

## 乙醇对香蕉后熟作用的影响

陈志宏 张茹莲 陈红梅 华南热带作物学院 571737

**摘 要** 乙醇可以有效延迟香蕉的后熟。用乙醇(1ml/kg)气体每天处理香蕉 12h,果实的呼吸作用、软化程度、生理失重、相对透性、多酚氧化酶(PPO)和过氧化物酶(POD)活性都明显地低于对照,果品可溶性固形物(TSS)、可滴定酸(TA)和果皮叶绿素变化进程也得到有效缓解。

**关键词** 乙醇 香蕉 后熟作用

水果采后生理及保贮技术的研究,一直是专家关注的问题。香蕉作为热带水果,人们对其研究得较多。有研究报导,熟绿期的香蕉置于纯  $N_2$  中 3 天,可有效地延长其后熟过程<sup>[1]</sup>。这种延缓后熟的机理可能是:环境中乙醛和乙醇的聚和,抑制或减慢了后熟进程<sup>[2]</sup>。

近期有报导说外施乙醇也可延缓货架寿命。乙醇处理可以减缓蕃茄后熟进程<sup>[3,4]</sup>。无论是直接外用或通过缺氧条件诱导产生的乙醇均能明显延长蕃茄后熟过程<sup>[4]</sup>。最近,有人研究了乙醇对乙烯处理过的香蕉后熟作用的影响。结果表明效果不明显<sup>[8]</sup>。

本文主要研究乙醇对香蕉采后生理的影响,探索一条新的香蕉保贮途径。

### 1 材料和方法

实验用香蕉采用本院试验农场熟绿期的香蕉,采后运回实验室,挑选生理成熟、大小均匀、无损伤无病虫害的果品,分 3 组,每组又设 3 个重复,每份 1kg 左右。分别放入底部有 5mm 滤纸衬垫的 10L 玻璃缸中,作如下处理。

对照:室温下观察并测定相应指标。

实验 I:果实每天暴露在乙醇(1mg/kg)蒸气 6h,充分通风换气后,室温放置并测定有关指标。

实验 II:果实每天暴露在乙醇(1ml/kg)12h,然后充分通风换气并放置室温(28~33℃)观

察并测定有关指标。

各实验每 3 天或 6 天测定 1 次,测定下列生理指标,3 个重复的测定结果,取平均值。

呼吸强度:静置碱液吸收法,结果用  $\mu g\text{-CO}_2/\text{kgFW}$  表示。

果肉组织透性测定:电导仪片,结果用相对透性表示。

多酚氧化酶(PPO)和过氧化物酶(POD)活性测定<sup>[9]</sup>。

果皮叶绿素测定和果肉类胡萝卜素测定<sup>[9]</sup>

可滴定酸的测定:碱液中和法。

可溶性固形物:手持糖量计法,测定 10 次,取平均值。

硬度测定:香蕉中部去皮后,用 Gr-1 型硬度计测定。

生理失重测定:称重法。

### 2 实验结果

#### 2.1 乙醇对香蕉呼吸强度的影响

结果表明,每天用乙醇气体(1ml/kg)处理,其后熟过程中呼吸强度明显受到影响(图 1),对照在采后第 12 天即出现了呼吸高峰,呼吸速率为  $115.8\mu g\text{CO}_2/\text{kgfw}$ ,并一直保持较高的呼吸强度。而用乙醇处理的香蕉,到采后第 21 天仍未见到呼吸高峰,但呼吸强度随时间延长而逐渐上升,到采后 21 天时仍保持上升势头。每天用乙醇处理 6h 的香蕉呼吸强度比处理

12h 要高。到采后 21 天时,处理 1 和处理 2 的呼吸速率分别为  $54\mu\text{gCO}_2/\text{h}\cdot\text{gfw}$  和  $28\mu\text{gCO}_2/\text{h}\cdot\text{gfw}$ ,两者相差近 1 倍。

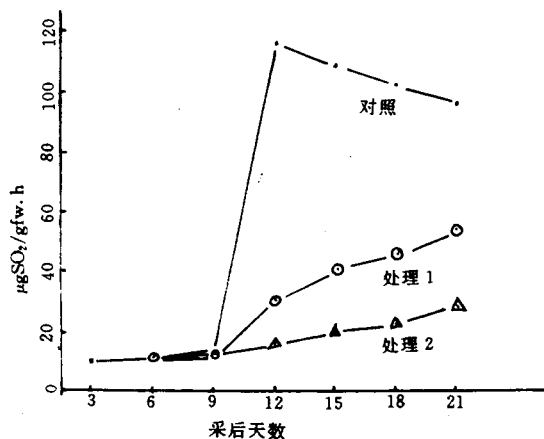


图 1 香蕉呼吸强度的变化

## 2.2 果肉组织透性的变化

香蕉果肉细胞膜完整度随采后贮藏时间延长逐渐遭到破坏,特别是呼吸高峰出现时,组织相对透性急剧上升(图 2)。但是乙醇处理的香蕉细胞相对透性没有急剧升高的现象,但随时间逐日延长。处理 1 同处理 2 比较,每天用乙醇气体处理 12h,其细胞膜完整度较高;采后 21 天比对照的相对透性低 3 倍多,比处理 1 低近 36%。

## 2.3 多酚氧化酶(PPO)和过氧化物酶(POD)活性变化

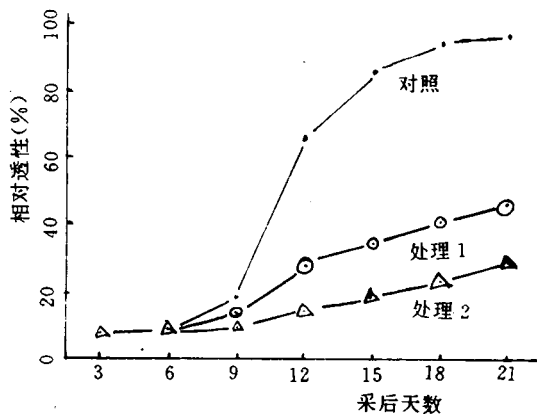


图 2 香蕉果肉组织透性变化

香蕉贮藏期间,PPO 和 POD 活性变化趋势基本一致,随贮藏期间延长而升高。但是乙醇处理后,PPO 和 POD 活性都受到抑制,特别是 PPO 活性的上升趋势十分缓慢(图 3、4)。处理 1 和处理 2 比较,每天处理 12h 的香蕉,PPO 和 POD 活性均较处理 6h 的低,从整个贮藏过程来看,每天处理 6h 其 POD 活性上升趋势要比处理 2 明显得多。

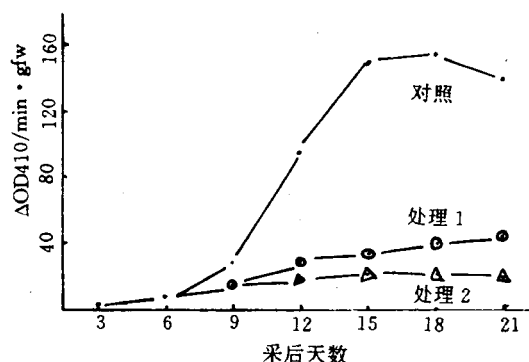


图 3 香蕉 PPO 活性变化

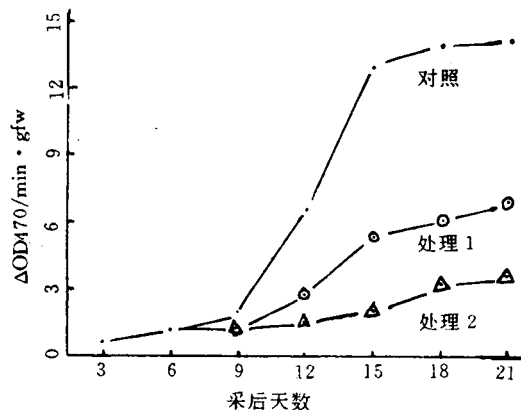


图 4 香蕉 POD 活性的变化

## 2.4 果实生理失重和硬度的变化

同果实呼吸作用相反,果实硬度随贮藏天数的增加而下降,而且采后最初的 9 天内变化不大,之后迅猛降低,到采后 18 天时,硬度仅为  $0.88\text{kg}/\text{cm}^2$ ;在果实变软的同时,果实重量也逐步下降,生理失重加快也是从第 9 天开始(图 5、6),到采后第 21 天失重达到 16.7%。乙醇处理后,果实变软及失重的进程都得到明显的延

缓;采后 18 天,处理 1 的硬度仍为  $7.5\text{kg}/\text{cm}^2$ ,比对照高 9 倍;采后 21 天,处理 1 失重为 6%,比对照低近 2 倍,而每天处理 12h 的处理 2 比处理 1 的硬度还要大一些。

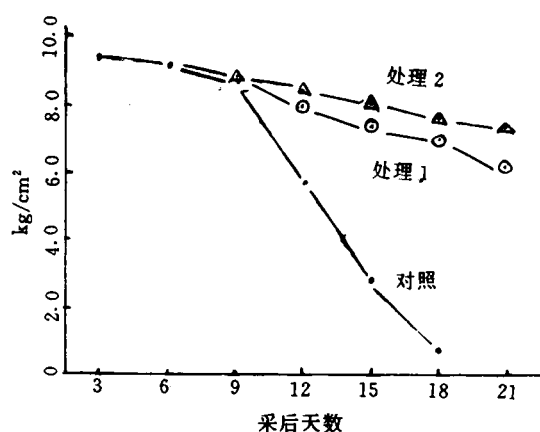


图 5 香蕉硬度的变化

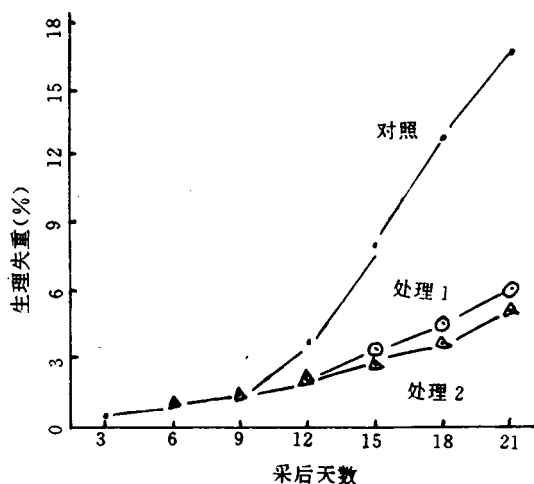


图 6 香蕉重量损失情况

## 2.5 叶绿素和类胡萝卜素变化

香蕉采后用乙醇处理,可以抑制叶绿素的降低。乙醇处理后,果皮叶绿素 a 和 b 的含量同对照比,保持高的水平。每天处理 12 小时的香蕉效果更佳,其叶绿素 a 和 b 下降最慢。类胡萝卜素没有明显的变化。

## 2.6 可溶性固形物(TSS)和可滴定酸(TA)的变化

表 1 表明,乙醇处理的香蕉采后 21 天时,

其 TSS 和 TA 的水平与对照第 9 天的水平相当,而两个处理相比,每天处理 12h 的效果似乎要好些。

表 1 香蕉果肉可溶性固形物(TSS)和可滴定酸(TA)的变化

处理	TSS(%),TA(g/100gfw)							
	3 天		9 天		15 天		21 天	
对照	5.85	0.21	13.80	0.28	21.37	0.33		
处理 1	3.25	0.18	3.50	0.21	9.40	0.23	15.80	0.28
处理 2	3.25	0.18	3.50	0.21	7.80	0.21	13.75	0.25

## 3 讨论

研究表明,对照同实验香蕉在贮藏的开始时期,各种指标均表现出一致的变化规律。直到第 9 天,实验与对照样品才表现出差异,提示:乙醇的作用要在果品的各种酶反应起动后,并有了的积累时才表现出来。而这些积累可能集中在乙烯、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{O}_2$  的比例上。如果乙醇不存在,乙烯、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{O}_2$  便按照常规的方式调控果实的采后生理进程。乙醇存在,它们作用的方式或作用强度则被抑制或削弱,从而达到延长保贮期的目的。

3.2 本研究所测的香蕉果皮 PPO 变化同其他热带水果如荔枝、菠萝等不尽相同。有报导,荔枝、油梨的 PPO 活性一般随时间延长而下降,而香蕉的 PPO 活性,随贮藏时间延长而增高,可能是香蕉果皮 PPO 底物不同于其他热带水果。有报导,香蕉 PPO 不同于其它酪氨酸酶、漆酶以及荔枝果皮 PPO,它专一性地作用于邻位二元酚。香蕉 PPO 活性增加是 PPO 调节失调和细胞中酶及底物间的区域化共同作用的结果。

3.3 乙醇处理可明显延长贮藏期,而且乙醇本身无毒无害,很有使用价值。但到 18 或 21 天后,果皮有褐变现象,考虑是 PPO 及 POD 作用的结果,应深入研究。

## 参考文献

- 1 Wills, R. B. et al. Australian Journal of Experimental

- Agriculture, 1990, 30, 579~581.
- 2 Davies, D. D. Anaerobic respiration and the Production of organic acids In; The biochemistry of Plants. A comprehensive treatise Vol 2 Academic press, New York, 1980, 581~611.
- 3 Saltveit, M. E. et al. J. Amer. Soci. Hort. Sci. 1988, 113, 572~576.
- 4 Saltveit, M. E. et al. J. Amer. Soci. Hort. Sci. 1992, 117, 793~798.
- 5 Kelly M. O. et al. Plant Physiology. 1988, 88, 143~147.
- 6 Heins R. D. J. Amer. Soci Hort. Sci. 1980, 105, 141~144.
- 7 Wu. M. et al. Hortscience, 1992, 27, 136~138.
- 8 Hewage. K. S. et. al. J. Hort. Science, 1995, 70 (1) 51~55.
- 9 O. Sharon-Raber et. al. Journal of Food Science, 1983, 48 (6): 1874~1875.

## 草莓褐变过程中主要氧化酶的活性变化

檀建新 张伟 崔同 徐立强 霍君生 河北农业大学食品科学系 071001

**摘 要** 室温下草莓酚类物质逐渐减少, 总的多酚氧化酶和游离多酚氧化酶活性则持续升高, SOD 活性先降后升, POD 活性先升后降, 丙二醛含量呈上升趋势。低温处理可抑制多酚氧化酶活性的增加, 使酚类物质保持较高水平, SOD、POD 活性高于室温处理, 丙二醛含量增加受阻。表明低温通过调节氧化酶活性而抑制褐变进程。

**关键词** 草莓褐变 氧化酶 酚类物质 丙二醛

草莓果实汁多肉厚皮薄, 贮藏过程中易腐败褐变, 影响其色、香、味, 因而人们对其贮藏条件、褐变机理做过研究<sup>[1,4]</sup>。以梨、桃等作材料证明其生理褐变与果实内酚类物质氧化<sup>[2]</sup>和活性氧代谢有关<sup>[2,3]</sup>, 认为代谢过程中细胞隔室化的破坏, 植物激素的变化<sup>[4]</sup>, 促使酚氧化, 导致褐变发生<sup>[3]</sup>。我们对不同温度下草莓褐变过程中一些生理指标进行了测定, 以期对草莓保鲜贮运提供理论依据。

### 1 材料与方法

1.1 材料处理 供试草莓 (*Fragaria ananassa* Duchesne) 品种“明星”取自保定满城县。选大小一致果实分两组, 装入 0.04 mm 聚乙烯塑料袋中, 一组贮藏于室温 25℃/12℃下, 一组贮藏于低温 0℃~4℃下, 于不同时间取样处理、测

定。

#### 1.2 测定指标及方法

酚类物质含量测定参照 Lowry<sup>[6]</sup>法, 以没食子酚  $\mu\text{m/g} \cdot \text{FW}$  表示。丙二醛 (MDA) 含量参照林植芳<sup>[6]</sup>方法测定。总多酚氧化酶 (TPPO) 活性和游离多酚氧化酶 (FPPO) 活性测定参照 Murr 等<sup>[7]</sup>方法, 以  $\text{OD}_{525}$  变化 0.01 为一个酶活单位。超氧化物歧化酶 (SOD) 活性测定按 Giannopotitis 和 Rice 的方法<sup>[8]</sup>, 以 SOD 抑制 NBT 光化还原 50% 为一个酶活单位。过氧化物酶 (POD) 活性测定按《植物生理学实验指导》的方法<sup>[9]</sup>, 以  $\text{OD}_{470}$  变化 0.01 为一个酶活单位。

### 2 结果与分析

2.1 不同贮藏温度对草莓中酚类物质含量的