但主要是生菜、土豆、西红柿等蔬菜^[5-6]。国内对于鲜切果蔬果蔬的研究则起步较晚, 且主要集中在延长货架期、提高贮藏品质上^[7-8]。黄瓜在中国是大宗蔬菜之一, 鲜切黄瓜在美国则是主要

鲜切品种^[9-10], 但国内外对于鲜切黄瓜的研究, 特别是热激处理对鲜切黄瓜保鲜效果的研究却鲜有报道。

因此本文通过试验, 研究不同温度和时间的热激处理对鲜切黄瓜贮藏品质的影响从而确定最佳的处理条件; 测定了热激处理后鲜切黄瓜贮藏期间的菌落总数、霉菌及酵母菌总数、大肠杆菌及金黄色葡萄球菌的数量变化。就热激处理对鲜切黄瓜货架期、贮藏品质及食用安全性的影响进行了多方面的探讨, 以确定更合理的热激处理工艺参数, 为中国鲜切蔬菜产业化发展提供一定的参考和借鉴。

1 材料与方法

1.1 材料与处理

1.1.1 材料

黄瓜, 采自山东省济南市济阳县曲堤镇姚家集村, 选择优质、无腐烂、无机械伤、大小均匀, 长度约 27 cm, 直径约 3.8 cm 的中等成熟度的黄瓜为试验材料, 采后于 5℃的冷库中预冷, 24 h 内进行试验。

1.1.2 处理方法

试验 1: 将预冷的黄瓜取出, 洗净, 用 200 mg/L 的次氯酸钠溶液 (pH 值 7.0) 消毒 3~5 min, 然后浸入热水中按表 1 中的要求进行热激处理。处理完成后, 将黄瓜取出晾干, 切成厚度为 3~5 mm 的薄片, 然后放入 50 mg/L 的次氯酸钠溶液 (pH 值 7.0) 中消毒 3~5 min。消毒完成后用纱布擦干并装袋 (1 袋=15 片)^[11-14], 贮存于 5℃^[15]冷库中。

试验 2: 将预冷的黄瓜取出, 洗净, 按表 2 中的要求进行处理。

收稿日期: 2010-05-06 修订日期: 2010-12-09

作者简介: 苏亚东 (1985—), 男, 山东济宁人, 研究方向为果蔬贮藏与加工。泰安 山东农业大学食品科学与工程学院, 271018。

Email: sydhyd@163.com

*通信作者: 王庆国 (1965—), 男, 山东青州人, 副教授, 主要从事果蔬采后生理的研究。泰安 山东农业大学食品科学与工程学院, 271018。

Email: wqgyyy@126.com

表1 试验1 处理方法

Table 1 Treatments of experiment 1

处理组	处理温度和时间
对照(CK)	不浸泡
处理1	48~49℃热水, 10 min
处理2	48~49℃热水, 15 min
处理3	48~49℃热水, 20 min
处理4	51~52℃热水, 5 min
处理5	51~52℃热水, 10 min
处理6	51~52℃热水, 15 min

表2 试验2 处理方法

Table 2 Treatments of experiment 2

处理组	处理方法
对照1 (CK1)	取5根黄瓜→放入200 mg/L次氯酸钠溶液(pH值7.0)中浸泡3~5 min→晾干后切片→纱布吸水→装袋→贮存于5℃冷库中
对照2 (CK2, 消毒)	取5根黄瓜→放入200 mg/L次氯酸钠溶液(pH值7.0)中浸泡3~5 min→晾干后切片→放入50mg/L次氯酸钠溶液(pH值7.0)中浸泡3~5 min→纱布吸水→装袋→贮存于5℃冷库中
处理I (48~49℃热水热激处理, 10 min)	取5根黄瓜→放入200 mg/L次氯酸钠溶液(pH值7.0)中浸泡3~5 min→放入48~49℃水浴锅中10 min→取出晾干, 切片→纱布吸水→装袋→贮存于5℃冷库中
处理II (48~49℃热水热激处理, 10 min, 消毒)	取5根黄瓜→用200 mg/L次氯酸钠溶液(pH值7.0)浸泡3~5 min→放入48~49℃水浴锅中10 min→取出晾干, 切片→放入50 mg/L次氯酸钠溶液(pH值7.0)中浸泡3~5 min→纱布吸水→装袋→贮存于5℃冷库中

1.2 贮藏期间测定项目及方法

1.2.1 感官评定

感官评定按照感官评定标准^[16-17], 每3 d 评定一次, 每种处理中随机选出15片, 按照评分标准(表3)进行评定。

表3 感官评定标准

Table 3 Standards of sensory evaluation

评分标准	
总体质量 评定 (1~9分)	9分: 质量完好, 无缺陷; 7分: 质量较好, 轻微失水; 5分: 质量稍差, 失水明显, 表面有黏液, 有异味; 3分: 质量差, 腐烂明显; 1分: 质量很差, 腐烂严重
风味评定 (1~9分)	9分: 风味好, 具有新鲜黄瓜特有的味道, 气味浓郁, 口感很脆, 汁液丰富; 7分: 风味较好, 虽具有黄瓜的典型味道, 但稍淡, 口感较脆, 汁液丰富; 5分: 风味较差, 有轻微异味; 3分: 风味差, 有明显异味; 1分: 很差, 腐烂严重, 腐败味浓
腐烂评定 (1~9分)	9分: 无腐烂现象; 7分: 腐烂面积<5%; 5分: 腐烂面积5%~20%; 3分: 腐烂面积20%~50%; 1分: 腐烂面积>50%

注: 总体质量评价得分6以下, 即失去商品价值。

1.2.2 含水率的测定

按照 GB/T 5009.3—2003 的方法进行测定。

1.2.3 脆度的测定

应用 TA-XT2i 物性测试仪进行测定。测定参数如下^[17]:

测量模式: texture profile analysis (TPA)。

测量参数: 预压速度: 1.0 mm/s, 下压速度: 0.5 mm/s, 压后上行速度: 1.0 mm/s, 下压距离: 1.0 mm, 两次压缩中间停顿: 3.0 Sec。

探头: P5 (直径5 mm)。

1.2.4 可溶性固形物含量的测定

采用 WYT-1 型手持糖量计测定。

1.2.5 腐烂率的测定

按鲜切黄瓜腐烂面积大小将瓜片划分为4级^[17]:

0级, 瓜片新鲜, 无腐烂;

1级, 腐烂面积小于瓜片面积的10%;

2级, 腐烂面积占瓜片面积的10%~30%;

3级, 腐烂面积大于瓜片面积的30%;

按下式计算腐烂率:

$$\text{腐烂率}(\%) = \frac{\sum \text{腐烂级别} \times \text{该级片数}}{\text{最高腐烂级别} \times \text{总片数}} \times 100\%$$

1.2.6 维生素C的测定

按照 GB/T 6195—1986 的方法进行测定。

1.2.7 微生物测定

目前, 中国大陆还没有鲜切蔬菜微生物标准, 本文参考中国香港鲜切蔬菜的微生物标准进行质量评价^[18-21](表4)。

表4 中国香港卫生署鲜切蔬菜卫生指标

Table 4 Health indicators of fresh-cut vegetables (Hong Kong Department of Health)

种类	数量
菌落总数	≤10 ⁶ 菌落形成单位/g
大肠菌群	≤100 菌落形成单位/g
金黄色葡萄球菌	≤10 ⁴ 菌落形成单位/g

1) 菌落总数的测定

按照 GB/T 4789.2—2008 的方法进行测定。

2) 大肠菌群的测定

按照 GB/T 4789.3—2008 的方法进行测定。

3) 霉菌及酵母菌的测定

按照 GB/T 4789.15—2008 的方法进行测定。

4) 金黄色葡萄球菌的检验

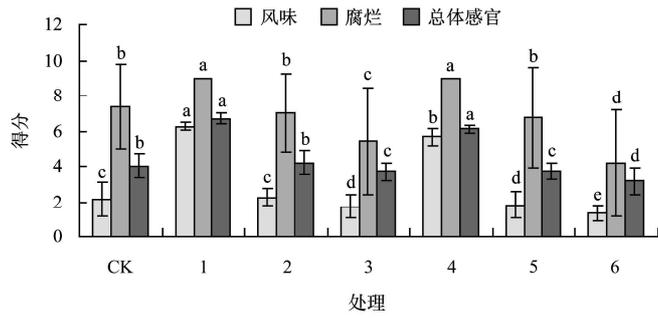
按照 GB/T 4789.10—2008 的方法进行检验。

2 结果与分析

2.1 热激处理对鲜切黄瓜感官品质的影响

从总体情况来看, 在贮藏的前3 d, 各处理组及对照之间感官品质差别不大, 3 d以后差异才开始显著 ($P < 0.05$)。从图1可以看出, 贮藏至第9天, 48~49℃, 10 min和51~52℃, 5 min的处理组品质保持较好, 均明显优于其他处理组及对照 ($P < 0.05$), 其中48~49℃, 10 min

效果尤为显著。



注：处理 1 为 48~49℃，10 min；处理 2 为 48~49℃，15 min；处理 3 为 48~49℃，20 min；处理 4 为 51~52℃，5 min；处理 5 为 51~52℃，10 min；处理 6 为 51~52℃，15 min。下同

图 1 5℃贮藏第 9 天不同热激处理的鲜切黄瓜的风味、腐烂及总体感官评定结果

Fig.1 Flavor, decay and overall sensory evaluation of fresh-cut cucumbers treated by different heat shock during storage at 5℃ for 9 days

从图 1 还可以看出，贮藏至第 9 天，48~49℃，10 min 处理组的风味明显优于其他处理组及对照 ($P < 0.05$)，且未出现腐烂。这说明 48~49℃，10 min 的热激处理能够有效地保持鲜切黄瓜贮藏过程中的感官品质。此外，51~52℃，15 min 处理组的风味、腐烂以及总体感官评定均明显低于其他处理组和对照 ($P < 0.05$)，这可能是由于温度过高、处理时间过长使黄瓜组织受到伤害所致。

2.2 热激处理对鲜切黄瓜脆度等品质的影响

脆度是鲜切黄瓜品质的重要指标之一^[22-23]，经不同热激处理的鲜切黄瓜在贮藏 9 d 时的脆度如图 2a 所示，由图中可以看出，48~49℃，10 min 和 51~52℃，5 min 的处理组脆度明显高于其他处理组和对照 ($P < 0.05$)，且

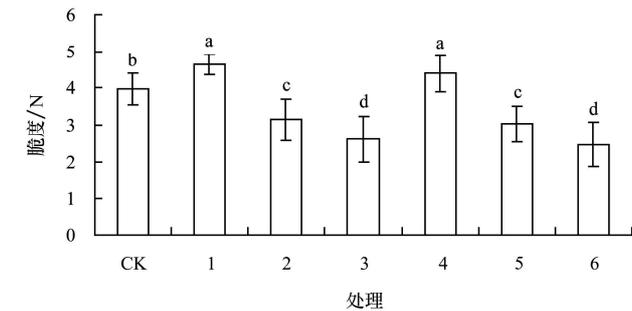
48~49℃，10 min 高于 51~52℃，5 min，处于较高水平，这说明 48~49℃，10 min 的热激处理能够有效地保持鲜切黄瓜的脆度。

黄瓜瓜皮较薄，保水性较差，鲜切之后切面较大更易失水^[24]，由图 2b 中可以看出，48~49℃，10 min 热激处理组水分含量要高于其他处理组和对照，这说明适宜温度和时间的热激处理能够减缓鲜切黄瓜水分含量的降低，而 48~49℃，10 min 热激处理的效果较好。

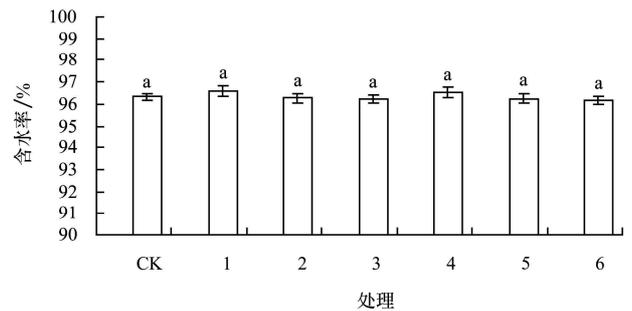
由图 2c 可以看出，经不同热激处理的鲜切黄瓜在 5℃贮藏 9 d 时，各处理组的固形物含量均高于对照，且 51~52℃，10 min 和 51~52℃，15 min 处理组固形物含量明显高于其他处理组和对照 ($P < 0.05$)，这可能是由于热激处理抑制了鲜切黄瓜的呼吸作用，从而减少了固形物的分解所致^[25]。

由图 2d 可以看出，不同条件的热激处理对鲜切黄瓜的维生素 C 含量也有较大影响，5℃贮藏第 9 天，48~49℃，10 min 和 51~52℃，5 min 的处理组维生素 C 含量明显高于其他处理组和对照 ($P < 0.05$)。这说明虽然处理当天热激处理会对鲜切黄瓜中的维生素 C 产生一定的破坏^[4]，但是随着贮藏的进行，48~49℃，10 min 和 51~52℃，5 min 的热激处理有效地减缓了鲜切黄瓜维生素 C 含量的降低。

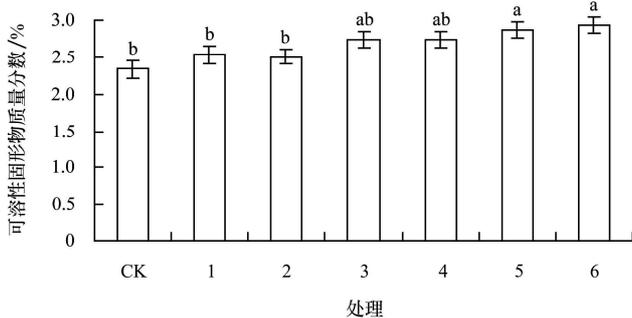
腐烂是导致鲜切产品品质劣变的主要原因之一^[26]，由图 2e 可以看出，5℃贮藏第 9 天，只有 48~49℃，10 min 和 51~52℃，5 min 的处理组未出现腐烂现象，这说明 48~49℃，10 min 和 51~52℃，5 min 的热激处理能够明显抑制鲜切黄瓜贮藏过程中腐烂的发生。而其他处理组除 51~52℃，10 min 外，腐烂率均明显高于对照 ($P < 0.05$)，这可能是由于温度过高或处理时间过长导致黄瓜组织受到伤害所致。



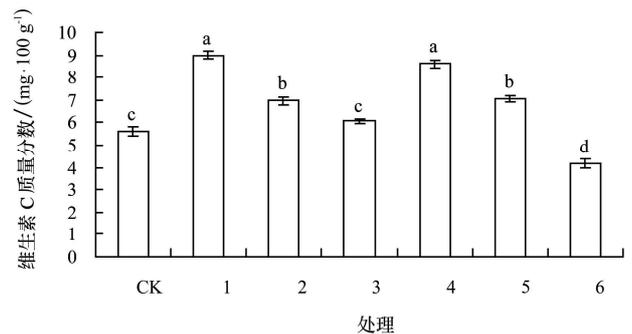
a. 脆度



b. 含水率



c. 可溶性固形物



d. 维生素 C

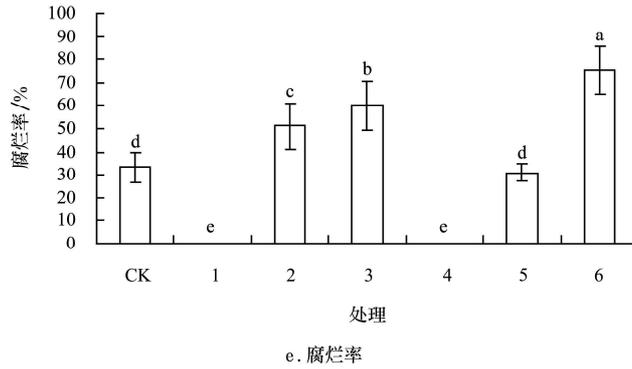


图2 不同热激处理的鲜切黄瓜5℃贮藏9d时的脆度、含水率、可溶性固形物、维生素C含量及腐烂率
Fig.2 Firmness, moisture content, soluble solids concentrations, vitamin C content and decay rate of fresh-cut cucumbers treated by different heat shock during storage at 5℃ for 9 days

综上所述可以看出，在保持贮藏品质方面，48~49℃，10 min 和 51~52℃，5 min 热激处理效果较好；但在风味保持方面，48~49℃，10 min 效果明显优于 51~52℃，5 min ($P<0.05$)，因此试验 2 选择 48~49℃，10 min 作为最佳热激处理条件。

2.3 热激处理对微生物的影响

鲜切果蔬生产中最常用的消毒方法为次氯酸钠溶液消毒法，但是该消毒方法消毒效果易受溶液有机物含量及 pH 值的影响，消毒效果不稳定^[27]。因此本试验对热激处理、次氯酸钠消毒处理及二者结合处理的消毒效果进行了比较，在了解热激处理消毒效果的同时期望得到更加安全有效的消毒方法。

2.3.1 菌落总数

从图 3 可以看出，贮藏 3 d 以后，2 个消毒处理组的菌落总数迅速增加，但截止第 6 天，仍明显低于 2 个未进行消毒处理的组 ($P<0.05$)，这表明消毒处理可以较好地抑制贮藏前期细菌的增殖。第 9 天及以后，CK2 的菌落总数明显高于处理 I ($P<0.05$)，且数量逐渐接近于 CK1，这说明仅消毒处理的效果不具长效性，仅在前期有作用。

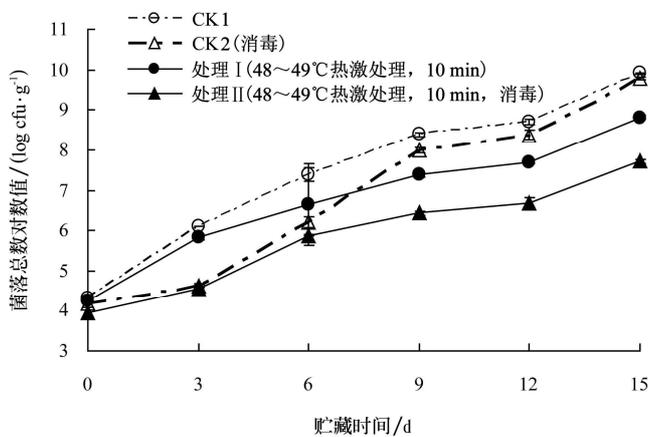
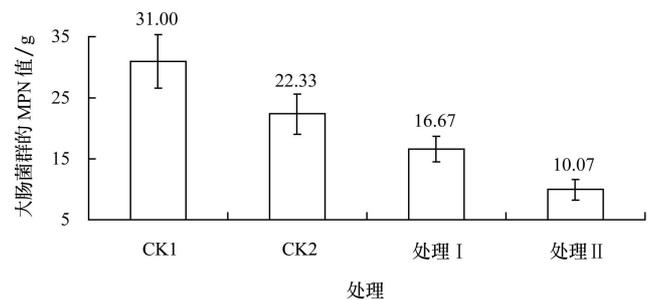


图3 5℃贮藏期间各处理的菌落总数对数值的变化曲线
Fig.3 Total plate counts of fresh-cut cucumbers during storage at 5℃

从图 3 还可以看出，贮藏第 3 天，CK1 与处理 I，CK2 与处理 II，菌落总数很接近；贮藏第 6 天，处理 II 的菌落总数与 CK2 也很接近，这说明热激处理并不能很好地杀灭需氧细菌。自第 9 天至贮藏结束，2 个热激处理组的菌落总数明显低于 2 个对照组 ($P<0.05$)，这说明热激处理的效果主要体现在后期，同时说明热激处理诱导了黄瓜对细菌的抗性，导致中后期细菌的增殖速度明显减缓。

2.3.2 大肠菌群

从图 4 可以看出，鲜切黄瓜在处理当天，各处理的 MPN 值均低于 100/g，可以达到鲜切蔬菜的大肠菌群指标要求 (表 4)，热激处理和次氯酸钠消毒处理均可以减少大肠菌群数量，且热激处理杀灭大肠菌群的效果好于消毒剂处理，各处理中处理 II (48~49℃热激处理，10 min，消毒) 的 MPN 值最低，说明其杀灭大肠菌群的效果最好。



注: CK2 为消毒; 处理 I 为 48~49℃热激处理, 10 min; 处理 II 为 48~49℃热激处理, 10 min, 消毒

图4 5℃贮藏第1天各处理的大肠菌群的 MPN 值
Fig.4 MPN of coliforms in fresh-cut cucumbers stored at 5℃ for 1 day

由图 5 可以看出，贮藏过程中大肠菌群的数量一直在增加，贮藏至第 6 天，切割后不进行消毒处理的黄瓜即 CK1，大肠菌群的 MPN 值已经超标 (大于 100/g)，已经不可食用，而其他处理仍然达到鲜切蔬菜的大肠菌群要求。贮藏第 12 天及以后，各处理组的大肠菌群 MPN

值均已超标(大于 100/g), 且处理间差别明显($P < 0.05$), 消毒处理的 MPN 值明显低于未消毒处理的, 热激处理的明显低于对照, 处理 I 明显低于 CK2, 这表明热激处理抑制大肠菌群的效果好于常温消毒处理, 且这种效果具有长效性。

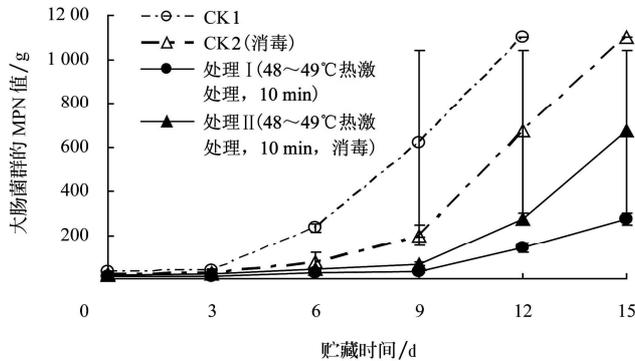


图5 5°C贮藏期间各处理的大肠菌群的 MPN 值变化曲线

Fig.5 Survival and elimination of coliform in fresh-cut cucumbers at 5°C

2.3.3 霉菌及酵母菌

由图 6 可以看出, 48~49°C 热激处理, 10 min 并进行消毒的效果较好, 和 CK1 相比有明显的数量级差别。而 CK2 (消毒) 和处理 I (48~49°C 热激处理, 10 min) 也得到较好的效果, 但与 CK1 没有明显的数量级差别。这说明热激和消毒处理结合能够有效杀灭霉菌和酵母菌, 而单纯的热激处理也有一定的效果。

此外, 贮藏第 9 天至贮藏结束, 处理 I 和处理 II 的霉菌及酵母菌总数均明显低于 CK1 和 CK2, 这说明热激处理诱导了黄瓜对霉菌和酵母菌的抗性, 在贮藏中后期对霉菌和酵母菌的增殖起到了明显的抑制作用。

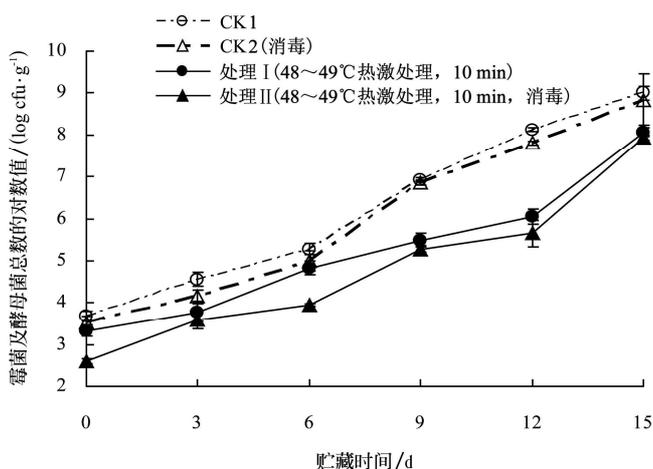


图6 5°C贮藏期间各处理的霉菌及酵母菌总数的对数值变化曲线

Fig.6 Survival and elimination of yeast and mold in fresh-cut cucumbers during storage at 5°C

2.3.4 金黄色葡萄球菌

在整个贮藏期间, 4 个不同的处理组均无金黄色葡萄球菌检出。

3 结论

1) 热激处理能够有效延缓鲜切黄瓜脆度、含水率、可溶性固形物以及维生素 C 含量的下降和腐烂的发生, 使产品在贮藏过程中保持优良品质。48~49°C, 10 min 处理效果较好, 5°C 条件下贮藏 9 d 仍具有商品价值, 品质保持最佳。

2) 从菌落总数上来看, 次氯酸钠消毒处理可以较好地抑制前期细菌的增殖, 但该消毒处理的效果不具长效性, 仅在前期有作用; 而热激处理的效果主要体现在后期, 这说明热激处理诱导了黄瓜对细菌的抗性, 导致中后期细菌的增殖速度明显减缓。各处理中热激和消毒结合处理的黄瓜菌落总数降低较为显著。

3) 对于大肠菌群, 热激处理和次氯酸钠消毒处理均有一定的杀灭作用, 热激处理杀灭大肠菌群的效果要好于消毒剂处理, 而热激和消毒结合处理杀灭大肠菌群的效果较好。

4) 热激处理对于霉菌和酵母菌, 能够起到明显的杀灭作用, 且诱导了黄瓜对霉菌和酵母菌的抗性。而在整个贮藏期间, 4 个不同的处理均没有金黄色葡萄球菌检出。

5) 初步研究表明, 热激处理能够有效地保持鲜切黄瓜的贮藏品质, 延长其货架期, 且对于抑制黄瓜表面的微生物也具有一定的效果, 能够诱导黄瓜产生对微生物的抗性, 且在贮藏后期效果更为明显。

[参 考 文 献]

- [1] New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: a review[J]. Trends in Food Science and Technology, 2003, 14(2): 341-353.
- [2] 果雅凝, 陆胜民. 鲜切果蔬中的微生物与控制[J]. 保鲜与加工, 2005, 5(6): 1-4.
Guo Yaning, Lu Shengmin. Microorganism and control of fresh-cut fruit and vegetable[J]. Storage and Process, 2005, 5(6): 1-4. (in Chinese with English abstract)
- [3] 高雪丽, 高愿军. 鲜切果蔬加工与微生物控制[J]. 食品工程, 2006, 2(1): 11-12.
Gao Xueli, Gao Yuanjun. The microorganism controlling and fresh-cut fruits and vegetables processing[J]. Food Engineering, 2006, 2(1): 11-12. (in Chinese with English abstract)
- [4] 傅红霞. 净菜商品化处理技术的研究[D]. 浙江大学, 2004.
Fu Hongxia. Study on Commercial Processing Technology of Minimally Processed Vegetables[D]. Zhejiang University, 2004. (in Chinese with English abstract)
- [5] Robert C. Soliva-Fortuny and Olga Martí'n-Belloso. New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: A review[J]. Trends in Food Science and Technology, 2003, 14(3): 341-353.
- [6] Ricoa D, Martí'n-Diana A B, Barat J M. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: A review[J]. Trends in Food Science and Technology, 2007,

- 18(2): 373—386.
- [7] 张学杰, 刘宜生, 孙润峰. 切割果蔬的质量控制及改善货架期的途径[J]. 中国农业科学, 1999, 32(3): 72—73. Zhang Xuejie, Liu Yisheng, Sun Runfeng. Quality control and measures taken for improving shelf life of minimally processed fruits and vegetables[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 1999, 32(3): 72—73. (in Chinese with English abstract)
- [8] 王宏. 鲜切蔬菜保鲜工艺的研究[J]. 农业科技通讯, 2008, 12(2): 84—86. Wang Hong. Study on preservation of fresh-cut vegetables[J]. *Bulletin of Agricultural Science and Technology*, 2008(12): 84—86. (in Chinese with English abstract)
- [9] Marta Montero-Calderón, María Alejandr Rojas-Graü, Olga Martín-Belloso. Effect of packaging conditions on quality and shelf-life of fresh-cut pineapple[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2008, 50(1): 182—189.
- [10] Conte A, Scrocco C, Brescia I, et al. Packaging strategies to prolong the shelf life of minimally processed lampascioni (*Muscari comosum*)[J]. *Journal of Food Engineering*, 2009, 90(3): 199—206.
- [11] Ahvenainen R, Hurme E Minimal. Processing of Vegetables [J]. *Minimal Processing of Foods*, 1994, 142(2): 17—35.
- [12] 高翔, 王蕊. 切割菜加工流通中微生物控制技术的研究[J]. 食品科技, 2003(3): 17—19. Gao Xiang, Wang Rui. The study of technology controlled by microbe for processing and marketing of minimally processed vegetable[J]. *Food Science and Technology*, 2003(3): 17—19. (in Chinese with English abstract)
- [13] 黄光荣. 切割果蔬保鲜[J]. 食品科技, 2000(3): 28—29. Huang Guangrong. Storage of cutting fruits and vegetables[J]. *Food Science and Technology*, 2000(3): 28—29. (in Chinese with English abstract)
- [14] 胡雪琼. 鲜切菠萝片加工工艺的研究[J]. 食品工业科技, 2007(10): 43—46. Hu Xueqiong. Reserch on processing of fresh cut pineapples[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2007(10): 43—46. (in Chinese with English abstract)
- [15] M Sinigaglia, M Albenzio and M Rosaria Corbo. Influence of process operations on shelf-life and microbial population of fresh-cut vegetables[J]. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 1999, 23: 484—488.
- [16] 孙慧. 切割蔬菜在加工流通过程中的品质保持技术[J]. 食品科学, 1991(2): 12—18. Sun Hui. Quality keep technology in processing and flow of cutting vegetables[J]. *Food Science*, 1991(2): 12—18. (in Chinese with English abstract)
- [17] Alley E Wtada, Ling Qi. Quality of fresh cut produce[J]. *Postharvest Biol Technol*, 1999, 15(1): 201—205.
- [18] 关文强, 井泽良. 新鲜果蔬流通过程中致病微生物种类及其控制[J]. 保鲜与加工, 2008, 8(1): 1—4. Guan Wenqiang, Jing Zeliang. Contributing factors and control of bacterial pathogens in fresh fruits and vegetables during storage and transportation[J]. *Storage and Process*, 2008, 8(1): 1—4. (in Chinese with English abstract)
- [19] 孙伟, 丁宝莲. 半加工切割蔬菜生产的生理和品质保持问题[J]. 上海农业学报, 1999, 15(4): 80—83. Sun Wei, Ding Baolian. Studies on vegetable physiology and quality preservation in production of semi-processed cut vegetables[J]. *Acta Agricul Turae Shanghai*, 1999, 15(4): 80—83. (in Chinese with English abstract)
- [20] 赵友兴, 郁志芳. 鲜切果蔬中微生物及其控制[J]. 保鲜与加工, 2000, 17(4): 184—185. Zhao Youxing, Yu Zhifang. Microorganism and Control of Fresh-cut Fruit and Vegetable[J]. *Storage and Process*, 2000, 17(4): 184—185. (in Chinese with English abstract)
- [21] Soniazv, Aliciarc. Antioxidantre sponses inminimally processed celery during refrigerated storage[J]. *Food Chemistry*, 2006, 94(4): 68—74.
- [22] Mchugh T H, Senesi E. Apple wraps: Anovel methods to improve the quality and extend the shelf life of fresh cut apples[J]. *Food Science*, 2000, 65(3): 480—485.
- [23] 陈守江, 姜松. 鲜切果蔬的保鲜技术[J]. 北方园艺, 2002(5): 69—70. Chen Shoujiang, Jiang Song. Storage of fresh cut fruits and vegetables[J]. *Northern Horticulture*, 2002(5): 69-70. (in Chinese with English abstract)
- [24] Robert C Wiley. *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables*[M]. New York: Chapman and Hal, 1994.
- [25] 凌喆. 热处理在果蔬保鲜贮藏方面的研究与应用[J]. 安徽农业科学, 2007(8): 28—29. Ling Zhe. Reserch and application of heating treatment on storage of fruits and vegetables[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2007(8): 28—29. (in Chinese with English abstract)
- [26] Couture R, Cantwell M I, Ke D, et al. Physiological attributes related to quality attributes and storage life of minimally processed lettuce[J]. *Hortscience*, 1993, 28(7): 723—725.
- [27] Gerald M Sapers. Efficacy of washing and sanitizing methods[J]. *Food Technological Biotechnol*, 2001, 39(4): 305—311.

Effects of heat-shock treatments on storage of fresh-cut cucumbers

Su Yadong¹, Wang Qingguo^{1*}, Chen Yuzhen², Feng Xiaohui¹, Zhou Xiaolin¹

(1. *College of Food Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China;*

2. *Shandong Center for Disease Control and Prevention, Jinan 250014, China*)

Abstract: In order to explore the effective method to extend shelf-life of fresh-cut cucumbers and improve its quality and safety, effects on storage quality and microorganism of heat-shock treatment on fresh-cut cucumbers during storage were studied. The results showed that the reduction of water content, soluble solids concentrations, firmness and vitamin C content were deferred by heat-shock treatment, and high quality was maintained throughout storage. The 48–49°C, 10 min heat-shock treatment showed the best effects, and storage time was up to 9 days. During storage of fresh-cut cucumbers at 5°C, populations of coliforms, molds and yeasts increased by days while staphylococcus aureus was not detected. After heat-shock treatment, populations of coliforms, molds and yeasts were reduced effectively and the growth of them was clearly inhibited. Preliminary studies showed that microbial resistance of fresh-cut cucumbers was induced by heat-shock treatment, and the growth of microorganism was also inhibited by heat-shock treatment at the later period of storage.

Key words: microorganisms, quality control, agricultural product, fresh-cut, heat-shock treatment, preservation