

不同中间砧对“红富士”苹果树体生长及酶活性和总酚含量的影响

郭 静, 隗 晓雯, 王 菲, 李中勇, 徐继忠

(河北农业大学 园艺学院, 河北 保定 071001)

摘 要:以不同 SH₄₀ 实生后代为中间砧的“红富士”苹果为试材,研究了不同中间砧对“红富士”苹果树体生长以及过氧化物酶(POD)、超氧化物歧化酶(SOD)活性和总酚含量的影响。结果表明:不同中间砧对“红富士”苹果树体生长影响较大,其中以 2 号、6 号作中间砧的果树矮化性状明显;秋季落叶前各试材叶片中 POD 活性差异较大且与“红富士”苹果树体的生长势呈负相关,各试材叶片中总酚含量与“红富士”苹果树体的生长势呈正相关。

关键词:SH₄₀ 实生后代;中间砧;“红富士”;过氧化物酶(POD);超氧化物歧化酶(SOD);总酚含量

中图分类号:S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)21-0009-04

应用矮化砧木进行矮密栽培是苹果生产的发展趋势,选择适宜的矮化砧木是果树矮化的关键^[1-3]。由山西省农业科学院果树研究所选育的 SH 系苹果砧木 SH₄₀ 生长势与 M₂₆ 相近,具有矮化、早果、丰产、果实品质优异和抗逆性强等一系列优良特性^[4],但 SH₄₀ 仍存在不足,如其抗黄化^[5]能力较差等,为此河北农业大学苹果课题组以 SH₄₀ 为母本进行了杂交改良并收集了 SH₄₀ 的种子,获得了大量实生苗,并对实生苗进行了耐盐性鉴定。但对其做中间砧对树体生长及相关生理生化特性的影响尚未鲜见深入研究。该试验以不同 SH₄₀ 实生后代做中间砧的“红富士”苹果为试材,研究了不同中间砧对“红富士”苹果树体生长及叶片 POD、SOD 活性和总酚含量的影响,旨在为筛选适宜矮化砧木提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为 4 a 生苹果树,中间砧为 SH₄₀ 实生后代,砧木号分别为 2、6、28、178、212、242,基砧均为八棱海棠,嫁接品种为“红富士”。以“红富士”/SH₄₀/八棱海棠为对照。

1.2 试验方法

分别于 2012 年春梢缓慢生长期(5 月 24 日)与秋季

落叶前养分回流期(10 月 2 日)进行采样。试验采用随机区组设计,单株小区,东、南、西、北方向随机各取 1 个生长健壮的枝条,5 次重复。每株取新梢中部大叶 10 片,用干净的纱布擦去表面灰尘、液氮速冻带回试验室,置于-78℃超低温冰箱中待测。

1.3 项目测定

过氧化物酶(POD)活性的测定参照 Omran^[6]的方法;超氧化物歧化酶(SOD)活性的测定参照 Giannopolitis^[7]的方法;总酚含量的测定参照苏冬梅^[8]的方法。树体生长的状况于 2011、2012 年调查供试中间砧树的外围新梢生长量、树高、干径、冠径(表中所列为 2012 年数据)。

1.4 数据分析

所得数据利用 SPSS 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同中间砧对“红富士”苹果树体生长的影响

由表 1 可知,不同中间砧对“红富士”苹果树新梢生长量、树高、品种干周等有显著影响。以 178 号作中间砧的,新梢生长量、树高、品种干周和冠径等均最大,分别为 160.44 cm、372.83 cm、61.03 cm 和 2.03 m²;以 2 号作中间砧的,新梢生长量、树高、品种干周和冠径等均最小,分别为 129.67 cm、180.01 cm、38.56 cm 和 1.06 m²。综合分析各试材新梢生长量、树高、品种干周和冠径,可以分为 3 类。第 1 类为以 178 号、242 号作中间砧的,新梢生长量、树高、品种干周、冠径最大,除树高显著高于对照($P < 0.05$)外,新梢生长量等均与对照无显著差异;第 2 类以 212 号等其它实生后代作中间砧的,新梢生长量、树高、品种干周、冠径介于中间。第 3 类为以 2 号、6 号作中间砧的,新梢生长量、树高、品种干周、冠径最小,

第一作者简介:郭静(1987-),女,河北衡水人,硕士研究生,研究方向为果树栽培生理。E-mail: gj19871225@163.com.

责任作者:徐继忠(1964-),男,博士,教授,博士生导师,现主要从事果树结实生理与分子生物学等研究工作。E-mail: xjzhxw@126.com.

基金项目:河北省科技厅资助项目(11220114D);农业部公益性行业科研专项资助项目(201203075-05)。

收稿日期:2013-06-19

表1 不同中间砧对“红富士”苹果树体生长的影响

Table 1 Effects of different interstocks on the growth of 'Red Fuji' apple trees

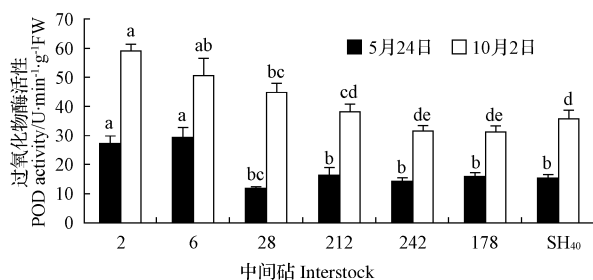
中间砧编号 Interstock numbers	新梢生长 Shoot length/cm	树高 Tree height /cm	干周 Trunk girth/cm	品种 Variety	砧木 Rootstock	冠径(东西×南北) Diameter of canopy /cm×cm
2	129.67c C	180.01f D	38.56b C	36.51g F	102×104d C	
6	129.67c C	202.11ef CD	39.63b C	40.99fg EF	101.5×100d C	
28	133.38bc B	234.12de CD	53.90a AB	52.18cde BC	113×145bc B	
212	130.28bc B	261.86cd BC	54.30a AB	49.19def DE	118.57×143.57b AB	
242	154.17a A	348.02ab A	59.93a A	56.73bcd BC	117.5×165.25ab A	
178	160.44a A	372.83a A	61.03a A	71.23a A	122.83×165.33a A	
SH ₄₀	153.8ab A	309.03bc A	57.47a A	52.87cde BC	120.6×160ab A	

注:不同大写(小写)字母表示 SPSS 测验 0.01(0.05)显著水平。以下同。

Note: Different capital letters and small letters indicate significant difference at $P=0.01$ and 0.05 in SPSS test, respectively. The same below.显著低于对照($P<0.05$)。

2.2 不同中间砧对“红富士”苹果叶片内 POD 活性的影响

2.2.1 不同中间砧“红富士”苹果叶片内 POD 活性的比较 由图1可知,比较同一时期各试材的 POD 活性表明,5月24日各试材的 POD 活性均较小,且不同试材间差异明显,以6号作中间砧的 POD 活性最大为 $29.19 \text{ U} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$,显著高于对照($P<0.05$);以28号作中间砧的 POD 活性最小为 $11.68 \text{ U} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$,与对照无显著差异;除以2号、6号作中间砧的 POD 活性显著高于对照($P<0.05$)外,其它实生后代作中间砧的 POD 的活性均与对照无显著差异。10月2日各试材的 POD 活性差异较大,以2号作中间砧的 POD 活性最大为 $59.03 \text{ U} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$,显著高于对照($P<0.05$),以178号作中间砧的 POD 活性最小为 $31.28 \text{ U} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$,与对照无明显差异,各实生后代作中间砧的 POD 活性按编号2号、6号、28号、212号、242号、178号呈依次递减趋势。

图1 SH₄₀实生后代作中间砧“红富士”苹果叶片 POD 活性比较
Fig. 1 Comprison on POD activities in leaves of 'Red Fuji' apple grafted onto SH₄₀ seedling interstocks

2.2.2 不同中间砧“红富士”苹果叶片内 POD 活性与树体生长指标的相关分析 由表2可知,5月24日 POD 活性与品种干周达极显著负相关;10月2日 POD 活性与新梢生长量达到显著负相关,与树高和品种干周达极

表2 不同中间砧“红富士”苹果叶片内 POD 的活性与树体生长势的相关分析

Table 2 Linear regression analysis between POD activities and growth vigor of 'Red Fuji' apple on different interstocks

生长势指标 Index of growth vigor	日期 Date/月-日 5-24	10-2
新梢生长量 Shoot length	-0.521	-0.806 *
树高 Tree height	-0.661	-0.948 * *
品种干周 Trunk girth of variety	-0.904 * *	-0.956 * *

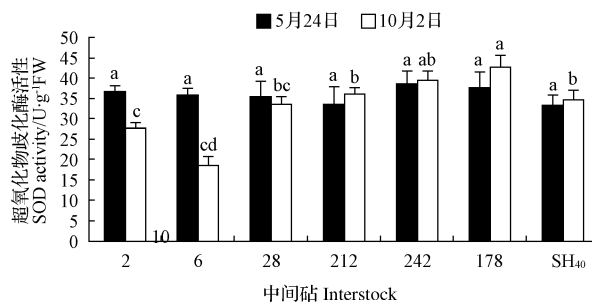
注: *、* * 分别表示显著或极显著相关水平。下同。

Note: * and * * respect significant at $P<0.05$ and $P<0.01$ level, respectively. The same as below.

显著负相关。

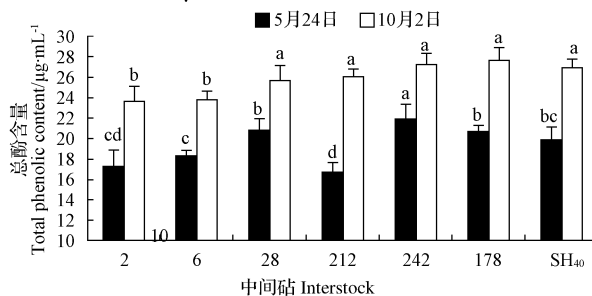
2.3 不同中间砧“红富士”苹果叶片内 SOD 活性比较

由图2可知,5月24日各试材 SOD 活性间差异较小,且均与对照无显著差异。10月2日各试材 SOD 活性差异较大,以178号作中间砧的 SOD 活性最大为 42.61 U/g FW ,与对照差异显著($P<0.05$);以6号作中间砧的 SOD 活性最小为 18.52 U/g FW ,与对照差异显著($P<0.05$);其它各实生后代作中间砧的 SOD 活性与对照无显著差异。

图2 SH₄₀实生后代作中间砧“红富士”苹果叶片 SOD 活性比较
Fig. 2 Comparison on SOD activities in leaves of 'Red Fuji' apple grafted onto SH₄₀ seedling interstocks

2.4 不同中间砧对“红富士”苹果叶片内总酚含量影响

2.4.1 不同中间砧“红富士”苹果叶片内总酚含量的比较 由图3可知,5月24日各试材叶片内的总酚含量均较小,不同试材间差异较大,以242号作中间砧的总酚含量最大为 $21.92 \mu\text{g/mL}$,显著高于对照($P<0.05$);以

图3 SH₄₀实生后代作中间砧“红富士”苹果叶片总酚含量比较
Fig. 3 Comparison on total phenol content in leaves of 'Red Fuji' apple grafted onto SH₄₀ seedling interstocks

212号作中间砧的总酚含量最小为16.75 $\mu\text{g/mL}$,显著低于对照($P<0.05$);以28号、178号作中间砧的总酚含量与对照无明显差异,其它各实生后代作中间砧的总酚含量均显著低于对照($P<0.05$)。10月2日各实生后代作中间砧的总酚含量差异较小,除以2号、6号作中间砧的总酚含量显著低于对照($P<0.05$)外,以28号等其它实生后代做中间砧的总酚含量均与对照无显著差异,但总酚含量按编号2号、6号、28号、212号、242号、178号呈依次递增趋势。

2.4.2 不同中间砧“红富士”苹果叶片内总酚含量与树体生长指标的相关性分析 由表3可知,10月2日总酚含量与新梢生长量呈显著正相关,与树高和品种干周呈极显著正相关。

表3 不同中间砧“红富士”苹果叶片内总酚含量与树体生长势的相关性分析

Table 3 Linear regression analysis between total phenol content and growth vigor of 'Red Fuji' apple on different interstocks

生长势指标	日期 Date/月-日	
Index of growth vigor	5-24	10-2
新梢生长量 Shoot length	0.739	0.861 *
树高 Tree height	0.685	0.960 * *
品种干周 Trunk girth of variety	0.675	0.988 * *

3 讨论

该研究结果表明,5月下旬不同中间砧“红富士”苹果叶片内POD活性与品种干周呈显著负相关,10月初不同中间砧“红富士”苹果叶片中POD活性差异较大且与树体生长势呈显著或极显著负相关,这说明中间砧通过影响嫁接树POD活性的大小,从而抑制了树体生长,使树体矮化。徐继忠等^[9]也曾获得过相似结果。POD活性影响树体大小原因主要在于POD广泛存在于植物体内^[10],其活性大小直接影响吲哚乙酸(IAA)的代谢与分布,而IAA含量的多少控制着植物的生长发育,高水平的POD酶加强了对内源激素IAA的氧化分解,减轻了对生长的刺激,使植物表现矮化^[11]。

许多报告指出酚类物质对某些激素或与激素合成有关的酶系统产生影响^[12]。酚类对生长素的影响研究较多。Goldacre(1953)发现单酚类化合物如P-香豆素可能是叫吲哚乙酸氧化酶的辅酶,可以降低生长素的活性,如10 mg/L的香豆素抑制小麦胚芽鞘的生长,而双酚类化合物如咖啡酸、绿原酸可以抑制IAA氧化酶的活性,因而可以提高生长素活性^[13]。酚类物质对IAA的

运输也有影响,如阿魏酸可增强IAA向基运输,而香豆素则加强向顶运输。对一香豆素可以延缓邻氨基苯甲酸合成色氨酸的速度,因此对IAA的合成也会产生影响^[14]。曹敏格等^[15]对苹果砧木的研究结果表明,叶片总酚含量随砧木矮化程度的增强而减少,该试验中秋季落叶前“红富士”叶片中总酚含量与树体生长势呈正相关,与不同砧木叶片中总酚含量趋势一致,表明中间砧通过影响嫁接树总酚含量抑制树体生长,总酚含量与嫁接树树体大小有明显相关性。过氧化物酶活性也有受酚类物质影响的报道^[16],这可以对POD影响植物矮化进行解释,但对其作用机理应需进一步研究。

参考文献

- [1] 鄢新民,李学营,郝婕,等.苹果矮化砧木的应用[J].江西农业学报,2012,24(4):57-59.
- [2] 曹敏格,杨海玲,张文,等.苹果砧木矮化性评价指标的研究[J].中国农业大学学报,2008,13(5):11-18.
- [3] Lockard R G, Schneider G W. Stock and scion growth relationships and the dwarfing mechanism in apple[J]. Hort Revi, 1981(3):315-354.
- [4] 于迟,张鹤,李鸿莉,等.苹果矮化中间砧SH40激素含量及生长素转运蛋白基因 *pin1* 表达[J].中国农业大学学报,2012,17(2):80-84.
- [5] 蒲娜娜. SH系苹果砧木 AFLP 指纹图谱[D]. 保定:河北农业大学,2007.
- [6] Omran R G. Peroxidase in leaves and the activities of catalase, peroxidase and indoleacetic acid oxidase during and after chilling cucumber seedlings[J]. Plant Physiol, 1980, 65:407-408.
- [7] Giannopolitis C N, Ries S K. Purification and quantitative relationship with ather soluble protein in seedling[J]. Plant Physiology, 1997, 59:315-318.
- [8] 苏冬梅,赵彬.不同预处理对板栗叶片中总酚含量和多酚氧化酶活性的影响[J].经济林研究,2005,23(4):11-13.
- [9] 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.
- [10] 吴明江,于萍.植物过氧化酶的生理作用[J].生物学杂志,1994(6):14-16.
- [11] 原牡丹,侯志霞,翟明普. IAA 分解代谢相关酶(IAAO, POD)的研究进展[J]. 农业生物技术科学, 2008, 24(8):88-92.
- [12] Larson R S. The antioxidants of plants[J]. Phytochem, 1988, 27(4):969-971.
- [13] 利奥波德 A C, 克里德曼 P E. 植物的生长与发育[M]. 颜季琼,等译. 上海:上海科学技术出版社,1984:100-102.
- [14] 许绍颖. 植物生长调节剂与果树生产[M]. 上海:上海科学技术出版社,1987:22-24,355-358.
- [15] 曹敏格,杨海玲,张文,等.苹果砧木矮化性评价指标的研究[J].中国农业大学学报,2008,13(5):11-18.
- [16] Rice E L. Allelopathy [M]. 2nd Ed. Academic Orlando, 1984:206-291.

Influence of Different Interstocks on the Growth of 'Red Fuji' Apple and Enzyme Activities and Total Phenol Content

GUO Jing, WEI Xiao-wen, WANG Fei, LI Zhong-yong, XU Ji-zhong
(College of Horticulture, Hebei Agricultural University, Baoding, Hebei 071001)

中华猕猴桃新蔓生长与果实生长发育动态分析

金方伦, 周光萍, 黎明, 韩成敏, 敖学希, 徐琼

(贵州省蚕业辣椒研究所, 贵州 遵义 563006)

摘要:以 11~12 a 生的“贵长”猕猴桃(*Actinidia chinensis* ‘Guichang’)为试材, 观察分析了其新蔓生长与果实生长变化的动态。结果表明:新蔓生长期达 147 d, 其中春蔓生长期达 63~70 d, 二次蔓生长期达 70~77 d; 加粗生长一直长到 9 月中旬, 其中春蔓加粗生长期长达 189 d; 二次蔓加粗生长期达 116 d。新蔓在整个生长过程中生长量和日生长量都出现 2~7 次生长高峰期。果实生长期长达 133~140 d, 果实纵横径生长呈 S 形生长曲线, 在生长期内出现 3~5 次生长高峰期。新梢生长与果实发育关系密切, 表现为前期 8 周春蔓生长快, 以后 4 周春蔓和二次蔓生长极慢, 果实生长极快, 再后 6 周春蔓停止生长, 二次蔓生长极快, 果实生长较慢, 以后二次蔓和果实纵径生长极慢, 而果实横径生长较慢, 直至都停止生长, 在整个生长过程中存在协同。根据猕猴桃新蔓和果实生长发育动态的分析, 建议在猕猴桃生产管理时, 在上年加强水肥管理的同时选择在 5 月中旬作为最佳施肥时期, 同时要求在果梢生长旺期加强根外追肥, 以满足蔓果的营养需求。

关键词:猕猴桃; 新蔓; 果实; 生长发育

中图分类号:S 663.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)21-0012-06

猕猴桃属猕猴桃科藤本植物(*Actinidia chinensis* Planch.), 是一种新兴的灌木性藤本落叶果树, 在我国分布很广, 也是 20 世纪野生果树人工驯化栽培最有成就的四大果种之一^[1]。猕猴桃原产我国, 是当今国内外公认的最佳营养保健水果之一, 其果实中富含糖、蛋白质、矿物质、氨基酸、维生素等多种营养成分, 特别是维生素 C 含量非常高, 是一般水果和蔬菜的几倍至几十倍。根、茎、叶、花、种子都有独到的用途, 果实性酸、甘、寒, 有调中理气、生津润燥、解热除烦之效, 其药用价值亦相当高, 特具“珍果”桂冠^[2-3]。至 2010 年, 全国种植面积为 10.68 万 hm^2 , 产量达 1 069 794 t, 其中贵州省种植面积

为 0.56 万 hm^2 , 产量达 12 716 t。

我国是猕猴桃主要原产地, 资源十分丰富, 全世界 66 个猕猴桃种中有 62 个原产于我国。而贵州省是我国猕猴桃分布中心之一, 贵州省就有 34 个种和种下分类群^[4]。猕猴桃也是贵州省主栽水果种类之一。贵州高原位于长江以南, 属亚热带季风湿润气候, 雨量充沛, 无霜期长, 立体气候明显, 因地形复杂而小气候区域众多, 全省山地、丘陵面积大, 微酸性土壤占多数, 优越的地理位置, 千姿百态, 纷繁复杂的地形地貌, 丰富的水资源与冬无严寒, 夏无酷暑的宜人气候, 使贵州这片土地, 成为特种生物繁衍的乐园^[5]。独特的气候条件和土壤条件为包括猕猴桃树在内的落叶果树生长提供了良好的条件。而在 20 世纪 90 年代后期, 随着农业产业结构的优化调整, 贵州省猕猴桃果业得到了迅猛发展, 但其生产仍存在品种结构不合理、良莠不齐和管理水平低下等

第一作者简介:金方伦(1964-), 男, 本科, 高级农艺师, 现主要从事果树研究等工作。E-mail:jfl2016@163.com.

收稿日期:2013-06-17

Abstract: Taking ‘Red Fuji’ apple trees that grafted onto SH_{40} seedling interstocks as materials, the effects of different seedling interstocks on the growth of tree, POD and SOD activity and total phenol content in leaves of ‘Red Fuji’ apple were studied. The results showed that the effects of different interstocks on the growth of tree were obvious, and ‘Red Fuji’ apple trees on No. 2 and No. 6 seedling interstocks showed a significant feature of dwarfing. Great differences of POD activities existed in leaves of different experimental materials and there was a significant negative correlation between POD activities and the growth potential of ‘Red Fuji’ apple trees grafted onto SH_{40} seedling interstocks before leaf abscission in fall, and there was a significant positive correlation between total phenol content and the potential of ‘Red Fuji’ apple trees.

Key words: SH_{40} seedling; interstocks; ‘Red Fuji’; POD; SOD; total phenol content