

膜伤害与红星苹果虎皮病的相关性^①

赵晨霞^② 胡小松

(食品科学系)

摘 要 以红星苹果为试材研究了苹果虎皮病发病过程中,电导率、膜脂过氧化产物丙二醛及 H_2O_2 的变化规律。随着贮藏时间的延长,处理果果皮中的电导率、丙二醛、 H_2O_2 逐渐增加,对照果中几项指标显著的高于处理果。结果表明:由于过氧化氢的过量积累,诱发了膜脂过氧化,使膜的透性增加,加速了膜结构的破坏。对照果膜结构破坏的程度高,虎皮病就大量发生。用 DPA 处理的果抑制了过氧化氢的产生,控制了膜脂过氧化和膜的透性的增加,减轻了膜的结构破坏的程度,虎皮病就不发生。认为膜伤害与虎皮病密切相关。

关键词 苹果虎皮病; 电导率; 丙二醛; H_2O_2

中图分类号 S66

Relations of the Damage of Membrane with Superficial Scald of Apple

Zhao Chenxia Hu Xiaosong

(Dept. of Food Science)

Abstract In the developing period of superficial scald, electrolytes leakage (EL) malondialdehyde (MDA) and hydroperoxide (H_2O_2) increased along with the storage time past. It was found that apples superficial scald had positive correlation with EL, MDA and H_2O_2 . The results showed that increasing of membrane permeability. Accelerated membrane lipid peroxidation and the damage of membrane construction were all caused by the over accumulation of H_2O_2 . Thus, membrane lipid peroxidation might be a major factor inducing superficial scald in Starking. If the formation of H_2O_2 was restricted by using DPA, the superficial scald of apple can not be happened.

Key words apple superficial scald; H_2O_2 ; MDA; electrolytes leakage membrane damage

很多研究表明,生物膜在植物抗性方面可能起着非常重要的作用,膜伤害与植物胁迫及其抗逆性有密切的关系^[1,2]。活性氧的过量积累可以引发膜脂氧化的链式反应^[3]。膜脂过氧化是指不饱和脂肪酸中发生一系列自由基反应。Stewart等^[4]在研究大豆胚轴衰老时发

收稿日期: 1996-10-25

①国家自然科学基金资助项目

②赵晨霞,北京市农业学校,102401

现,脂过氧化产物丙二醛(MDA)含量增加,不饱和脂肪酸亚油酸和亚麻酸的含量降低。膜脂过氧化降低了膜脂的不饱和度,并引起膜蛋白变性,降低膜的流动性,阻碍了膜的能量交换、物质运输、信息传递、代谢调节等过程的正常运行^[5]。逆境胁迫对膜的结构和功能有很大影响。Wang在^[6]研究植物受冷害的生理生化反应时证明,最初的表现是膜的透透性降低,电解质和某些小分子物质大量渗漏,细胞的结构改变,严重时使细胞死亡。但是,红星苹果虎皮病的发生与植物膜伤害的相关性报道很少,本文作了初步的探讨。

1 材料和方法

供试红星苹果(1994-09-10,1995-09-04采于四季青果园)采后当天用 $2\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ DPA乳剂浸果,浸清水为对照,处理与对照均设三次重复。第二天将处理和对照果装入打孔塑料袋(0.03 mm),直接入0℃库。每月上中旬测定各项生理生化指标,同时检查虎皮病的发病情况。贮藏至6个月结束,并模拟货架期(SL)7~10 d,观察病果率的变化情况。

丙二醛(MDA)、氢过氧化物(H_2O_2)及电导率的测定^[7]。

2 结果与分析

2.1 苹果虎皮病的发病规律

红星苹果虎皮病从11月下旬~12月上旬(12~15周)开始出现,其症状为块状或条状的淡黄色至褐黄色斑点。随着贮藏时间的延长,褐变面积逐渐增加,颜色逐渐加深,至翌年1月(18周)发病率达到高峰,是整个贮藏期的50%左右。到3月份贮藏结束。本试验重复两年后,结果为对照果的发病率分别为76.9%(1995.3)和61.7%(1996.3),而施用抗氧化剂二苯胺(DPA)的果实两年结果相同,发病率为零。在室温条件下模拟货架期7 d,用DPA处理的果实发病率仍为零。对照果的发病率分别高达83.3%(1995-03)和78.9%(1996-03)(图1)。

2.2 膜伤害与苹果虎皮病的相关性

试验结果表明,随着贮藏时间的延长,苹果果皮中的电导率缓慢增加。经12周贮藏后,电导率迅速增加。从12.5%增加到20.0%时,虎皮病开始出现。用DPA处理的果实电导率增加缓慢,从10.00%增加到11.50%,虎皮病不发生。此后,对照果电导率一直保持较高值,贮藏6个月后达28.0%。处理果一直保持较低值,至贮藏结束时,为15.30%。电导率的上升表明膜的透性增大。对照果的电导率明显高于处理果,因此对照果膜的透性大于处理果,其膜的伤害程度高,使电解质大量渗漏(图2)。

试验证明,在苹果贮藏初期,MDA积累缓慢上升,虎皮病不表现。当MDA的含量迅速增加,即比初期多40%时,虎皮病开始出现,此后MDA的增加速度保持相对稳定。对照果中MDA的含量始终都高于处理果。这就表明对照果膜结构遭破坏的程度高于处理果,处理果一直维持较低的MDA的含量水平,MDA的积累量不至于使膜结构受破坏,所以就不表现虎皮病的症状(图3)。

H_2O_2 在苹果贮藏期间一直是上升的。不同的贮藏时期其上升的幅度不同。前期 H_2O_2 迅速上升,后期在较高的含量水平上缓慢增加。 H_2O_2 上升迅速并积累到一定程度时虎皮病开始出现。对照果中 H_2O_2 浓度增加了 1.4 倍,虎皮病症状出现。处理果中 H_2O_2 浓度增加 0.9 倍,无虎皮病症状(如图 4 所示)。对照果中 H_2O_2 积累的量超过了其自身的忍耐能力和消除能力时,必然要伤害膜,使虎皮病出现。

3 讨论

植物在逆境胁迫下或衰老过程中细胞内活性氧的代谢平衡被打破,有利于活性氧的积累,从而引发膜脂过氧化作用或加剧细胞膜系统的损伤,严重时会导致植物细胞死亡。由于环境条件的变化而造成的逆境,如:温度胁迫、光照、水分胁迫、 SO_2 污染、病害,及植物衰老^[8]时,都会造成植物膜的伤害。高温处理温州密柑幼果,使 MDA 含量升高,不饱和脂肪酸含量降低,加速了幼果脱落^[9]。大麻受水分胁迫后,膜的透性增加^[10]。水稻叶片、芹菜、苹果、雪梨等衰老过程中都会造成膜脂过氧化作用的加强^[11]。苹果虎皮病与鸭梨黑皮病发病过程中,组织电导率上升,MDA 逐渐积累,膜伤害加强。本试验证明,随着贮藏时间的延长,苹果果皮中的电导率逐渐增加,当增加到一定量时,虎皮病开始出现,之后随着电导率的上升,虎皮病大量发生。MDA 的积累与虎皮病的发生成正相关。在虎皮病发生之前,MDA 缓慢增加。在虎皮病即将出现时,MDA 迅速增加。当虎皮病出现之后其增加的速度减缓。试验认为,由于果皮中 SOD, CAT, POX 活性的迅速降低,可能使超氧化物阴离子自由基(O_2^-),过氧化氢(H_2O_2),氢氧自由基($\cdot OH$)和单线态氧(1O_2)等活性氧代谢失调和自由基积累,从而启动膜脂过氧化作用或膜脂脱脂作用。在脂类过氧化自由基的相互作用下形成链式反应,使膜脂过氧化作用加强。膜脂过氧化产物-MDA 的积累,是膜脂化作用的标志。MDA 的上升反应了膜结构破坏的加剧。电导率的增加,是膜透性增加的具体表现,膜透性的增加又加速了膜脂过氧化作用。膜结构的破坏使细胞中多酚类物质及多酚氧化酶(ppo)的区域分布被打乱,产生酶促褐变^[12],最终表现为虎皮病的症状。

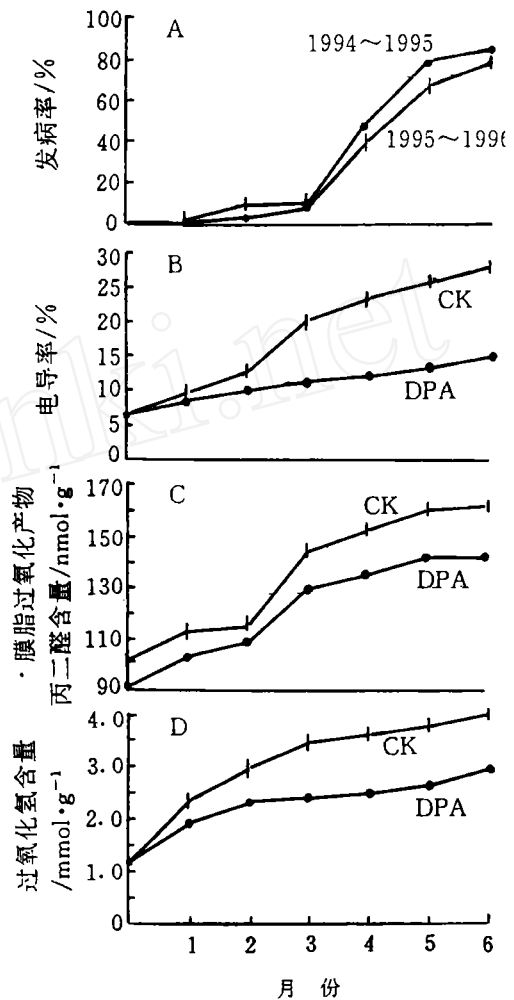


图 1 红星苹果虎皮病的发病规律

参 考 文 献

- 1 Parrish D J, Leopold A C. On the mechanism of aging in soybean seeds. *Plant Physiol*, 1978, 61: 365~368
- 2 Takahama V, Nishimura M. Formation of singlet molecular oxygen in illuminated chloroplasts, effects on photoinactivation and lipid peroxidation. *Plant & Cell Physiol*. 1975, 16: 737~748
- 3 方充中, 李文杰. 自由基与酶. 科学出版社, 1989, 47~147
- 4 Stewart R C, Benlew J D. Lipid peroxidation associated with accelerated aging of soybean axes. *Plant Physiol*. 1980, 65: 245~248
- 5 陈少谷. 膜脂过氧化与植物细胞的伤害. *植物生理学通讯*, 1991, 27(2): 84~90
- 6 Wang C Y. Physiological and biochemical responses of plant to chilling stress. *Hortscience*, 1982, 17(2): 173~183
- 7 赵晨霞, 胡小松. 苹果果皮中活性氧代谢的酶系统与虎皮病的相关性研究. 中国科协第二届青年学术年会食品科学论文集, 1995, 114~117
- 8 王根轩, 杨成德, 梁厚果. 蚕豆叶片发育与衰老过程中超氧化物歧化酶活性与丙二醛含量变化. *植物生理学报*, 1989, 15(1): 13~17
- 9 陈昆松, 张上隆, 李三玉, 叶明儿等. 高温处理对温州密柑幼果膜脂过氧化作用和乙烯生成的影响. *果树科学*, 1994, 11(4): 225~228
- 10 Chowdhary S, Choudhuri M A. Hydrogen peroxide metabolism as an index of water stress tolerance in jute. *Physiol Plant*, 1985, 5: 476~480
- 11 林植芳, 李双顺, 刘桂珠, 郭俊彦. 衰老叶片和叶绿体中 H_2O_2 的累积与膜脂过氧化的关系. *植物生理学报*, 1988, 14(1): 16~22
- 12 鞠志国, 朱广廉, 曹宗巽. 莱阳慈梨果实褐变与多酚氧化酶及酚类物质区域分布的关系. *植物生理学报*, 1988, 14(4): 356~361