

# 苹果不同矮砧与其对应中间砧植株 POD IOD 酶活性的研究

徐继忠<sup>1</sup>, 史宝胜<sup>2</sup>, 马宝焜<sup>1</sup>, 郭润芳<sup>2</sup>, 李晓东<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 河北农业大学园艺学院, 保定 071001; <sup>2</sup> 河北农业大学林学院, 保定 071000)

**摘要:**研究了4种砧木5种中间砧红富士苹果叶片内POD、IOD酶活性的季节变化规律、不同中间砧对红富士苹果树体生长的影响以及中间砧红富士苹果不同部位的酶活性变化。结果表明,各砧木与中间砧红富士苹果叶片内POD、IOD酶活性的季节变化规律相似;砧木与其对应的中间砧红富士苹果叶片内的酶活性之间呈极显著的正相关;不同矮化程度砧木之间及不同中间砧红富士苹果之间的POD、IOD酶活性差异较大,并且酶活性大小与砧木的矮化程度密切相关,即半矮化砧木的酶活性低于矮化、极矮化砧木的酶活性;比较不同中间砧红富士苹果各部位的酶活性表明,不同中间砧POD的酶活性在枝条韧皮部中的差异较大,而IOD在叶片中的差异较大;在5月下旬和9月下旬,中间砧红富士苹果叶片内的POD、IOD酶活性与树体的生长势达显著负相关,因此利用POD、IOD酶活性预测嫁接树生长势的最佳时期应分别为5月下旬和9月下旬。

**关键词:**苹果;中间砧;POD;IOD;矮化

## Studies on the POD and IOD Activities of the Dwarfing Stocks and Red Fuji Apple Grafted on Corresponding Interstocks

XU Jizhong<sup>1</sup>, SHI Baosheng<sup>2</sup>, MA Baokun<sup>1</sup>, GUO Runfang<sup>2</sup>, LI Xiaodong<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> Horticultural Department of Hebei Agricultural University, Baoding 071001;

<sup>2</sup> Forest Department of Hebei Agricultural University, Baoding 071000)

**Abstract:** The seasonal changes of POD, IOD enzyme activities in the leaves of 4 dwarfing stocks and Red Fuji apple grafted on 5 interstocks and the POD and IOD activities at different positions of Red Fuji apple were studied. The results showed that the seasonal changes of POD and IOD activities in the leaves of 4 dwarfing stocks were similar to that of Red Fuji apple. The enzyme activities of stocks were closely correlated with those of Red Fuji apple grafted on corresponding interstocks and POD and IOD activities of semi-dwarfing stocks were lower than those of dwarfing and very dwarfing stocks. There were much more differences of POD activities in phloem and IOD activities in leaves among different interstocks. There was a significant negative correlation between POD and IOD activities and the growth potential of Red Fuji apple grafted on interstocks in the last ten days of May and September. The best time using POD and IOD activities to forecast the dwarfing ability of stocks was in the last ten days of May and September.

**Key words:** Apple; Interstock; POD; IOD; Dwarf

红富士苹果是目前我国苹果生产上的主栽品种,但其幼树生长旺、结果晚、果实着色不良已成为限制其发挥最大效益的主要因子。应用矮化中间砧

可以控制枝条生长、促进营养生长向生殖生长转化,从而实现早果、丰产、优质生产。不同砧木对地上部接穗生长势的影响很大,造成红富士苹果幼树的生

收稿日期:2001-01-15

基金项目:河北省科委(96220214D)及河北农业大学9816资助项目的部分内容

作者简介:徐继忠(1964-),河北滦南人,教授,博士生导师,主要从事果树生理和设施栽培的研究、教学。Tel:0312-2091555; E-mail:xjzh@heinfo.net

长、成花等能力的差异,因此,筛选适宜的矮化砧木非常必要。应用田间试验的方法鉴定砧木对接穗生长势的影响需要较长的时间。缩短鉴定时间,探索迅速准确的预选方法是研究者一直追求的目标。一些研究表明,气孔密度、根皮率、枝条电阻值等特性与砧木本身的矮化性有关。20世纪70年代后Cunningham、Schertz等发现POD酶活性与植株的矮化性有关<sup>[1,2]</sup>,随后在苹果、柑桔等树体上也相继报道POD、IOD酶活性与砧木的矮化性有关<sup>[3~5]</sup>,但这些研究所用试验材料是砧木实生苗,对嫁接树的研究相对较少。笔者以4种不同苹果砧木及对应的中间砧红富士苹果为试材,研究砧木对红富士苹果叶片和韧皮部POD、IOD酶活性的影响,为预选苹果矮化砧木提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于1998年5月至1999年11月,连续两年在石家庄市郊区大马林果场和井陘矿区天户峪村果园进行,大马林果场的试材为一年生砧木苗(基砧为西府海棠(*Malus micromalus* Mak)),砧木包括半矮化砧、矮化砧、极矮化砧3类,半矮化砧木为CX<sub>3</sub>,矮化砧木为SH<sub>40</sub>、M<sub>26</sub>,极矮化砧木为SH<sub>38</sub>。天户峪果园的试验材料为三年生中间砧嫁接树,中间砧段长度为20cm,类型分别为CX<sub>3</sub>、SH<sub>28</sub>(半矮化)、SH<sub>40</sub>、SH<sub>38</sub>、M<sub>26</sub>,基砧均为西府海棠,品种为长富2,树体

按细长纺锤形整形。试验采用随机区组设计,天户峪果园每一中间砧类型5株为1小区,重复4次。栽植时按苗木的干径、高度等进行局部控制。

### 1.2 测定方法

**1.2.1 取样** 叶片取材在6月下旬至10月中旬进行,从各处理组合中随机选择10株,取树冠外围同一高度、同一方向、发育健壮且充分展开的新梢中部叶片,每一砧木类型取30片,重复3次。用干净的纱布擦去叶片表面的尘土,立即置于液氮罐内带回实验室,置于-70℃超低温冰箱中待测。韧皮部的取样在9月下旬进行,分别取新梢、二年生、三年生枝条中部的韧皮部,其余方法同上。

**1.2.2 酶活性的测定方法** IOD酶活性参照张志良<sup>[6]</sup>、黄群声<sup>[7]</sup>的方法进行测定;POD酶活性的测定参照Omran<sup>[8]</sup>的方法。

**1.2.3 树体生长状况的调查方法** 1998、1999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1999年数据)。

## 2 结果与分析

### 2.1 中间砧对红富士苹果树体生长状况的影响

不同中间砧对红富士苹果树生长势的影响较大(表1),表现为SH<sub>38</sub>抑制树体生长且强度最大,在树高、新梢生长量方面均与以M<sub>26</sub>、SH<sub>28</sub>、SH<sub>40</sub>、CX<sub>3</sub>为中间砧的红富士苹果达到5%差异水平。

表1 不同中间砧对红富士苹果树体生长状况的影响<sup>1)</sup>

Table 1 Effects of different interstocks on the growth of Red Fuji

中间砧 Interstocks	新梢生长量 Shoot length(cm)	树高 Tree height(m)	干径 Trunk diameter(cm)	冠径(东西×南北) Diameter of canopy(m)
M <sub>26</sub>	125.70 a A	2.87 c BC	4.23 bc B	2.5 × 2.48
SH <sub>28</sub>	113.70 b B	3.08 b B	4.80 b B	2.63 × 2.46
SH <sub>40</sub>	116.80 b B	3.05 b B	4.39 bc B	2.49 × 2.44
SH <sub>38</sub>	103.90 c C	2.48 d C	4.11 c B	2.02 × 1.81
CX <sub>3</sub>	114.80 b B	3.48 a A	5.26 a A	1.91 × 2.13

<sup>1)</sup> 数字后大写(小写)字母表示SSR测验0.01(0.05)显著水平。下同 and 0.05 in SSR test, respectively. The same as below Capital letters and small letters indicate significant difference at P = 0.01

### 2.2 砧木和中间砧红富士苹果叶片内IOD酶活性比较

**2.2.1 不同砧木叶片内IOD酶活性的变化** 不同砧木叶片内IOD酶活性季节变化趋势基本相同(图1)。自5月下旬至10月中旬,砧木叶片IOD酶活性有两次迅速变化期,第1次在5月下旬至6月下

旬,此期酶活性急剧升高,而砧木正处于春梢缓长期,新梢的日生长量迅速降低;第2次在9月下旬至10月中旬,酶活性也有一定程度的升高,砧木进入秋梢缓长、停止生长期,此时砧木的新梢生长量极小。

比较同一时期各砧木的酶活性表明,5月下旬

各砧木的酶活性均较低,但砧木之间的差异较大,即半矮化砧木的 IOD 酶活性较低,矮化、极矮化砧木的酶活性较高,如 CX<sub>3</sub> 叶片内的 IOD 酶活性为 2058.41  $\mu\text{g IAA} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW} \cdot \text{h}^{-1}$ 、M<sub>26</sub> 的为 4298.30  $\mu\text{g IAA} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW} \cdot \text{h}^{-1}$ 、SH<sub>38</sub> 的为 4904.52  $\mu\text{g IAA} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW} \cdot \text{h}^{-1}$ 。这表明随砧木矮化程度的增强,砧木叶片的 IOD 酶活性升高;6 月 25 日之后,砧木间 IOD 的酶活性差异减小。

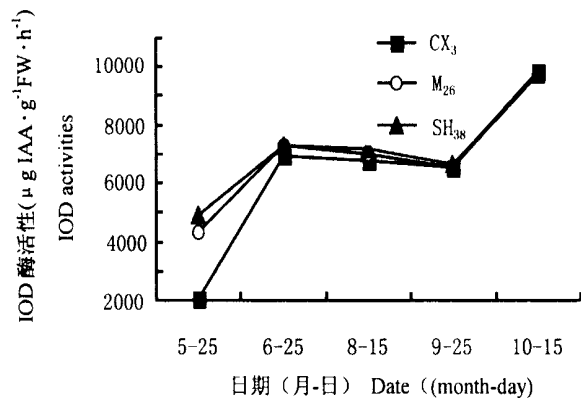


图 1 砧木 IOD 酶活性的季节变化

Fig. 1 Seasonal changes of IOD activities in different stocks

**2.2.2 不同中间砧红富士苹果叶片内 IOD 酶活性变化** 不同中间砧红富士苹果叶片 IOD 酶活性的季节变化与树体的生长节奏基本一致(图 2)。5 月下旬 IOD 酶活性较低,树体生长量较大;5 月下旬至 6 月下旬,叶片内的 IOD 酶活性迅速增加,树体生长量减小,中间砧红富士苹果进入春梢缓长期;6 月下旬左右,各中间砧红富士苹果叶片内的 IOD 酶活性出现高峰,而此时正处于春梢停长期。6 月下旬至 9 月下旬,IOD 酶活性稍有下降,此时正值中间砧红富士苹果秋梢旺盛生长期;9 月下旬至 10 月中旬,IOD 酶活性又迅速上升,树体进入秋梢缓长期;10 月中

旬左右叶片内的 IOD 酶活性达到最大值,此时中间砧红富士苹果新梢基本停止生长。

在 5 月下旬,不同中间砧对红富士苹果叶片内 IOD 酶活性的影响差异较大,如 CX<sub>3</sub> 中间砧红富士苹果叶片内的酶活性较低,而 SH<sub>38</sub> 的酶活性较高,这与中间砧的矮化程度一致。

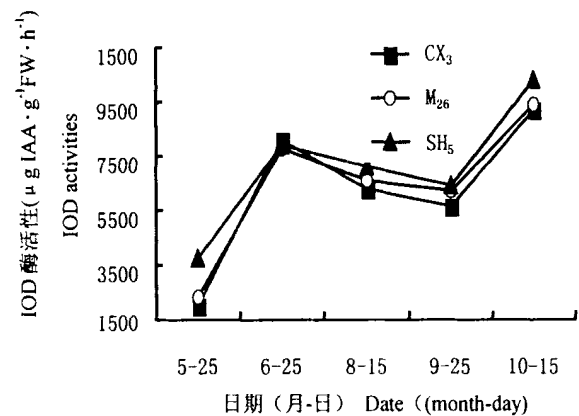


图 2 中间砧红富士叶片 IOD 活性的季节变化

Fig. 2 Seasonal changes of IOD activities in Red Fuji apple on interstocks

**2.2.3 砧木与中间砧红富士苹果叶片内 IOD 酶活性的相关分析** 将砧木和对应的中间砧红富士苹果叶片内 IOD 酶活性的季节变化作相关分析,结果表明:5 个时期 4 种砧木(CX<sub>3</sub>、M<sub>26</sub>、SH<sub>40</sub>、SH<sub>38</sub>)与其对应的中间砧红富士苹果叶片内的 IOD 酶活性呈极显著的正相关(相关系数分别为 0.958、0.967、0.996、0.975,均达到极显著水平)。表明中间砧可以影响红富士苹果叶片内的 IOD 酶活性。

从不同中间砧红富士苹果叶片内的 IOD 酶活性与新梢生长量、树高和干径的相关分析看出(表 2),9 月下旬 IOD 酶活性与树高和干径达到极显著负相关,表明此时是利用 IOD 酶活性预测中间砧红富士苹果生长势的最佳时期。

表 2 中间砧红富士苹果叶片内 IOD 活性与树体生长势的相关分析

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

生长势指标 Index of growth vigor	日期(月-日) Date (month-day) <sup>1)</sup>				
	05-25	06-25	08-15	09-25	10-15
新梢生长量 Shoot length	-0.70	-0.41	-0.34	-0.05	0.06
树高 Tree height	-0.93**	0.38	-0.66	-0.95**	-0.73
干径 Trunk diameter	-0.77	0.70	-0.63	-0.91**	-0.71

<sup>1)</sup> \*、\*\* 分别表示显著或极显著相关水平。下同  $T_{0.05} = 0.811$ ,  $T_{0.01} = 0.917$  (df = 4) \* and \*\* significant at  $p < 0.05$  and  $p < 0.01$  level, respectively. The same as below

### 2.3 砧木和中间砧红富士苹果叶片内 POD 酶活性的比较

**2.3.1 不同砧木叶片内 POD 酶活性的变化** 不同砧木的 POD 酶活性季节变化趋势基本一致(图 3), 均呈单峰曲线, 即在 6 月下旬出现一个酶活性高峰, 而此时砧木正处在春梢缓长期; 6 月下旬至 8 月中旬, 砧木 POD 酶活性急剧下降, 砧木 CX<sub>3</sub>、M<sub>26</sub>、SH<sub>38</sub> 的酶活性分别降低了 93.2%、92.1%、77.7%; 10 月中旬左右砧木叶片内的 POD 酶活性达到最低点。

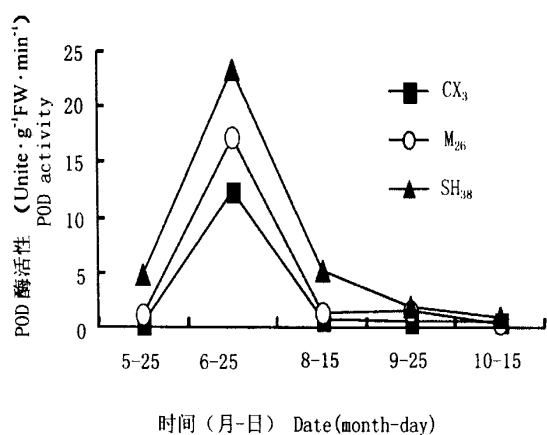


图 3 不同砧木叶片 POD 酶活性季节变化

Fig. 3 The seasonal changes of POD activities in different stocks

比较同一时期各砧木的酶活性表明: 在 6 月下旬, 各砧木的酶活性最高并且砧木之间的差异也较大。如: 半矮化砧木 CX<sub>3</sub> 的 POD 酶活性分别小于矮化砧木 M<sub>26</sub>、SH<sub>40</sub> 以及极矮化砧木 SH<sub>38</sub> 的 POD 酶活性, 与砧木的矮化程度一致。

**2.3.2 不同中间砧红富士苹果叶片内 POD 酶活性变化** 各中间砧红富士苹果叶片内的 POD 酶活性的季节变化也呈单峰曲线(图 4)。自 5 月下旬至 6 月下旬, 中间砧红富士苹果叶片内的 POD 酶活性迅速增加, 6 月下旬达到高峰, 此时正好是春梢缓长、停长期。6 月下旬至 9 月下旬 POD 酶活性急剧下降, 树体进入秋梢旺盛生长期; 9 月下旬以后 POD

酶活性变化较小。

从 5 种中间砧红富士苹果叶片内 POD 酶的季节变化还可看出, 6 月下旬各种中间砧红富士苹果叶片内的 POD 酶活性最高, 中间砧之间的酶活性差异较大, 酶活性随中间砧矮化程度的升高而降低。

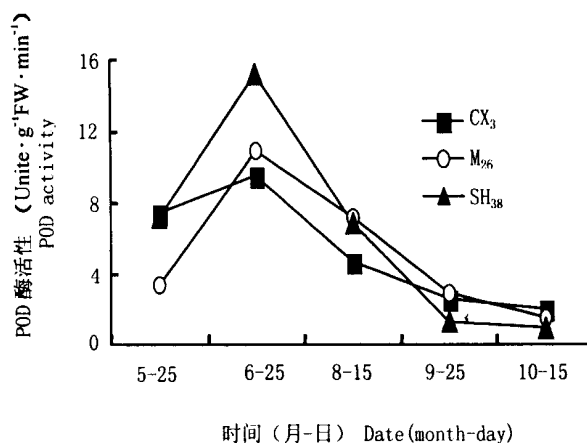


图 4 中间砧红富士叶片 POD 酶活性的季节变化

Fig. 4 Seasonal changes of POD activities in Red Fuji apple on different interstocks

**2.3.3 砧木与中间砧红富士苹果叶片内 POD 酶活性的相关分析** 以砧木和对应的中间砧红富士苹果叶片内 POD 酶活性的季节变化作相关分析, 结果表明, 5 个时期 4 种砧木 (CX<sub>3</sub>、M<sub>26</sub>、SH<sub>40</sub>、SH<sub>38</sub>) 与其对应的中间砧红富士苹果叶片内的 POD 酶活性呈显著的正相关, 相关系数分别为 0.947、0.852、0.919 和 0.942, 均达到极显著水平。表明砧木可以影响接穗的 POD 酶活性。

不同中间砧红富士苹果叶片内的 POD 酶活性与新梢生长量、树高和干径的相关分析表明(表 3), 在 5 月下旬、6 月下旬 POD 酶活性分别与新梢生长量和树高达到显著负相关, 表明此时的 POD 酶活性与嫁接树的生长势呈负相关, 所以这一时期为利用 POD 的酶活性预测嫁接树生长势的最佳时期; 到 10 月中旬 POD 酶活性与嫁接树的树高、干径呈正相关, 均达到显著水平, 其原因有待进一步研究。

表 3 中间砧红富士苹果叶片内 POD 活性与树体生长势的相关分析

Table 3 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(月-日) Date (month-day)				
	05-25	06-25	08-15	09-25	10-15
新梢生长量 Shoot length(cm)	-0.89*	0.38	0.69	-0.12	0.08
树高 Tree height(m)	-0.76	-0.82*	-0.70	0.50	0.86*
干径 Trunk diameter(cm)	-0.53	-0.65	-0.78	0.44	0.84*

## 2.4 不同中间砧红富士苹果不同部位的酶活性比较

**2.4.1 叶片与不同年龄段枝条韧皮部 POD 酶活性的比较** 结果表明,中间砧红富士苹果叶片的 POD 酶活性低于枝条韧皮部的酶活性(表 4);随枝龄的增加,枝条韧皮部酶活性升高;由新梢到三年生枝条韧皮部,矮化程度不同的中间砧材料的 POD 酶活性之间的差值逐渐变大,如:以半矮化砧 CX<sub>3</sub>、矮化砧 M<sub>26</sub>为中间砧的叶片、新梢、二年生、三年生韧皮部酶活性的差值分别为 0.34 unite·g<sup>-1</sup> F W·min<sup>-1</sup>、4.09 unite·g<sup>-1</sup> F W·min<sup>-1</sup>、3.36 unite·g<sup>-1</sup> F W·min<sup>-1</sup>、7.08

unite·g<sup>-1</sup> F W·min<sup>-1</sup>,因此,在比较不同中间砧红富士苹果 POD 酶活性时最好以韧皮部为试材。

**2.4.2 中间砧红富士苹果不同部位的 IOD 酶活性比较** 表 4 表明,不同中间砧红富士苹果叶片之间酶活性的差值大于韧皮部的差值,如:SH<sub>38</sub>中间砧红富士苹果叶片的酶活性分别比 M<sub>26</sub>、CX<sub>3</sub>的酶活性高 836.97μgIAA·g<sup>-1</sup> F W·h<sup>-1</sup>、946.49μgIAA·g<sup>-1</sup> F W·h<sup>-1</sup>,远大于各韧皮部的差异,如新梢韧皮部间差值为 54.76μgIAA·g<sup>-1</sup> F W·h<sup>-1</sup>、79.79μgIAA·g<sup>-1</sup> F W·h<sup>-1</sup>。因此,在比较不同中间砧红富士苹果 IOD 酶活性时最好以叶片为试材。

表 4 同一时期中间砧红富士苹果不同部位的 POD、IOD 活性比较[POD unite·g<sup>-1</sup> F W·min<sup>-1</sup>; IOD μgIAA·g<sup>-1</sup> F W·h<sup>-1</sup>]

Table 4 The comparison of POD, IOD activities on different position of Red Fuji

酶 Enzyme	中间砧 Interstock	叶片 Leaves	韧皮部 Phloem		
			新梢 Shoots	二年生枝 Two years branch	三年生枝 Three years branch
POD	CX <sub>3</sub>	2.51 a A	15.58 c C	18.58 c C	20.20 c C
	M <sub>26</sub>	2.85 a A	19.67 ab AB	21.94 b BC	27.28 b B
	SH <sub>38</sub>	1.33 b B	20.79 a A	38.74 a A	41.27 a A
IOD	CX <sub>3</sub>	5624.16 c C	6299.21 ab AB	6371.18 c B	6488.51 bc BC
	M <sub>26</sub>	5733.67 b B	6324.24 a AB	6425.93 b AB	6598.02 ab AB
	SH <sub>38</sub>	6570.64 a A	6379.00 a A	6418.11 a AB	6578.47 ab AB

## 3 讨论

POD、IOD 广泛存在于植物体内,其活性大小直接影响 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、IOD 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。本试验中,同一时期不同砧木的 POD 酶活性随砧木的矮化程度增大而提高,半矮化砧木 CX<sub>3</sub> 的酶活性最低;极矮化砧木 SH<sub>38</sub> 的酶活性最高;矮化砧木 M<sub>26</sub> 介于二者之间。这可能因为 POD 具有氧化 CTK 和 IAA 以及加速植物组织木质化的作用。高水平 POD 的强氧化作用可以使刺激植物生长的 CTK 和 IAA 浓度下降,生长趋于缓和;同时使木质化程度加大,从而导致植株的矮化。POD 不仅与砧木本身的矮化程度有关,嫁接后,POD 活性与嫁接树的树体生长状况也密切相关;同时,砧木与中间砧嫁接树的 POD 酶活性存在显著的相关性。欧毅等以不同砧木的锦橙为试材,测定叶片中的 POD 酶活性,发现叶片 POD 活性与树高、干粗、节间长短及树冠体积等生长势指标呈负相关<sup>[9]</sup>。这同样也证明 POD 活性与嫁接树树体的大

小有明显的相关性。同时在本试验中,砧木与中间砧红富士苹果 IOD 酶活性也存在与 POD 类似情况。这说明中间砧通过影响嫁接植株 POD、IOD 酶活性的大小,从而抑制了树体生长、使树体矮化;同时也表明砧木叶片内 POD、IOD 的酶活性可以作为矮化砧木的预选指标。

矮化中间砧树矮化的主要原因是由于中间砧的存在,中间砧处于地上部与根系的交界处,它起着地上部与根系物质交流的重要作用,因此其理化性质直接影响嫁接树的生长发育。Lockad 和 Schneideri 认为由枝条梢尖和幼叶合成的 IAA 是向根系传递的信号,主要由韧皮部和形成层向基部移动,但是它在皮部会遇到一些酶类和其他物质,如 POD、IOD、酚类物质等而使 IAA 降解或失活,IAA 到达根系的多少可影响根系的生长和代谢,包括根系内 CTK 的合成,CTK 合成的数量及向上输送反映了到达根系的 IAA 的量,CTK 到达新梢也影响 IAA 的合成及运输,并影响新梢的生长<sup>[5]</sup>。在本试验中应用不同中间砧可使嫁接品种 POD、IOD 的酶活性表现出较大的差异,矮化、极矮化中间砧地上部(叶片、韧皮部)的酶活性较高,氧化 IAA 的能力较强,再加上中

间砧段本身较高的酶活性,使最终到达根系的 IAA 的量较少,使根系合成的 CTK 减少,从而影响地上部的生长,最终使树体表现矮化;而半矮化中间砧的酶活性较低,氧化能力较弱,到达根系 IAA 的量较多,根系合成的 CTK 增多,从而使树体的生长势较强。

#### References :

- [1] Cunningham B A. Peroxidase activity in near-isogenic height lines of triticale. *J. Hered.* 1975, 66: 151 - 154.
- [2] Schertz K F. Peroxidase regulation by the 3-dwarf locus in sorghum. *J. Hered.* 1971, 62: 235 - 238.
- [3] Hu G Q, et al. Using isoperoxidase in leaves to identify citrus stocks dwarfing ability. *Science Technology of Tropical Crops*, 1992, (1): 15 - 17. (in Chinese)  
胡国谦,等. 利用叶片过氧化物酶同工酶鉴定柑桔砧木资源矮化性能. *热带作物科技*, 1992, (1): 15 - 17.
- [4] Zhao J L, et al. Using peroxides for preparatory selecting of apple dwarf stock. *Shaanxi Agricultural Science*, 1991, (3): 21 - 22. (in Chinese)  
赵家禄,等. 用过氧化物酶预选苹果矮化砧木的研究. *陕西农业科学*, 1991, (3): 21 - 22.
- [5] Lockard R G, et al. Stock and scion growth relationships and the dwarfing mechanism in apple. *Hort. Revi.* 1981, 3: 315 - 354.
- [6] Zhang Z L. *The Guide of Plant Physiological Experiment*. Beijing: Higher Education Press, 1990: 210 - 213. (in Chinese)  
张志良. *植物生理学实验指导*. 北京: 高等教育出版社, 1990: 210 - 213.
- [7] Huang Q S. Improved process in the measurement method of IAA-oxidase. *Plant Physiology Communications*, 1996, 32 (4): 283 - 284. (in Chinese)  
黄群声. 对吲哚乙酸氧化酶活性测定方法中某些步骤的改进. *植物生理学通报*, 1996, 32 (4): 283 - 284.
- [8] Omran R G. Peroxidase in leaves and the activities of catalase, peroxidase and indoleacetic acid oxidase during and after chilling cucumber seedings. *Plant Physiol.* 1980, 65: 407 - 408.
- [9] Ou Y, et al. Studies on the relationship between peroxidase activity in leaves of Jincheng orange grafted on different rootstocks and its growth and fruit-setting. *Journal of Yunnan Agricultural University*, 1994, 9 (1): 23 - 27. (in Chinese)  
欧毅,等. 不同砧木锦橙叶片过氧化物酶活性与植株生长结果的关系. *云南农业大学学报*, 1994, 9 (1): 23 - 27.

政策咨询 企业知音 营养指南 生活益友  
欢迎订阅 欢迎投稿

## 《中国食物与营养》杂志

《中国食物与营养》是由国家食物与营养咨询委员会主办的综合性刊物。本刊立足于农业、食物、营养领域的结合,及时报道国家新出台的食物与营养方针、政策、法规、标准;刊登食物生产、食物消费、食品工业、食物营养等方面的发展动态和科技成果;刊登广大科技人员、行业管理人员、企业和普遍读者关心的重要信息等。主要栏目有:专家论坛、食物资源与开发、食品工业、膳食指南、营养与保健、绿色食品、新技术新产品、每期焦点、企业风采等。

《中国食物与营养》国内外公开发行,双月刊,大16开本,每期64页,每期定价6元,全年36元。本刊编辑部常年办理订阅业务,可滚动订阅,跨季度订阅。国际标准刊号:ISSN1006-9577,国内统一刊号:CN11-3716/TS;邮发代号:18-249。广告经营许可证:京海工商广字第0201号。

地 址:北京海淀区中关村南大街12号

联系电话:010-68919761

传 真:010-68975262

E - mail:LZQiang@263.net