

# 枇杷变温气调包装保鲜研究

陈金飞, 孙亮瑜, 钱 雄, 陆胜民

(浙江万里学院农产品加工技术重点实验室, 浙江宁波 315100)

**摘 要:** 采用变温气调技术对枇杷进行了保鲜研究。经过 42d 贮藏后各项指标测试结果表明, 处理 A(变温+MAP)对枇杷果实的保鲜效果最佳, 其可滴定酸下降 0.14%, 可溶性固形物下降 0.08%, 出汁率下降 5.6%, 褐变指数为 15%, 好果率高达 90%, 腐烂率为 20%; 同时相对电导率在贮藏 14d 后基本趋于稳定。

**关键词:** 枇杷, 气调包装, 变温贮藏

中图分类号: TS255.3 文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2005)07-0166-04

枇杷 (*Eriobotrya japonica* Lindl) 是我国南方的传统水果, 也是我国特产水果之一, 其果实色泽橙黄, 柔软多汁, 酸甜可口, 风味独特, 深受广大消费者的喜爱。枇杷的营养也十分丰富, 钙、铁、磷、维生素 C 和胡萝卜素的含量比较高, 其中胡萝卜素和磷的含量高于柑桔、香蕉和菠萝。但果实在初夏成熟, 不耐贮藏, 一般常温下贮藏超过 7d, 便会失水皱缩或因腐烂而失去食用价值。前人在枇杷保鲜方面也取得了一些进展, 但仍然存在很多问题。如何志刚等(1997)采用盒装低温(5℃)贮藏, 时间长达 66d, 但是果肉很难剥, 口感差, 失去食用价值。郑永华等把枇杷果实用 0.01~0.03mm 厚聚乙烯薄膜袋密封包装结合 1℃低温贮藏, 但腐烂指数很高。蒋瑞华等(1999)采用气控包装(CAP)技术, 贮藏寿命长, 果实肉质、外观均达到商品要求, 但成本高, 且气体成分不易控制<sup>[1]</sup>。因此, 研究开发出安全、高效、低成本的枇杷保鲜方法已成为当务之急。本实验主要采用变温气调技术对枇杷采后的保鲜效果进行研究, 并报道部分研究结果。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

新鲜枇杷 品种为“早钟六号”; 塑料薄膜袋 厚度 0.03mm。

### 1.2 操作要点

1.2.1 选果 采收后的果实置于洁净通风阴凉处进

行分级, 选取成熟度一致, 并且无病虫害、无机械损伤的新鲜果实进行处理。

1.2.2 预处理 将选取出的新鲜枇杷置于 12℃ 的冷库中, 用气态臭氧对新鲜枇杷进行杀菌处理 3h。

1.2.3 试验处理 共有 A、B、C、D、E 5 种处理方法, 见表 1, 其中处理 A、B、C、D 为试验组, E 为对照处理。每个处理隔 7d 测定一次, 连续测 7 次(由于对照 E 在贮藏 28d 时所有果实全部腐烂而淘汰, 因此对对照 E 只进行 4 次测定), 2 次重复, 共贮藏 42d。

### 1.3 包装

每袋 10 个果实, 按以上方法进行包装。

### 1.4 测定指标与方法

1.4.1 可滴定酸 NaOH 滴定法<sup>[2]</sup>。

1.4.2 相对电导率 参照文献[3]方法, 每处理定期取出 4 个果, 用打孔器取 0.5cm 果肉 2g, 置于双蒸馏水中, 每 5min 摇一次, 持续 30min, 30min 后用电导仪测定最初电导率值, 加热沸腾后测定最大电导值, 求出相对电导率。

1.4.3 出汁率 榨汁法。称取果肉 25g, 研磨捣碎, 纱布挤干。出汁率% = 液体质量/果肉质量 × 100%

1.4.4 可溶性固形物 用手持折光仪测定。

1.4.5 V<sub>C</sub> 测定 采用 2,6-二氯酚法<sup>[4]</sup>。

1.4.6 褐变率及腐烂率 观察记录果实褐变及果肉长霉情况, 并根据褐变等级标准<sup>[5,6]</sup>算出好果率、褐变指数, 褐变指数 (%) =  $(a_0 \cdot 0 + a_1 \cdot 1 + a_2 \cdot 2 + a_3 \cdot 3 + a_4 \cdot 4 + a_5 \cdot 5) / \text{总果数} \times 100\%$ , 其中 a 为各级果数; 好果率 (%) =  $\sum (a_0 + a_1 + a_2) / \text{总果数}$ ; 腐烂率 (%) = 腐烂果数 / 总果数。

1.4.7 果实感官评定指标 见表 2。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理枇杷可滴定酸含量的变化

从图 1 可看出, 变温气调对枇杷果实具有明显的保鲜效果。贮藏 14d 对照组与实验组的果实可滴定酸含量已发生明显变化, 处理 A 的可滴定酸含量经过 14d 贮藏下降了 0.08%, 而对照 E 可滴定酸含量则下降了 0.18%, 方差分析结果表明差异达到显著

收稿日期: 2004-10-29

作者简介: 陈金飞(1983-), 男, 主要从事果蔬保鲜方面的研究。

表1 各处理方法比较

处理	方法
A MAP+变温	入库 1~10d, 温度控制在 12℃, 在塑料薄膜袋中充入 8%O <sub>2</sub> 、5%CO <sub>2</sub> 和 87%N <sub>2</sub> 的混合气体; 入库 11~20d, 温度控制在 8℃, 在塑料薄膜袋中充入 8%O <sub>2</sub> 、5%CO <sub>2</sub> 和 87%N <sub>2</sub> 的混合气体; 入库 20d 后, 温度控制在 5℃, 在塑料薄膜袋中充入 8%O <sub>2</sub> 、5%CO <sub>2</sub> 和 87%N <sub>2</sub> 的混合气体
B MAP+恒温	入库后温度控制在 5℃, 在塑料薄膜袋中充入 8%O <sub>2</sub> 、5%CO <sub>2</sub> 和 87%N <sub>2</sub> 的混合气体
C 变温+塑料薄膜袋包装(不封口)	入库 1~10d, 温度控制在 12℃, 塑料薄膜袋不封口, 湿度 92%; 入库 11~20d, 温度控制在 8℃, 塑料薄膜袋不封口, 湿度 92%; 入库 20d 后, 温度控制在 5℃, 塑料薄膜袋不封口, 湿度 92%
D 恒温+塑料薄膜袋包装(不封口)	入库后, 温度控制在 5℃, 塑料薄膜袋不封口, 湿度 92%
E	预处理后直接置于 12℃ 室温下

表2 感官评定指标

级别	枇杷果实感官评定标准 <sup>[9]</sup>
0	新鲜完好, 无褐变或小渍斑, 果肉色泽和风味正常, 无长霉
1	新鲜完好, 无褐变或小渍斑, 或斑点面积小于表面积 1/4, 果肉色泽和风味正常, 无长霉
2	褐斑或小渍斑与表面积之比在 1/4~1/2 之间, 果肉风味正常, 无长霉
3	褐斑或小渍面积与其表面积之比在 1/2~3/4 之间, 果肉色泽、风味较差, 轻微长霉
4	褐斑或水渍与其表面积之比大于 3/4, 果肉色泽风味差, 长霉
5	果实完全变质

水平 ( $p < 0.05$ ); 在贮藏 42d (即实验最后 1d) 处理 A 的可滴定酸含量为 0.10%, 对照处理 B、C、D 依次为 0.08%、0.05%、0.05%。由此实验可得出, 变温气调处理可明显减缓枇杷果实可滴定酸含量下降速率。

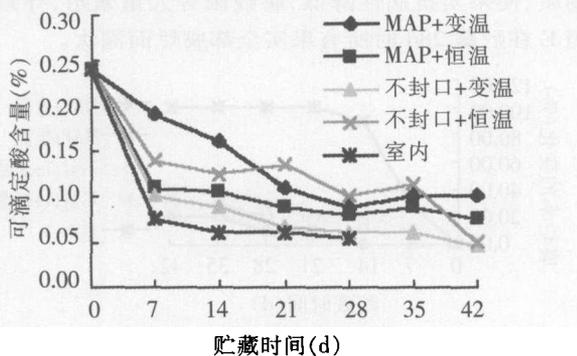


图1 不同处理枇杷可滴定酸含量的变化

## 2.2 不同处理枇杷相对电导率的变化

由于枇杷果实采后随着贮藏时间的延长, 果实开始衰老, 细胞膜系统受到破坏使离子泄漏增加, 从而导致组织相对电导率逐渐上升<sup>[7-9]</sup>, 不同处理枇杷相对电导率变化见图2。与对照相似, 处理 A、C (贮藏 1~10d 时温度均为 12℃) 在贮藏 14d 时相对电导率变化很大, 分别增加 23.7%、21.7%、22.6%, 而处理 B、D (恒温 5℃) 则变化相对缓慢, 这与郑永华等的温度越高, 电导率变化越大, 温度越低, 电导率变化越小的报道相一致<sup>[7]</sup>。在贮藏最后 1d 处理 A 的果实相对电导率虽然相对较高, 但从贮藏 14d 到 42d 相对电导率基本上已趋于稳定, 这说明变温气调处理对枇杷果实延缓衰老的效果最好。

## 2.3 不同处理枇杷可溶性固形物含量的变化

从图3可看出, 处理 A 可明显减缓枇杷贮藏过

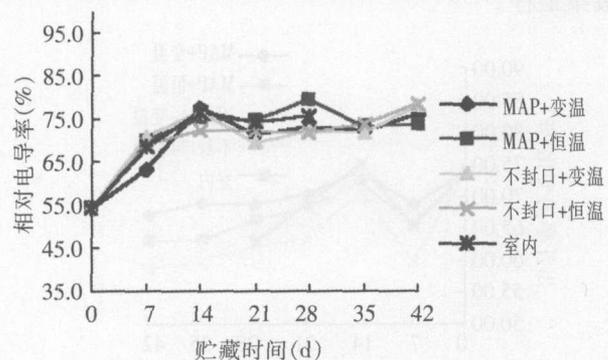


图2 不同处理枇杷相对电导率的变化

程中可溶性固形物含量的下降速率。总体上各个处理在整个贮藏过程中变化比较明显, 贮藏至第 14d 时, 可溶性固形物含量比采收时都有不同程度的增加, 这是由于在贮藏过程中, 纤维素、果胶、淀粉等物质可转化为可溶性物质的结果。同时呼吸和其他生理活动消耗部分养分, 在贮藏过程中可溶性固形物也会不断地自溶和消耗, 导致枇杷在贮藏 14d 后可溶性固形物含量逐渐下降, 因此贮藏越久, 消耗越大<sup>[1]</sup>。在贮藏 42d 时, 处理 A 的可溶性固形物含量比处理 B、C、D 分别增加了 0.42%、0.30%、1.15%。尽管处理 A 与其他处理间的差异并不显著, 但同样说明变温气调对枇杷的保鲜效果最好。

## 2.4 不同处理枇杷出汁率的变化

在贮藏过程中, 由于果胶甲基酯酶(PME)和多聚半乳糖醛酶(PG)活性及水溶性果胶含量下降, 而原果胶含量、苯丙氨酸解氨酶(PAL)活性及木质素和纤维素含量不断上升<sup>[10]</sup>, 导致出汁率总的呈下降趋势。处理 A、C、E 在贮藏 1~10d 温度控制在 12℃, 减轻了冷藏枇杷果实木质化的发生, 维持果肉正常细胞壁

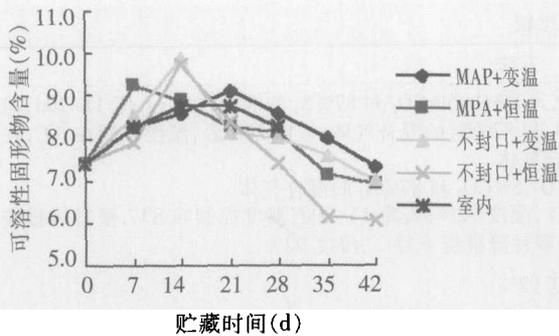


图3 不同处理枇杷可溶性固形物含量的变化

物质代谢,使果肉硬度增加延缓<sup>[10-12]</sup>,从而使这三种处理在贮藏14d时保持了较高的果肉出汁率(分别为73.8%、74.4%、74.8%)。在贮藏的最后1d,气调处理B和变温处理C的出汁率都比处理D高,但变温气调处理A比处理B、C的出汁率分别高了4.00%、7.00%,差异达到显著水平( $p < 0.05$ );同时出汁率变化比较平缓,由此说明变温气调维持果肉高的出汁率效果最佳。

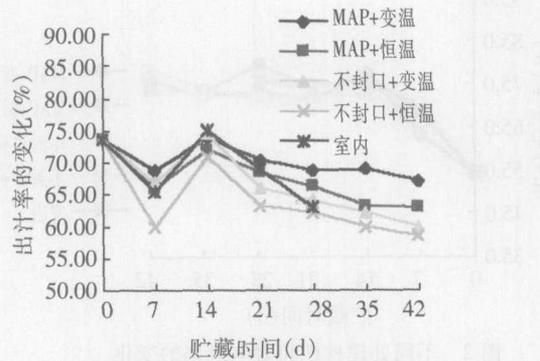


图4 不同处理枇杷出汁率的变化

## 2.5 不同处理枇杷好果率和褐变指数的变化

从图5、图6中可看出,气调处理B、变温处理C及处理D在贮藏42d时均不同程度地使枇杷褐变指数降低,好果率提高,取得一定的保鲜效果;而对照E在21d后褐变指数达100%,好果率为0%。一般情况下低温破坏细胞结构,液泡膜破裂,多酚流入细胞质与酚氧化酶发生酶促反应,导致果实褐变<sup>[13]</sup>,而采用变温处理可缓解这种现象,因此使处理A、C的褐变

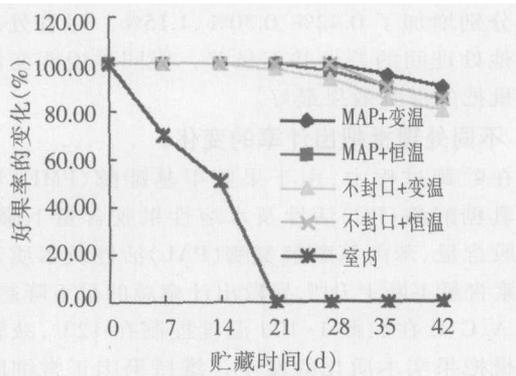


图5 不同处理枇杷好果率的变化

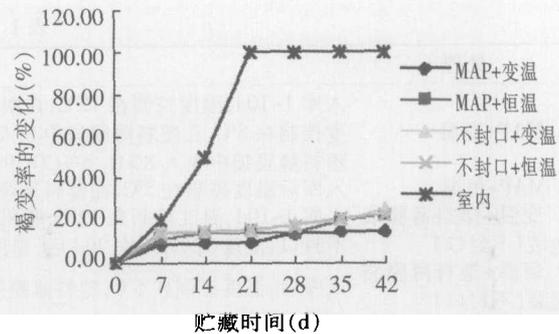


图6 不同处理枇杷褐变率的变化

指数相对较低。但综合比较变温气调处理A的好果率最高,褐变指数最低,在贮藏最后1d褐变指数为15%,好果率达90%,这说明变温气调处理对枇杷果实细胞结构的破坏程度最轻。

## 2.6 不同处理枇杷腐烂率的变化

从图7可看出,变温气调可明显降低果实的腐烂率,经过贮藏42d,腐烂率只有20%,比气调处理B和变温处理C的腐烂率少了10.00%,差异达到极显著水平( $p < 0.01$ ),而对照E在21d时腐烂率已经达到97%。这是因为各个处理经过预处理的臭氧杀菌作用,使腐烂率降低,而库外条件有利于果实呼吸作用,消耗大量物质,使果实抗病性降低,腐败菌等大量繁殖,导致对照E在贮藏28d时所有果实全部腐烂而淘汰。

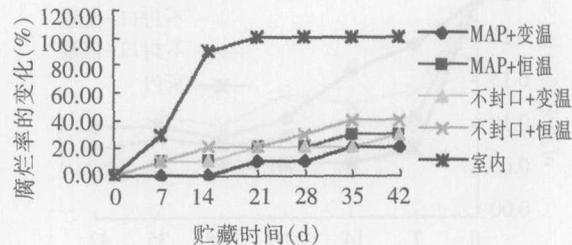


图7 不同处理枇杷腐烂率的变化

## 3 结论与讨论

从实验的结果中可得出变温处理B和气调处理C对枇杷果实都具有一定的保鲜效果,而本实验采用的变温气调综合技术(处理A)取得了最为理想的保鲜效果,不仅可明显减缓可溶性固形物、可滴定酸含量及出汁率的下降速率,也可使相对电导率趋于稳定。经过42d的贮藏,腐烂率为20%,褐变指数为15%,好果率为90%。有研究发现<sup>[13]</sup>变温处理使果实适应低温条件,减轻或避免冷害的发生,减少细胞结构破坏,减少了果实褐变指数及腐烂率。气调处理可控制果实呼吸强度,减少物质消耗,从而延缓衰老,保持果实的原有品质;变温气调技术综合了变温和气调的作用效果,因此取得了最佳的保鲜效果。

采用变温气调综合技术对枇杷进行保鲜研究不仅克服了低温处理导致木质化、果肉很难剥、口感差、失去商品价值的问题,也没有使用不利于人体健康的化学试剂,也未采用成本高、气体成分不易控制

(下转第170页)

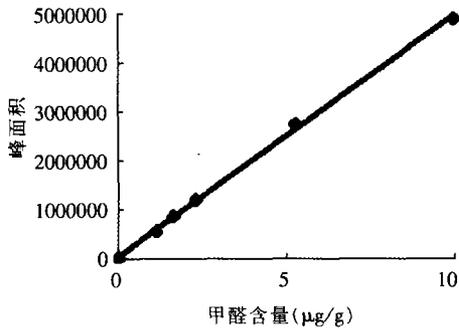


图1 甲醛标准曲线

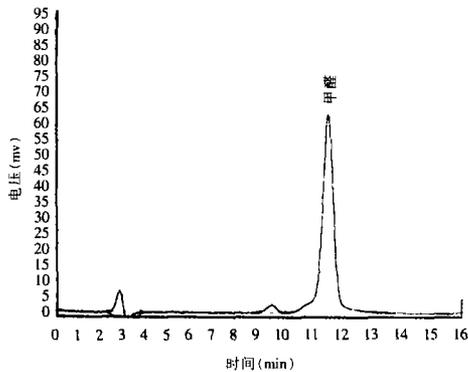


图2 甲醛液相色谱图

着存放时间延长而逐渐降低；内洋薄皮鱿鱼的头部和胴体在室温放置2d,其甲醛含量呈下降趋势,而内脏则呈现峰型变化,在放置了1d后,甲醛含量急剧增加,峰值达到 $39\mu\text{g/g}$ ,随后降低；北太鱿鱼和秘鲁鱿鱼的甲醛含量变化与内洋薄皮鱿鱼内脏的相类似,都是在放置了1d后达到峰值,第2d又下降。这

(上接第168页)

的气控包装技术(CAP),是一种值得研究的技术。

在贮藏中,由于塑料薄膜内气体环境是呼吸与膜本身透气共同作用的结果,不能简单认为就是枇杷气调最佳气体成分,一旦找到这个最佳气体成分,配合变温贮藏就可进一步延长枇杷的贮藏期。另外,限于实验条件,未能对袋内气体成分及PPO、POD进行测定,有待今后在实验中加以改进,同时本实验只对间段降温的变温气调技术进行研究,而未能对间段升温的变温气调技术进行研究。

#### 参考文献:

- [1] 陈锐亮,杨振德,等.枇杷贮藏保鲜研究[J].中国南方果树,2002,31(5):28~30.
- [2] 刘福岭,戴行钧.食品物理与化学分析方法[M].北京:中国轻工业出版社,1987. 577~578.
- [3] 张昭其,洪汉君,李雪萍.间隙升温对芒果冷害及生理生化反应的影响[J].园艺学报,1997,24(4):329~332.
- [4] 韩冬梅,吴振先,李作梁,等. $\text{SO}_2$ 对龙眼果实的氧化作用与

表1 在室温存放过程中四种鱿鱼的甲醛含量变化( $\mu\text{g/g}$ )

品种	部位	第0d	第1d	第2d
内洋厚皮鱿鱼	头部	1.90	1.85	1.80
	胴体	7.05	4.05	1.89
	内脏	6.05	4.02	3.60
内洋薄皮鱿鱼	头部	2.94	1.38	0.88
	胴体	4.09	4.06	4.47
	内脏	5.68	39.00	20.63
北太鱿鱼	头部	1.82	5.37	2.62
	胴体	2.48	11.63	2.81
秘鲁鱿鱼	内脏	3.93	16.20	5.69
	胴体	15.67	37.55	7.34

表明新鲜鱿鱼自身就含有甲醛,并且有些品种随着存放时间延长,自身还继续分解产生大量甲醛,随后甲醛含量又减少,这可能是甲醛被空气氧化成甲酸的原因。

现在有些媒体报道和质量检测部门抽检发现,市场上的鱿鱼全都不同程度地含有甲醛,且很多鱿鱼甲醛含量有时远远超过水发海产品添加标准量,鱿鱼干产品含量甚至更高(数据未列出)。但由于过去对新鲜鱿鱼甲醛含量及产生来源研究不多,不了解其甲醛是人为添加还是自身产生的,所以造成了一些误导。鉴于有些新鲜鱿鱼在室温下存放过程中甲醛含量急剧增加,因此国家应尽快制定新鲜水产品甲醛标准及新鲜标准,避免产生不必要的纠纷。

#### 参考文献:

- [1] 殷茂荣,王勤,张存玲.高效液相色谱法测定水发海参中掺甲醛[J].理化检验-化学分册,2001,37(7):311~312.
- [2] 袁老的影响[J].果树科学,1999,16(1):24~29.
- [5] 梁汉华,黄晓钰,等.龙眼气调(MA)贮藏研究[J].热带作物学报,1998,19(2):49~54.
- [6] 庄宇翔,等.枇杷果实采后处理对保鲜效果的影响[J].保鲜与加工,2003,19(6):22~23.
- [7] 郑永华,席珏芳,应铁进,等.枇杷果实采后生理与贮藏研究[J].浙江林学院学报,1993,10(3):276~281.
- [8] 郑永华,席珏芳.枇杷果实采后膜透性、呼吸强度及乙烯变化与耐贮性关系[J].江西农业大学学报,1992,21(1):80~82.
- [9] 胡波.钙处理对枇杷果实采后若干生理指标影响初报[J].亚热带植物通讯,2000,29(1):31~33.
- [10] 郑永华,李三五,席珏芳.枇杷冷藏过程中果肉木质化与细胞壁物质变化关系[J].植物生理学报,2000,26(4):306~310.
- [11] 郑永华,苏新国,李三五,等. $\text{SO}_2$ 对冷藏枇杷果实品质及活性氧和多胺代谢的影响[J].植物生理学报,2000,26(5):397~401.
- [12] 郑永华,李三五,席珏芳,等.多胺与枇杷果实冷害的关系[J].植物学报,2000,42(8):824~827.
- [13] 孙秀兰,等.变温贮藏对黑琥珀李品质及生理特性的影响[J].西北农林科技大学学报,2001,29(2):109~113.