

不同温度下猕猴桃果实的呼吸作用和乙烯产生

潘林娜

(福建省农业科学院果树研究所,福州 350013)

摘要: 两种不同后熟程度(硬度为 1.5 kg/cm^2 和硬度为 0.6 kg/cm^2)的猕猴桃果置于 $0\sim20^\circ\text{C}$ 共 8 个温度梯度下测定果实呼吸强度。结果从 0°C 到 20°C 果实的呼吸率上升 8~10.5 倍。硬度为 0.6 kg/cm^2 的猕猴桃, 在 0°C 的低温下其呼吸率是硬度为 1.5 kg/cm^2 的猕猴桃的 2 倍, 所以猕猴桃一旦软化, 就难以再贮藏。硬度为 1.5 kg/cm^2 的猕猴桃贮藏在 0°C 下, 乙烯的产生率为 $0.058 \mu\text{l}/(\text{kg} \cdot \text{h})$; 20°C 下乙烯的产生率为 $0.8 \mu\text{l}/(\text{kg} \cdot \text{h})$, 所以温度是影响猕猴桃贮藏寿命的关键因子。用 4 mg/kg 乙烯处理猕猴桃 40 h, 处理后果实呼吸率即从 $23.1 \text{ mg CO}_2/(\text{kg} \cdot \text{h})$ 升至 $39.0 \text{ mg CO}_2/(\text{kg} \cdot \text{h})$, 说明猕猴桃对乙烯的刺激作用非常敏感, 它是一种具呼吸跃变的水果。

关键词: 猕猴桃; 呼吸作用; 二氧化碳; 乙烯; 温度

Respiration and Ethylene Production of Kiwifruit at Different Temperature Levels

Pan Linna

(Pomology Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350013)

Abstract: Two ripening-level kiwifruits (firmness— 1.5 kg/cm^2 and firmness— 0.6 kg/cm^2 respectively) were kept at different temperature: 0°C , 1°C , 1.5°C , 3.5°C , 5°C , 10°C , 15°C , and 20°C , the respiration of kiwifruit was increased by 8~10.5 times following the increase of temperature. The respiration of softer kiwifruit (0.6 kg/cm^2) was twice as firmer one (1.5 kg/cm^2) even kept at 0°C . The rate of ethylene production was $0.058 \mu\text{l}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ at 0°C for 1.5 kg/cm^2 firmness kiwifruit and $0.8 \mu\text{l}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ at 20°C . The respiration of the kiwifruit treated with 4 mg/kg ethylene for 40 h, increased from $23.1 \text{ mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ to $39.0 \text{ mg}/\text{kg} \cdot \text{h}$. Kiwifruit was very sensitive to ethylene and was a climacteric fruit. Temperature was most important factor that influence storage life of the kiwifruit.

Key Words: Kiwifruit; Respiration; CO_2 ; C_2H_4 ; Temperature

猕猴桃(*Actinidia*)于 1910 年引入新西兰试种成功, 当今这个国家已成为猕猴桃的最大出口国, 新西兰 DSIR 对猕猴桃的贮藏条件进行了大量研究, 推荐适宜猕猴桃长期贮藏的条件为: 温度 $0^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$, 相对湿度 90%~95%, 无乙烯(0.01 mg/kg)^[1,2]。虽然近几年新西兰的 Pratt 和 Reid(1974)^[3]、法国的 Philippe Moras (1984)^[4]、美国的 Mitchell(1981)^[5]都对猕猴桃不同温度下的呼吸作用进行大量研究, 但他们所采用的材料通常是硬果, 而且也没有强调所测果实的硬度。对于不同温度下乙烯的产生率也尚未见报道。本文研究不同温度对不同

• 收稿日期: 1993-07-22

本文系作者于 1992 年在法国蒙托邦农业科学院进行的实验研究论文

硬度的果实呼吸率和乙烯的产生率的影响, 说明温度因子与猕猴桃贮藏寿命的关系; 并通过研究乙烯对猕猴桃呼吸的刺激作用, 说明猕猴桃果实存在呼吸跃变现象。

1 材料与方法

1.1 材料 取自法国蒙托邦农业专科学院(Lycee Agricole de CAPOU), 6年生美味猕猴桃(*Actinidia deliciosa* CV. Hayward)的海沃德品种。

1.2 方法

1.2.1 二氧化碳的测定方法 在0℃、1℃、1.5℃、3.5℃、5℃、10℃、15℃和20℃的不同温度下, 分别将硬度为1.5 kg/cm²和0.6 kg/cm²两种硬度的猕猴桃1 kg放在装有气体流量计的封闭容器中, 每隔1 h, 用岛津GC-5 A气相色谱仪测定出口处的二氧化碳, 重复5次, 取平均值作为结果。

1.2.2 乙烯的测定方法 在0℃和20℃的两种温度下, 将硬度为1.5 kg/cm²的猕猴桃1 kg放在装有气体流量计的封闭容器中, 每隔1 h用岛津GC-5 A气相色谱仪测定出口处乙烯, 重复5次, 取平均值作为结果。

1.2.3 乙烯处理方法 将1 kg 猕猴桃(硬度为1.5 kg/cm²)放在5 L的密闭容器中, 以稳定的含4 mg/kg 乙烯的气流通过40 h。

1.2.4 果实硬度的测定 每个果实切下1 mm的薄皮后, 用直径为7.9 mm插头的Magness-Taylor 果实硬度计测定。

2 结果与分析

2.1 不同温度对不同硬度的猕猴桃呼吸作用的影响

从表1可以看出, 硬度为0.6 kg/cm²的猕猴桃温度从0℃到10℃, 呼吸强度提高了4.9倍, 即温度系数Q₁₀值为4.9; 而温度从10℃到20℃, 呼吸强度提高了1.6倍, 即Q₁₀值为1.6。硬度为1.5 kg/cm²的猕猴桃; 温度从0℃上升到10℃, 呼吸强度提高了5.5倍, 即Q₁₀=5.5; 温度从10℃上升到20℃, 呼吸强度提高了1.9倍, 即Q₁₀=1.9。无论是硬果还是软果, 0~10℃低温范围内的Q₁₀值都高于10~20℃温度范围的Q₁₀值, 因此在低温范围的温度下降, 能明显地抑制呼吸作用; 而在10~20℃的较高温度范围, 温度对呼吸作用的抑制效果不如低温范围(0~10℃)明显。

当温度从0℃上升到20℃, 软果和硬果呼吸率分别上升了8倍和10.5倍。降低温度可以显著地抑制果实呼吸作用的消耗, 延长贮藏寿命。因此猕猴桃收获后要尽快进行低温处理。

表1 温度对猕猴桃呼吸率的影响

Table 1 Effect of temperature on kiwifruit respiration

温度	软果(硬度=0.6 kg/cm ²)		硬果(硬度=1.5 kg/cm ²)	
	呼吸率(mgCO ₂ /kg·h)	呼吸热(w/kg)	呼吸率(mgCO ₂ /kg·h)	呼吸热(w/kg)
0℃	4.9	14.1×10 ⁻³	2.2	8.6×10 ⁻³
1℃	6.9	19.9×10 ⁻³	3.5	10.0×10 ⁻³
1.5℃	9.8	28.3×10 ⁻³	3.9	11.2×10 ⁻³
3.5℃	12.6	36.4×10 ⁻³	6.1	17.6×10 ⁻³
5℃	17.3	49.9×10 ⁻³	7.6	21.9×10 ⁻³
10℃	24.1	69.5×10 ⁻³	12.0	34.6×10 ⁻³
15℃	27.0	77.9×10 ⁻³	13.7	39.5×10 ⁻³
20℃	39.2	113.1×10 ⁻³	23.1	66.7×10 ⁻³

软果(硬度为 0.6 kg/cm^2)的呼吸率比硬果(硬度为 1.5 kg/cm^2)的呼吸率高。 0°C 下, 软果的呼吸率比硬果的呼吸率高 2.2 倍; 20°C 下, 软果的呼吸率比硬果的呼吸率高 1.7 倍。这是由于软果已进入果实完熟期, 即使在 0°C 低温条件下, 也仍维持较高的呼吸作用, 呼吸底物消耗量大, 因此果实一旦软化, 将不可避免地导致果实的进一步软化、衰老。不同温度对不同硬度的猕猴桃呼吸作用的影响变化曲线见图 1。

2.2 乙烯处理对果实呼吸强度的影响

从图 2 可以看出, 用 4 mg/kg 乙烯处理 40 h , 导致呼吸率从 $23.1 \text{ mg CO}_2/\text{kg} \cdot \text{h}$ 迅速上升到 4 d 后的 $39.0 \text{ mg CO}_2/\text{kg} \cdot \text{h}$, 而对照呼吸速率仍保持在 $23 \text{ mg CO}_2/\text{kg} \cdot \text{h}$ 左右, 所以用乙烯处理可以导致呼吸高峰的产生, 说明猕猴桃是一种有呼吸跃变的水果, 对乙烯非常敏感。

随着呼吸峰的到来, 果实迅速软化到可食阶段。果实进入衰老期后, 呼吸强度开始下降。

2.3 不同温度下乙烯的产生

研究不同温度下乙烯的产生量, 结果表明: 20°C 下乙烯产生率为 $0.8 \mu\text{l/kg} \cdot \text{h}$, 0°C 下乙烯产生率为 $0.058 \mu\text{l/kg} \cdot \text{h}$, 因此乙烯的产生量与温度密切相关; 低温能明显地抑制猕猴桃乙烯的生成量, 足够浓度的乙烯将诱发猕猴桃呼吸强度的升高, 使果实从成熟进入完熟, 因此要延长猕猴桃的贮藏期, 就必须抑制乙烯的产生。低温抑制了果实的呼吸作用, 延缓果实软化速率, 降低了果实的内源乙烯产生率, 从而延缓果实的衰老进程。因此猕猴桃采用低温贮藏是一项十分有效的措施。

3 结 论

3.1 猕猴桃是有呼吸跃变的水果, 少量的乙烯可刺激其呼吸峰的到来。

3.2 猕猴桃的呼吸率与温度呈正相关, 温度越高, 猕猴桃呼吸强度越高, 果实衰老软化速度越快。猕猴桃采后要尽快进行冷处理。由于猕猴桃的冷冻点为 -1.5°C (Mitchell 1981 年)^[5], 所以推荐猕猴桃贮藏温度为 0°C 左右, 同时, 低温可以降低果实的乙烯产生率, 减少乙烯对猕猴桃果实呼吸强度的刺激作用。

3.3 软果的呼吸率比硬果的呼吸率高, 猕猴桃的呼吸率与硬度成反比, 因此硬度越高的果实,

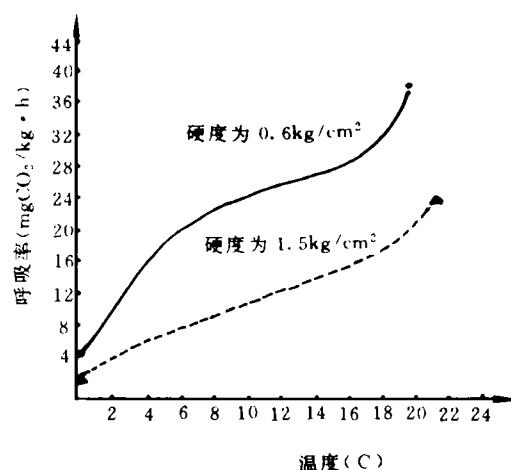


图 1 不同温度对不同硬度的猕猴桃呼吸作用的影响

Fig 1 Effect of different temperatures on the respiration of kiwifruit

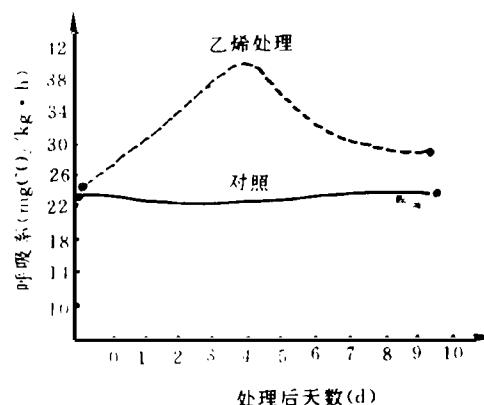


图 2 乙烯处理对猕猴桃呼吸强度的影响

Fig 2 Effect of C_2H_4 treatment on kiwifruit respiration

贮藏效果越好。由于软果在0℃下仍保持较高的呼吸率，因此即使贮藏在0℃下，随着呼吸基质的消耗，也将不可避免地导致果实的迅速软化衰老。

参考文献

- [1] I. JWarrington and G. C . Weston 1990 KIWIFRUIT SCIENCE AND MANAGEMENT
P429-460 Publish by New Zealand Society for Horticultural
- [2] G. S. Laws and S. Sawanobori 1984 Maturation, Ripening and Storage of
Kiwifruit. Orchardist of N. Z. 57(7): 272
- [3] H. K. Pratt and M. S. Reid 1974 Chinese gooseberry: Seasonable patterns in fruit growth and maturation,
ripening, respiration and the role of ethylene. J. Sci. Fd. Agric 25: 747~757
- [4] Philippe Moras 1984. La conservation du kiwi INFAS-CTIFL no 68/Janvier-fevrier 91(47)
- [5] Mitchell, F. G. , M. L. Arpaia and G. Mayer. 1981a Postharvest handling of kiwifruit. Univ. Calif., Davis. Dept.,
pomology, Spec. Rept. to Calif. Kiwifruit Commission, 2