

# 气调保鲜对‘岳帅’苹果贮藏品质的影响

张景娥, 郝义, 郭丹, 韩英群, 张秀美

(辽宁省果树科学研究所, 辽宁 营口 115009)

**摘 要:**以“岳帅”苹果为试材,研究了不同孔数的塑料气调箱对“岳帅”苹果贮藏期果实品质的影响。结果表明:塑料箱式气调贮藏可有效改善果实贮藏气体环境,延缓“岳帅”苹果品质下降。气调箱3孔开放贮藏效果优于2孔开放,可显著缓解贮藏期间果实硬度、可溶性固形物、总糖、总酸含量的下降,延缓维生素C的分解。气调箱3孔开放内 $O_2$ 浓度7 d达到平衡至贮藏98 d,始终维持在15.8%~15.3%, $CO_2$ 浓度14 d达到平衡至贮藏98 d,始终维持在6.1%~5.9%。

**关键词:**“岳帅”苹果;塑料气调箱;贮藏品质

**中图分类号:**S 661.109<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)02-0120-03

气调保鲜贮藏(Controlled atmosphere storage,简称CA)起源于英国,是指在特定的气体环境中的冷藏方法,对呼吸跃变型果实效果明显,在发达国家中,果蔬产品的气调贮藏已占总产量的60%<sup>[1]</sup>。在我国由于该项技术投资成本高,操作要求严格,不能广泛应用。而在CA基础上改进的自发气调贮藏(Modified atmosphere storage,简称MA)既能起到气调作用又避免了建造气调库的高昂费用,并且操作简单易行,比较适合中国国情<sup>[2-3]</sup>。

“岳帅”苹果是辽宁省果树科学研究所选育的优良晚熟品种,该品种具有丰产性好、适应性强、果肉细脆、酸甜适口、香味浓郁等特点,深受人们喜爱。但因其遗传亲本“金冠”和“红星”苹果不耐贮藏的特点,常温下存放半个月或冷库贮藏2~3个月后果实变黄发绵,口感变差,影响该品种的推广应用。该试验以“岳帅”苹果为试材,研究了不同孔数的塑料气调箱对“岳帅”苹果贮藏品质的影响,以期改善果实品质及加快其推广应用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验果园是辽宁省果树科学研究所“岳帅”示范园,供试的“岳帅”树龄为10 a生,果实于九成熟(盛花后156 d)时采收,选择大小一致、无病虫害及机械损伤的果实进行气调保鲜试验。塑料气调保鲜箱由国家农产品保鲜工程技术研究中心提供(规格为50.5 cm×32.5 cm×30 cm的塑料式密封箱,箱体和箱盖之间加有密封垫,箱上再加

装有卡扣,保证箱体的牢固和密封,在箱体和箱盖上有透气孔道)。

### 1.2 试验方法

果实采后,当天运回实验室于 $(0\pm 0.5)^{\circ}C$ 预冷24 h,然后装入塑料箱式气调保鲜箱内,于 $(0\pm 0.5)^{\circ}C$ 、相对湿度90%~95%冷库内贮藏,气调保鲜箱的开孔数目为2孔、3孔,以内衬0.04 mm厚PE保鲜膜的塑料贮藏箱为对照,依次记为处理I、处理II、CK。

### 1.3 项目测定

每周随机抽取10个果实调查1次果实品质,可溶性固形物含量采用日产PAL-1型数显测糖仪测定;果实硬度采用GY-1型手持硬度计测定;箱内气体成分采用G100二氧化碳分析仪测定;总糖含量采用菲林试剂法测定;总酸含量采用NaOH滴定法测定;维生素C含量采用2,6-二氯酚法测定。

### 1.4 数据分析

采用Microsoft Excel进行数据处理,应用DPS软件中Duncan新复极差法进行差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同贮藏方式对“岳帅”苹果果实品质的影响

2.1.1 对果实硬度的影响 由图1可知,“岳帅”苹果采后硬度呈逐渐下降趋势,采后14 d内,3种处理果实硬度无显著差异,自第21天起,气调箱贮藏果实硬度显著高于对照,2种气调箱内果实硬度贮藏至84 d时仍无显著差异,贮藏98 d后,处理I、处理II和对照的果实硬度由采收时的 $9.49\text{ kg/cm}^2$ 分别降为6.05、6.67、5.37  $\text{kg/cm}^2$ ,硬度分别下降了36.25%、29.72%、43.41%,3种处理均达到显著差异,气调箱保鲜处理抑制了果实硬度的下降。

**第一作者简介:**张景娥(1960-),女,本科,研究员,现主要从事苹果育种及科研管理工作。E-mail:zje727@163.com。

**基金项目:**辽宁省科技攻关计划资助项目(2008204003)。

**收稿日期:**2012-09-17

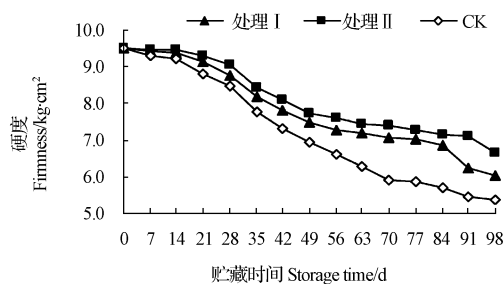


图1 塑料箱式气调保鲜对“岳帅”苹果果实硬度的影响  
Fig. 1 Effect of plastic box modified atmosphere storage on fruit firmness of 'Yueshuai' apple

2.1.2 对果实可溶性固形物含量的影响 “岳帅”苹果采后果实可溶性固形物含量总体呈下降趋势,气调箱贮藏延缓了果实可溶性固形物含量的下降。由图2可知,2种气调箱处理的“岳帅”苹果可溶性固形物含量在7 d内均有短暂升高,由12.87%上升至12.92%,之后持续降低。处理II果实贮期可溶性固形物含量一直高于处理I和CK,采后42 d内,2种气调箱内果实可溶性固形物含量无显著差异,但都显著高于对照果实,采后49~91 d,3种处理含量均有显著性差异。贮藏98 d后,各处理果实的可溶性固形物含量分别下降了13.59%、10.26%、14.45%,处理I与CK可溶性固形物含量无显著差异,但都显著低于处理II。

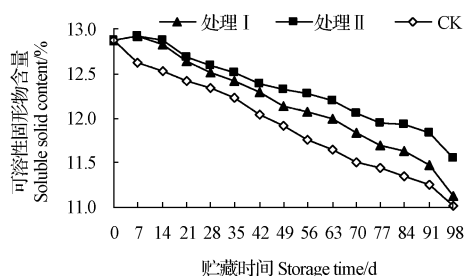


图2 塑料箱式气调保鲜对“岳帅”苹果采后可溶性固形物含量的影响

Fig. 2 Effect of plastic box modified atmosphere storage on soluble solid content of 'Yueshuai' apple

2.1.3 对果实总糖含量的影响 糖是可溶性固形物的主要成分,“岳帅”苹果采后果实总糖表现出与可溶性固形物相同的变化趋势。由图3可知,采后84 d内,气调箱贮藏果实的总糖含量均显著高于对照果实,处理I、II间无显著差异,采后91 d后,处理I总糖含量急剧下降,显著低于同期处理II果实。贮藏98 d后,处理II总糖含量最高,为10.1%,显著高于处理I的9.72%和对照的9.5%,各处理果实总糖含量分别下降了16.99%、13.75%和18.87%。

2.1.4 对果实总酸含量的影响 各处理果实采后总酸含量均呈下降趋势(图4),含量高低依次为处理II、处理I、CK,采后35 d内,气调贮藏果实总酸含量高于对照果实,但未达到显著差异,采后42 d开始,对照苹果总酸含

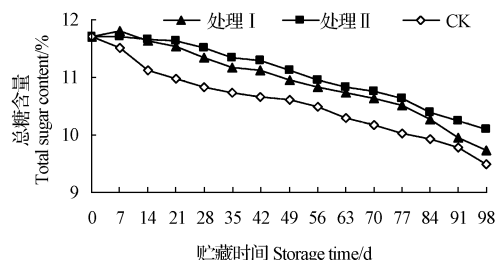


图3 塑料箱式气调保鲜对“岳帅”苹果采后总糖含量的影响  
Fig. 3 Effect of plastic box modified atmosphere storage on total sugar content of 'Yueshuai' apple

量迅速下降,显著低于2种处理果实,2个处理间果实总酸含量至采后84 d差异仍不显著,贮藏98 d后,各处理果实总酸含量分别为0.166%、0.189%、0.135%,较采摘时分别下降了43.73%、35.56%、54.23%,各处理间总酸含量均达显著差异。

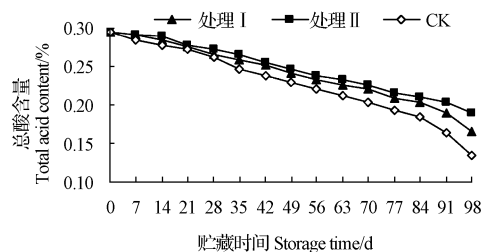


图4 塑料箱式气调保鲜对“岳帅”苹果采后总酸含量的影响  
Fig. 4 Effect of plastic box modified atmosphere storage on total acid content of 'Yueshuai' apple

2.1.5 对果实维生素C含量的影响 维生素C又叫抗坏血酸,是果实营养的重要组成部分,又是所有维生素中最不稳定的,容易被破坏。气调贮藏显著减缓了“岳帅”苹果采后维生素C含量的下降,由图5可以看出,采后84 d内,处理II维生素C含量显著高于处理I,贮藏末期(采后91~98 d),处理II维生素C分解加速,2种气调箱贮藏维生素C含量无显著差异,但仍显著高于对照果实,各处理“岳帅”果实维生素C含量较采摘时分别下降73.59%、71.77%和80.69%。

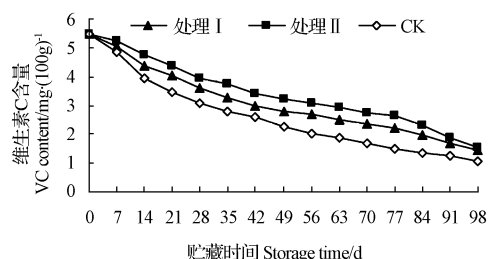


图5 塑料箱式气调保鲜对“岳帅”苹果采后维生素C含量的影响  
Fig. 5 Effect of plastic box modified atmosphere storage on VC content of 'Yueshuai' apple

2.2 “岳帅”苹果气调保鲜箱内气体成分的变化

“岳帅”苹果气调箱中气体成分变化见图6、7,随贮

藏时间的延长,CO<sub>2</sub>浓度逐渐升高,O<sub>2</sub>的浓度逐渐降低,形成有利于抑制果实呼吸作用及乙烯生成的气调环境。贮藏前期,箱内各气体浓度迅速变化,处理I、II的O<sub>2</sub>浓度7 d内由开始的20.1%降至15.3%和15.8%,CO<sub>2</sub>浓度14 d内由0.8%均上升至6.0%和6.1%,之后变化趋于平缓,贮藏98 d后,处理I的O<sub>2</sub>浓度为13%,CO<sub>2</sub>浓度为8.2%,处理II的O<sub>2</sub>浓度为15.3%,CO<sub>2</sub>浓度为5.9%。2种气调箱内气体成分的变化也有差异,采后35 d内,2种气调箱内CO<sub>2</sub>浓度差异不显著,采后42 d以后,处理I CO<sub>2</sub>浓度显著高于处理II,O<sub>2</sub>浓度从采后56 d开始显著低于处理II,说明长期贮藏情况下,3孔开放的气调箱可以更好地控制CO<sub>2</sub>浓度,防止高CO<sub>2</sub>浓度引起无氧代谢导致果肉组织伤害。

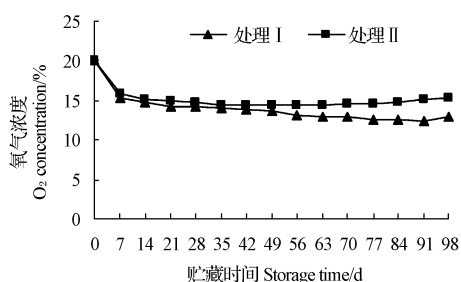


图6 塑料箱式气调保鲜对“岳帅”苹果采后箱内O<sub>2</sub>含量的影响

Fig. 6 Effect of plastic box modified atmosphere storage on the content of O<sub>2</sub> of 'Yueshuai' apple

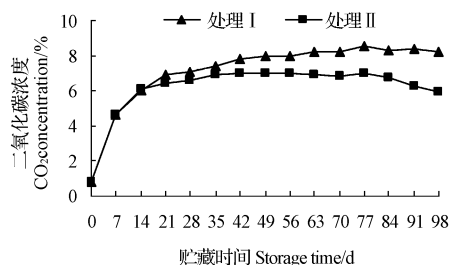


图7 塑料箱式气调保鲜对“岳帅”苹果采后箱内CO<sub>2</sub>含量的影响

Fig. 7 Effect of plastic box modified atmosphere storage on the content of CO<sub>2</sub> of 'Yueshuai' apple

## Effect of Modified Atmosphere Storage on the Quality of 'Yueshuai' Apple

ZHANG Jing-e, HAO Yi, GUO Dan, HAN Ying-qun, ZHANG Xiu-mei  
(Liaoning Institute of Pomology, Yingkou, Liaoning 115009)

**Abstract:** Taking 'Yueshuai' apple as the material, the effect of modified atmosphere storage on the quality of apple was studied. The results indicated that the gas content improved and the fruit quality delayed with the plastic box modified atmosphere. The atmosphere controlled case with 3 holes open was better than with 2 holes open, the decline of firmness, soluble solid, total sugar, total acid content were eased evidently and the decrease of VC content was slowed down. The content of O<sub>2</sub> reached equilibrium at the 7th day, and it was between 15.8% and 15.3% after 98 days storage; the content of CO<sub>2</sub> reached equilibrium at the 14th day, and it was between 6.1%~5.9% after 98 days storage.

**Key words:** 'Yueshuai' apple; plastic box modified atmosphere; storage quality

## 3 讨论与结论

苹果为呼吸跃变型水果,具有明显的呼吸及乙烯释放高峰,采后初期呼吸强度逐渐下降,而后迅速上升,并出现高峰,随后迅速下降,通常达到呼吸跃变高峰时,果实的鲜食品质最佳,而呼吸作用因大量消耗营养物质,呼吸高峰过后,果实品质下降,贮藏寿命缩短,严重影响果实商品价值。贮藏气体环境严重影响果实呼吸及采后品质。该试验表明,塑料气调保鲜箱明显提高了果实贮藏品质,这是因为气调箱能够保持适当的CO<sub>2</sub>和O<sub>2</sub>浓度,形成了“岳帅”苹果的微气调贮藏环境,延缓了“岳帅”苹果果实呼吸高峰的出现。

该研究发现,塑料箱式气调贮藏显著提高“岳帅”苹果采后果实品质。采后气调箱内气体成分迅速达到平衡,短期内2种气调箱内气体浓度差异不显著,采后42 d开始,2孔开放的气调箱内CO<sub>2</sub>浓度显著高于3孔开放的气调箱,O<sub>2</sub>浓度在采后56 d显著低于3孔开放。气调箱贮藏延缓果实品质下降,贮藏98 d后,2种气调箱贮藏的果实除维生素C含量无显著差异外,3孔开放气调贮藏果实硬度、可溶性固形物、总糖、总酸含量均显著高于2孔开放气调贮藏。可能是贮藏后期2孔开放的气调箱内CO<sub>2</sub>浓度过高,引起果实CO<sub>2</sub>伤害,影响其贮藏性,降低了果实的品质等。

塑料箱式气调贮藏明显改善果实贮藏的气体环境,延缓了“岳帅”苹果果实硬度、总糖、总酸含量的下降,较好地保持了“岳帅”苹果的品质,延长了果实的贮藏期;气调箱3孔开放内O<sub>2</sub>浓度7 d达到平衡至贮藏98 d,始终维持在15.8%~15.3%,CO<sub>2</sub>浓度14 d达到平衡至贮藏98 d,始终维持在6.1%~5.9%,因此气调箱3孔开放贮藏效果优于2孔开放。

## 参考文献

- [1] 王向阳,沈莲清,孙亮,等.果蔬MAP保鲜研究[J].食品科学,1999(6):62-65.
- [2] 苏大庆,王则金.我国果蔬气调冷藏保鲜的现状与展望[J].福州大学学报(自然科学版),2002(30):704-708.
- [3] 许晓秋,段梦林,常津,等.保鲜膜实用技术[J].保鲜与加工,2000(1):21-24.