

香蕉催熟生理和技术研究

陈维信 苏美霞 王振永 林伟振

(园艺系)

摘要 催熟温度越高, 激发果实产生的乙烯和 CO_2 量越多, 呼吸跃变期越早出现, 果皮颜色变化越快。但温度在 26°C 以上, 果皮转黄受到抑制。果实在 30°C 催熟约 3 天, 果肉已成熟, 但果皮仍基本是绿色, 仅带微黄, 颜色指数在 3 以下。建议香蕉催熟周期为 5~7 天, 催熟温度 $17\sim 21^\circ\text{C}$, 乙烯利浓度 $500\sim 1\,000\text{ ppm}$ 。提高温度或增加乙烯利浓度虽可加快成熟速度, 但导致果肉迅速变软和货架寿命缩短。乙烯的大量释出比呼吸跃变期早出现。呼吸跃变期随乙烯利浓度增加而提早出现。不同的果实饱满度和采收季节对催熟处理的敏感性有差异。

关键词 香蕉; 催熟温度; 乙烯利; 呼吸; 乙烯产生

国内外已有不少关于香蕉催熟的研究报告^[1~3, 7, 11~13], 各地所推荐的催熟方法也有很大的差异。据我们的研究和在生产实践中发现, 有些报告推荐的温度和催熟剂浓度并不完全适用于广东香蕉。例如, 催熟温度和催熟剂浓度偏低, 不利于果实的催熟; 催熟剂浓度过高, 会缩短果实成熟后的货架寿命。国外已在商业上通过控制温度等条件来控制香蕉的成熟速度, 而国内有关这方面的研究报告尚少。本文主要报告温度、乙烯利浓度等条件对香蕉成熟速度和生理变化的影响。此外, 还报告果实饱满度和采收季节对催熟处理的敏感性。

1 材料和方法

试验材料为广东大种高把香蕉 (Musa AAA Group cv. 'Dazhong'), 采自本校果园, 采收时间为 10 月, 果实饱满度约 80%。鉴别果实饱满度参考 PCARRD^[12]的方法。果实采后当天进行各组处理。为减少果指个体误差, 将每梳香蕉平均分到各处理中。供试果实全部用 1000 ppm 特克多浸泡, 作防腐处理。

催熟温度设 5 组: 15°C , 17°C , 19°C , 21°C 和 30°C 。用日产低温恒温箱准确控温 (误差 $< \pm 0.5^\circ\text{C}$), 果实用 1000 ppm 乙烯利溶液浸泡片刻, 稍干后用聚乙烯薄膜袋包装 (薄膜厚度为 0.03 mm, 薄膜袋穿孔不密封), 每袋装果约 2 kg, 每组温度处理数量为 10 袋。乙烯利浓度设 5 组: 0, 250, 500, 100 和 1500 ppm, 每组浓度处理数量为 10 袋, 每袋约 2 kg, 置于 19°C 中催熟。每天记录果皮颜色指数。果皮颜色指数的评定参照目前国际上常用的方法^[11], 共分 7 级: 1 级为全绿; 2 级为绿色微带黄色; 3 级为绿色多于黄色; 4 级为黄色多于绿色; 5 级为蕉果黄色, 尖端绿色; 6 级为全黄; 7 级为全黄并带褐色斑。

用气相色谱每天测定果实乙烯和 CO_2 释出量, 重复次数 3。测定方法参照黄晓钰等^[5]的方法。

1992—09—28 收稿

2 试验结果

2.1 温度对香蕉转黄成熟的影响

果实经乙烯利处理后,在15℃至21℃范围,温度越高,果皮颜色转变得越快(图1)。在21℃中催熟的香蕉,在处理后的第3天,果皮颜色指数接近3,第4至第5天,颜色指数4~4.5,果皮黄色多于绿色,已达上市要求;而在15℃中催熟的香蕉,第5天果皮颜色指数仅为2.6。本试验结果表明,温度相差2℃,成熟所需时间相差1天至1天半。提高温度虽可加速果实成熟,但在较高温度中催熟的香蕉,果肉变软较快,转黄后较快出现褐斑,并且较容易腐烂。在30℃中催熟的香蕉,虽然处理后3天果肉已成熟,但果皮颜色指数在3以下,即基本是绿色,略带黄色。

2.2 温度对果实乙烯产生和呼吸的影响

从图1可见,用乙烯利处理果实后,催熟温度越高,果实产生的乙烯越多,呼吸跃变出现越早。在21℃中,果实乙烯释出率最高值为 $2.1 \mu\text{l} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,而在15℃中释出率最高值仅是 $0.7 \mu\text{l} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,前者是后者的3倍。在21℃中,果实释出 CO_2 的高峰值为 $116 \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,而在15℃中的最高值仅是 $60 \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。从图1还可以看到果实的呼吸和乙烯的产生与果皮颜色变化有密切的关系。当果皮颜色指数达3时(果皮绿色多于黄色),乙烯和 CO_2 释出量已大量增加,有些甚至进入呼吸跃变期。此外,从图1还可以看到这样一个变化趋势,催熟处理后,乙烯的大量增加出现在呼吸跃变之前;当果皮基本变黄

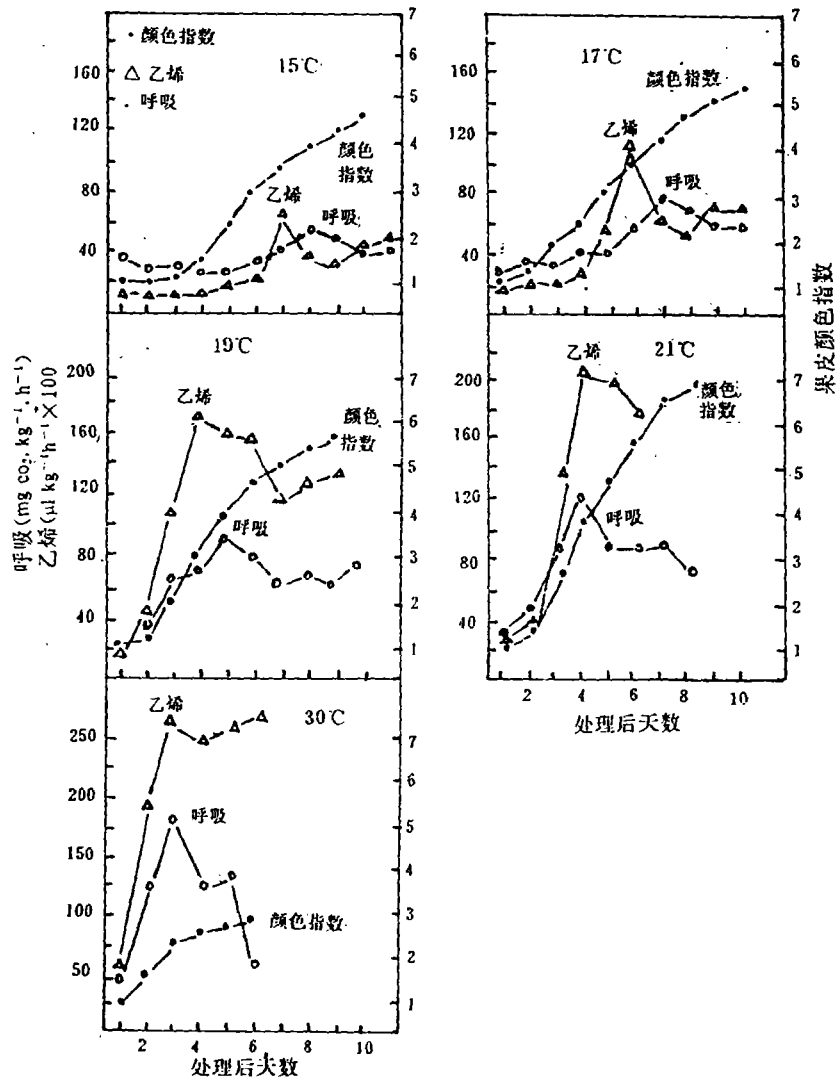


图1 温度对香蕉果实的呼吸, 乙烯产生速率和果皮颜色指数变化的影响
(用1 000 ppm 乙烯利处理果实)

时,呼吸强度转为下降。

2.3 乙烯利对果实呼吸和成熟的影响

用 250~1 500 ppm 乙烯利处理果实后,均能促进果实的呼吸作用和成熟变黄。乙烯利浓度越高,呼吸跃变越提前,但提高乙烯利的浓度并不能明显地增加果实的呼吸强度(图 2)。试验结果表明,乙烯利浓度相差 500 ppm,成熟所需的时间相差约半天至 1 天。提高乙烯利浓度虽可促进果实成熟,但乙烯利浓度过高,果肉很快变软,果皮容易衰老,剥皮时果皮易撕断,并且很容易出现褐斑和腐烂,果指容易脱落。

2.4 果实饱满度和采收季节对催熟的敏感性

饱满度不同的果实对催熟处理的敏感性有一定的差异。果实饱满度越高,对催熟处理越敏感,成熟所需时间也相对短些,呼吸强度也相对大些(表 1)。但饱满度过高(90%或以上),果实成熟时,果皮易裂开,货架寿命也较短。

表 1 不同饱满度的果实对催熟的反应

果实饱满度 (%)	呼吸峰值 ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)	成熟所需时间 (天)
70~75	102	6~7
80~85	122	5
≥90	135	3~4

* 催熟温度 21℃, 乙烯利浓度 1 000 ppm

不同季节采收的果实,对催熟处理的反应有一定的差异。9 月份田间生长气温较高(约 25~30℃),该月采收的香蕉成熟所需时间比 2 月份采收的香蕉快 2~3 天,呼吸强度也相对较大些。

表 2 不同季节的果实对催熟处理的反应

采收月份	呼吸强度 ($\text{mg} \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)	成熟所需时间 (天)
9	118	5
2	90	6~8

* 饱满度约 80%, 催熟温度 21℃, 乙烯利浓度 1 000 ppm

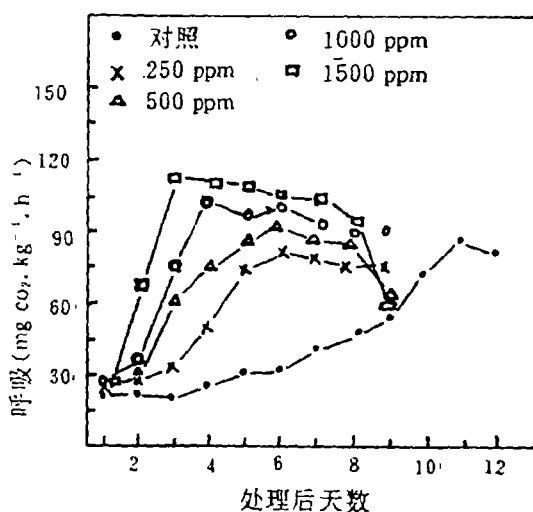


图 2 不同浓度的乙烯利对香蕉果实呼吸的影响 (19℃)

3 讨论

温度是影响香蕉成熟变黄速度的重要因素。香蕉的成熟变黄速度随温度的提高而加快(图 1)。据本试验结果和作者在生产实践的结果表明,广东香蕉催熟控制在 17℃至 21℃,催熟周期以 5 至 7 天为宜。在此温度范围催熟的香蕉,果皮色泽好,货架寿命也较长。本文

建议的温度比外国资料^[2,10]推荐的温度稍高(约高2℃),这可能是不同的品种对温度的敏感性有差异。提高温度虽可加促果实的成熟,但果皮转黄后很快出现褐斑点,果指也较易脱落。温度高于26℃,果皮褪绿转黄受到抑制。当温度高达30℃,催熟处理后3天,果肉已成熟,但果皮颜色基本是绿色,略带微黄,颜色指数在3以下。据报道^[9],菲律宾香蕉在30℃以上时,果皮也不会全转黄。作者在生产实践中发现,经长期低温贮藏的香蕉或田间生长气温过低时,须先升温后才催熟,待果肉温度升至16至18℃才进行催熟,否则果实不均匀或成熟缓慢,尤其是成熟低的香蕉,问题更为突出。柯立祥等^[1]的研究表明,提高温度可增加香蕉对外加乙烯的敏感度。徐荣江等^[4]发现,香蕉在低温条件下,组织中ACC含量和乙烯的释出率均保持较低水平,一旦回到常温中,ACC含量和乙烯的生成率明显提高,这似可以解释经历过低温的香蕉,需先升温再催熟是合理的。

随着乙烯利浓度的提高,呼吸跃变期提早出现,此与Biale等^[10]的报告是一致的。不同的报告所推荐香蕉催熟剂的浓度不相同,这可能是由于品种或果实饱满度的差异。Will等^[13]推荐使用20~200 μl/L的乙烯;Stover等^[11]推荐乙烯使用浓度是1 000 ppm;徐荣江^[3]推荐使用1 000~4 000 ppm乙烯利。本试验结果表明,提高乙烯利浓度可促进果实成熟,浓度相差500 ppm,成熟所需时间相差半天至一天。但浓度过高,果肉易软化,加促果皮衰老,转黄后很快出现褐斑和腐烂。因此,乙烯利浓度不宜过高,以500~1 000 ppm为宜。

果实的呼吸和乙烯产生的变化与成熟有密切关系。试验结果表明,催熟处理后,首先触发果实产生大量乙烯,并促进呼吸作用增强和跃变期提早出现,促进果实成熟转黄,温度越高,作用越大。李为为等^[8]报告,在香蕉成熟期间,乙烯产生的最高值出现在呼吸高峰之前,这与我们的试验结果是相似的。当果皮绿色多于黄色(颜色指数3),乙烯已大量增加,呼吸进入跃变期;但当果皮大部分转黄时(颜色指数4~4.5)呼吸强度已转为下降(图1)。我们在生产实践中发现,果实一旦出现呼吸跃变,果皮颜色急剧变化,即使立即降温,也难以阻止成熟转黄。

用聚乙烯薄膜包装香蕉,可保持较高的湿度(约85% RH),香蕉成熟时果皮色泽较好。没有薄膜包装的果实,由于不能保持较高的湿度,果实成熟时,果皮光泽较差。据报道^[6],相对湿度80%以下时,果实不出现呼吸高峰,成熟不正常,果皮干缩,呈黄褐色。

在冬季采收的香蕉,因气温较低,生理状态较弱,对催熟处理的敏感性也低些,呼吸强度也较弱,成熟所需时间相对于夏季采收的果实长些。因此,冬季催熟香蕉可适当提高温度和催熟剂浓度。果实饱满度对催熟处理的反应也有一定的差异。在同样的催熟条件中,饱满度越高的果实,成熟越快,呼吸作用也较强。

综合上述,香蕉催熟温度、催熟剂浓度应根据果实饱满度、采收季节、货架寿命和市场需求灵活掌握。

参考文献

- 1 柯立祥等. 香蕉催熟之研究. 中国园艺, 1988, 34 (3): 177~187
- 2 ISO Agricultural Food Products, 绿香蕉催熟条件, 解维域译, 中国果品研究, 1989 (2): 30~32
- 3 徐荣江. 香蕉的后熟及其催熟. 中国果品研究, 1983 (2): 7~9
- 4 徐荣江等. 香蕉后熟过程中 ACC 含量的变化与乙烯生成的关系及低温对它们的影响. 植物生理学通讯, 1983 (4): 21~24
- 5 黄晓钰等. 荔枝果实的冷藏适温与冷害. 华南农业大学学报, 1990, 11 (3): 13~18
- 6 绪方邦安等. 水果蔬菜贮藏概论. 陈祖钺等译, 北京: 农业出版社, 1982, 80~81
- 7 刘文燕等. 乙烯利对香蕉、柑桔、柿子果实的催熟作用. 植物生理学通讯, 1980 (4): 38~42
- 8 李为为等. 香蕉采后乙烯释放率和呼吸速率与后熟变化的研究. 园艺学报, 1988, 15 (1): 18~22
- 9 稻叶昭次等. 园艺学会杂志. 1984, 53 (1): 66~78
- 10 Biale J B et al. In Friend J et al. Recent Advances in the Biochemistry of Fruits and Vegetables, Academic Press, 1981. 1~40
- 11 Stover R H et al. Bananas. Tropical Agriculture Series. 3th edition, Longman Scientific & Technical, New York, 1987. 369~377
- 12 PCARRD Technical Bulletin Series No. 66. The Philippines Recommends for Banana. 1988. 26~28
- 13 Wills R H H et al. Postharvest: An Introduction to Physiology and Handling of Fruits and Vegetables. GRANADA, 1981. 109~113

STUDIES ON PHYSIOLOGY AND TECHNOLOGY OF THE RIPENING OF BANANA

Chen Weixin Su Meixia Wang Zhengyong Lin Weizheng

(Department of Horticulture)

Abstract The respiration rate and ethylene production of banana increased at higher temperatures. The higher the temperature, the earlier climacteric occurred. The peel colour also changed more rapidly at higher temperatures. However, the change in colour from green to yellow was inhibited at temperature higher than 26°C. The pulp was found to ripen in 3 days after a treatment with ethephon at 30°C, but the peel colour was still green with only a trace of yellow colour index below 3). A 5 to 7 days ripening cycle was found to be the best. The temperature from 17 to 21°C and the ethephon concentrations from 500 ppm to 1 000 ppm were demonstrated to be optimum for the ripening treatment of banana. High temperatures and high concentrations of ethephon might accelerate the softening of pulp and shorten the shelf life. A great amount of the ethylene released before the climacteric taking place, and the climacteric was observed to appear earlier at higher concentration of ethephon. The sensitivity of banana to the ripening temperature and ethephon varied with the stages of fruit maturity and harvesting seasons.

Key words Banana; Ripening temperature; Ethephon; Respiration; Ethylene production