

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 $0\sim 20^\circ\text{C}$ 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 $8\sim 10.5$ 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 $= 1.5 \text{ kg/cm}^2$ and firmness $= 0.6 \text{ kg/cm}^2$ 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 $8\sim 10.5$ 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 $39.0 \text{ mg/kg}\cdot\text{h}$. 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 $90\%\sim 95\%$, 无乙烯($<0.01 \text{ mg/kg}$)^[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专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校(Lyce e 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

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

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。

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 $23.1 \text{ mgCO}_2/\text{kg}\cdot\text{h}$ 迅速上升到 4 d 后的 $39.0 \text{ mgCO}_2/\text{kg}\cdot\text{h}$,而对照呼吸速率仍保持在 $23 \text{ mgCO}_2/\text{kg}\cdot\text{h}$ 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,延续果实软化速率,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,

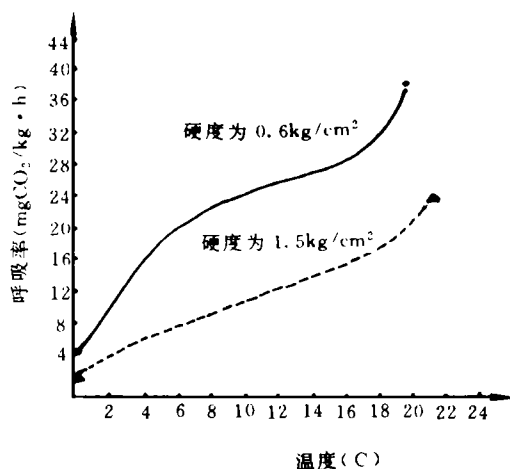


图 1 不同温度对不同硬度的猕猴桃呼吸作用的影响
Fig 1 Effect of different temperatures on the respiration of kiwifruit

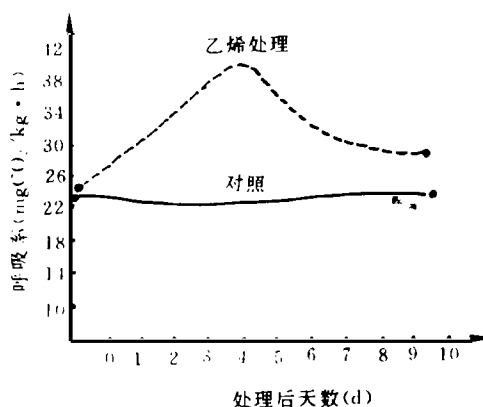


图 2 乙烯处理对猕猴桃呼吸强度的影响
Fig 2 Effect of C_2H_4 treatment on kiwifruit respiration

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. J Warrington 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