

套袋对苹果果实表皮组织抗氧化特性的影响

张建光¹, 邸葆¹, 李英丽², 陈少春¹, 张健强¹, 刘玉芳¹

(1. 河北农业大学 园艺学院, 河北 保定 071001; 2. 河北农业大学 理学院, 河北 保定 071001)

摘要: 树冠不同方位果实由于所处的微域环境不同, 抗氧化特性有很大差异。生长季晴天, 无论套袋与否, 均以树冠西南面果实氧化胁迫程度最重。其中, $O_2^{\cdot-}$ 含量相当于树冠其他方位 1.23~1.37 倍; MDA 含量相当于树冠其他方位 1.32~1.75 倍; SOD 活性相当于树冠其他方位 1.40~1.69 倍。一般情况下, 套袋后致使果实经受的环境胁迫程度加大, 因而果皮组织中 $O_2^{\cdot-}$ 和 MDA 含量以及 SOD 活性都高于不套袋处理。由于套袋果实长期经受高温、弱光微域环境的驯化, 除袋后果实对外界环境条件的剧烈变化较为敏感。表现为果皮组织 $O_2^{\cdot-}$ 含量增加, SOD 活性明显提高, 表明果实中迅速启动了环境胁迫下的应急反应。

关键词: 套袋; 苹果; 果实; 抗氧化能力

中图分类号: S661.01 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2007)增刊-0094-03

Effect of Bagging on Antioxidative Capability of Peel Tissue in Apples

ZHANG Jian-guang¹, DI Bao¹, LI Ying-li², CHEN Shao-chun¹, ZHANG Jian-qiang¹, LIU Yu-fang¹

(1. College of Horticulture, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001, China;

2. College of Science, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001, China)

Abstract: A considerable variation of antioxidative capabilities existed among the fruits from different exposures on a tree depending upon various microenvironments where they grow. In sunny and clear days during growing season, a severer oxidative stress frequently occurred on the fruits from the southwest exposure of the canopy, regardless of bagged or exposed fruits, with $O_2^{\cdot-}$ contents in SW fruits being 1.23–1.37 folds as high as those on the other exposures, MDA 1.32–1.75 folds and SOD 1.40–1.69 folds. Generally, bagging could aggravate the extent of fruit stress, thus both $O_2^{\cdot-}$ and MDA contents and SOD activity in fruits increased, compared with the control. Furthermore, fruits became more sensitive shortly after bags were removed to harsh fluctuation of ambient temperatures and intense light because of the long-term adaptation to the “relatively stable and dark environment” within the bags, showing an abrupt rise of both $O_2^{\cdot-}$ content and SOD activity, which implied that a quick response to new stress had been initiated.

Key words: Bagging technique; Apple; Fruit; Antioxidative capability

苹果套袋是提高外观质量的重要措施, 近年来在我国发展较快^[1]。但是, 果实套袋后, 由于微域生态环境条件的改变, 致使果实生长发育特性也随之发生变化^[2]。生产上有时由于果袋质量问题或套袋、除袋技术不正确, 经常引发一些真菌或生理病害, 如日灼、黑点病以及果实皴裂等^[3,4]。从抗性生理角度讲, 果实的环境胁迫伤害(尤其是热伤害)与果实抗氧化特性直接相关^[5,6]。本试验目的在于探讨树冠不同部位套袋果实抗氧化特性的变化规律以及除袋对其抗氧化特性的影响, 以便为进一步优化套袋栽培技术提供依据。

1 材料和方法

1.1 试验地点和材料

试验于 2003 年在河北省保定市北章果园进行。试材为 12 年生红富士苹果(*Malus domestica* Borkh), 砧木为八棱海棠(*M. Micromalus* Mill)。栽植密度 3 m×5 m。果园管理水平较高, 果树树势健壮。从园中选择光照条件良好、生长势一致、树势中庸、挂果适量均匀的苹果树作为试材。抗氧化指标测定在农业部果树重点实验室进行。

果实袋采用河北农业大学孙建设教授研制的

收稿日期: 2006-09-20

基金项目: 河北省自然科学基金资助项目(303203); 河北农业大学回国留学人员科研启动基金资助项目(2002-0915)

作者简介: 张建光(1957-), 男, 河北武安人, 教授, 博士, 硕士生导师, 主要从事果树栽培及生理教学和研究工作。

SR-2 型苹果专用双层纸袋, 这种果实袋于 20 世纪 80 年代未定型生产, 其后一直在我国各苹果主产区广泛使用。本试验所用果袋由保定市绿源果实袋厂提供。外袋为外灰内黑木浆纸袋, 内袋为红色蜡质半透明袋。果袋规格为 18 cm × 15.5 cm, 袋内透光率为 0.5%。

1.2 试验设计

1.2.1 树冠不同方位果实抗氧化特性比较 选择 3 株树冠较为丰满的苹果树作为试材。每株树上在西南(SW)、东南(SE)、东北(NE)和西北(NW) 4 个方位树冠外围各选择 6 个果实, 3 个于 5 月下旬套袋, 另外 3 个不套袋作为对照。于 8 月中旬从树冠各方位摘取套袋和不套袋果实各 2 个, 带回实验室, 立即削取果实阳面表皮(包括表皮及近表皮少部分组织, 厚度大约为 0.5~1 mm), 放入-72℃冰箱中冷冻固定。试验采用随机区组设计, 3 次重复。

1.2.2 除袋对果实抗氧化特性的影响 选择 3 株苹果树作为试材。5 月下旬对树冠西南方向的外围果实进行套袋, 同时标记相邻的果实作为对照。9 月中下旬在 2 个晴天后, 于第 3 个晴天 12:00 摘除果袋, 开始曝光处理。15:00 结束自然高温和强光胁迫处理, 将果实带回实验室, 立即削取果皮, 低温冷冻固定保存。试验采用随机区组设计, 3 次重复。

1.3 生理指标测定方法

超氧阴离子(Superoxide anion, SOA, $O_2^{\cdot-}$) 含量测定参照王爱国的羟胺氧化法^[7]; 过氧化物歧化酶(SOD) 活性测定参照李合生的方法^[8]; 丙二醛(MDA) 含量测定采用硫代巴比妥酸(TBA) 法^[9]。

2 结果与分析

2.1 树冠不同方位果皮组织抗氧化特性比较

在自然条件下, 不论套袋与否, 树冠西南方位果实 $O_2^{\cdot-}$ 和 MDA 含量以及 SOD 活性均高于树冠其他方位(图 1), 统计结果表明, 同处理相比, 差异都达到了极显著水平($P < 0.01$)。其中, 西南方位对照果实 $O_2^{\cdot-}$ 含量相当于其他方位 1.27~1.37 倍; MDA 含量相当于其他方位 1.40~1.75 倍; SOD 活性相当于其他方位 1.40~1.69 倍。西南方位套袋果实 $O_2^{\cdot-}$ 含量相当于其他方位 1.23~1.36 倍; MDA 含量相当于其他方位 1.32~1.75 倍; SOD 活性相当于其他方位 1.41~1.61 倍。树冠西南方位果实之所以抗氧化指标都比较高, 主要应归咎于树冠西南方位一天中接受日照相对比较多, 且果实日表面温度较高。与此相反, 树冠西北方向上述指标均低, 说明受到的胁迫比较小, 这与生产上观察到日灼等伤害在树冠

上的分布规律是一致的^[10]。从 SOD 和 MDA 这 2 个重要的抗氧化指标变化规律来看, 树冠不同方位的果实受环境胁迫的程度由大至小的顺序依次为: 西南>东南>西北>东北, 这与树冠不同方位果实温度变化规律恰好吻合^[11]。

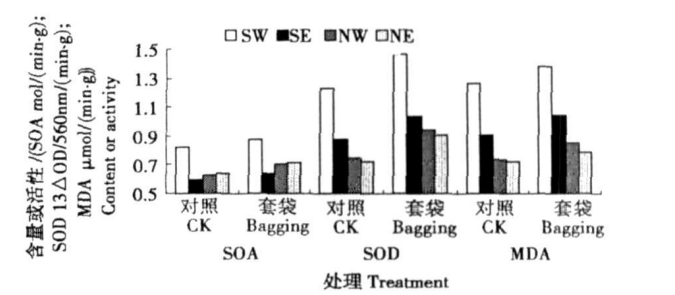


图 1 树冠不同方位果实抗氧化指标比较

Fig. 1 Comparison of antioxidative indicators of fruits on different exposures

套袋在一定程度上给果实造成了微域环境胁迫。与对照相比, 无论哪个方位, 套袋果实 $O_2^{\cdot-}$ 和 MDA 含量都有提高的趋势, 而 SOD 活性差异达到极显著水平($P < 0.01$)。说明套袋后, 由于微域环境胁迫加重, 导致超氧阴离子上升, 在底物的刺激诱导下, SOD 的活性明显提高, 这种现象完全符合抗性生理一般原理^[12]。

2.2 除袋对果皮组织抗氧化特性的影响

除袋后, 由于环境胁迫的增加, 果皮组织 $O_2^{\cdot-}$ 含量明显提高, 超出对照 19.34%, 果实中 SOD 活性迅速上升, 比对照提高 34.07%, 均达到了极显著水平($P < 0.01$)。然而, 果实表皮组织 MDA 含量变化虽有下降的趋势(可能与 SOD 活性增高有关), 但与对照相比没有显著差异。

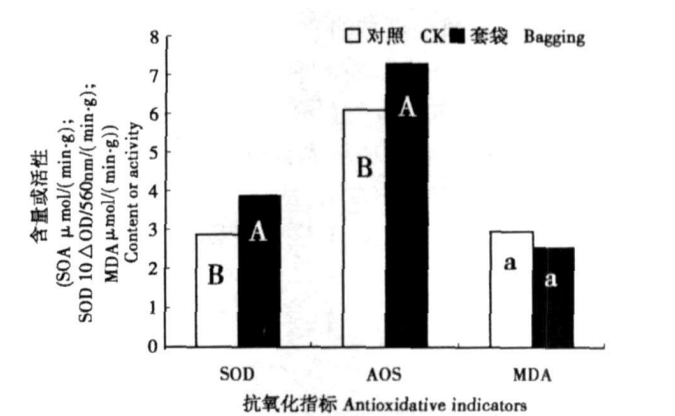


图 2 除袋对果实果皮组织抗氧化特性的影响

Fig. 2 Effect of bag-removing on antioxidative capability of fruit peel tissue

3 讨论

3.1 抗氧化指标与果实抗氧化能力的关系

植物对温度的适应主要在细胞膜。高温胁迫

下,膜脂损伤的主要原因在于超氧阴离子自由基的过量增加,保护酶活性下降,膜脂过氧化过程加剧,最终使生物膜选择性透性丧失,同时产生过氧化物有毒物质,如丙二醛等,进一步破坏生物大分子的结构和功能^[13]。本试验结果表明:由于处于树冠西南方位的果实或套袋果受环境胁迫程度相对较重,所以, $O_2^{\cdot -}$ 和MDA含量都明显上升,这种现象符合上述基本原理。然而,本试验观察到,与此同时SOD活性也随之明显上升。

SOD是植物细胞中最重要抗氧化保护酶之一。它能催化氧分子活化第一个中间产物超氧阴离子自由基($O_2^{\cdot -}$)的歧化反应而生成 O_2 和 H_2O_2 。SOD在一定范围内可消除超氧阴离子对细胞的毒害作用。由此可见,本试验中,由于果实遭受的环境胁迫程度较轻,而SOD又是一种典型的诱导酶^[12,13],因而随着底物浓度的提高,酶活性上升是比较容易理解的。但由此可以进一步推断:如果环境胁迫继续加重,活性氧过量增加,超出了SOD清除能力,甚至由于严重环境胁迫使SOD本身结构或活性(因其也是蛋白质)受到影响时,必然会导致其活性的明显下降。所以,如果出现 $O_2^{\cdot -}$ 和MDA含量的明显上升和SOD活性明显下降相并行的现象,可能意味着环境胁迫已经超出了果实抗氧化系统自身调节的范围。

3.2 果实抗氧化胁迫能力与生理伤害的关系

植物抗氧化胁迫能力与热伤害程度密切相关,而且植物的某些抗性可以通过“交叉适应”来获得^[13]。套袋使果实长期处在特殊的微域环境胁迫中,其主要特点是温度变化比较迟缓,高温持续时间长、光照强度低。摘袋时,果实突然暴露在温度变化较大和自然光较强烈的自然环境中,容易造成新的环境胁迫^[14,15]。因此,如何使果实适应上述胁迫环境的变化,应该成为今后研究的重点。研究表明,果实的抗氧化能力能够从环境胁迫中得到增强^[12],但显然这种胁迫必须“适度”。所以,在套袋栽培中,有必要进一步从袋型选择、套袋和除袋技术、栽培管理

等方面研究不同环境下,果实抗氧化能力变化及其与各种生理伤害的关系。

参考文献:

- [1] 刘凤芝,孙希生,王伟东,等.我国苹果出口问题及主要对策[J].中国果树,2002(1):48.
- [2] 潘增光,辛培刚.不同套袋处理对苹果品质形成的影响及微域生境分析[J].北方园艺,1995,101(2):21-22.
- [3] 汪景彦.苹果和梨套袋存在问题及解决方法[J].中国果树,1998,75(1):34.
- [4] 刘志坚.关于套袋苹果黑点病问题的探讨[J].山西果树,2000,82(4):26-27.
- [5] Schrader L, Zhang J G. Two types of sunburn in apple caused by high fruit surface (peel) temperature [J]. Plant Health Progress, 2001(10):1-5.
- [6] Andrews Preston K, Johnson James R. Physiology of sunburn development in apples[J]. Good Fruit Grower, 1996, 47(12):33-36.
- [7] 王爱国,罗广华.植物的超氧物自由基与羟胺反应的定量关系[J].植物生理学通讯,1990(6):55-57.
- [8] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000.
- [9] 朱广廉,钟海文,张爱琴.植物生理学试验[M].北京:北京大学出版社,1990:245-258.
- [10] 柴全喜,宋素志.苹果果实日灼的发生与防治[J].山西果树,1992(1):23-24.
- [11] 张建光,刘玉芳,孙建设,等.苹果果面日最高温与主要气象因子的关系[J].生态学报,2003,23(5):850-855.
- [12] 陈立松,刘星辉.果树逆境生理[M].北京:中国农业出版社,2003.
- [13] 苏维埃.植物对温度逆境的适应[M]//余叔文,汤章城.植物生理与分子生物学,北京:科学出版社,2000:731-732.
- [14] 宫美英,张风敏.影响套袋苹果质量的原因与对策[J].山西果树,2002,88(2):26-27.
- [15] 苏永清.红富士苹果套袋栽培的配套技术[J].山西果树,2001(3):12-13.