

‘矮酸’和‘红象牙’两个芒果种质不同部位酶活性分析

刘紫艳¹, 陈萍², 张兴梅², 孟开开³, 毛常丽¹, 柳觐^{1*}, 牛迎凤^{1*}

(1. 云南省热带作物科学研究所, 云南景洪 666100; 2. 华坪县芒果产业发展中心, 云南华坪 674800;
3. 广西壮族自治区亚热带作物研究所, 南宁 530001)

[摘要]芒果为云南热区重要的经济林木, 为探讨两个不同生长型芒果种质的酶学机制, 以矮化种质‘矮酸’和乔化种质‘红象牙’的根、茎、叶为试材, 测定分析两个种质不同部位过氧化物酶(POD)、超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化氢酶(CAT)的活性差异, 以期为芒果树矮化密植和筛选矮化品种提供理论依据。研究结果显示, POD、SOD、CAT活性在两个种质的根、茎、叶部位中的变化规律不一, ‘矮酸’种质各部位的SOD活性都高于‘红象牙’, 表现为矮化种质的SOD酶活性更高。

[关键词]芒果; 生长型; 酶活性

中图分类号: S667.7 文献标识码: A 文章编号: 1672-450X(2025)04-0001-04

Analysis of Enzyme Activity in Different Parts of Two Mango Germplasms, Aisuan and Hongxiangya

LIU Ziyan¹, CHEN Ping², ZHANG Xingmei², MENG Kaikai³, MAO Changli¹, LIU Jin^{1*}, NIU Yingfeng^{1*}

1. Yunnan Institute of Tropical Crops, Jinghong 666100, China;
2. Huaping Mango Industry Development Center, Huaping 674100, China;
3. Guangxi Subtropical Crops Research Institute, Nanning 530001, China

Abstract: The mango is an important economic tree species in the tropical regions of Yunnan. To explore the enzymatic mechanisms of two different growth types of mango germplasms, the roots, stems, and leaves of the dwarf germplasm Aisuan and the arbor germplasm Hongxiangya were used as experimental materials. The activities of peroxidase (POD), superoxide dismutase (SOD), and catalase (CAT) in different parts of the two germplasms were measured and analyzed to identify the differences in enzyme activities. This study aims to provide a theoretical basis for the dwarfing and dense planting of mango trees and the selection of dwarf varieties. The results showed that the activities of POD, SOD, and CAT varied in the roots, stems, and leaves of the two germplasms. The SOD activity was higher in all parts of the Aisuan germplasm than in the Hongxiangya germplasm, indicating that the SOD enzyme activity is greater in the dwarf germplasm.

Key words: *Mangifera indica*; growth form; enzyme activity

果树矮化栽培在生产上有结实早、品质好, 易于管理等优点, 通过矮化密植还有提高土地利用率、利于机械化、获得高产等优势。目前矮化密植可以通过整形修剪、砧木嫁接矮化、环剥矮化和断

根矮化等技术来实现, 此外生产上还可以通过喷施多效唑、矮壮素、烯效唑、调环酸钙等植物生长抑制剂来实现植株的矮化^[1]。据研究报道, 对梨树进行矮化密植栽培后, 第3年产量达到18 000

收稿日期: 2025-04-24

基金项目: 国家自然科学基金地区科学基金项目(32160396); 云南省重大科技专项计划子课题(202402AE090008-2); 云南省技术创新人才培养对象项目(202305AD160023); 省所热带作物科技创新专项资金(RF2025); 云南省省级热带作物

版纳种质资源圃芒果种质资源保护项目(630-3); 农业农村部热带作物种质资源保护项目(21240124)

作者简介: 刘紫艳(1990—), 女, 副研究员, 硕士, 研究方向为热带作物遗传育种。E-mail: liuziyan90@163.com

*通信作者: 柳觐(1983—), 男, 研究员, 博士, 研究方向为热带作物遗传及分子育种。E-mail: liujin06@126.com;

牛迎凤(1984—), 女, 研究员, 硕士, 研究方向为热带作物种质资源评价。E-mail: niuyingfeng@163.com

kg/hm²^[2]，矮化苹果树栽植2年后开始挂果，在水肥管理到位的情况下，矮化密植苹果园盛果期年产量可在45 000 kg/hm²以上，管理特别好的情况下，产量则可达60 000~90 000 kg/hm²^[3]。莆田市农业科学研究所对芒果树(*Mangifera indica L.*)进行矮化栽培，产量达11 049 kg/hm²，比传统栽培增产24.6%^[4]。

芒果树一般具有生长旺盛、树势高、树冠郁闭等特点，在生产上会导致管理困难以及结实部位外移、结实年限短等问题，而矮化密植栽培能从根源上解决这些问题。目前芒果矮化密植主要通过整形修剪、砧木嫁接矮化、断根矮化和喷施生长抑制剂等技术实现，这些方法劳动量大、成本高，不利于提高果园产出与效益。因此选育矮化、丰产、好吃型品种对芒果种植具有重要意义。

果树酶活性与树体生长势密切相关。钟广炎等^[5]发现柑橘(*Citrus reticulata Blanco*)过氧化物酶(Peroxidase, POD)活性与树体矮化程度显著正相关，POD活性越高，植株矮化程度越大。李海燕等^[6]研究‘华红’苹果(*Malus pumila Mill.*)幼树叶片酶活性与树体生长势间的关系，发现吲哚乙酸氧化酶(Indoleacetic acid oxidase, IOD)、POD活性越高，树体生长势越低。王成霞等^[7]研究不同矮化程度的桃树(*Prunus persica*)，发现极矮化品种叶片中超氧化物歧化酶(Superoxide dismutase, SOD)和过氧化氢酶(Catalase, CAT)的活性显著高于矮化、半矮化及普通品种的，且SOD和CAT活性越高，砧木矮化程度越大。赵英等^[8]研究了8个芒果种质叶片SOD、CAT活性与树体长势之间的关系，发现叶片SOD活性与树体矮化程度正相关。为进一步探讨不同生长型芒果种质的酶学机制，本研究以‘矮酸’和‘红象牙’的根、茎、叶为试验材料，对其POD、SOD、CAT酶活性作检测分析。

1 材料和方法

1.1 材料

乔化种质为‘红象牙’，矮化种质为‘矮酸’，均来自云南省热带作物科学研究所农业农村部芒果种质资源云南创新基地。2023年6月30日，取这两个种质健康的成熟叶片、茎表皮和树

根(管理措施一致)，每个样品3个重复，贮存于-80℃冰箱备用。

1.2 方法

1.2.1 酶活性检测

过氧化物酶(POD)、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)的检测分别采用生工生物工程(上海)股份有限公司的POD活性检测试剂盒(D799591-0050)、SOD活性检测试剂盒(D799593-0050)、CAT活性检测试剂盒(D799597-0050)，按试剂盒说明书进行操作。每个样品分别测3次。

1.2.2 数据分析

采用GraphPad Prism软件进行数据统计分析和作图。

2 结果与分析

2.1 芒果种质不同部位酶活性比较

2.1.1 POD活性比较

图1结果显示，2个种质不同部位POD活性最高的是‘红象牙’的茎，活性最弱的是‘矮酸’的叶。同一种质不同部位：‘红象牙’POD活性在茎中最强，其次是根部，最后是叶；‘矮酸’POD活性在根部最强，其次是茎，最后是叶。两个种质POD活性最弱的部位都是叶。

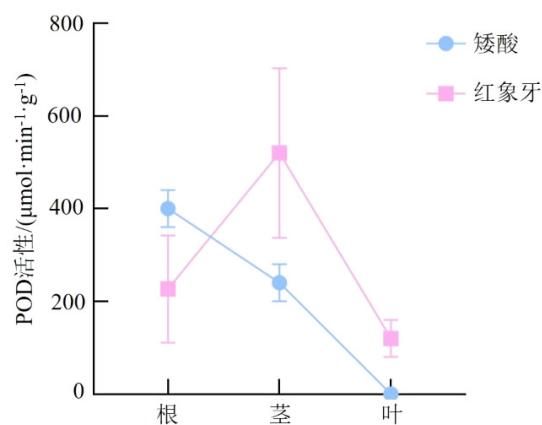


图1 2个芒果种质不同部位POD活性的变化

2.1.2 SOD活性比较

如图2所示，‘矮酸’不同部位SOD活性均较强，尤以其根中的活性最强。‘矮酸’根、茎、叶3

个部位的SOD活性依次降低;‘红象牙’3个部位的SOD活性相差不大。

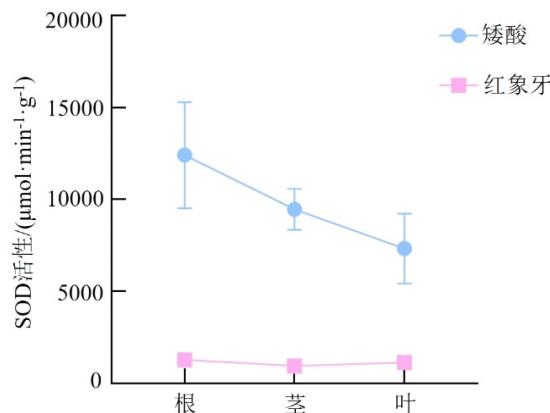


图2 2个芒果种质不同部位SOD活性的变化

2.1.3 CAT活性比较

图3结果显示,2个种质不同部位CAT活性最高的是‘矮酸’的叶,而最弱的是‘矮酸’和‘红象牙’的茎。同一种质不同部位:‘矮酸’种质茎中CAT活性最弱,根和叶的CAT活性比茎的高,而‘红象牙’种质中,CAT活性最弱的部位也是茎,叶比茎的高一些,活性最高的为根。

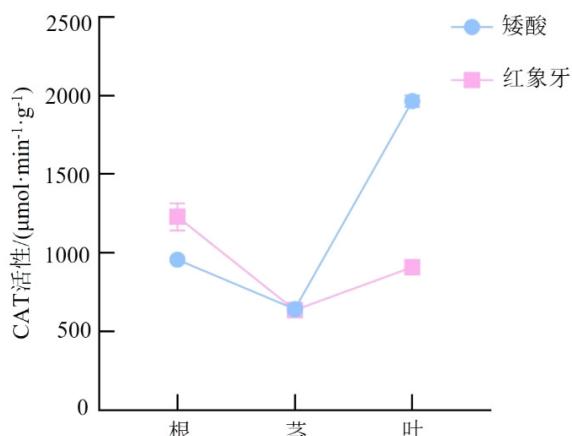


图3 2个芒果种质不同部位CAT活性的变化

2.2 分析

目前对果树植株矮化机理已有较多研究,主要包括生物学形态特征、解剖结构、植株根系发育、内源激素水平、酶活性、基因调控等,对比不同种质酶活性差异,能进一步了解不同矮化程度

的果树中酶活性的变化规律^[9]。

POD活性的高低与植株高矮有关。徐继忠等^[10]研究了‘红富士’苹果叶片酶活性,结果显示POD活性与苹果树体的生长势负相关。张志华等^[11]研究了‘辽宁1号’‘寒丰’‘阿9’等12个品种核桃的叶、根的酶活性,结果表明叶片POD活性与株高显著负相关,与株高增长量极显著负相关。吕斌等^[12]研究‘罗汉橙’‘蟹橙’‘真橙’等11种砧木的叶片POD活性与树体生长势的关系,发现矮化砧木的叶片POD活性较低,乔化砧木的活性较高。综上,不同物种POD活性与植株高度的相关性不同。本研究中,‘红象牙’作为乔化种质,其茎和叶的POD活性都高于矮化种质‘矮酸’的,而芒果株高是否与POD负相关,还需后续增加参试种质数量进行分析。

SOD参与氧代谢,与植物多种生理功能及抗逆性相关,是植物体内重要的保护酶之一,此外它还与植株矮化性状相关。细胞中的活性氧具有扩张细胞的作用,SOD清除活性氧能有效限制细胞的伸长,进而影响植株高度^[13]。有研究显示,SOD活性越高,植株越矮。赵英等^[8]研究了‘金煌芒’‘云南矮芒’‘秋实1号’等8份芒果种质叶片SOD活性与生长势之间关系,发现叶片中SOD活性越高,芒果树体越矮。此外,刘敏等^[14]利用矮壮素喷施唐松草(*Thalictrum aquilegiifolium*),发现矮壮素浓度越高,矮化效果越好,SOD活性也越高。张秀丽^[15]对绿豆(*Vigna radiata*)喷施赤霉素和矮壮素,发现中、高浓度的赤霉素和矮壮素处理后都能有效抑制绿豆植株的株高,植株越矮,SOD活性越高,反之亦然。本研究中,‘矮酸’是种质圃中植株长势为最矮的种质,根、茎、叶3个部位的SOD活性都比‘红象牙’中的高,两个种质的SOD活性变化规律与上述芒果的研究结果相一致,即SOD活性越高,植株越矮。

CAT也与植物的矮化存在关系。王成霞等^[7]研究了‘春桃’‘超红短枝’‘寿星桃’3种桃树叶片的生理酶活性与树体矮化程度的关系,结果表明树体越矮,CAT酶活性越高。闻静等^[16]对‘东农42’大豆(*Glycine max*)及其矮化突变体‘HK808’在多个生长阶段不同部位酶活性进行研究,发现

在8个生长阶段中,‘HK808’根、茎、叶3个部位的CAT活性都分别显著高于‘东农42’的。本研究中,‘矮酸’叶中CAT活性最高,而‘红象牙’和‘矮酸’茎中的活性相差不大,且都是3个部位中最弱的部位。芒果叶片CAT活性是否也与矮化程度负相关,还需收集多个乔化与矮化种质的相关数据进行相关性分析。

3 小结

POD、SOD和CAT在植物中普遍存在,参与植物多种生理功能及抗逆性。在果树矮化育种中,SOD和CAT活性高的种质通常具有更好的生理表现和抗逆性,适合矮化密植栽培。矮化密植可以提高单位面积的产量,便于果园管理和机械化操作。本试验结果表明,‘矮酸’和‘红象牙’芒果种质植株的不同部位中,POD、SOD和CAT的活性都有较大差异,研究这些差异有助于进一步了解不同矮化程度的芒果中酶活性的变化规律,从而为芒果的品种改良、栽培管理和可持续发展提供重要的理论依据。

参考文献:

- [1] 杨杰,蔡泽坪,吴繁花,等. 乔木矮化技术的研究进展 [J]. 热带生物学报,2022,13(6):644-650.
- [2] 胡连昌,慈志娟,贾爱英,等. 梨矮化优质栽培技术 [J]. 烟台果树,2023 (4):43-44.
- [3] 贾军令. 苹果矮化密植栽培应用技术探析 [J]. 新农业,2023(12):22-23.
- [4] 林革,彭建平,刘国强,等. 矮化避雨栽培对‘金煌1号’杧果物候期与果实形质、产量的影响 [J]. 中国果树,2016(5):34-37,42,101.
- [5] 钟广炎,聂华堂,陈竹生. 叶片过氧化物酶活性用作柑桔矮化砧预选指标的初步研究 [J]. 中国柑桔,1989(1):19-20.
- [6] 李海燕,赵德英,袁继存,等. 矮化中间砧对华红苹果致矮机理初探 [J]. 中国果树,2013(3):18-20.
- [7] 王成霞,董晓颖,李培环,等. 桃叶片POD、SOD、CAT活性与树体矮化和生长的关系 [J]. 中国农学通报,2007,23(6):353-357.
- [8] 赵英,唐玉娟. 芒果叶片SOD、CAT活性与生长势的关系 [J]. 农业研究与应用,2017(3):43-44,48.
- [9] 王菁菁. 新疆野苹果矮化性状评价与分子鉴定 [D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2023.
- [10] 徐继忠,史宝胜,马宝焜,等. 苹果不同矮砧与其对应中间砧植株POD、IOD酶活性的研究 [J]. 中国农业科学,2002,35(4):415-420.
- [11] 张志华,刘新彩,王红霞,等. 核桃IOD和POD酶活性与生长势的关系 [J]. 园艺学报,2006,33(2):229-232.
- [12] 吕斌,陈学年,李质怡,等. 不同砧木先锋橙叶片POD活性与树体生长势的关系 [J]. 西南农业学报,1999,12(2):64-68.
- [13] FRY SC. Oxidative scission of plant cell wall polysaccharides by ascorbate-induced hydroxyl radicals [J]. The Biochemical Journal, 1998, 332(Pt 2):507-515.
- [14] 刘敏,刘庆超,刘庆华,等. 矮壮素对唐松草生长的影响 [J]. 中国农学通报,2012,28(10):164-167.
- [15] 张秀丽. 赤霉素和矮壮素对绿豆生育性状和生理指标及产量的影响研究 [D]. 长春:吉林农业大学,2007.
- [16] 闻静,赵刚,李凤兰,等. 大豆矮化突变体IOD、POD、CAT、SOD酶活性的研究 [J]. 作物杂志,2012(3):53-57.