

# 泡桐丛枝病的抗性与维生素 C 关系的研究\*

巨关升 王 蕤 周银莲 阮大津

关键词 VC、VC 氧化酶、抗性、泡桐、丛枝病

VC(又名抗坏血酸)对人体的防病抗病作用早已被人们所认识,但迄今对其功能的了解还在不断的深入。大量实验表明,VC 作为一种天然抗氧化剂在增强机体免疫功能及在抗逆境、解毒等方面,都显示出其在生物体内的重要作用。VC 普遍存在于植物体中,直接参与氧化还原过程<sup>[1]</sup>,逆转胁迫环境对组织的影响<sup>[2~4]</sup>。曾有人报道过 VC 含量与水稻抗病性的关系<sup>[5]</sup>。

在对泡桐丛枝病(MLO)发生与泡桐抗病品种筛选的研究中,分别对不同品种及同一品种健、病株相应部位叶片的 VC 含量及 VC 氧化酶(VCO)活性进行了对比分析,以期对泡桐丛枝发生的机理做进一步的探讨并找出抗病性的测定指标。

## 1 材料与方 法

1990~1992 年分别取北京、河南民权及山东兖州泡桐品种比较圃里的多个品种,对其根插苗、定植林的植株作品种间的对比测定。又逐期采取在北京中国林科院内已定植的、树龄与生长境地一致的兰考桐(*P. elongata* S. Y. Hu)、楸叶桐(*P. catalpifolia* Gong Tong),取其新生萌条上一定层次的叶片及健、病株的叶片作对比测定。VC 含量的测定用 2,6-二氯酚法, VCO 活性的测定按波钦诺克的方法<sup>[6]</sup>。

## 2 结果及分析

### 2.1 VC 含量的差异

2.1.1 不同品种叶片 VC 含量及其与抗病性关系 1991 年 7 月 19 日从兖州林科所泡桐品种对比圃中采取多品种的叶片,冷冻带回北京,测定其中 VC 含量,结果如表 1。从中可见,不同品种泡桐的叶片中 VC 含量差异很明显。由于生物体中 VC 容易被破坏,应随采样随测定。随着冷冻时间的延长,VC 测值明显降低,但品种间含量的差异趋势则是一致的。

经过对兖州林科所泡桐定植林发病情况的多年调查,得出自然状况下泡桐各个品种多年的累计发病率(材料由兖州林科所提供),可以认为它代表了各品种的抗病性。把各品种发病率与其 VC 含量相对照(见表 2),从对比结果来看,VC 含量与丛枝病的发生有一定的内在联系。毛泡桐 C161 中 VC 含量最高,而目前实践中也认为 C161 的抗丛枝病的能力是最强的。兰考桐 C136 的发病率在这几个品种中最高,其叶片中 VC 含量也表现为最低。

1994—11—18 收稿,1996—04—10 收修改稿。

巨关升助理研究员,王蕤,周银莲,阮大津(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091)。

\* 本文系 1988~1992 年中国林科院院基金课题“泡桐、杨树优良性状早期鉴定的生理生化基础研究”的一部分。

表 1 不同品种泡桐叶片中 VC 的含量 (单位: mg/g)

品 种	代 号	VC 含量
毛泡桐	C161	0.812 5
毛泡桐	C83-44	0.350 0
白花桐	C84-84-1	0.280 0
台湾桐	C238	0.237 0
兰考桐	C137	0.237 0
兰考桐	C125	0.200 0
楸叶桐	C85-034	0.167 0
毛 × 白	C493	0.075 0
兰考桐	C163	0.075 0

注:①毛泡桐(*P. tomentosa* (Thunb.) Steud.), 白花桐(*P. fortunei* (Seem.) Hemsl.), 台湾桐(*P. kawakami* Ito), 毛 × 白(*P. tomentosa* (Thunb.) Steud. × *fortunei* (Seem.) Hemsl.); ②树龄为 1 年生苗。

表 2 各泡桐品种叶片 VC 含量与自然鉴定发病情况的对比

项 目	兰考桐 C136	楸叶桐 C83-034	兰考桐 C137	白花桐 C84-84-1	台湾桐 C238	毛泡桐 C83-44	毛泡桐 C161
VC 含量(mg/g)	0.075 0	0.167 0	0.237 0	0.280 0	0.237 0	0.350 0	0.812 5
发病率(%)	95.7	88.9	69.7	44.0	18.2	-	0

2.1.2 病、健株 VC 含量的比较 取在中国林科院内定植的兰考桐健、病株萌条上一定层次的叶片, 分别测定其 VC 含量, 结果见表 3。从中可见, 健株叶片中 VC 含量远高于病株叶片中 VC 含量, 其中在病株上未显病态的叶片 VC 含量就已急剧下降, 而呈现病态的大、中、小叶片中的 VC 含量则进一步降低。

## 2.2 VCO 活性的对比

2.2.1 不同品种之间的对比 于生长旺季采中国林科院苗圃中抗病性不同的 3 个品种的泡桐根插苗叶片, 测定其 VCO 活性。结果见表 4。从中可见, 被列为抗病性最强的 C161, VCO 活性最低, 而抗病性极差的 C136, VCO 活性则最高, 约为 C161 的 3 倍。

2.2.2 健、病株的对比 分别于不同时间测定中国林科院内生长的成年的楸叶桐、兰考桐病株及健株上叶片的 VCO 活性, 结果见表 5、6。

表 3 兰考桐健、病株上叶片 VC 含量的比较 (单位: mg/g)

取材部位	1991- 08- 29	1992- 06- 27
健株上健叶	0.75	0.45
病株上健叶	0.50	0.20
病株上病叶	0.25	0.20
病株上病叶	0.25	0.15
病株上病叶	-	0.10

表 4 不同抗性泡桐品种叶片 VCO 活性对比 (单位:  $\mu\text{g}/(\text{gFw} \cdot \text{min})$ )

品种样号	C161	C125	C136
VCO 活性	3.50	4.30	10.25

表 5 楸叶桐健、病株叶片 VCO 活性对比 (单位:  $\mu\text{g}/(\text{gFw} \cdot \text{min})$ )

试 样	1990- 08- 06	1990- 08- 23	1991- 07- 25
健株上健叶	1.00	0.5	1.34
病株上健叶	-	-	4.09
病株上病叶	3.03	1.00	8.19

表 6 兰考桐健、病株叶片 VCO 活性的对比  
(单位:  $\mu\text{g}/(\text{gFw} \cdot \text{min})$ )

试 样	1991-08-15	1990-08-21	1991-06-23
健株上健叶	1.85	1.88	2.00
病株上健叶	3.12	-	3.50
病株上病叶	3.44	3.31	3.75

从表 5、6 可见, 两个品种在不同年份和不同季节, 病株 VCO 的活性均较健株的 VCO 活性高。即使在病株上未显病态的叶片, 其 VCO 活性也高于健株的。可见在形态上有所表现之前, 其能量和物质的转变早已通过酶系统而开始进行了。

通过对大量材料反复实验, 探得 VC 含量及 VCO 活性与泡桐丛枝的发生或泡桐对丛枝病的抗性的关系是: 抗性较强的品种, VC 含量高于易感品种; 同一品种的健株叶片中 VC 含量也明显地比病株叶片中 VC 含量高; 即使在病株上未表现病态的叶片, 其 VC 含量也呈急剧下降趋势。VCO 活性的表现则相反, 抗性强的品种 VCO 活性较低, 健株叶片的 VCO 活性低于病株叶片 VCO 活性。

根据 VC 在植物体内的重要作用和上述实验得到的差异明显的对比结果, 可以认为 VC 含量及 VCO 活性的测定, 能够作为筛选抗丛枝病品种的一项应用指标。

### 3 讨 论

随着对生物体研究的进展, 人们认识到植物在逆境胁迫下, 氧化代谢失调, 产生活性氧自由基, 使组织受到伤害。同时发现植物体内的天然抗氧化剂和超氧化物歧化酶等可以清除自由基, 而 VC 这一抗氧化剂便直接参与了对自由基的清除<sup>[3, 4, 7, 8]</sup>。

泡桐丛枝的发生乃是受逆境损伤(生物及非生物的)后导致酶系统的变化和内源调节物质——激素(细胞分裂素/生长素)比例平衡失调, 使得组织分化、器官形成失控而出现的形态上的异常生长<sup>[9~11]</sup>。

作者在以往的研究中, 曾先后证明了泡桐的过氧化物酶、IAA 氧化酶、VC 氧化酶的活性都是病株的高于健株的<sup>[9]</sup>, 而脱氢酶的活性却是健株的高于病株的<sup>[12]</sup>。以此看来, 氧化酶活性的增强与脱氢酶的失活, 使脱氢抗坏血酸不能被还原而处于氧化态, 从而不能作为氢的供体, 也就不能发挥对 IAA 氧化酶的抑制作用<sup>[11]</sup>。

另外也有报道<sup>[13, 14]</sup>, 激动素在延缓衰老的同时, 使得 VC 和谷胱甘酐(GSH, 一种抗氧化剂)的含量以及 SOD 等的酶活性下降。这说明细胞分裂素在抗逆境反应中也是要通过活性氧的代谢而起作用的。但是, 细胞分裂素又如何影响了防护系统中的抗氧化剂的含量以及清除活性氧化酶(如 SOD 等)的活性, 是值得进一步追踪的。

再就泡桐丛枝病的发生和发展来看, 既因生长地区而异, 也和树种有关。若再结合泡桐的抗逆反应和活性氧代谢去探索, 便可以开阔对有关问题的认识领域, 并有助于寻找合理的防治措施。

### 参 考 文 献

- 1 北京农业大学主编. 植物生物化学. 北京: 农业出版社, 1963. 195 ~ 237.
- 2 Oertli J J(熊孔明译). 外源维生素对植物生长和发育的调节作用. 生物科学动态, 1989. 3, 29 ~ 36.
- 3 陶大立, 靳月华, 高均成. 越冬针叶的有机自由基及自由基的清除剂. 林业科学, 1992, 28(3): 194 ~ 197.
- 4 王仁雷, 华春. 叶绿体中活性氧的产生与清除. 植物杂志, 1992, (6): 29 ~ 31.
- 5 Vidhgasakaran P. Ascoric acid and disease resistance. in: *Physiol. of Disease Resistance in Plants*. CRC Press Inc., 1988. 33 ~ 37.

- 6 波钦诺克 X H (荆家海等译). 植物生物化学分析方法. 北京: 科学出版社, 1981, 209 ~ 262.
- 7 Hossain M A, Asada K. Inactivation of Ascorbate peroxidase in spinach chloroplasts on Dark addition of Hydrogen peroxide: Its Protection by Ascorbate. *Plant & Cell Physiol*, 1984, 25(7): 1285 ~ 1295.
- 8 Larson R A. Review Article Number 30: The antioxidants of higher plants. *Phytochemistry*, 1989, 27(4): 969 ~ 978.
- 9 王蕤, 王守宗, 孙秀琴. 激素对泡桐丛枝发生的影响. *林业科学*, 1981, (3): 280 ~ 286.
- 10 Fric F. Oxidative enzyme. in: *Encyclopedia of plant physiology New Ser.* 4. Springer-Verlag, 1976. 624 ~ 625.
- 11 Pegg G f. Endogenous auxin in healthy and diseased plants. in: *Encyclopedia of Plant Physiology New Ser.* 4. 1976. 574 ~ 575.
- 12 孙秀琴, 王蕤. TTC 法测定脱氢酶活性在泡桐丛枝病研究中的应用. *林业科技通讯*, 1983, (7): 6 ~ 7.
- 13 陈少裕. 植物谷胱甘酞的生理作用及其意义. *植物生理学通讯*. 1993, (3): 210 ~ 214.
- 14 余小平, 王晓明, 杨建雄, 等. 激动素对韭菜叶片衰老的影响与活性氧代谢的关系. *西北植物学报*, 1992, 12(4): 282 ~ 286.

## Study on the Relationship between the Content of Vitamin C and Resistance of *Paulownia* spp. to Witches Broom

*Ju Guansheng Wang Rui Zhou Yinlian Ruan Dajin*

**Abstract** During 1990 ~ 1992, the content of VC and the activity of VC oxidase (VCO) in different varieties of *Paulownia* spp. were tested. It shows that the VC content and the activity of VCO are obviously different in leaves of the resistant and susceptible varieties. In those varieties which show resistance to witches broom, its VC content is higher, and the activity of VCO is lower, on the contrary for the susceptible varieties, the VC content is lower and the activity of VCO is higher. Besides, significant difference can also be seen between healthy and diseased plants of the same varieties, the VC content is higher and the activity of VCO is lower in the healthy plant than those in the diseased plant. It is suggested that VC plays an important role in the resistance to witches Broom of *Paulownia* spp.

**Key words** VC, VC oxidase, resistance, *Paulownia*, witches broom

---

Ju Guansheng, Assistant Professor, Wang Rui, Zhou Yinlian, Ruan Dajin (The Research Institute of Forestry, CAF Beijing 100091).