

# 香蕉采后生理研究

李安妮 朱慧英 李明启

(广东省农业科学院果蔬保鲜研究室) (农业生物系)

## 提 要

香蕉 (*Musa acuminata* Dwarf Cavendish AAA组) 采收后在20~30℃室温下后熟, 一般经两周后出现呼吸跃变, 呼吸速率从刚采收的 $20\sim 30\text{mgCO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  (27℃测定) 急剧上升至 $120\sim 150\text{mgCO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , 以后下降。未成熟(熟度70~80%)的香蕉含淀粉较高, 约10~14%, 可溶性糖在1%以下; 随着成熟度的增加, 淀粉逐渐水解, 至完全熟时, 下降至1%以下, 可溶性糖则增至15~18%。淀粉转化与呼吸跃变的高峰期基本同时出现。呼吸高峰过后, 含糖量下降。果皮叶绿素含量随果实成熟而下降, 从 $10\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ 下降至 $3\sim 7\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ 。完全熟后期果皮渐变为黄褐色。果肉含水量随果实成熟从76.27%增至81.14%, 果肉与果皮的比率则从1.14增至1.81。经保鲜剂处理的香蕉果实, 其呼吸跃变的出现以及淀粉的分解和可溶性糖的积累均延迟约7天, 呼吸高峰值亦略降低, 但对淀粉和糖的最终含量无显著影响。生产上可根据香蕉采后生理特性, 使用综合保鲜技术, 延缓生理进程, 防止病害侵染, 以延长果实的寿命。

关键词 香蕉; 采后生理

## 引 言

香蕉 (*Musa acuminata* Dwarf Cavendish AAA组) 是我国南方主要水果之一, 过去由于对水果保鲜贮运技术不够重视, 每年均损耗很大, 近年已逐渐扭转这一局面, 省内外均先后开展香蕉保鲜技术研究。而香蕉的采后生理是保鲜技术研究的基础, 因此开展这方面研究, 可为保鲜技术提供指导性依据。

香蕉的采后生理国外有过大量的研究。如Biale<sup>[8]</sup>及Gane<sup>[10]</sup>提出, 香蕉是典型的跃变型果实。Niederl等<sup>[12]</sup>报告香蕉果实能产生乙烯。Burg和Burg<sup>[9]</sup>的研究证明乙烯与香蕉果实成熟有关。Gore<sup>[11]</sup>最初报告香蕉果实在成熟时化学成分的变化。以后Barnell<sup>[6]</sup> [7]对香蕉果实发育和贮藏期间的碳水化合物代谢进行系统的研究。Palmer<sup>[13]</sup>曾对香蕉的采后生理生化作过综合文献报告。

国内对香蕉的采后生理也进行过一些研究, 如黄邦彦等对香蕉的后熟控制进行过研究<sup>[2]</sup>; 蒙盛华等研究了香蕉的采后生理和贮运技术<sup>[3]</sup> [4]; 徐荣江等研究了香蕉后熟过程中乙烯的生成<sup>[1]</sup>。本文报告广东香蕉采收后, 自然后熟过程的生理变化及保鲜剂对延缓果熟的作用, 以作为香蕉采后保鲜技术的理论依据。

1987年9月28日收稿

## 材料和方法

试验材料为广东东莞中把香蕉，果实成熟度约为75~80%，采收时尽量避免机械损伤，采收后置室温（25~30℃）下后熟，每隔三天取样一次，测定果实的呼吸速率、皮肉比例、硬度、果肉淀粉、可溶性糖、含水量、果皮叶绿素等，直至果实达到完熟。另设一组样本，采收后用保鲜剂（特克多+GA）处理，以作比较，目的是阐明开展本研究对指导保鲜技术的作用。

呼吸速率测定——用气流法。每次测定用1~1.5公斤果实（蕉梳），用大型玻璃干燥器盛装，干燥器放入27℃恒温水浴中，气流速度0.4升/分钟。测定时间半小时。用10ml 0.4mol/L NaOH吸收CO<sub>2</sub>，用0.4mol/L草酸滴定，并算出CO<sub>2</sub>量。

糖和淀粉测定——用85%乙醇提取，用醋酸铅去除蛋白质，用盐酸水解后，用斐林氏试剂滴定，计算可溶性糖总量。烘干去糖后的残渣，用高氯酸水解，按上法测定可溶性糖，再乘以0.9折算为淀粉含量。

叶绿素测定——用85%乙醇提取，用Spectronic 21型分光光度计，依Arnon<sup>[5]</sup>的方法测定叶绿素a、b的总量。

果肉硬度测定：用泰勒氏硬度计测定。

试验共进行三批次，结果基本一致，现将试验结果报告如下。

## 结果和讨论

### （一）呼吸作用的变化

新采收的成熟度约75%~80%的香蕉，在27℃下测定呼吸速率在20~30mgCO<sub>2</sub>·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>之间，在室温25~30℃下放置13~15天后，出现呼吸跃变，呼吸速率急剧上升，其高峰值为124.1~154.4mgCO<sub>2</sub>·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>（图1）。

Gane<sup>[10]</sup>报告，Gros Michel香蕉在20℃下呼吸最低值为20mgCO<sub>2</sub>·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>，我们的结果与之相接近。但Gane报告在20℃下的高峰值只有60mgCO<sub>2</sub>·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>，为最低值的3倍，而我们测得在27℃下的高峰值达154.4mgCO<sub>2</sub>·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>，为最低值的7.5倍。这可能与测定温度及香蕉品种有关。

果实呼吸跃变是果实生活史的转折点。香蕉果实跃变期达到最适供食状态，跃变期过后，果实即腐烂解体。因此果实跃变期出现的迟早，是果实贮藏寿命的标志。目前科研或生产上常用各种保鲜剂处理香蕉果实，目的是使呼吸跃变延缓出现，从而延长果实的寿命。据试验结果，经保鲜剂处理的果实，呼吸上升减慢，高峰出现较迟，高峰

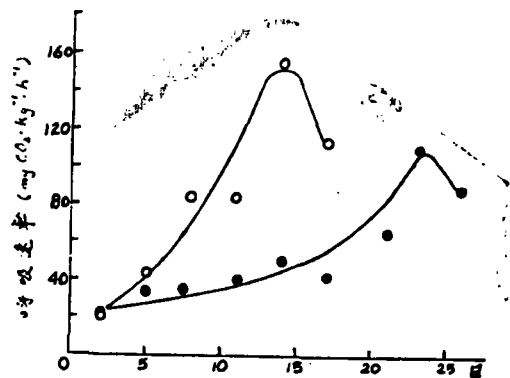


图1 香蕉后熟过程中呼吸速率的变化

○——○不加保鲜剂      ●——●加保鲜剂

值亦比对照低(图1)。

**(二) 碳水化合物含量变化**

香蕉果实在成熟期间的碳水化合物代谢主要表现为淀粉分解转变为可溶性糖。试验结果表明,75%成熟度的香蕉含淀粉约10%~11%,可溶性糖含量极少,在1%以下。随着果实成熟,淀粉含量逐渐减少,两周后下降至1%以下,而可溶性糖增至15%~18%。可溶性糖的高峰期与呼吸作用的高峰期基本同时出现,此时为果实的最适供食期。

经保鲜剂处理的果实,其淀粉含量减少与糖含量增加的速度显著减慢,约延迟一周成熟,但糖积累的高峰期亦与呼吸高峰期同时出现,含糖量的最高值与未经保鲜的果实基本相同。(图2)

**(三) 果皮叶绿素含量变化**

新采收的香蕉,果皮深绿色,在一定的温度条件后熟,叶绿素逐渐分解而消失,最后果皮呈现黄色,此时为果实的适熟期。如继续在室温下放置,则果皮逐渐变为黄褐色,随即腐烂。据试验结果,采后1天,果皮叶绿素含量约 $15\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ 鲜重,至成熟时(采后14天)只含 $3\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ 鲜重(图3)

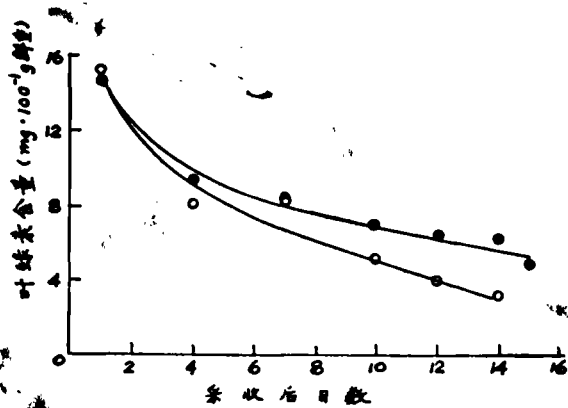


图3 香蕉后熟过程中果皮叶绿素含量变化

○——○不加保鲜剂      ●——●加保鲜剂

香蕉采收后,蕉梳由于水分蒸发而致重量逐渐下降,但果肉的水分含量则反而逐渐增加。试验结果表明,采后第二天,果肉含水量为76.27%,以后逐渐上升,至第14天增至81.14%(图4)。国外文献报告亦有类似情况<sup>[13]</sup>。

香蕉采收后,由于果皮逐渐失水而果肉的相对含水量增多,因此随着果实成熟,果肉占

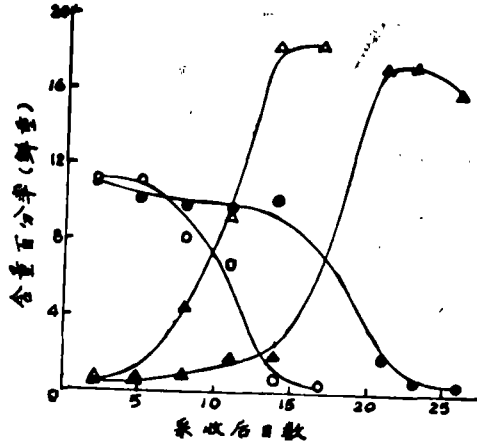


图2 香蕉后熟过程中淀粉和可溶性糖含量变化

淀粉: ○——○不加保鲜剂  
●——●加保鲜剂  
可溶性糖: △——△不加保鲜剂  
▲——▲加保鲜剂

3)。由于叶绿素没有全部消失,果皮呈黄绿色。香蕉果实成熟时果皮是否变黄主要是受温度条件的影响,据稻叶昭次等报告<sup>[14]</sup>,菲律宾香蕉在30℃以上果皮不会全转黄。据我们的试验结果,温度超过28℃果皮不能转黄色。因此,在广东夏季高温条件下,香蕉常为“青皮熟”。

用保鲜剂处理的果实,在采后15天仍含有约 $5\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ 鲜重的叶绿素。

**(四) 果肉含水量及果肉与果皮比率变化**

整个果实鲜重的百分率逐渐增大,从开始时的53.2%增至64.56%;而果肉与果皮的比率从1.14增至1.81(表1)。上述的变化趋势与国外文献报告<sup>(13)</sup>是基本一致的。

用保鲜剂处理的果实,其含水量变化趋势没有差异,因试验用保鲜剂的主要作用是防腐及延缓生理进程,对含水量的变化没有影响。

#### (五) 果肉硬度

熟度75%的果实,采收后7天内,硬度很大,10天后开始变软,至第12~14天完全变软(表2)。此时果实含糖量达到最高,为食用的适期。

经保鲜剂处理的果实,生理进程较慢,因此,变软过程稍为迟些(表2)。

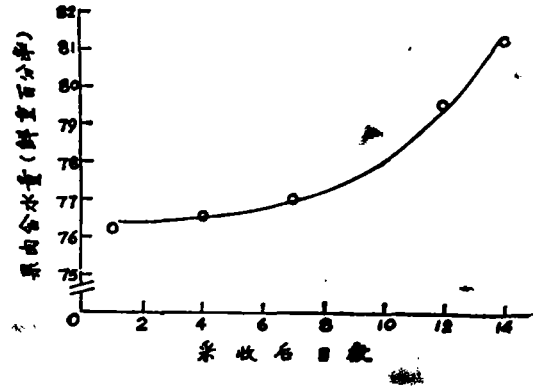


图4 香蕉果实采收后果肉含水量变化

表1 香蕉果实采收后果肉百分率及果肉与果皮比率变化

采收天数	1	4	7	10	12	14
果肉(%)	53.21	52.38	55.56	56.92	61.45	64.56
果肉/果皮比率	1.14	1.10	1.25	1.32	1.59	1.82

表2 香蕉果实采收后硬度的变化\*

采后天数	1	4	7	10	12	14
不加保鲜剂	>30	>30	>30	8~9	4~5	3
加保鲜剂	>30	>30	>30	8~9	5~6	4~5

\* ①硬度单位: P/cm<sup>2</sup>。

②“30”为硬度计中最大读数,“3”为最小读数。

#### 引用文献

- [1] 徐荣江等. 植物生理学通讯, 1983; (4): 21-24
- [2] 黄邦彦等. 植物研究, 1975; (2): 55-61
- [3] 蒙盛华等. 制冷学报, 1980; 3: 47-58
- [4] 蒙盛华等. 供销机械与包储, 1981; (1): 6
- [5] Arnon, D. Plant Physiol, 1959; 24: 1-15
- [6] Barnell, H. R. Ann Bot. 1940; 4: 39
- [7] Barne:l, H. R. Ann. Bot., 1943; 7: 1-22
- [8] Biale, J. B. In Ruhland, W. (ed.) Encyclopedia of Plant Physiology, Vol. XII, Part 2, pp. 536-592. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1960
- [9] Burg, S. P., Burg, P. A. Bot. Gaz. 1965; 126: 200-204

- [10] Gane, R. *New Phytol.*, 1936; 34:383-402 (Hort. Abst. 7:493)
- [11] Gorce, H. C. *J. Agric. Res.* 1915;3:187-203
- [12] Niederl, J. B. et al. *Am. J. Bot.*, 1938; 25:357-361 (Hort. Abst. 8:898)
- [13] Palmer, J. K. In Hulme, A. C. (ed.) *The Biochemistry of Fruits and their Products*. Vol. 2, pp. 65-105, Academic Press, London, New York. 1971
- [14] 稻叶昭次等. 园艺学会杂志1984, (53)1:66-76 (日文)

## STUDIES ON POST-HARVEST PHYSIOLOGY OF THE BANANA

Li Anni Zhu Huiying

(Guangdong Academy of Agricultural Sciences)

Li Mingqi

(South China Agricultural University)

### ABSTRACT

Summer crops of banana (*Musa acuminata* Dwarf Cavendish AAA group) were stored at room temperature (25-30°C) after harvest. Climacteric rise of respiration occurred after about two weeks, during which the respiration rate rose abruptly from 20-30 mg CO<sub>2</sub>·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup> (determined at 27°C) to 120-150 mg CO<sub>2</sub>·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>, and fell thereafter. Unripened (70-80%) fruits were high in starch content (10-14%) and low in soluble sugars (<1%). Starch was gradually hydrolyzed during the after-ripening period, reaching a level below 1% when fully ripe, while soluble sugars increased to about 15-18%. The period of rapid starch hydrolysis coincided with that of the climacteric. Sugar content decreased during the post-climacteric period. The chlorophyll content of the peel fell from 10 mg·100<sup>-1</sup> g fr. wt. at the beginning to 3-7 mg·100<sup>-1</sup> g fr. wt. during after-ripening, and the color of the peel became dull yellowish brown. The water content of the pulp gradually increased from 76.27% to 81.14% and the ratio of pulp to peel from 1.14:1 to 1.82:1.

The climacteric rise of respiration of banana fruits was postponed for about 7 days and the peak value was lowered by treatment of the fruits with 'Tecto' plus GA<sub>3</sub>. The degradation of starch and the accumulation of soluble sugars were also delayed corresponding to the respiratory climacteric rise, with no marked effect on their final contents.

Key words, Banana; Post-harvest physiology