

不同采收期对中华寿桃贮藏生理和品质的影响

刘更森¹, 樊连梅², 刘成连¹, 原永兵¹

(1. 青岛农业大学 园艺学院, 山东 青岛 266109; 2. 青岛农业大学 生命科学学院, 山东 青岛 266109)

摘 要:以中华寿桃果实为试材,在 $(1\pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(90\pm 5)\%$ 条件下对4个不同成熟度果实贮藏7周,通过对果实硬度、可溶性固形物、可滴定酸、乙烯生成速率、呼吸速率、细胞膜透性、褐变度等生理指标研究和果实感官品质评价,以确定适于低温冷藏的中华寿桃最佳采收期。结果表明:不同采收期对果实硬度、可溶性固形物含量和可滴定酸的保持,呼吸速率、乙烯释放及果实褐变度等方面的影响具有明显的差异,10月25日采收的果实贮藏效果明显优于其它处理。贮藏后期果实品质感官评价结果表明,低温冷藏条件下不同采收期对中华寿桃果实品质的影响依次是10月25日>10月20日>10月30日>10月15日。

关键词:中华寿桃;不同成熟度;贮藏;品质

中图分类号:S 662.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)12-0139-05

中华寿桃是我国北方冬桃的自然芽变,在山东主要集中在胶东半岛的莱西、莱阳、栖霞、莱州等市。该品种在胶东地区10月底成熟,属桃类中的晚熟品种,经过保鲜贮藏,可延长上市时间。中华寿桃是国内发现的一个十分罕见的珍稀优质晚熟品种,属北方品种群,树姿挺伸直立,树势强健,萌芽力中等,成枝力特强,具有成熟

期晚,果个大、着色好、果形美观、果肉脆嫩、含糖量高、易丰产、抗逆性强等特点。中华寿桃虽然具备许多优良特性,但果实采后在常温条件下品质衰退快、易腐烂、货架期短,在较短的时间内易失去新鲜桃的风味。另外,果心迅速发生褐变并向外蔓延,严重降低了其商品价值。桃属于典型的呼吸跃变型果实,有明显的呼吸、乙烯释放高峰,是其不耐贮藏的重要原因^[1-2]。许多研究表明,低温贮藏可以抑制桃果实乙烯释放率,推迟乙烯高峰的到来,在一定程度上减轻了果实失水和软化程度。但在桃果实冷藏过程中,存在果实褐变、软化、绵化及风味丧失等问题,严重影响了桃的品质、风味和商品价值^[3]。前人在各种贮藏条件和外源物质对桃贮藏效果的影响面做了很多研究,但对不同成熟度对果实贮藏效果的影响

第一作者简介:刘更森(1968-),男,黑龙江依安人,硕士,讲师,研究方向为果树栽培与生理。E-mail:gsliu@qau.edu.cn.

责任作者:原永兵(1960-),男,山东文登人,博士,教授,硕士生导师,研究方向为果树发育生理与分子生物学。E-mail:yyb@qau.edu.cn.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30471200)。

收稿日期:2013-01-31

Optimization for Microwave Extraction Technology of Polysaccharides from *Morus alba* by Response Surface Method

ZONG Wei¹, HUO Zhi-wen¹, YAN Xin-pi²

(1. School of Food and Biological Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou, Henan 450002; 2. The Sericultural Research Institute of Hunan Province, Changsha, Hunan 410127)

Abstract: Taking *Morus alba* as material, the effect of microwave power, microwave time and solid to water ratio on the yield of polysaccharides from *Morus alba* were studied by microwave method. On the basis of that, the response surface method was used to optimize the extraction conditions in order to get the best microwave extraction technology. The results showed that the optimum conditions were: microwave power 400 W, extraction time 6 min, solid to liquid ratio 1:20 g/mL, the yield of polysaccharides could reach 2.81%. So microwave method was a suitable method for extraction of *Morus alba* polysaccharides.

Key words: *Morus alba*; polysaccharides; microwave extraction; response surface analysis

究较少。该试验以不同采收期中华寿桃果实为试材,探讨在相同贮藏条件下不同成熟度对其贮藏生理和品质的影响,以期为桃果实采后贮藏保鲜提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试中华寿桃采自莱西市周格庄镇龙湾果园,挑选大小均一、果皮颜色一致、无机械损伤、无病虫害果实,装入塑料周转箱,当日运至冷库备用。

1.2 试验方法

中华寿桃果实在 10 月 15 日、10 月 20 日、10 月 25 日、10 月 30 日分批采收,以不同采收期为处理,依次设为 T_0 、 T_1 、 T_2 、 T_3 ,以 10 月 15 日采收的果实为对照;果实经 4℃ 预冷 12 h 后,装入 0.045 mm 聚乙烯(PE)保鲜袋,每袋 15 kg,装入瓦楞纸箱中入库保存,贮藏温度 $(1 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $(90 \pm 5)\%$ 。每个处理 3 次重复。

1.3 项目测定

1.3.1 果实硬度 用 GY-1 型果实硬度计(探头直径为 3 mm)测定果肉硬度。在每个果实中间最大横径处,取 4 个点削去约 1 cm^2 皮测定硬度。测定 10 个果实的硬度,取平均值。

1.3.2 可溶性固形物(TSS)含量测定 采用手持折光仪检测果实 TSS,单果测定 3 次。

1.3.3 可滴定酸含量的测定 将桃果实去皮切丝匀浆,称取 5 g 匀浆加去离子水定容到 100 mL,取 10 mL 加入 2 滴酚酞,用 0.01 mol/L 的 NaOH 滴定(以苹果酸计),重复 3 次^[4]。

1.3.4 呼吸强度测定 采用干燥器法测定呼吸强度,将称重后的果实放入干燥器(预先放入 1 个盛有 20 mL、0.4 mol/L NaOH 的培养皿)。将干燥器置于 20°C 左右

的环境中静止 3~4 h,然后取出培养皿,用煮沸过的蒸馏水完全将碱液转入 250 mL 三角瓶中,快速加入 5 mL 饱和 BaCl_2 溶液和 2 滴酚酞指示剂。用 0.1 mol/L 草酸滴定至粉红色消失为止,计算草酸用量。呼吸强度以每小时每千克果实释放 CO_2 毫克数($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)计算。

1.3.5 乙烯生成量测定 测定呼吸强度的同时,从真空干燥器顶部取气体进行乙烯测定。取出的乙烯气体用 GC-2010 气相色谱测定,色谱条件:氢火焰离子化检测器,载气为 N_2 ,燃气为 H_2 ,空气为助燃气,进样口温度为 140°C ,外标法定量,重复 5 次取平均值。乙烯释放量计算=(干燥器体积-果实体积)×换算比率/果实重量×放置时间。

1.3.6 细胞膜透性测定 取 3 个果实,用四号打孔器(直径为 0.5 cm),从每个果实纵向打孔取出果肉,然后用刀片将其切成 1 mm 厚的圆片,每个果肉取 10 个圆片,然后将其放入 50 mL 的小烧杯中,加去离子水 20 mL 洗涤 1 次,再加 20 mL 去离子水,真空抽气 5 min,重复抽提 3 次,放置 2 h 后,用 DDS-J308 型电导仪测其电导率 C_1 ,然后放入沸水浴中煮 15 min,立即测电导率成 C_2 。根据以下公式计算出细胞膜渗透率。钾离子外渗百分率($\%$)= $C_1/C_2 \times 100\%$ 。

1.3.7 褐变度测定 采用改进的 Lee 的方法,于贮藏第 7 周取距果核 0.5~2.5 cm 范围内混合果肉组织 5 g,加入 95%乙醇 6 mL 提取,研磨成匀浆,在 4 000 r/min 下离心 20 min,取上清液在 420 nm 下测其吸光值,重复测定 3 次^[5]。

1.3.8 感官评价 组织人员品尝,并按评分标准赋分,然后进行统计,感官评价标准参照表 1^[6]。

表 1

中华寿桃果实感官评价标准

Table 1

Standard of sensory evaluation of zhonghuashoutao peach

评价指标	分值/分					
	5	4	3	2	1	0
褐变程度	无褐变	轻微褐变,褐变面积 10%以下	褐变明显,褐变面积 10%~20%	褐变面积 20%~30%	褐变面积 30%~50%	褐变面积 50%以上
风味	—	风味浓郁 味美多汁	风味较浓 果汁丰富	有桃味 果汁较少	桃味较淡 果汁较少	无桃风味
香气	—	—	香味浓	较浓	香味淡	无桃香味
绵化	—	—	无发绵现象	轻微发绵	发绵	严重绵化
脆度	—	—	脆	较脆	稍软	较软

1.4 数据分析

试验所有数据用 Sigmaplot 10.0 软件进行处理和作图,采用 T-Test 对试验数据进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同采收期对中华寿桃在贮藏过程中果实硬度的影响

从图 1 可以看出,除 T_0 处理外,其它处理果实硬度略有短暂上升,而后下降。 $T_0 \sim T_3$ 4 种不同成熟度中华寿桃

采收时果实硬度分别为 9.82、9.18、8.65、8.21 kg/cm^2 ;贮藏结束时果实硬度下降幅度分别是 4.50、2.48、0.87、0.94 kg/cm^2 ,硬度变化结果表明,并非采收成熟度越高或越低越好,具有典型呼吸跃变的果实成熟度越高其成熟衰老进程越快;成熟度过低,由于细胞内容物较少,细胞膨压较低。 T_2 处理果实硬度下降较缓慢,并且能够维持相对较高优势。比较而言,贮藏后期各处理果实硬度指标按高低依次是 T_2 、 T_1 、 T_3 和 T_0 。

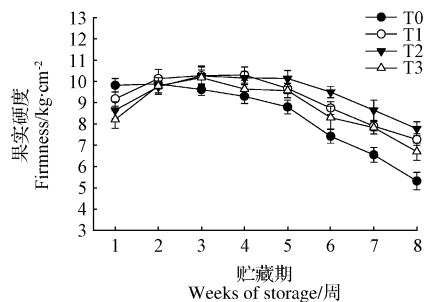


图1 不同采收期对中华寿桃在贮藏过程中果实硬度的影响

Fig. 1 Effect of different harvesting time on firmness in 'Zhonghuashoutao' peach during storage

2.2 不同采收期对中华寿桃在贮藏过程中可溶性固形物含量的影响

由图2可知,不同采收期中华寿桃果实可溶性固形物含量不同,贮藏开始时 $T_0 \sim T_3$ 处理分别是9.78%、10.14%、11.32%、13.36%;除 T_3 处理外,都呈贮藏前期缓慢上升,后期下降趋势,各处理未见明显峰值变化。 T_0 处理果实可溶性固形物绝对含量很低, T_2 处理在贮藏第3周开始高于 T_3 处理,贮藏结束时, $T_0 \sim T_3$ 处理中华寿桃果实可溶性固形物含量分别为9.28%、11.20%、13.31%、11.50%,变化幅度分别为-0.60%、+1.06%、+1.99%、-1.86%。由此看来,不同采收期中华寿桃果实低温贮藏效果不仅取决于可溶性固形物含量绝对值的高低,还在于因采收期或成熟度的不同,果实可溶性固形物含量的保持能力。综合比较,同等贮藏条件下各处理对可溶性固形物含量影响效果是 $T_2 > T_3 > T_1 > T_0$ 。

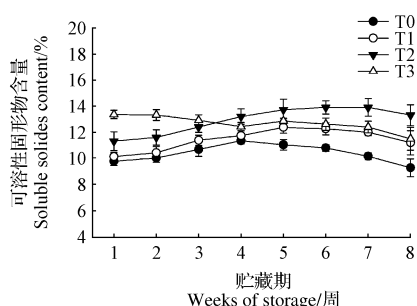


图2 不同采收期对中华寿桃在贮藏过程中可溶性固形物含量的影响

Fig. 2 Effect of different harvesting time on soluble solids content in 'Zhonghuashoutao' peach during storage

2.3 不同采收期对中华寿桃在贮藏过程中果实可滴定酸含量的影响

可滴定酸度是果实品质的重要构成性状之一。可滴定酸与糖一样,是影响果实风味品质的重要因素。对于桃果实而言,高糖中酸,风味浓,为优质产品。由图3可知,采收期越早果实中滴定酸含量越高, $T_0 \sim T_3$ 处理,中华寿桃果实中滴定酸含量分别为2.28、2.14、

2.02和1.93 mg/g。随着贮藏时间的延长, T_3 处理在贮藏后期均高于其它处理,所有处理中 T_0 处理由于可滴定酸含量绝对值较高,因此高于 T_1 、 T_3 ;但从曲线变化趋势及可滴定酸下降幅度看, T_2 、 T_3 处理的中华寿桃在贮藏过程中能较好地保持果实中可滴定酸含量。

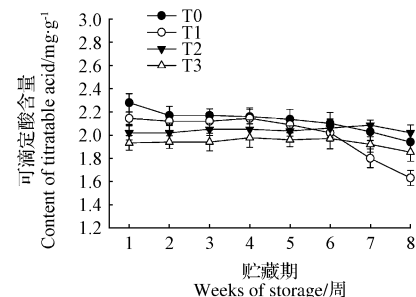


图3 不同采收期对中华寿桃在贮藏过程中可滴定酸含量的影响

Fig. 3 Effect of different harvesting time on titratable acid content of 'Zhonghuashoutao' peach during storage

2.4 不同采收期对中华寿桃在贮藏过程中果实呼吸速率的影响

由图4可知,不同采收期中华寿桃果实在冷藏过程中具有明显的呼吸高峰和规律性的变化。贮藏前1周可能由于低温影响呼吸速率先行下降,而后陆续出现高峰, $T_0 \sim T_3$ 处理呼吸高峰峰值分别为32.72、30.20、26.18、29.25 $\text{CO}_2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ FW} \cdot \text{h}^{-1}$ 。比较而言, T_0 处理在贮藏后第2周,检测出呼吸高峰; T_2 、 T_3 处理高峰在第3周出现,而 T_3 处理在第4周出现。其后,呼吸速率都呈上升趋势,并且在第4周以后其高低顺序是 $T_0 > T_3 > T_1 > T_2$,且曲线斜率以 T_2 最低,说明 T_2 处理呼吸强度较低。

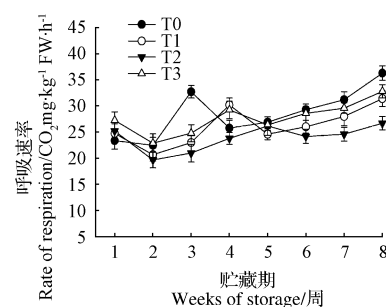


图4 不同采收期对中华寿桃在贮藏过程中呼吸速率的影响

Fig. 4 Effect of different harvesting time on respiration of 'Zhonghuashoutao' peach during storage

2.5 不同采收期对中华寿桃在贮藏过程中果实乙烯生成量的影响

由图5可以看出,不同处理间乙烯的生物合成差异较大,总的变化趋势是下降-上升-下降。在贮藏的前3周,乙烯生成量都明显上升, T_3 处理出现1个较大高峰,

峰值为 $36.30 \text{ nL} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW} \cdot \text{h}^{-1}$, $T_0 \sim T_2$ 处理乙烯生成速率几乎同步上升, 差异不大。随后 T_1 、 T_2 出现高峰, 峰值分别为 35.24 、 $32.68 \text{ nL} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW} \cdot \text{h}^{-1}$, 再之后 T_0 于第 5 周出现峰值, 大小为 $35.60 \text{ nL} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW} \cdot \text{h}^{-1}$, 第 6 周 T_3 再次出现 1 个小的乙烯释放高峰。对于呼吸跃变型果实, 乙烯释放高峰的高低和到来时间早晚直接影响果实成熟衰老进程。所以仅从乙烯生成峰值高低看, T_2 处理中华寿桃果实呼吸高峰不明显, 而且在各处理中处于相对较低位置。

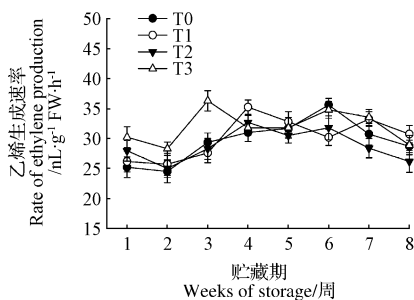


图 5 不同采收期对中华寿桃在贮藏过程中乙烯生成速率的影响

Fig. 5 Effect of different harvesting time on ethylene production of 'Zhonghuashoutao' peach during storage

2.6 不同采收期对中华寿桃在贮藏过程中果实细胞膜透性的影响

从图 6 可知, $T_0 \sim T_3$ 处理中华寿桃果实细胞膜渗透率分别为 21.52% 、 24.38% 、 26.46% 、 27.58% , 随着贮藏时间的延长, 中华寿桃果实细胞膜渗透率呈逐渐上升趋势变化。从图 6 可以看出, T_0 、 T_3 处理桃果实细胞膜渗透率在贮藏第 4 周以后一直处于较高水平, 曲线间出现明显背离, 其中以 T_2 处理果实细胞膜渗透率变化比较平稳。说明 T_2 处理的中华寿桃较好地维持了细胞壁和细胞膜的稳定性, 减轻了低温对桃果实的伤害。

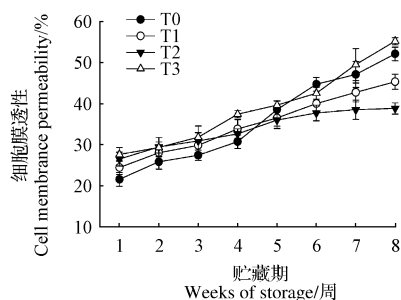


图 6 不同采收期对中华寿桃在贮藏过程中细胞膜透性的影响

Fig. 6 Effect of different harvesting time on cell membrane permeability of 'Zhonghuashoutao' peach during storage

2.7 不同采收期对中华寿桃在贮藏过程中果实褐变度的影响

中华寿桃低温冷藏所面临的问题主要是低温冷害

和果肉褐变。该试验以近核处果肉褐变度来检测果实褐变情况。由图 7 可知, $T_0 \sim T_3$ 处理中华寿桃果实褐变度分别是 0.877 、 0.382 、 0.213 、 0.605 , 各处理间具有不同水平的显著性差异, 其中以 T_2 处理较为理想。

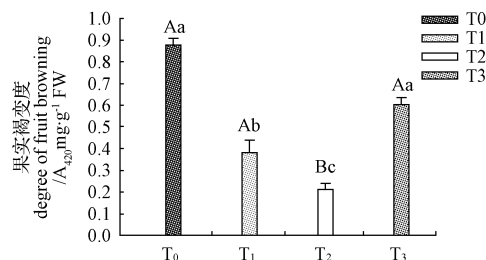


图 7 不同处理对中华寿桃果实褐变度的影响

注: 大写字母表示 $P=0.01$ 水平差异极显著, 小写字母表示 $P=0.05$ 水平差异显著。

Fig. 7 Effect of different treatments on degree of browning in 'Zhonghuashoutao' peach

2.8 不同采收期对中华寿桃感官品质的影响

贮藏第 7 周时, 对各处理的中华寿桃风味等进行评分。按表 1 说明, 分值越高贮藏效果越好。从测得的 5 项指标得分情况来看(图 8), 在褐变程度、风味、香气 3 个方面, T_2 处理分值分别是 3.40 、 2.30 、 1.66 分, 均高于其它处理; 但在风味和香气分值与 T_3 处理无显著性差异($P=0.01$)。在绵化和脆度方面, T_1 处理效果显著。对于冷藏桃而言, 贮藏效果的评价不仅仅取决于某一项指标优劣, 而是综合性状是否具有良好表现, 是否具备极佳的商品性能。从感官评价综合得分情况来看, 各处理效果依次是 $T_2 > T_1 > T_3 > T_0$ 。

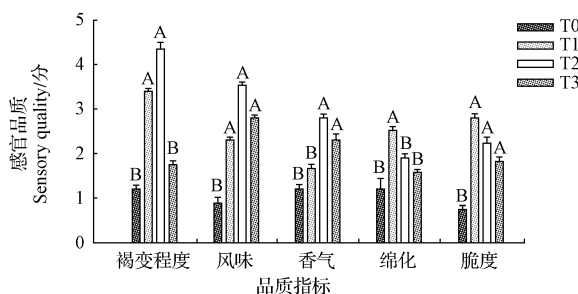


图 8 不同处理对中华寿桃果实感官品质的影响

Fig. 8 Effect of different treatment on sensory quality of in 'Zhonghuashoutao' peach

3 讨论

桃商业化冷藏对果实采收期有严格的要求。果实成熟度不同, 其采后生理必然会有差异, 并不同程度地影响果品贮藏期和品质。低温冷藏在一定程度上抑制呼吸强度, 保持果实硬度, 延缓果实衰老, 但是成熟度的选择对贮藏更为关键。对生产者而言, 果实成熟度的判断通常停留在感官经验上, 而不是通过果实硬度、色

卡值、果皮色泽指标客观评价。采收成熟度与桃品质密切相关。采收过早,果实尚未充分发育,果实个小,糖分积累不足,色泽差,缺乏应有的风味,而且后期失重率较高;采收过晚,果实过于成熟,果肉松软、硬度不够,不利于贮藏和货架期要求^[7]。而不同成熟度的果实对低温的敏感性不同,一般认为未成熟果实比成熟果实更容易产生冷害^[8-9],适宜成熟度采收有利于减轻冷害、提高桃果实的贮藏保鲜效果,是维持果实品质,延长货架期的重要保证^[10]。桃属于呼吸跃变型果实,呼吸高峰过后,果实即开始衰老^[11-12],过高成熟度可能加速组织的衰老进程^[13]。

该试验分别在10月15日、10月20日、10月25日、10月30日对中华寿桃分批采收,然后置于 $(1\pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ 、RH $(90\pm 5)\%$ 条件下冷藏,在果实硬度、可溶性固形物含量和可滴定酸的保持、呼吸速率、乙烯释放和果心褐变度等方面,10月25日(硬熟期)采收贮藏效果明显优于其它处理,而且贮藏后期感官评价测定结果客观地验证了这一结果。此外,试验数据表明贮藏桃并非成熟度越高越好。由于几乎完熟的桃即便是在冷藏条件下呼吸高峰也十分明显,并且伴随果实硬度的迅速下降,而且贮藏后期容易出现果实褐变和脆度下降等问题;而成熟度过低的果实在低温的条件下,极容易发生冷害,导致通透性增加,细胞分室作用破坏,细胞膜内外离子平衡丧失,致使离子渗漏而引起新陈代谢的异常变化,进一步引起有害物质(氧自由基)积累,导致整个细胞的瓦解^[9,14-15],其风味和香气等感官品质也达不到采后商业化贮藏要求。从果实细胞膜透性研究数据可以看出,10月25日采收的果实较好地维持了细胞膜的稳定性,减少了低温对桃果实的伤害,减缓了细胞膜渗透率的上

升,为延缓果实成熟衰老进程、维持细胞稳定性、提高贮藏品质奠定了物质基础。

参考文献

- [1] 杨映根. 桃果实采后生理特性初探[J]. 植物学报, 1995, 12(4): 47-49.
- [2] 徐晓静. 桃、李果实耐贮性与呼吸、乙烯、脂质过氧化作用的关系[J]. 果树科学, 1994, 11(1): 38-40.
- [3] 李秋菊, 韩红艳. 乙醇处理对桃果实贮藏期间 POD、PPO 活性的影响[J]. 食品研究与开发, 2006, 27(7): 185-187.
- [4] 冯国庆, 周丽丽, 赵玉梅. 果树贮藏学试验指导[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1991.
- [5] Lee C Y, Kagan V, Jaworski A W, et al. Enzymatic browning in relation to phenolic compounds and polyphenol-oxidase activity among various peach cultivars[J]. Agril Food Chem, 1990, 38: 99-101.
- [6] 陆振中, 徐莉, 王庆国. 热空气处理对中华寿桃贮藏品质的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(1): 375-379.
- [7] 吕英民, 王秀芹, 吕增仁. 鲜果贮藏保鲜研究进展[J]. 中国果树, 1996(2): 45-47.
- [8] Von M L. Woolliness in peaches and nectarines: A review. Maturity and external factors[J]. Horticultural Science, 1987(5): 1-3.
- [9] Chen Y W. Physiological and biochemical responses of plants to chilling stress[J]. Hort Science, 1982, 17(2): 173-186.
- [10] 王友升, 王贵禧. 冷害桃果实品质劣变及其控制措施[J]. 林业科学研究, 2003, 16(4): 456-472.
- [11] 罗云波, 蔡同一. 园艺产品贮藏加工学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2001: 2-4.
- [12] 常军, 张平, 王莉. 桃采后生理及贮藏研究进展[J]. 保鲜与加工, 2003, 3(6): 8-9.
- [13] 孙芳娟, 韩明玉, 赵彩平. 采收成熟度对油桃贮藏品质的影响[J]. 西北植物学报, 2007, 27(1): 183-187.
- [14] Lyons J M. Chilling injury in plants[J]. Annual Review of Plant Physiology, 1973, 20: 423-446.
- [15] 郇海燕, 陈杭君, 陈文烜, 等. 采收成熟度对冷藏水蜜桃果实品质和冷害的影响[J]. 中国农业科学, 2009, 42(2): 612-618.

Effects of Different Harvesting Time on Storage Physiology and Quality in ‘Zhonghuashoutao’ Peach Fruit

LIU Geng-sen¹, FAN Lian-mei², LIU Cheng-lian¹, YUAN Yong-bing¹

(1. College of Horticulture, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109; 2. College of Life Science, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109)

Abstract: Taking *Prunus persica* ‘Zhonghuashoutao’ fruits as material, peach fruits were harvested with four different maturity degrees and stored for 7 weeks. It was performed to investigate the postharvest changes in firmness, soluble solids content, titratable acid, respiration rate, ethylene production, cell membrane permeability, degree of fruit browning and sensory quality so as to find the best harvesting dates suiting to be stored at low temperature $(1\pm 0.5)^{\circ}\text{C}$, RH $(90\pm 5)\%$. The results showed that the effects of storage harvesting on October 25 obviously was superior to the others at firmness, soluble solids content etc. At the same time applying sensory evaluation in fruit quality later storage period proved that the effects of different harvesting dates on ‘Zhonghuashoutao’ peach fruit during storage were October 25th, October 20th, October 30th and October 15th according to its priority.

Key words: ‘Zhonghuashoutao’; different maturity degrees; storage; quality