

砀山酥梨黑皮病发病程度与相关生理指标的关系

牛瑞雪, 惠伟*, 李彩香, 屠荫华, 金宏, 宋要强, 李琦

陕西师范大学生命科学学院, 西安 710062

摘要: 研究不同黑皮病发病程度的砀山酥梨果实与各个指标之间关系的结果表明, α -法尼烯含量与发病程度呈明显的正相关, 共轭三烯含量在发病的果实中有一个阈值; 总酚含量和多酚氧化酶(PPO)活性与发病程度也呈正相关; 随着果实发病程度的加重, 其过氧化物酶(POD)、过氧化物歧化酶(SOD)和过氧化氢酶(CAT)活性也在逐渐递增, 二苯基苦基肼(DPPH)自由基清除率在逐渐增大, 表明其抗氧化活性在逐渐增强, 同时丙二醛(MDA)含量和细胞膜透性也逐渐增大。

关键词: 砀山酥梨; 黑皮病; 发病程度; 生理指标

Relationship between Pathological Grade of Superficial Scald in ‘Dangshan Pear’ (*Pyrus bretschneideri* Rehd.) and Physiological Indexes

NIU Rui-Xue, HUI Wei*, LI Cai-Xiang, TU Yin-Hua, JIN Hong, SONG Yao-Qiang, LI Qi

College of Life Sciences, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China

Abstract: With ‘Dangshan pear’ as material, the relationship between pathological grade of superficial scald and physiological indexes were studied. The results indicated that there was obvious positive correlation between α -farnesene content and pathological grade, and there was threshold of conjugated triene in the occurrence of superficial scald. The content of total phenols and polyphenoloxidase (PPO) activity had significant positive correlation with the pathological grade. In addition, the activities of peroxidase (POD), superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT) increased, while the scavenging ability of DPPH was gradually strengthened. At the same time, the cell membrane permeability and MDA contents increased also.

Key words: ‘Dangshan pear’ (*Pyrus bretschneideri*); superficial scald; pathological grade; physiological indexes

黑皮病是梨果实在贮藏中后期发生的一种严重的生理性病害, 果皮表面产生不规则的黑褐色斑点, 重者连成大片, 甚至蔓延到整个果面, 并不深入果肉, 但严重影响梨的商品质量, 造成严重的经济损失。砀山酥梨属于白梨系统, 是我国栽培面积最大的梨品种之一; 其以果大核小、黄亮型美、皮薄多汁、酥脆甘甜而驰名中外, 深受消费者的喜爱, 也是我国出口创汇的主要梨品种之一; 但是, 由于采前和采后诸因素的影响, 致使其在贮藏后期极易发生黑皮病, 还未见有效的控制方法。

梨黑皮病的发病机制至今不明, 已有的研究认为, 梨黑皮病的发病机理与苹果虎皮病类似(胡小松等 1992), 其机制的研究主要集中在西洋梨品种上, 而对白梨系统等脆肉梨品种研究较少, 在西洋梨中, 发现黑皮病发生与 α -法尼烯和共轭三烯的形成、酚类氧化及抗氧化活性有关。Spotts 等(2007)在 ‘Anjou’ 梨及 Isidoro 和 Almeida (2006)在 ‘Rocha’ 梨中的研究认为, 果实中 α -法尼烯的含

量在果实贮藏期间不断增加, 贮藏 75~100 d 时含量达到最大值, 其后开始下降; 而共轭三烯与其不同, 在整个贮藏期间都呈不断增长趋势, 因此他们认为共轭三烯是导致黑皮病发生最直接的因素。

在脆肉梨中, 大部分研究是对外观品质的观察, 对内部相关指标的研究并不多见, 主要是针对苹果研究基础的推测; 有人研究 BX-1 型包果纸对梨黑皮病的影响时, 发现梨黑皮病与 α -法尼烯含量之间的关系密切(徐荣江等 1993), 在明水梨中的研究也表明黑皮病发生与 α -法尼烯和共轭三烯的形成有关(李志强等 2008)。本文以砀山酥梨为试材, 研究黑皮病发生与其相关生理指标的关系。

材料与方法

砀山酥梨(*Pyrus bretschneideri* Rehd.)果实采

收稿 2008-07-30 修定 2008-11-03

* 通讯作者(E-mail: huiwei@snnu.edu.cn; Tel: 029-85310266)

自陕西省渭南市蒲城县马湖镇, 贮于冷库中210 d后取出, 室温(25~30)下放置 15 d, 待其发病后进行分级, 共分为 4 个级别, 每个级别各取 10 个果实作为样品。分级标准根据果实黑皮面积占整个果实总面积的百分比(黑皮率)将果实分为4级: 0级果实无黑皮现象发生; 1级果实黑皮率 < 25%; 2级果实黑皮率为 25%~50%; 3级果实黑皮率>50%。

α -法尼烯与共轭三烯含量测定参照 A net (1972)文中方法并稍作改进, 即每组取5个果实, 削取果实对称面果颊处果皮, 刮净果皮内侧果肉, 用直径为 10 mm 的打孔器打取小圆片, 每个果实取 4 片, 共 20 片, 放入 25 mL 的试管中, 然后加入 10 mL 经过处理的正己烷, 振荡提取 α -法尼烯和共轭三烯 2 h。然后用滤纸过滤提取液, 最后定容至 10 mL, 迅速在 232 nm 波长下比色。另取提取液 3 mL, 于波长 281 nm 及 290 nm 处比色, 测定共轭三烯含量, 以 $\text{nmol}\cdot\text{cm}^{-2}$ 表示。

总酚含量、多酚氧化酶(polyphenoloxidase, PPO)、过氧化物酶(peroxidase, POD)、超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)和过氧化氢酶(catalase, CAT)的活性、果皮相对电导率(%)、丙二醛(malondialdehyde, MDA)含量、二苯基苦基肼(diphenyl picryl hydrazyl, DPPH)自由基清除率的测定分别参照高俊凤(2000)和张志良和瞿伟菁(2003)书中的方法。

结果与讨论

1 碭山酥梨发病级数与果皮中 α -法尼烯和共轭三烯含量的关系

由图 1 可见, 随着病情加重, 果皮中 α -法尼烯和共轭三烯的含量均呈不断增长趋势。其中 α -法尼烯含量在较高水平上积累, 且差异极显著; 而共轭三烯含量在较低水平下增长, 表现为病果和健果之间有极显著差异, 而在不同程度的病果之间却没有显著差异。由此推测在碭山酥梨贮藏过程中, α -法尼烯关系比较复杂, 可能存在“源流”联系。这些与前人在苹果(苑克俊等 2002)、西洋梨(Isidoro 和 Almeida 2006)和鸭梨中(胡小松等 1992)的结果都不尽相同。这些研究认为, 从 α -法尼烯开始大量积累到内源抗氧化物质部分消失之间有一个临界期, 在此之前 α -法尼烯的氧化受到内源抗氧化物质的抑制, 以后随着内源抗氧化物质的减少和部分消失, α -法尼烯大量氧化, 共轭三烯等氧化产物迅速积累, 以致果皮细胞受生理伤害而发生褐变。我们认为: 在果实发病过程中共轭三烯含量可能有一个阈值, 当共轭三烯含量达到这个阈值时, 果实黑皮现象就出现。所以黑皮现象逐渐加重可能与有害物质不断积累有关系。

2 碭山酥梨发病级数与果皮中总酚含量和 PPO 活性的关系

由图2可以看出, 随着果实发病程度的加深, 果

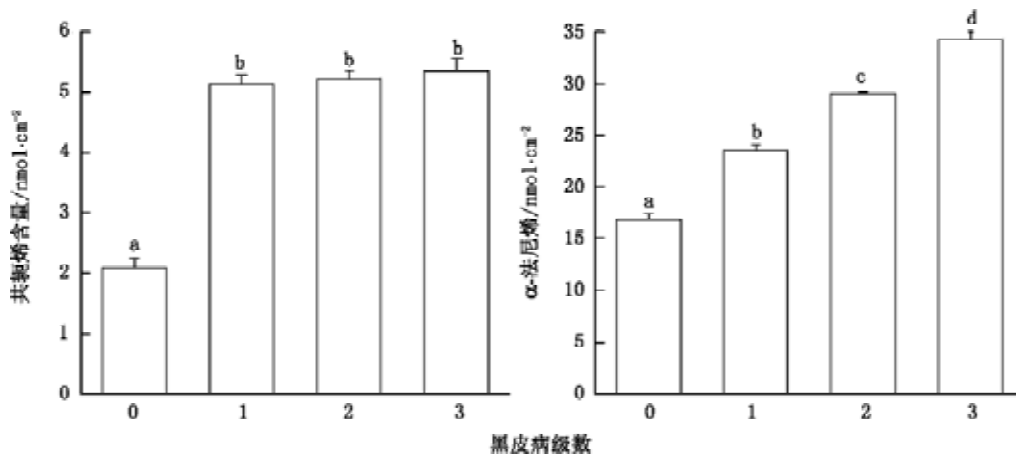


图 1 碭山酥梨黑皮病级数与果皮中 α -法尼烯和共轭三烯含量的关系

Fig.1 Relationship between pathological grade of superficial scald and contents of α -farnesene and conjugated triene in the peel of 'Dangshan pear'

皮中总酚含量呈逐渐增多的趋势,且各个级别之间的差异均显著($P < 0.05$)。果皮中PPO活性也呈逐渐递增趋势,且差异显著($P < 0.05$)。徐芹等(2008)的研究认为,引起砀山酥梨褐变的主要原因是PPO引起的酶促褐变,酚类物质氧化成羟基醌,进而聚合生成黑色素物质而引起果皮褐变。本文中结果(图2)表明在0~3级发病程度的果实中,其总酚含量和PPO活性均呈不断增长的趋势,即梨果实发病程度越重,酚类物质含量越高,PPO活性也越大,因此被氧化成的醌类物质越多,表现在外观上是其黑皮所占的面积越大,颜色越深。

3 砀山酥梨发病级数与果皮中POD和SOD活性的关系

由图3可以看出,随着果实发病程度的加重,其POD、SOD活性都逐渐增大。其中0、1、2级果的POD活性虽逐渐增大,但不显著($P > 0.05$),而3级果的POD活性最大,差异极显著($P < 0.01$);0级果的SOD活性最低,差异极显著($P < 0.01$),3级果的SOD活性最高且与1、2级果相比差异显著($P < 0.05$)。由此可知,在梨果实黑皮病发病的过程中POD活性不断增加;SOD与POD活性不尽相同,其中0级果中其活性最低且与其他差异极显著,说明

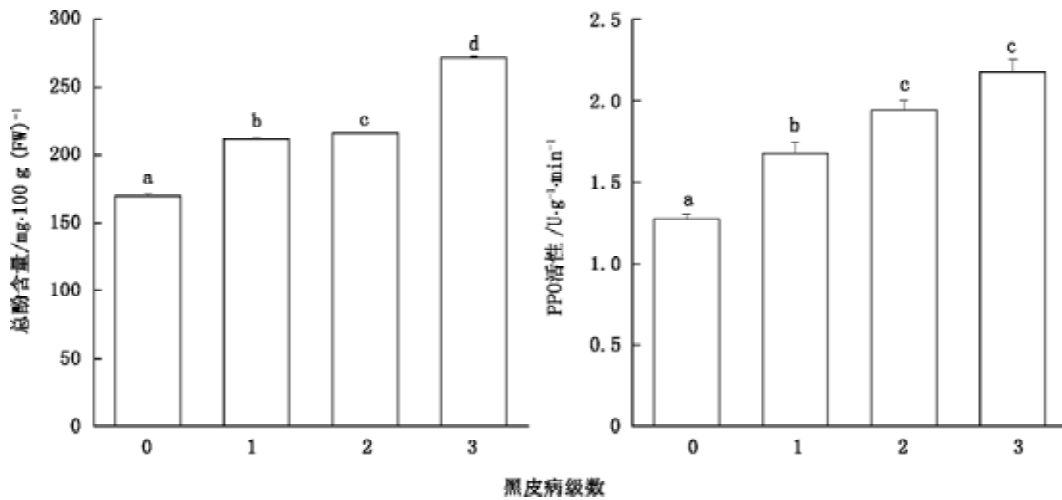


图2 砀山酥梨黑皮病级数与果皮中总酚含量和PPO活性的关系

Fig.2 Relationship between pathological grade of superficial scald and total phenols content and PPO activity in the peel of 'Dangshan pear'

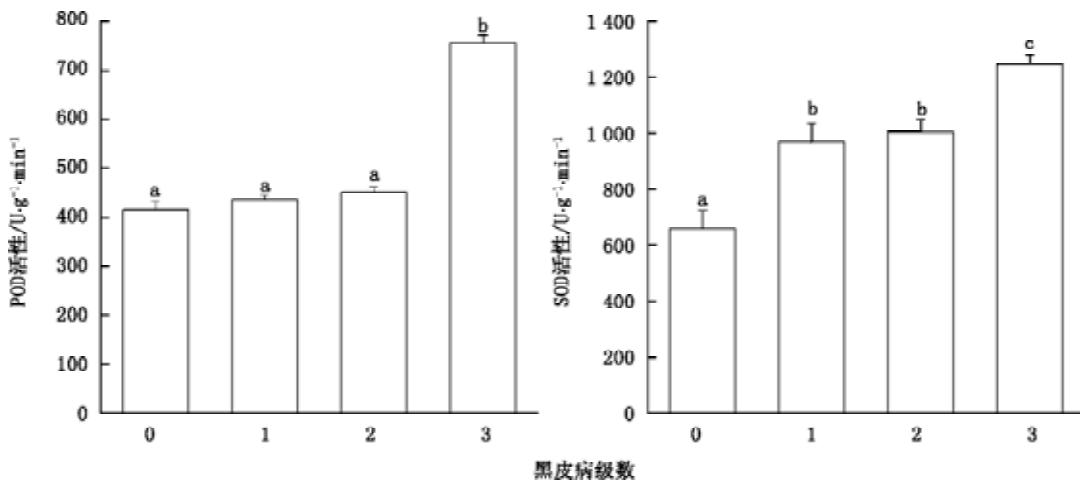


图3 砀山酥梨黑皮病级数与果皮中POD和SOD活性的关系

Fig.3 Relationship between pathological grade of superficial scald and activities of POD and SOD in the peel of 'Dangshan pear'

在未发病时的梨果实中SOD活性并不高, 而一旦进入发病期, 其SOD活性即迅速上升, 起到抗病保护的作用。

4 砀山酥梨发病级数与果皮中CAT活性和DPPH清除率的关系

由图4可以看出, 随着果实发病程度的加重,

CAT活性逐渐增大, 其中除了1、2级之间没有显著差异外, 其他各级之间的差异均显著($P<0.05$), 说明梨果实发病初期CAT活性维持在低水平上, 直到病情严重时才达到较高水平, 且各个级别之间的差异达到极显著水平($P<0.01$)。随着发病程度增加, DPPH的清除率也增大, 各级别的差异达到极显著水平。

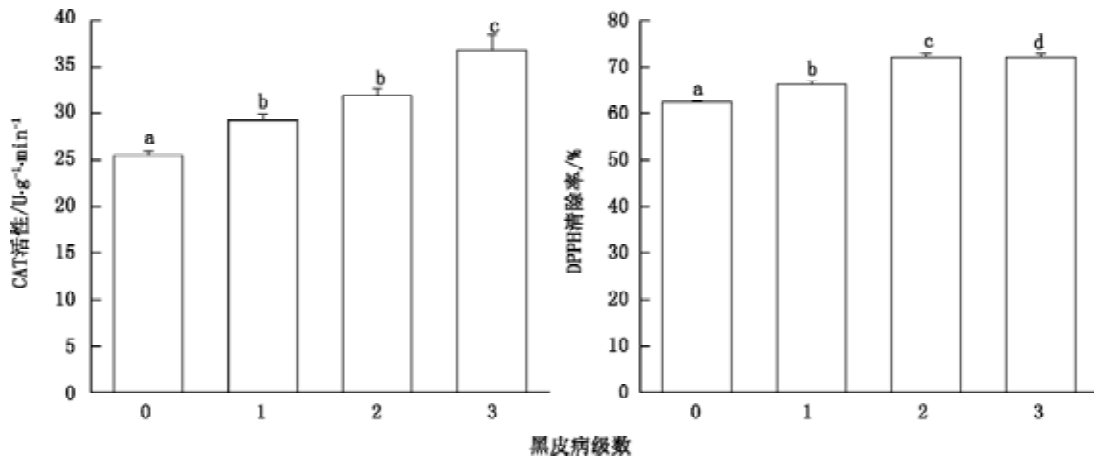


图4 砀山酥梨黑皮病级数与果皮中CAT活性和DPPH清除率的关系

Fig.4 Relationship between pathological grade of superficial scald and CAT activity and the scavenging capacity to DPPH in the peel of 'Dangshan pear'

5 砀山酥梨发病级数与果皮中细胞膜透性和MDA含量的关系

由图5可以看出, 随着果实发病程度的加重, 果皮的细胞膜透性不断增大, 其中0级与1级, 1级与

2级之间差异均不显著; 但是0级与2、3级之间差异均极显著($P<0.01$); 果皮中MDA含量也呈逐渐递增趋势, 经分析0级果中的含量与其他相比差异极显著($P<0.01$)。

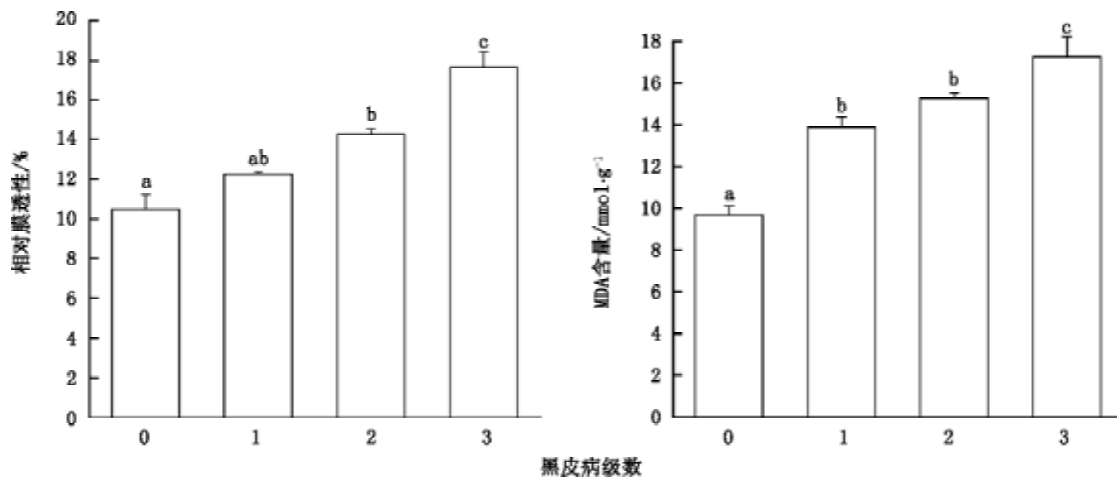


图5 砀山酥梨发病级数与果皮中细胞膜透性和MDA含量的关系

Fig.5 Relationship between pathological grade of superficial scald and cell membrane permeability and MDA content in the peel of 'Dangshan pear'

参考文献

- 高俊凤(2000). 植物生理学研究技术. 西安: 世界图书出版公司, 121~135
- 胡小松, 张彤, 夏涛, 周山涛, 丁双阳(1992). 鸭梨黑皮病致病机理与防治方法的研究. 北京农业大学学报, 18 (4): 417~421
- 李志强, 李益, 汪良驹(2008). 低温与 1-MCP 处理对明水梨果实黑皮病的抑制效应. 保鲜与加工, 8 (2): 19~22
- 徐芹, 乔勇进, 方强, 张绍铃, 王海宏(2008). 砀山酥梨多酚氧化酶酶学特性及抑制效应的研究. 食品科学, (4): 74~77
- 徐荣江, 高经成, 顾文卯, 袁明耀, 庄深良(1993). BX-1 型保鲜纸防治苹果虎皮病和梨黑皮病的效应. 园艺学报, 20 (1): 13~16
- 苑克俊, 孙玉刚, 张大鹏, 胡小松(2002). 苹果贮藏期间发生虎皮病的生理生化基础及其防治. 植物生理学通讯, 38 (5): 505~510
- 张志良, 瞿伟菁(2003). 植物生理学实验指导. 北京: 高等教育出版社, 274~289
- Anet EFLJ (1972). Superficial scald, a functional disorder of stored apples. IX. Effect of maturity and ventilation. J Sci Food Agric, 23: 763~769
- Isidoro N, Almeida DPE (2006). α -Farnesene, conjugated trienols, and superficial scald in 'Rocha' pear as affected by 1-methylcyclopropene and diphenylamine. Post Biol and Technol, 42: 49~56
- Spotts RA, Sholbery PL, Randall P, Serdani M, Chen PM (2007). Effects of 1-MCP and hexanal on decay of d'Anjou pear fruit in long-term cold storage. Post Biol Technol, 44: 101~106