

温度对油桃休眠花芽 H_2O_2 含量和呼吸代谢的影响

徐文荣¹, 闫田力¹, 秦 旭²

(1. 浙江省农业科学院 亚热带作物研究所, 浙江 温州 325005; 2. 山东农业管理干部学院, 山东 济南 250100)

摘要:以油桃(*Prunus persica* var. Maxin)为试材,研究了温度对油桃休眠花芽内 H_2O_2 含量和呼吸代谢的影响。结果表明,低温使休眠期桃花芽内 H_2O_2 含量升高,而打破休眠结束后, H_2O_2 含量下降;自然低温下的休眠期花芽呼吸强度呈上升趋势,不同呼吸途径的变化不同,PPP 占总呼吸的比率呈上升趋势,TCA 所占总呼吸的比率在整个休眠期基本保持不变,EMP 所占总呼吸的比率呈明显的下降趋势,TCA 占主导地位;高温抑制休眠期花芽的呼吸代谢。

关键词: 温度; 休眠; H_2O_2 ; 呼吸

中图分类号: S662.1 文献标识码: A 文章编号: 1000- 7091(2008) 增刊- 0125- 03

Effect of Temperature on H_2O_2 Content and Respiration in Dormant Flower Bud of Nectarine Variety

XU Wen-rong¹, YAN Tian-li¹, Qin Xu²

(1. Zhejiang Institute of Subtropical Crops, Wenzhou 325005, China;

2. Shandong Agricultural Administrators College, Jinan 250100, China)

Abstract: In order to discuss the rest-breaking mechanism of flower bud, the effect of temperature was studied on H_2O_2 content and respiration with dormant flower buds, using nectarines (*Prunus persica* var. Maxin) as materials. The results showed that the treatments with low temperature enhanced the H_2O_2 content of flower buds in dormancy, and the H_2O_2 content decreases after rest released. The reason for rest released may be the H_2O_2 content increasing. The rate of respiration of flower buds continued to raise during the course of releasing dormancy. Among of which, the rate of phosphogluconic acid pathway(PPP) was also increased, but the rate of EMP pathway was decreased, and the rate of Tricarboxylic Acid cycle (TCA) was the main and changed little. High temperature decreased the rate of respiration of flower buds.

Key words: Temperature; Dormancy; H_2O_2 ; Respiration

落叶果树有着一年一度的休眠期,必须在休眠结束后才能进行设施促成栽培,否则引起花器发育的异常^[1-3]。休眠作为落叶果树发育的一个环节,已成为制约落叶果树设施栽培的重要因素。此外,休眠也限制了落叶果树的栽培区域。国内外解除休眠机理的研究多是围绕激素、抗氧化系统、水分、膜透性等方面^[4-8]。目前,活性氧作为信使的研究已成为氧化还原系统在信号转导功能的研究热点,有研究认为 H_2O_2 可以活化基因反应元件^[9]。另外,呼吸代谢作为生命活动的中心,其强度和途径的变化对植物体各器官都起着调控作用。因此,本研究从 H_2O_2 含量和呼吸代谢的角度,探讨花芽休眠解除的

机理。

1 材料和方法

1.1 试验材料与试验地点

试验材料为油桃(*Prunus persica* var. Maxin),为两年生盆栽 NJ72,砧木为青州蜜桃。试验地点在山东农业大学果树试验站(山东泰安),温度状况见表 1。

1.2 高温处理方法

对需要高温处理的盆栽油桃从 10 月 23 日开始按试验要求分批移入温室(10~22℃),暖气供暖保温。对照为自然低温下的盆栽油桃。高温处理与对照的油桃数量分别为 40 株。

收稿日期: 2008- 02- 20

作者简介: 徐文荣(1959-),男,浙江温州人,农艺师,主要从事果树栽培及生理研究。

通讯作者: 闫田力(1971-),男,山东临沂人,农学硕士,主要从事果树栽培及生理研究。

表 1 试验点各月份平均温度

Tab. 1 Average temperature of each month at experimental station												℃
1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	
- 2. 7	0. 1	6. 3	13. 5	19. 4	24. 7	26. 3	25. 4	20. 3	14. 4	6. 5	- 0. 3	

1.3 测定方法

1.3.1 过氧化氢含量的测定 参考林植芳^[10]方法。从 10 月到次年 1 月, 每月 8 日和 23 日, 每株树随机取花芽 8 粒混合作为样品。

1.3.2 过氧化氢酶活性的测定 参照张志良主编的《植物生理学实验指导》^[11]。从 10 月到次年 1 月, 每月 8 日和 23 日, 每株树随机取花芽 8 粒混合作为样品。

1.3.3 呼吸代谢的测定 采用北京分析仪器厂生产的 GXH-305 型红外线二氧化碳分析仪, 测定 640 mL 的密闭循环系统内单位时间的二氧化碳浓度变化值作为呼吸强度。自 10 月 30 至次年 1 月 10 日, 每隔 10 d 采样一次。各处理均选取新鲜花芽 60 粒, 在水或药剂液中(半露半浸) 浸泡相同时间(3 h) 后测定。

测定呼吸途径采用专一性抑制剂: 三羧酸途径(TCA) 采用 0.05 mol/L 的丙二酸抑制; 磷酸五糖途径(PPP) 采用 0.2 mol/L 的磷酸钠抑制; 总呼吸减去 TCA 和 PPP 剩余为糖酵解途径(EMP)。

1.3.4 打破休眠时间的测定 按王力荣^[12]方法测定。

2 结果与分析

2.1 温度对休眠期油桃花芽内 H₂O₂ 含量的影响

从图 1 可以看出, 低温促进休眠期花芽内 H₂O₂ 含量的升高。从 10 月 8 日到 10 月 23 日, 在低温来临前, 花芽内 H₂O₂ 含量基本保持不变。当低温来临后, 从 10 月 23 日开始, H₂O₂ 含量逐渐升高, 并一直保持较高水平。1 月 8 日, 花芽内 H₂O₂ 含量快速下降。而在温室高温条件下, 花芽内 H₂O₂ 含量没有升高, 基本保持在较低的水平。

在山东泰安地区, 1 月上旬是解除油桃休眠的时间。自然低温条件下桃花芽内 H₂O₂ 含量下降正好发生在休眠结束时。因此, 休眠期花芽内 H₂O₂ 含量升高后再降低是低温解除休眠的可能原因。

2.2 休眠期花芽内 CAT 活性变化的研究

CAT 是分解 H₂O₂ 的主要酶, 它的活性与花芽内 H₂O₂ 含量有关。从图 1 看出, 在 10 月下旬自然低温来临后, 花芽内 CAT 活性增强, 并一直保持较高活性, 直到 1 月 7 日(满足需冷量后) 表现出明显下降趋势。温室高温条件下的休眠期油桃, 在刚移入

温室时花芽内 CAT 活性也升高, 但明显低于自然低温条件下的 CAT 活性, 而且 1 月 7 日后, 油桃花芽 CAT 活性没有表现出明显下降趋势。这说明休眠期油桃花芽内 CAT 活性与温度高低有关系。

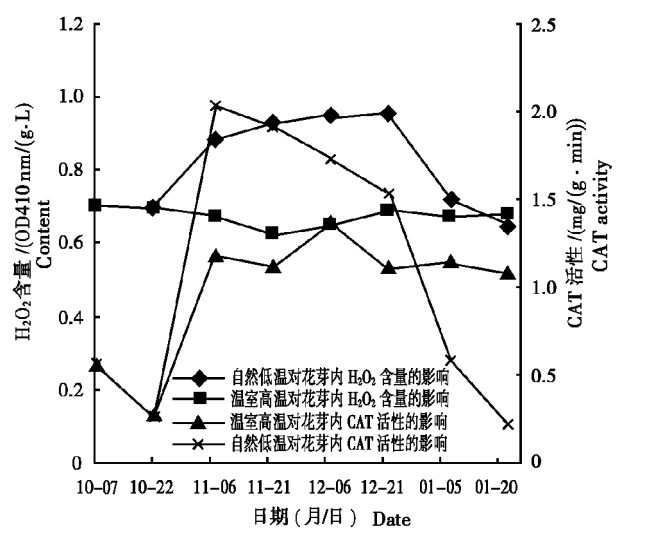


图 1 温度对休眠期油桃花芽内 H₂O₂ 含量和 CAT 活性的影响

Fig. 1 Effect of temperature on changes of H₂O₂ content and CAT activity in flower buds of nectarine during dormancy

2.3 自然条件下休眠期花芽呼吸强度的动态变化

在山东泰安, 10 月底是有效低温来临的时间, 1 月上旬是油桃自然休眠结束的时间。自 10 月 30 日 ~ 1 月 10 日, 每隔 10 d 测定 1 次自然条件下休眠期油桃花芽的呼吸强度。结果表明, 自然条件下休眠期油桃花芽的呼吸强度($\Delta \text{ppmCO}_2 / (\text{g} \cdot \text{FW} \cdot 10 \text{ min} \cdot 640 \text{ mL})$) 依次从 110, 155, 168, 158, 206, 218, 226 上升到 255, 表现为明显的升高趋势。由此可知, 休眠仅是花芽外观形态的不变, 休眠期花芽一直进行着旺盛的呼吸代谢活动。

2.4 高温对休眠期花芽呼吸强度的影响

一般情况下, 呼吸强度随温度升高而增强。但 12 月 14 日进行的花芽呼吸强度测定表明, 高温(10 ~ 22℃) 处理的花芽呼吸强度为 75($\Delta \text{ppmCO}_2 / (\text{g} \cdot \text{FW} \cdot 10 \text{ min} \cdot 640 \text{ mL})$), 而自然低温处理的花芽呼吸强度达 189, 显然高温抑制了呼吸, 低温促进了呼吸。低温可能直接或间接地克服抑制呼吸代谢的因子, 促进了呼吸代谢, 这与低温打破休眠的作用是一致的。

2.5 休眠期桃花芽呼吸代谢途径的变化动态

不同器官在不同发育时期存在不同的呼吸代谢

途径。图 2 表明, 自然条件下, 休眠期花芽的各呼吸代谢途径变化不同。PPP 占总呼吸的比率从 10 月 30 日的 11.2% 上升到 1 月 10 日的 37.2%, 中间虽稍有波动, 但呈明显的上升趋势。EMP 所占总呼吸的比率从 10 月 30 日的 38.7% 下降到 1 月 10 日的 5.2%, 呈明显的下降趋势。TCA 所占总呼吸的比率在整个休眠期基本保持在 55% 左右波动, 处于主导地位。PPP 占总呼吸比率的升高和 EMP 所占总呼吸比率的下降, 可能与低温解除休眠相关。

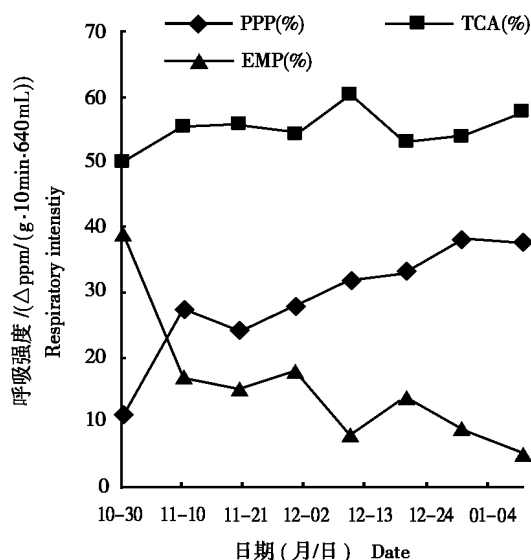


图 2 休眠期油桃花芽呼吸途径的动态变化

Fig. 2 Changes of respiratory ways in flower buds of dormant nectarine

3 讨论

3.1 关于 H_2O_2 与休眠

H_2O_2 在生物体中的作用有不同的观点争议^[13], 多数倾向于 H_2O_2 是毒害物质。一般认为, 抗氧化系统的活化是打破休眠的原因或条件^[5], 而没有考虑 H_2O_2 是否具有其他生理功能。本研究表明, 有效低温处理不仅促进花芽内 H_2O_2 含量的上升, 而且使休眠解除后 H_2O_2 含量下降。因此, 花芽内 H_2O_2 含量的升高可能与打破休眠有关, 在此过程中 H_2O_2 可能作为休眠解除过程中的一种信号传导物质^[13]。此外, 休眠期花芽内 CAT 活性的变化与 H_2O_2 含量变化相一致, CAT 作为分解 H_2O_2 的重要酶, 其在休眠期花芽内活性的变化可能是受 H_2O_2 诱导的。

3.2 关于休眠、呼吸与 H_2O_2

呼吸是生命活动的基础, 休眠中的花芽也具有旺盛的呼吸代谢。本试验表明, 在休眠花芽的呼吸代谢途径中, 只有 PPP 在低温下强度升高。PPP 可

为生命活动提供 NADPH 和五碳糖等还原力和原料, 它的活化增强可能在打破休眠中起重要作用。TCA 可提供任何生命活动都必须的 ATP 和 NADH, 在整个休眠期一直占据呼吸代谢的主导地位, 但是 TCA 所占的百分比基本无变化, 这从某种程度上突出了 PPP 在打破休眠中的地位。

植物呼吸代谢过程中电子传递的末端氧化酶存在多种类型^[14]。呼吸代谢中氧化所产生的 H^+ , 通过呼吸链的电子传递系统, 在末端氧化酶的催化下与氧结合生成水, 同时偶联产生 ATP。电子传递的末端氧化途径包括 5 类末端氧化酶: 细胞色素氧化酶、黄素氧化酶、交替氧化酶、酚氧化酶和抗坏血酸氧化酶^[14]。从低温方面考虑, 黄素氧化酶对温度的变化不敏感^[14], 而细胞色素氧化酶对低温敏感。低温抑制了细胞色素氧化酶的活性, 电子传递就只有沿其它末端氧化途径进行。其中, 黄素氧化酶代谢产物通常包括 H_2O_2 , 低温引起的 H_2O_2 含量升高就可能与黄素氧化酶活性增强的有关。这正好与低温促进 H_2O_2 含量升高和打破休眠相一致, 从而间接证明了黄素氧化酶可能是打破休眠的关键酶。休眠期花芽内各末端氧化酶活性和 H_2O_2 含量变化之间的关系还有待进一步研究。

参考文献

- [1] 吴邦良, 夏春森, 赵宗方, 等. 果树开花结实生理和调控技术[M]. 上海: 上海科技出版社, 1994.
- [2] 郝荣庭. 果树栽培学总论[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [3] 曾 骧. 果树生理学[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1992.
- [4] Wang S Y, Jiao H J, Faust M. Changes in metabolic enzyme activity during thidiazuron-induced lateral budbreak of apple [J]. Hortscience, 1991, 26: 171-173.
- [5] Wang S Y, Jiao H J, Faust M. Changes in activity of CAT, POD and polyphenol oxidase in apple budbreak induced by thidiazuron[J]. J Plant Growth Regulat, 1991, 10: 33-39.
- [6] Wang S Y, Jiao H J, Faust M. Changes in ascorbate, glutathione and related enzyme activities during thidiazuron-induced budbreak of apple[J]. Physiol Plant, 1991, 82: 231-236.
- [7] Faust. Conversion of bound to free water in endodormant buds of apple is an incremental process[J]. Acta Hort, 1995, 395: 113-118.
- [8] Low H, Crane F L. The NADH oxidizing system of plasma membrane and metabolic signal control [J]. Protoplasma, 1995, 184: 158.
- [9] Crane F L, Sun I L, Sun E E, et al. Plasma membrane redox and regulation of cell growth[J]. Protoplasma, 1995, 184: 3.
- [10] 林植芳, 李双顺, 林桂珠. 衰老叶片和叶绿体中 H_2O_2 的积累与膜脂过氧化氧化的关系[J]. 植物生理学报, 1998, 14(1): 16-22.
- [11] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 1990.
- [12] 王力荣, 胡霓云. 桃品种的低温需求量[J]. 果树科学, 1992, 9(1): 39-42.
- [13] 孙 玉, 陈 珈. 植物细胞质膜氧化还原系统与信号转道[J]. 植物生理学通讯, 1997, 33(3): 161-167.
- [14] 潘瑞炽, 董惠德. 植物生理学(上册)[M]. 北京: 高等教育出版社, 1983.