

## 杧果采后生理研究

李安妮 朱慧英 邓义才

(广东省农业科学院经济作物研究所, 广州 510640)

李明启

(华南农业大学农业生物系, 广州 510642)

### 摘要

适期采收的杧果, 采收时呼吸速率为  $23.2 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , 果皮深绿色, 果肉硬度  $> 30 \text{ p/cm}^2$ 。置室温下 ( $30^\circ\text{C}$ ) 8 d 出现呼吸高峰, 速率  $132.9 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , 果皮的顏色黄绿各半, 果肉硬度  $8-9 \text{ p/cm}^2$ 。采后 12-14 d 果实达到完熟, 果皮金黄色, 硬度  $< 3 \text{ p/cm}^2$ , 呼吸速率下降到  $39-45 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。试验结果还表明, 可溶性糖、还原糖、非还原糖、固形物等含量, 均在采后第 5 天明显增高, 果皮从深绿转为淡绿色。可溶性糖在采后第 14 天增至最高, 达 9.92%, 此时可滴定酸度下降至 0.14%, pH 值升至 6.15, 此时为果实的最佳供食状态。生产上可据此为制定杧果贮藏措施提供依据。

关键词: 杧果; 采后生理

杧果是一种名贵的热带水果, 近年来我国南方各省已广泛栽培。由于杧果在高温季节采收, 采收后一般 7-10 d 黄熟, 腐烂迅速, 不耐贮运。为研究其保鲜技术, 以延长贮期及货架期, 有必要了解其采后的生理变化。关于杧果采后生理的研究, 在国外有较多的报道。据 Brinson 等<sup>[3]</sup>报道, 杧果是属于跃变型果实。Kalra 和 Tandon<sup>[5]</sup>, Kapse 等<sup>[6]</sup>, Medlicott 和 Thompson<sup>[7]</sup>, Tandon 等<sup>[8]</sup>, 以及 Upadhyay 和 Tripathi<sup>[9]</sup>研究了杧果的化学成分, 包括淀粉、糖、酸、抗坏血酸等在采收后的变化。Brown 等<sup>[4]</sup>, Kalra 和 Tandon<sup>[5]</sup>研究了果实硬度、果肉颜色、叶绿素等的变化。在国内, 罗保康等<sup>[1]</sup>研究了杧果采收及贮放后化学成分的变化。还有多数是有关杧果采后防腐保鲜技术的报道。本文介绍紫花杧果采后的生理变化。

### 材料和方法

试验材料取自三水县南边镇杧果场, 采收期 1991 年 7 月 26 日。果皮颜色深绿, 果长平均 12-13 cm, 宽为 7 cm。采收时在果柄离层上方剪下, 用棉花止乳, 用自来水自上而下冲洗, 避免乳汁污染果实; 精选后, 用 100 ppm 特克多和扑海因浸果, 晾干, 过夜, 第二天用白纸包装, 置室温下, 每天喷水保持贮藏环境的湿度约 85-90%, 定期取样调查, 直至果实完熟。1992 年重复试验一次, 结果基本一致。

参加试验工作的有徐妙颜、叶灿生、庚翠梅。

农业部及广东省科委“八五”重点攻关项目。

1992-04-28 收稿; 1992-06-13 修回

### 测定项目和方法

**呼吸速率测定** 用气流法。每次测定用果 4 个(重约 1kg), 用大型玻璃干燥器盛装, 置 30℃ 恒温水浴中, 气流速度 0.4 L · min<sup>-1</sup>。测定时间半小时, 用 10ml 0.7mol/L NaOH 吸收 CO<sub>2</sub>, 以 0.4mol/L 草酸滴定, 并算出 CO<sub>2</sub> 含量。

**可溶性糖总量、还原糖和非还原糖测定** 以 85% 乙醇提取, 用醋酸铅去除蛋白质, 经盐酸水解后, 用斐林氏试剂滴定, 计算可溶性糖总量。用上述方法提取还原糖后, 直接用斐林氏试剂滴定, 计算还原糖含量。可溶性总糖减去还原糖含量即为非还原糖含量。

**淀粉** 去糖后的残渣经高氯酸水解, 按上法测定可溶性糖, 再乘以 0.9 折算为淀粉含量。

**可溶性固形物** 用 WYT-H 型手持糖量计测定。

**抗坏血酸** 用 1% 盐酸及 1% 草酸溶液提取, 标准 2,6-二氯吡啶酚钠溶液滴定。

**可滴定酸度** 用热水提取, 0.1mol/L 标准 NaOH 溶液滴定, 以柠檬酸折算结果。

**果肉硬度** 用泰勒氏硬度计测定。最大硬度为 30, 最小硬度为 3。

**pH** 用 ZD-2 型酸度计测定。

(注: 生化成分的测定材料是果肉, 测定方法主要参考 A·И·耶尔马科夫著《植物生物化学研究法》)

## 结果和讨论

### 一、呼吸作用的变化

果实在室温平均 30℃ 下放置(最高 33.5℃, 最低 26.7℃), 在 30℃ 恒温水浴中测定呼吸速率。新采收的果实, 呼吸速率为 23.2mg CO<sub>2</sub> · kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>, 在采后第 5 天开始明显升高, 至采后第 8 天出现呼吸跃变, 呼吸速率上升至 132.9mg CO<sub>2</sub> · kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>。此时果皮颜色黄绿各半, 果肉硬度明显下降, 从采收时 >30 下降到 8—9 p/cm<sup>2</sup>。呼吸高峰出现后, 第二天随即下降至 84.9mg CO<sub>2</sub> · kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>。采后第 10 天, 果皮颜色黄比绿多, 果肉硬度继续下降至 4 p/cm<sup>2</sup>, 此时果实基本成熟; 采后 12—14 天果实达到完熟, 果皮颜色金黄, 硬度 <3 p/cm<sup>2</sup>, 呼吸速率下降至 39—45 mg CO<sub>2</sub> · kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> (图 1, 表 1)。

以上结果表明, 芒果是典型的跃变型果实, 与现有文献报道的研究结果基本一致。

表 1 芒果采收后果皮颜色及果肉硬度变化

Table 1 Changes in peel color and pulp firmness of mango fruits after harvest

Days after harvest (d)	Peel color	Firmness (p/cm <sup>2</sup> )
1	深绿	>30
3	深绿	>30
5	淡绿	10—11
7	有少许转黄	10
8	黄绿各半	8—9
9	黄稍比绿多	5—6
10	黄比绿多	4
12	基本全黄	<3
14	金黄	<3

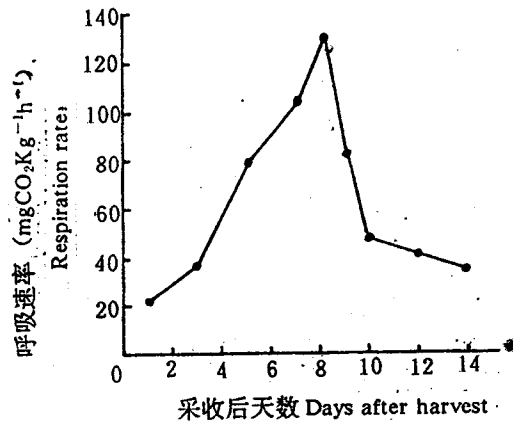


图1 杧果采收后的呼吸速率变化

Fig. 1 Changes in respiration rate of mango fruits after harvest

## 二、碳水化合物含量变化

新采收的果实，淀粉含量 8.05%，可溶性糖 4.11%，随着果实后熟，淀粉含量下降，而可溶性糖含量增高。可溶性糖在采后第 5 天急增，从 4.11% 增至 8.33%，以后增加较缓慢，至采后第 14 天增至最高，含量为 9.92%，此时淀粉含量下降至 0.53%，为果实最佳供食状态。第 14 天以后，可溶性糖开始下降，第 20 天时下降至 7.35%。其中还原糖的含量在采后 5 天以内逐渐增加，从采收时 2.35% 增至 4.93%，5d 以后则开始下降，第 14 天下降至 3.52%；而非还原糖含量在 14d 内均逐渐增高，其中在采后第 5 天增加较明显，以 1.76 增至 3.36%，以后缓慢增加，至第 14 天增至 6.40%，14d 后又再下降（表 2）。

可溶性固形物的变化规律与可溶性糖基本一致。采收时为 7.5%，第 5 天增至 12.5%，以后增加缓慢，从采后第 7 至 14 天均在 13—13.5 之间（表 2）。

表 2 杧果采收后的碳水化合物及可溶性固形物含量变化 (%)

Table 2 Changes of carbohydrates and soluble solid contents in mango fruits after harvest (%)

采后 (d) Days after harvest	淀粉 Starch	可溶性糖 Soluble sugars	还原糖 Reducing sugars	非还原糖 Nonreducing sugars	可溶性固形物 Soluble solid
1	8.05	4.11	2.35	1.76	7.5
3	5.72	4.09	—	—	8.5
5	—	8.33	4.93	3.36	12.5
7	1.03	8.50	4.86	3.64	13.0
8	—	8.97	—	—	13.0
10	0.56	9.37	3.92	5.45	13.5
12	—	8.68	—	—	13.5
14	0.53	9.92	3.52	6.40	13.5
20	0.32	7.35	3.13	4.22	9.5

## 三、可滴定酸度和 pH

随着果实的后熟，可滴定酸度逐渐下降。采收时为 2.6%，完熟时下降至 0.14%，其中以采后第 5 天下降较显著。pH 则从采收时 3.8 逐渐上升至 6.15。最佳可食状态时的果实，可

滴定酸度应在 0.5% 以下, pH 在 5.5—6 之间。否则味道过酸, 品质欠佳 (表 3)。

表 3 芒果采收后的可滴定酸度、pH、抗坏血酸、果实失重、果肉含水量的变化

Table 3 Changes in titratable acids, pH, ascorbic acid content, loss of weight, water content of pulp in mango fruits after harvest

采后 (d)	可滴定酸 (%)	pH 值	抗坏血酸 (mg/100g)	果实失重 (%)	果肉含水量 (%)
Days after harvest	Titratable acids*	pH value	Ascorbic acid	Loss of weight	Water content of pulp
1	2.60	3.8	57.68	—	83.01
3	2.34	3.8	51.52	2.72	82.97
5	1.39	3.9	26.10	4.51	84.65
7	1.03	5.0	28.91	6.30	85.22
10	0.45	5.35	17.46	9.09	85.65
12	0.29	5.45	8.97	12.08	86.94
14	0.14	6.15	7.91	14.38	85.20

\* 可滴定酸度以柠檬酸计算。

#### 四、抗坏血酸含量的变化

随着果实的后熟, 抗坏血酸大幅度下降。采收时为 57.68mg/100g。亦在采后第 5 天下降较明显 (表 3)。如从营养的角度来考虑, 则食用时不宜选择过熟的芒果, 因为熟度越大, 抗坏血酸含量越低。

#### 五、果实的重量、果肉含水量及果肉占果实比率的变化

芒果果实在室温 30℃ 下放置, 果实水份不断蒸发, 当水份损失到一定程度时即出现皱皮, 商品价格因而下降。据试验结果, 青硬期采收的果实 (3 月下旬盛花至 7 月下旬采收), 在采后 12—13d 开始出现皱皮, 此时果实失重约 12% (表 3)。

果肉含水量的变化与果实重量的变化相反。在后熟过程中, 果肉含水量略有增加, 采收时为 83%, 完熟时为 85—86%。由此可见, 芒果果实的失重是由于果皮水份的散失而不是果肉。由于果皮逐渐失水而果肉的相对含水量稍有增多, 因此随着果实后熟, 果肉占整个果实鲜重的百分率亦有所增大, 新采收时果肉约占 75%, 完熟时约占 80%。由于芒果核占果实一定的重量 (约占 12%), 而核的大小、重量存在一定的个体差异, 因此用果肉比率作为芒果熟度的指标就不像其它无核果实那样有代表性。

以上结果表明:

1. 一般跃变型水果, 呼吸高峰常与含糖量的高峰同时出现, 同时标志着果实成熟及转向衰老。而芒果的呼吸高峰远比含糖量的高峰出现早, 呼吸高峰出现后一周内果实还继续缓慢后熟。因此芒果呼吸高峰的出现并不意味着果实立即转入衰老阶段。

2. 可溶性糖、还原糖、非还原糖、可溶性固形物、呼吸速率等生理指标均在采后第 5 天明显增高, 而可滴定酸度、抗坏血酸、果肉硬度等则在采后第 5 天明显下降。此时果皮颜色由深绿转为淡绿色, 因此可初步认为这是果实后熟进程的一个生理转折时期。生产上可据此作为适期采收, 延长贮期的依据。

3. 芒果采收 14d 以后, 各种糖的含量均下降, 味道显著变淡, 好果率从采后 10d 的 97.22% 下降至 77.77%。说明芒果果实在硬绿期采收, 无病虫害伤害的前提下, 在室温约 30℃ 下最长贮藏期不宜超过两周, 否则品质风味及好果率等均显著下降。

## 参考文献

- 1 罗保康, 邓飞洪, 韦祖桂. 芒果成熟期的相关指标试验分析. 广西热带科技, 1990; (3): 6—10
- 2 Biale J B, Young R E, Olmstead A J. Fruit respiration and ethylene production. *Plant Physiol*, 1954, 29: 168—174
- 3 Brinson K, Dey P M, Pridham J B. Post-harvest changes in *Mangifera indica* mesocarp cell walls and cytoplasmic polysaccharides. *Phytochemistry*, 1988; 27 (3): 719—723
- 4 Brown B I, Peacock B C, Wong L S. Physiological, chemical and quality changes in mangoes during postharvest ripening. In *First Australian Mango Research Workshop Proceedings*, Melbourne, Australia; CSIRO, 1986; pp. 279—289
- 5 Kalra S K, Tandon D K. Ripening behaviour of 'Dashehari' mango in relation to harvest period. *Scientia Horticulturae*, 1983; 19 (3/4): 263—269
- 6 Kapse M B, Rane D A, Kulkarni D N, Ingle V M. Biochemical change in totopuri mango during ripening and storage. *South Indian Horticulture*, 1977; 25 (3): 119—120
- 7 Medicott A P, Thompson A K. Analysis of sugars and organic acids in ripening mango fruits (*Mangifera indica* L. var. Keitt) by high performance liquid chromatography. *J Sci Food and Agri*, 1985; 36 (7): 561—566
- 8 Tandon D K, Kalra S K, Lohani H C. Changes in some carbohydrates in developing mango fruits cvs. Langra and Mallika. *Indian Hort*, 1985; 42 (3/4): 223—228
- 9 Upadhyay N P, Tripathi B M. Postharvest changes during storage and ripening. *Progressive Hort*, 1985; 17 (1): 25—27

## STUDIES ON POSTHARVEST PHYSIOLOGY OF MANGO FRUITS

Li Anni    Zhu Huiying    Deng Yicai

(Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640)

Li Mingqi

(South China Agricultural University, Guangzhou 510642)

### Abstract

The respiration rate of mango (*Mangifera indica* L.) fruits harvest in summer was  $23.2 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ , the pulp firmness was  $>30 \text{ p/cm}^2$ , and the peel color was deep green. The fruits harvested after 8 days, the respiration rate rose up to  $132.9 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ , the pulp firmness fell down to  $8-9 \text{ p/cm}^2$  and the peel color changed to yellowish green. Those harvested after 12—14 days, the peel color became golden yellow, and the respiration rate and pulp firmness being  $39-45 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$  and  $<3 \text{ p/cm}^2$ , respectively.

Experimental results also showed that the contents of soluble sugar, reducing sugar, non-reducing sugar and the soluble-solid in the fruits increased markedly after harvest for 5 days, the peel color changed from deep green to pale green. This might be considered as the physiological turning point in the post-harvest period of mango to be the appropriate harvesting time for prolonging the storage of the fruits.

All sorts of sugar contents decreased and the fruit flavor markedly lost after 14 days, indicating that the storage of mango fruits should not be longer than half of a month after harvest.

Key words: Mango; *Mangifera indica* L.; Postharvest physiology