

# 热空气处理对草莓采后贮藏品质的影响

马雪梅, 吴朝峰, 徐晓茹

(河南安阳工学院, 河南 安阳 455000)

**摘 要:**以草莓为试材,研究了热空气不同温度、时间处理对草莓采后贮藏品质的影响。结果表明:适宜温度的热处理能显著提高草莓的贮存品质,延长贮存期,但过高的热处理温度及过长的处理时间会使保鲜效果降低,甚至出现热伤害。因此,热空气处理草莓的较好条件为 50℃ + 40 min。

**关键词:**草莓;热空气处理;品质

**中图分类号:**S 668.409<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)23-0138-04

随着人们对食品安全和环境质量的日益重视,化学杀菌剂引起的残留问题备受关注,寻找有效控制果蔬采后防腐的技术,已成为果蔬保鲜领域的重要课题。目前,热处理具有延长果蔬贮藏时间、无残留和污染及保持品质的效能,已成为果蔬保鲜的重要方式。

草莓含水量高,占 90%~95%,果实嫩,采收和贮运过程中易受损伤或微生物侵染而腐烂变质,这严重制约了草莓的经济效益。该研究以草莓为试材,研究了热空气不同温度及时间处理对草莓贮藏品质的影响,筛选出适宜的保鲜条件,提高草莓的经济效益。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

选用大小均匀、成熟度相同、果形端正、无病无霉、无机械损伤的草莓为供试材料,放置到 PP 硬质托盘并覆盖带孔保鲜膜。

草酸(AP,北京化学试剂公司)、碳酸氢钠(AP,北京化学试剂公司)、纯抗坏血酸(AP,天津市化学试剂供销公司)和 2,6-二氯酚靛酚(AP,J&K SCIENTIFIC LTD)。

电子天平(JA-2003,上海舜宇平衡科学仪器有限公司)、九阳料理机(JYL-350A,九阳股份有限公司)、电热恒温鼓风干燥箱(DHG-90704,上海精宏实验设备有限公司)和食品物性分析仪(TMS-PRO,北京盈盛恒泰有限责

任公司)。

### 1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 将大小成熟度基本相同、果形端正、无病无霉、无机械损伤的草莓果实去除杂质后每 20 个一组置于硬质托盘中,在不同温度的电热恒温鼓风干燥箱中处理不同时间,待冷却至室温后用保鲜膜包裹,在室温下放置。另外,将 20 个未经处理的果实在室温下进行贮藏,作为对照组。定期取样进行指标测定。

1.2.2 单因素试验 对照组(CK)为不进行热处理,处理时间 40 min,分别对草莓进行 30、40、50、60℃热处理;处理温度 50℃,分别对草莓进行 10、20、30、40、50、60 min 热处理,研究不同热处理温度(或时间)对草莓采后贮藏品质的影响。

1.2.3 双因素试验 对照组同上,对草莓进行不同温度(30、40、50℃)与时间(20、30、40 min)热空气处理,研究不同热处理温度和时间对草莓采后贮藏品质的影响。

### 1.3 项目测定

1.3.1 失重率测定 草莓果实的失重率测量采用称重法。果实失重率(%)=[(果实原始质量-测量时的质量)/果实原始质量]×100。

1.3.2 硬度测定 草莓果实硬度的测定利用专业级食品物性分析仪测定,触发力 0.5 N;形变量 15%;下压速率 10 mm/min。测定时取每个果实的赤道部位,选取最大值,重复 4 次,每组测 8 次,取平均值。

1.3.3 腐烂指数测定 草莓果实的腐烂指数参照陈学红等<sup>[1]</sup>的测定方法。按果实腐烂面积的大小可分为 4 个级别:0 级,无腐烂;1 级,腐烂面积占果实面积小于 25%;2 级,腐烂面积占果实面积的 26%~50%;3 级,大于果实面积 50%。腐烂指数(%)=Σ(腐烂级别×该级果实数)/(最高腐烂级别×总果实数)×100。

1.3.4 维生素 C 含量测定 采用 2,6-二氯酚靛酚滴定

**第一作者简介:**马雪梅(1977-),女,河北衡水人,副教授,研究方向为植物资源生态学与化学工程。E-mail: maxm2001@126.com.

**责任作者:**吴朝峰(1975-),男,山西长治人,副教授,研究方向为植物生物技术。E-mail: wuchaofeng7811@163.com.

**基金项目:**安阳工院校级科研资助项目(YJJ2014007)。

**收稿日期:**2015-08-11

法,以鲜质量计算,结果以 mg/100g 表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同热处理温度(或时间)对草莓品质的影响

2.1.1 不同温度处理对草莓失重率的影响 由图 1 可知,随着贮藏时间延长,对照与经过温度处理的草莓的失重率增加并出现明显差异。60℃热空气处理失重率最高并高于对照,30、40、50℃失重率均小于对照,50℃失重率最低。说明在适宜温度范围内,热空气处理可以延缓草莓的失重,保持鲜嫩。温度过高,可能烫伤草莓,破坏组织,加速失重。因此,在 50℃下热空气处理草莓可减缓草莓失重率的上升。

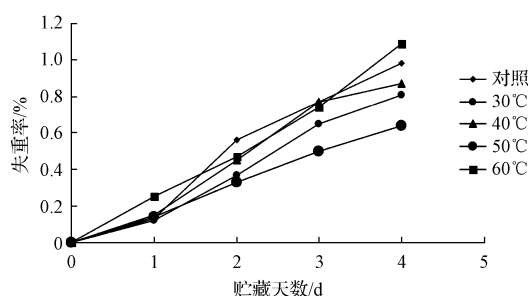


图 1 不同温度处理对草莓失重率的影响

Fig. 1 Effect of different temperature of hot-air treatment on weightloss rate of strawberry

2.1.2 不同温度处理对草莓硬度的影响 由图 2 可知,随着贮藏时间的延长,对照与经过温度处理的草莓硬度均出现不同程度的降低,导致果实软化和贮藏性能下降。经 30~50℃处理的草莓,硬度高于对照,经 60℃处理,其硬度与对照无差异,说明经适当温度热空气处理,可以延缓草莓硬度的下降。因此,50℃热空气处理能有效减缓草莓果实硬度的下降,维持草莓品质。

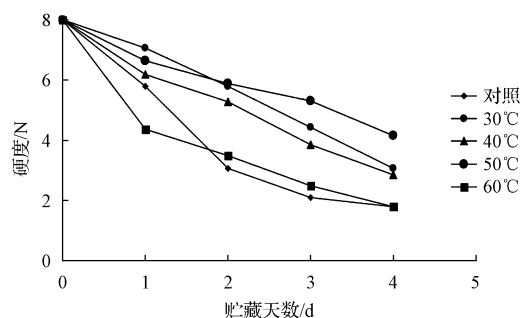


图 2 不同温度处理对草莓硬度的影响

Fig. 2 Effect of different temperature of hot-air treatment on hardness of strawberry

2.1.3 不同温度处理对草莓腐烂指数的影响 由图 3 可知,贮藏期间,草莓果实的腐烂指数呈持续上升趋势。经 30~50℃处理的草莓,腐烂指数低于对照,经 60℃热空气处理其腐烂指数与对照持平,说明经适当温度热空

气处理,可以抑制草莓的腐烂。因此,50℃热空气处理可以有效抑制草莓的腐烂,维持草莓果实的品质。

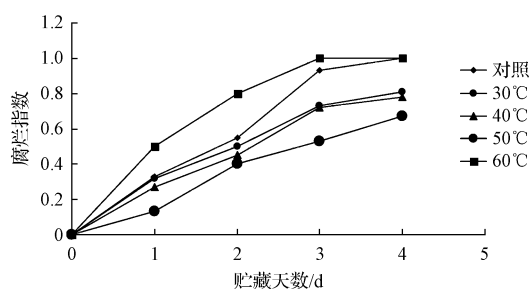


图 3 不同温度处理对草莓腐烂指数的影响

Fig. 3 Effect of different temperature of hot-air treatment on decay index

2.1.4 不同温度处理对草莓维生素 C 含量的影响 由图 4 可知,经 30~50℃热空气处理,草莓中维生素 C 含量高于对照组,而经 60℃处理,维生素 C 含量低于对照组,这可能是温度过高,导致草莓果实组织被破坏,维生素 C 流失。整个贮藏过程中,50℃处理的维生素 C 含量高于其它处理和对照。因此,50℃热空气处理可以有效减缓维生素 C 的损失,保持草莓果实的食用价值和商品性。

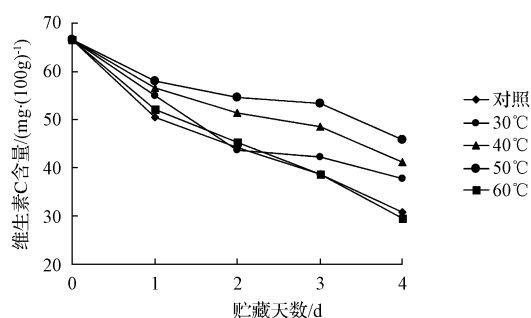


图 4 不同温度处理对草莓维生素 C 含量的影响

Fig. 4 Effect of different temperature of hot-air treatment on vitamin C content of strawberry

2.1.5 不同时间处理对草莓失重率的影响 由图 5 可知,经 10~40 min 热空气处理,草莓失重率明显小于对照组,50、60 min 处理的失重率与对照持平。贮藏过程中,对照组的失重率快速上升,处理组失重率上升相对缓慢。因此,经热空气处理 40 min 可以明显抑制草莓果实失重。

2.1.6 不同时间处理对草莓硬度的影响 由图 6 可知,草莓硬度以对照和 60、10 min 下降最快,20、30、50 min 次之,40 min 始终保持在较高水平。说明适宜热空气处理时间可以延缓草莓硬度降低,因此,选用 40 min 为适宜的热处理时间。

2.1.7 不同时间处理对草莓腐烂指数的影响 由图 7 可知,经 10~50 min 热空气处理,草莓腐烂指数均低于

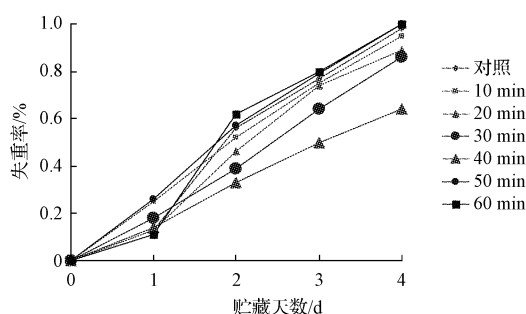


图5 不同时间处理对草莓失重率的影响

Fig. 5 Effect of different time of hot-air treatment on weightloss rate of strawberry

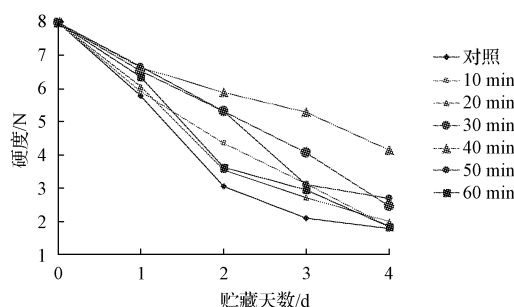


图6 不同时间处理对草莓硬度的影响

Fig. 6 Effect of different time of hot-air treatment on hardness of strawberry

对照组,其中 30、40 min 腐烂指数变化平缓,一直保持在较低水平,数值最低且基本相同,而经 60 min 处理腐烂指数高于对照组且上升较快。因此,热空气处理 30 min 或 40 min 能有效抑制草莓果实的腐烂指数。

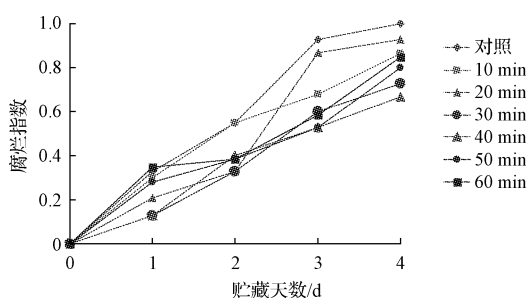


图7 不同时间处理对草莓腐烂指数的影响

Fig. 7 Effect of different time of hot-air treatment on decay index

#### 2.1.8 不同时间处理对草莓维生素 C 含量的影响

由图 8 可知,贮藏 1 d,各水平之间无明显差别,至贮藏后期,维生素 C 含量均出现不同程度的下降,其中 50、60 min 和对照组维生素 C 含量下降较快,而经 20~40 min 处理,维生素 C 含量下降平缓。草莓经 30 min 或 40 min 热处理的维生素 C 含量一直保持较高水平,因此,热空气处理 30 min 或 40 min 能够减少草莓果实中

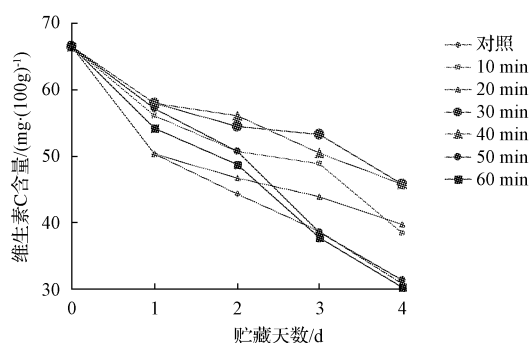


图8 不同时间处理对草莓维生素 C 含量的影响

Fig. 8 Effect of different time of hot-air treatment on contents of vitamin C

维生素 C 含量的损失。

#### 2.2 双因素试验

2.2.1 热空气处理对草莓失重率的影响 由图 9 可知,经不同热空气处理,草莓失重率上升较慢,对照组失重率上升最快。其中 40℃+30 min 和 50℃+40 min 处理上升较慢,失重率较低。贮藏 1 d,对照与 30℃+20 min 的失重率高于其它水平,其它处理无明显差异,贮藏后期,各处理失重率出现不同程度的增加,差距逐渐明显,综合考虑,选择 50℃+40 min 或 40℃+30 min 效果较好。

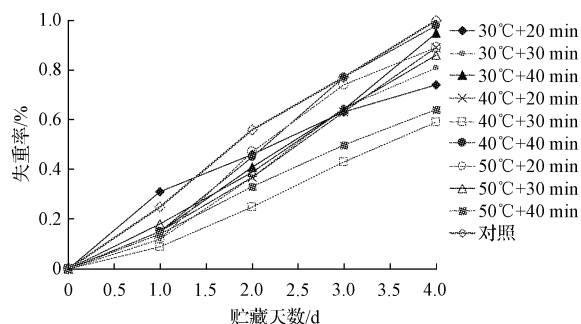


图9 热空气处理对草莓失重率的影响

Fig. 9 Effect of hot-air treatment on weightloss rate

2.2.2 热空气处理草莓腐烂指数的影响 由图 10 可知,贮藏 1 d,经热空气处理腐烂指数小于对照组,贮藏后期,各处理与对照腐烂指数变化明显。其中经 50℃+40 min 处理,草莓腐烂指数变化平缓,数值最小,优于其它组合。因此,50℃+40 min 可有效抑制草莓果实腐烂,保持品质。

2.2.3 热空气处理对草莓硬度的影响 由图 11 可知,整个贮藏过程中,对照组的硬度下降快,低于其它水平。贮藏 1 d,30℃+40 min 硬度最高,50℃+40 min 次之,30℃+20 min 最低,贮藏后期,50℃+20 min、40℃+40 min、30℃+40 min、30℃+30 min 硬度下降较快,50℃+40 min、40℃+30 min 的硬度下降平缓,其中

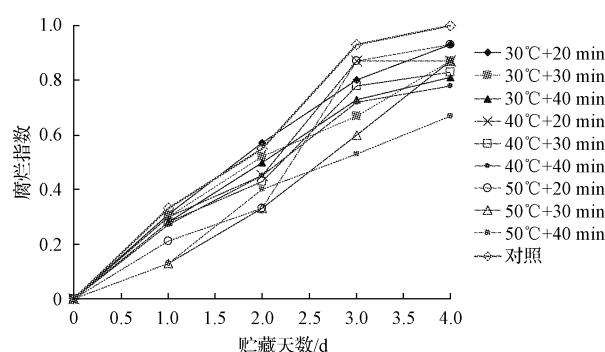


图 10 热空气处理对草莓腐烂指数的影响

Fig. 10 Effect of hot-air treatment on decay index

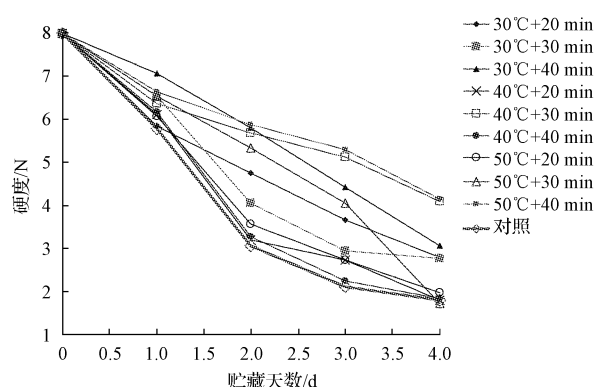


图 11 热空气处理对草莓硬度的影响

Fig. 11 Effect of hot-air treatment on hardness

50°C+40 min 硬度变化幅度最小,一直保持较高水平,因此,50°C热空气处理 40 min 能够有效减缓草莓果实硬度的下降。

2.2.4 热空气处理对草莓中维生素 C 的影响 由图 12 可知,经过热空气处理的草莓维生素 C 含量高于对照,其中 50°C+40 min、50°C+30 min 处理的维生素 C 含量下降平缓,维生素 C 含量较高并优于其它处理。因此,经 50°C+40 min 或 50°C+30 min 处理可延缓维生素 C 含量降低,维持果实品质。

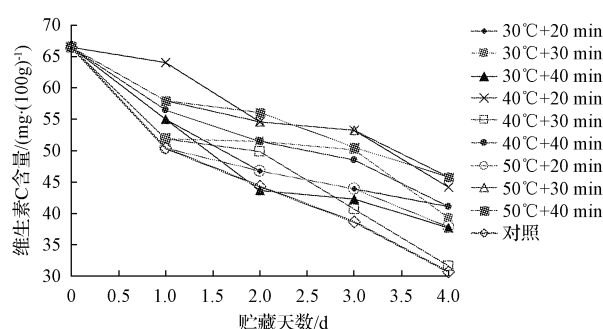


图 12 热空气处理对草莓中维生素 C 的影响

Fig. 12 Effect of hot-air treatment on the contents of vitamin C

### 3 结论

适宜的热空气温度、时间可延缓草莓果实硬度,维生素 C 含量降低,抑制腐烂指数、失重率上升。有利于草莓的贮藏保鲜,维持草莓果实品质,保证其食用性和商品性。

热空气处理草莓的较好条件为 50°C+40 min,其保鲜效果优于其它组合与未进行热空气处理的对照组。

### 参考文献

- [1] 陈学红,郑国华,杨震峰,等.高氧处理对草莓采后腐烂和品质的影响[J].农业工程学报,2004,20(5):200-202.
- [2] 陈爱平,史辉,王莉,等.热处理与贮藏温度对草莓果实储存期和品质的影响[J].西南大学学报(自然科学版),2010,32(8):48-52.
- [3] 罗学兵,贺良明.草莓的营养价值与保健功能[J].中国食物与营养,2011,17(4):74-76.
- [4] 杨雪,刘刚,刘海霞,等.热处理对草莓采后灰霉病抑制效果的影响[J].西南农学报,2014,27(5):1974-1977.
- [5] 乔勇进,王海宏,方强,等.草莓采后处理及贮藏保鲜的研究进展[J].上海农业学报,2007,23(1):109-113.
- [6] 李文生,王宝刚,冯晓元,等.利用气调箱保鲜草莓的研究[J].北方园艺,2009(1):208-210.
- [7] 杜正顺,巩惠芳,汪良驹,等.贮藏热蒸汽处理对草莓果实保鲜效应的研究[J].南京农业大学学报,2009,32(4):37-42.

## Effect of Hot-air Treatments on Postharvest Quality of Strawberry During Storage

MA Xuemei, WU Chaofeng, XU Xiaoru

(Anyang Institute of Technology, Anyang, Henan 455000)

**Abstract:** Taking strawberry as research material, the effect of hot-air treatment at different temperature and time on the stored strawberry fruits were observed in this paper. The results showed that the hot-air treatment at proper temperature and time could enhance the storage quality, extend the storage time, however, the treatment of hotter temperature or longer time could reduce the storage effects, and produce hot damage. The best hot air treatment for strawberry was 50°C+40 min.

**Keywords:** strawberry; hot-air treatment; quality