

# 葡萄品种生长势差异的相关机制研究

张永福, 任 祺, 莫丽玲, 董翠莲, 韩 丽, 吴锦香

(昆明学院 农学院, 云南 昆明 650214)

**摘 要:**以 6 个生长势各异的葡萄品种为试材, 采用石蜡切片法, 观察了各品种的叶片横切结构, 并分别测定了 6 份供试材料叶片各生理指标的差异, 以揭示葡萄品种生长势差异的相关机制。结果表明: 各供试材料的叶片横切结构及生理指标均表现出一定的差异。其中, 弱生长势品种“维拉莎”和“京秀”新梢生长速率慢、生物量积累少; 在叶片横切结构上这 2 个品种表现出中脉厚度小、叶脉突起度小、栅栏组织与海绵组织的比值大等特征, 且与强生长势品种之间的差异达到显著性水平, 符合弱生长势品种的解剖学特征; 此外, “维拉莎”和“京秀”的叶片可溶性糖含量、淀粉含量、游离脯氨酸含量和过氧化物酶(POD)活性均显著高于其它品种, 而净光合速率和蒸腾速率则显著低于其它品种, 这些也符合弱生长势品种的生理特征。

**关键词:**葡萄; 生长势; 横切结构; 生理特征; 机制

**中图分类号:**S 663.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)02-0001-05

葡萄为世界著名的大宗果树, 其栽培面积广, 经济效益高, 对世界经济发展起着重要的作用。葡萄为落叶藤本果树, 其树体不存在乔化或矮化的问题, 但生长势的强弱问题一直是其产业发展所面临的重要问题。生长势强的品种由于营养生长过旺, 常对正常的开花结果造成不良影响, 且强生长势品种需要花费大量的劳动力来摘除顶芽和抹去腋芽; 而弱生长势品种由于营养生长过弱, 会导致病虫害滋生, 果实品质变差, 影响其正常生产, 严重时甚至会导致树体的死亡, 难以取得稳定的经济效应。基于此, 需要对导致葡萄品种生长势差异的原因进行深入的分析, 以便能够更好地调控生长势。目前, 在其它非藤本果树上, 有大量关于生长势强弱的相关性状及机制的报道, 如在苹果<sup>[1-2]</sup>、梨<sup>[3]</sup>、樱桃<sup>[4-5]</sup>、柑橘<sup>[6]</sup>和荔枝<sup>[7]</sup>等木本果树上均有报道, 且通过使用矮化砧来对乔化品种进行生长势改良也取得了良好的效果。

但在葡萄研究上, 一直没能实现品种生长势的有效调控, 对导致其生长势差异的相关机制的研究在国内外均鲜见相关报道。鉴于此, 通过长期的栽培经验和认真观察, 以 6 个生长势差异明显的品种为试验材料, 首先观察记录各品种新梢的生长速率和生物量的积累情况, 明确各品种间生长势的差异是客观存在的, 然后深入分

析强生长势品种与弱生长势品种之间叶片解剖结构、生理生化特征的差异, 进一步验证其生长势强弱的相关特性, 并初步解释其生长势差异的相关机制。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试 6 个葡萄品种分别为生长势较强的“早黑蜜”(Vitis vinifera ‘Zaoheimi’) 和“红地球”(V. vinifera ‘Red globe’), 生长势中等的“玫瑰蜜”(V. vinifera × V. labrusca ‘Meiguimi’) 和“水晶”(V. vinifera × V. labrusca ‘Shuijing’), 生长势较弱的“维拉莎”(V. vinifera ‘Weilasha’) 和“京秀”(V. vinifera ‘Jingxiu’).

### 1.2 试验方法

取 1.5 年生各品种的扦插苗种植于直径 30 cm、高 40 cm 的白色塑料盆中, 采用水肥一体化管理, 栽培基质为本地红壤、泥炭、珍珠岩, 其体积比为 2 : 2 : 1, 每周每盆浇 1 次 Hoagland’s 营养液, 每次每盆浇 1 L。

生理指标的测定采样时间为 2013 年 6—8 月, 每月取样 1 次, 样品为成熟、健壮、无病虫害的叶片, 每次采样各重复 3 次。叶片解剖结构观察的采样时间为 2013 年 7 月中旬, 样品为充分成熟、健壮、无病虫害的叶片。

### 1.3 项目测定

新梢长度用卷尺直接测量; 生物量分别在定植时用精度为 0.01 g 的电子天平称量 1 次, 到发芽后的第 120 天时再称量 1 次; 叶片石蜡切片的方法为取叶片中间部分, 连中脉一起剪成 1.0 cm × 0.5 cm 的小块, 经 FAA 固定 48 h 后, 梯度酒精脱水, 番红-固绿双重染色, 二甲苯

**第一作者简介:**张永福(1981-), 男, 云南弥勒人, 博士, 副教授, 研究方向为植物遗传育种。E-mail:123017360@qq.com.

**基金项目:**云南省教育厅科学研究基金资助项目(2012Z097); 昆明学院引进人才科研资助项目(YJL11030, YJL12002)。

**收稿日期:**2014-09-09

透明,常规石蜡制片法包埋及切片,纯二甲苯脱蜡,中性树脂封藏,Olympus 光学显微镜观察;可溶性糖含量用苯酚比色法测定,可溶性蛋白质含量用考马斯亮蓝 G-250 显色法测定,游离脯氨酸含量用甲苯萃取法测定,淀粉含量用碘-碘化钾比色法测定<sup>[8]</sup>。光合速率和蒸腾速率用 LI-6400XT 型便携式光合作用仪测定。

#### 1.4 数据分析

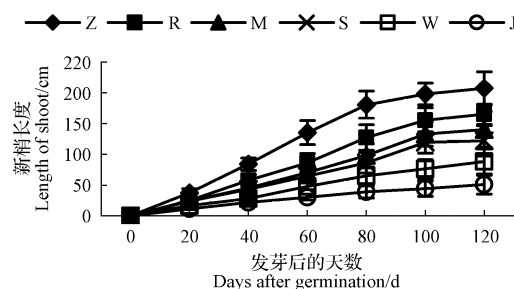
选用 Olympus DP 系统进行显微摄影和 OLYSIA BioReport 软件进行测量,所有数据均采用 SPSS 11.5 软件进行 Duncan 氏新复级差检测( $P<0.05$ )和 Excel 2003 制作折线和柱状图。每个品种的每项解剖特征测量 50 个数据。

## 2 结果与分析

### 2.1 枝梢生长速率及生物量积累的差异

枝梢的生长速率和生物量积累情况是植物生长势

强弱的直接表现。从图 1 可以看出,6 个供试品种的枝梢生长速率各异,其中生长最快的是“早黑蜜”,其次是“红地球”,然后依次是“玫瑰蜜”、“水晶”、“维拉莎”和“京秀”。“早黑蜜”从发芽开始一直到第 80 天,枝梢长度一直呈线性增长,随后进入缓慢生长阶段,到发芽后的第 120 天时,新梢长度超过 200 cm。生长速率最慢的“京秀”品种在整个试验阶段,新梢均处于缓慢生长的状态,到发芽后的第 120 天时,新梢长度仅 50 cm。在定植时,除“京秀”的生物量显著低于其余 5 个品种外,“早黑蜜”、“红地球”、“玫瑰蜜”、“水晶”和“维拉莎”品种之间均没有差异显著性。到发芽后的第 120 天时,“早黑蜜”的生物量显著高于“玫瑰蜜”、“水晶”、“维拉莎”和“京秀”,但与“红地球”的差异不显著,“维拉莎”和“京秀”的生物量则显著低于其余 4 个品种,其中“京秀”又显著低于“维拉莎”。



注:Z.“早黑蜜”;R.“红地球”;M.“玫瑰蜜”;S.“水晶”;W.“维拉莎”;J.“京秀”。以下同。  
Note:Z. ‘Zaoheimi’;R. ‘Red globe’;M. ‘Meiguimi’;S. ‘Shuijing’;W. ‘Weilasha’;J. ‘Jingxiu’. The same below.

图 1 枝梢生长速率及生长量积累的比较

Fig. 1 Comparison of the growth rate of shoot and biomass accumulation

### 2.2 叶片横切结构的差异

葡萄供试品种之间叶片的横切结构基本一致(表 1、图 6)。异面叶,表皮一层细胞,上表皮比下表皮厚;栅栏组织窄于海绵组织或二者基本相等;叶脉由上下表皮、厚角组织、薄壁组织及维管组织构成,维管组织发达,木质部和韧皮部分化明显。除上述共同的特征外,不同品种间差异明显,主要表现为:“维拉莎”和“京秀”主脉厚度小,

叶脉突起度小,其中二者相比较“京秀”显著小于“维拉莎”,且这 2 个品种的栅栏组织与海绵组织厚度的比值在 1 以上,说明二者的栅栏组织在整个叶片横切面中占的比例较大。此外,“早黑蜜”的中脉,“红地球”的叶脉突起度,“水晶”的叶片厚度、上下表皮厚度、栅栏组织及海绵组织厚度均显著大于其它品种。可见,弱生长势的品种叶片主脉较小,输导组织相对不发达,栅栏组织所占比例大。

表 1 叶片横切结构比较

Table 1 Comparison of leaf transverse structure

品种 Cultivars	中脉厚度 Midvein thickness / $\mu\text{m}$	叶片厚度 Leaf thickness / $\mu\text{m}$	上表皮厚度 Upper epidermis thickness/ $\mu\text{m}$	下表皮厚度 Lower epidermis thickness/ $\mu\text{m}$	栅栏组织厚度 Palisade tissue thickness/ $\mu\text{m}$	海绵组织厚度 Spongy tissue thickness/ $\mu\text{m}$	叶脉突起度 VDP	栅栏组织厚度/ 海绵组织厚度 P/S
“早黑蜜”‘Zaoheimi’	572.73a	132.80b	13.65c	11.46b	51.15b	58.38b	4.31	0.88
“红地球”‘Red globe’	519.32b	90.60d	14.61bc	8.84c	34.28d	41.08d	5.73	0.83
“玫瑰蜜”‘Meiguimi’	536.27b	93.48d	13.51c	6.98d	33.63d	45.84cd	5.74	0.73
“水晶”‘Shuijing’	542.46b	161.25a	16.63a	13.18a	55.94a	71.75a	3.36	0.78
“维拉莎”‘Weilasha’	397.58c	129.08b	15.60ab	13.03a	50.11b	49.63c	3.08	1.08
“京秀”‘Jingxiu’	319.25d	108.13c	13.93c	8.22cd	44.08c	43.92d	2.95	1.00

注:表中同列不同小写字母表示通过 Duncan 氏新复级差检验差异显著( $P<0.05$ );叶脉突起度=中脉横切面厚度/叶片横切面厚度。

Note: Different lowercase letters in the same column show significant differences according to Duncan's multiple range test ( $P<0.05$ ). The vein protuberant degree = midvein thickness/leaf thickness.

### 2.3 叶片可溶性糖含量和淀粉含量的差异

从图2可以看出,6个葡萄品种的可溶性糖含量和淀粉含量均具有一定的差异显著性。“维拉莎”和“京秀”品种叶片的可溶性糖含量显著高于其它品种,“玫瑰蜜”则显著低于其它品种,而“早黑蜜”、“红地球”和“水晶”之间则没有显著性差异。“京秀”的淀粉含量最高,“维拉莎”次之,然后是“玫瑰蜜”,三者差异显著,而含量最低的是“早黑蜜”,与其余5个品种的差异显著。

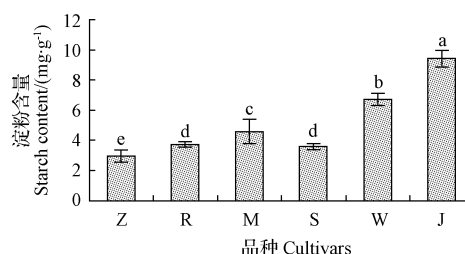
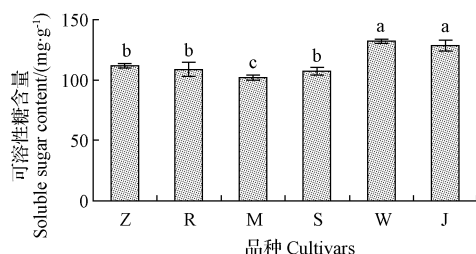


图2 叶片可溶性糖和淀粉含量的比较

Fig. 2 Comparison of the contents of soluble sugar and starch of leaf

### 2.4 叶片可溶性蛋白质含量和游离脯氨酸含量的差异

从图3可以看出,“早黑蜜”和“玫瑰蜜”品种叶片的可溶性蛋白质含量较高,除与“红地球”无差异显著性外,显著高于其余3个品种,而“水晶”则最低,但与“京秀”无差异显著性。“京秀”叶片的游离脯氨酸含量最高,“维拉莎”次之,二者差异显著且显著高于其余4个品种,而“早黑蜜”游离脯氨酸含量则最低,除与“红地球”无差异显著性外,显著低于其余4个品种。

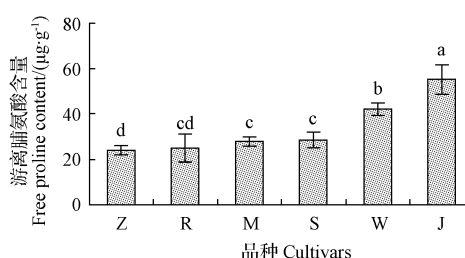
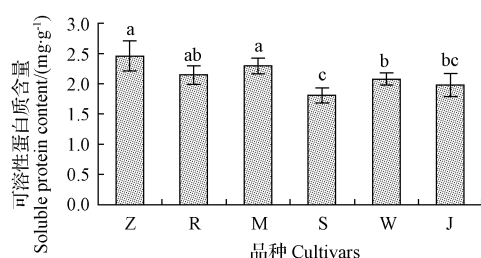


图3 叶片可溶性蛋白质和游离脯氨酸含量的比较

Fig. 3 Comparison of the contents of soluble protein and free proline of leaf

### 2.5 叶片超氧化物歧化酶(SOD)活性和过氧化物酶(POD)活性的差异

SOD和POD是植物体内重要的抗氧化酶,其活性的高低预示着植物处于何种生理状态。从图4可以看出,“红地球”叶片SOD活性显著高于“玫瑰蜜”、“水晶”和“维拉莎”,而这4个品种与“早黑蜜”和“京秀”均无差异显著性。“维拉莎”和“京秀”叶片的POD活性显著高于其余4个品种,而其余4个品种叶片的POD活性仅为“维拉莎”和“京秀”2个品种的1/4左右,“红地球”和“玫瑰蜜”的POD活性显著低于“早黑蜜”,而与“水晶”的差异不显著。

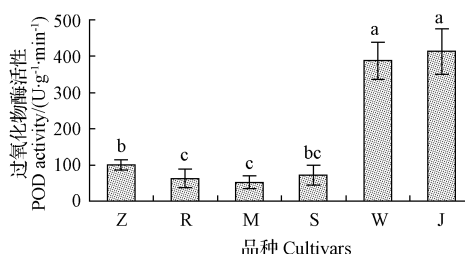
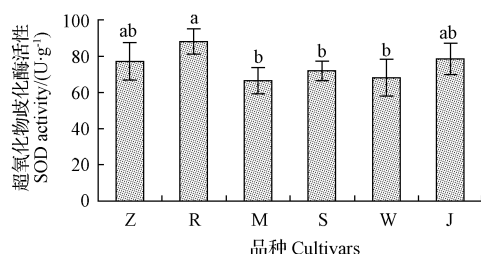


图4 叶片超氧化物歧化酶和过氧化物酶活性的比较

Fig. 4 Comparison of the activities of SOD and POD of leaf

### 2.6 净光合速率和蒸腾速率的差异

植物的蒸腾作用和光合作用是吸收水分和无机营养并制造有机物的生理过程,其速率的快慢与植物的生

长和生物量的积累密切相关。从图5可以看出,“早黑蜜”的净光合速率最高,“红地球”次之,二者差异不显著,但“早黑蜜”显著高于其余4个品种,“维拉莎”和“京秀”



则显著低于其余4个品种。“早黑蜜”和“红地球”的蒸腾速率显著高于“玫瑰蜜”、“维拉莎”和“京秀”，而与“水晶”

之间无差异显著性，“维拉莎”和“京秀”的蒸腾速率则显著低于其余4个品种。

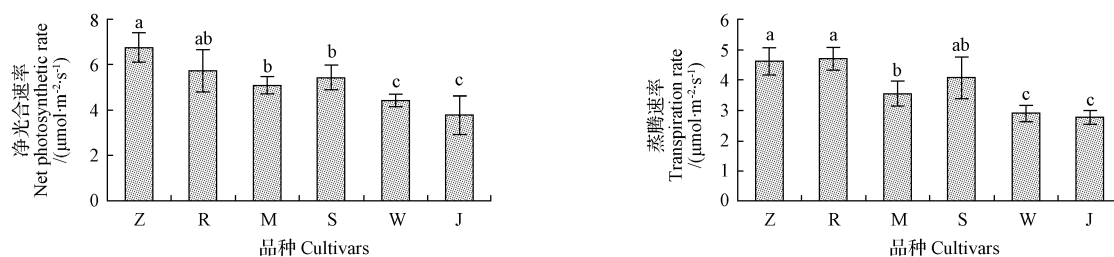
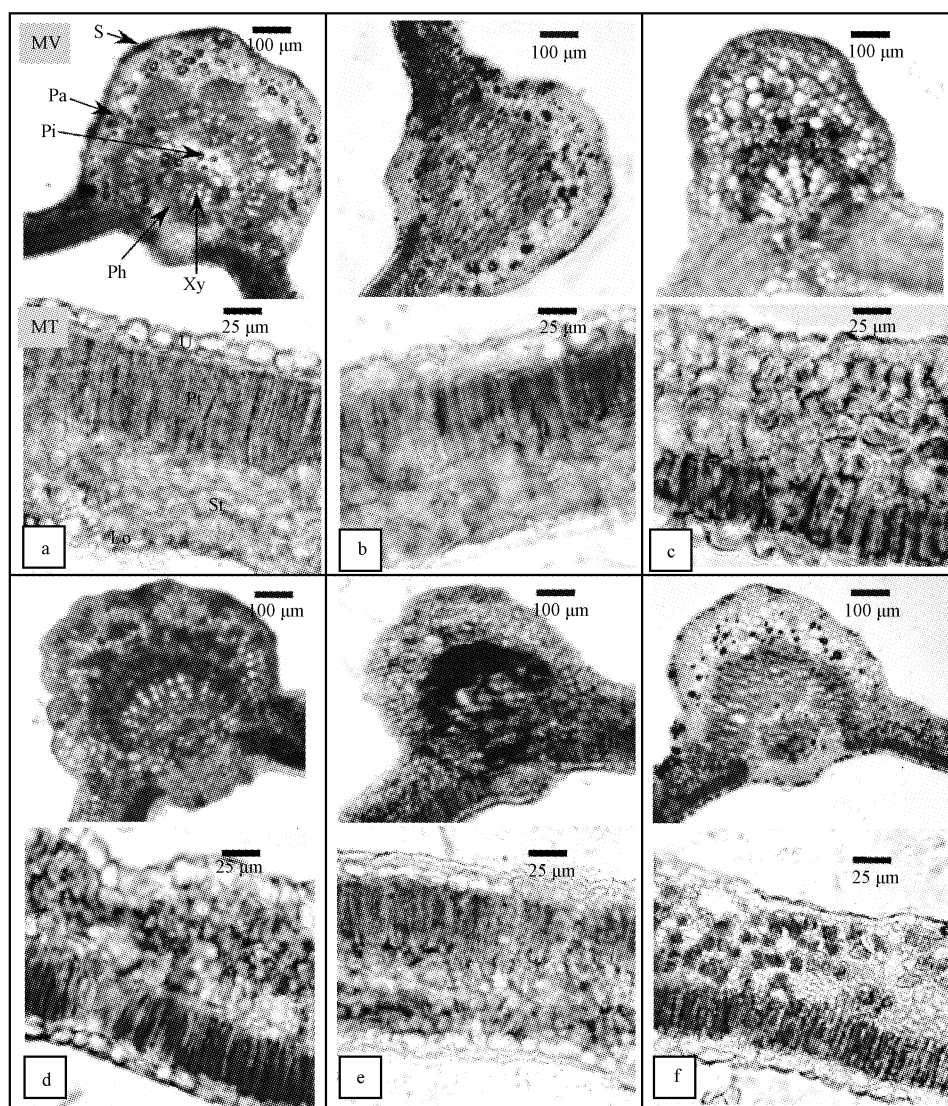


图5 净光合速率和蒸腾速率的比较

Fig. 5 Comparison of net photosynthetic rate and transpiration rate of leaf



注: MV. 中脉; MT. 叶肉组织。a. “早黑蜜”; b. “红地球”; c. “玫瑰蜜”; d. “水晶”; e. “维拉莎”; f. “京秀”。Pi. 髓; Xy. 木质部; Ph. 韧皮部; S. 厚壁组织; Pa. 薄壁组织; U. 上表皮; Pt. 栅栏组织; St. 海绵组织; Lo. 下表皮。

Note: MV. Midvein; MT. Mesophyll tissue. a. ‘Zaoheimi’; b. ‘Red globe’; c. ‘Meiguimi’; d. ‘Shuijing’; e. ‘Weilasha’; f. ‘Jingxiu’. Pi. Pith; Xy. Xylem; Ph. Phloem; S. Sclerenchyma; Pa. Parenchyma; U. Upper epidermis; Pt. Palisade tissue; St. Spongy tissue; Lo. Lower epidermis.

图6 叶片横切结构

Fig. 6 Leaf transection structure

### 3 讨论与结论

目前,对果树生长势强弱的相关性状及机制研究最多的果树是苹果,其次是梨、柑橘,乃至荔枝等,而在葡萄上还鲜有报道。对苹果<sup>[9]</sup>、核桃<sup>[10]</sup>和荔枝<sup>[7]</sup>等叶片解剖结构的研究发现,栅栏组织与海绵组织厚度的比值与生长势呈显著负相关。葡萄品种“维拉莎”和“京秀”的栅栏组织与海绵组织厚度的比值最大,叶脉突起度最小,符合弱生长势果树的叶解剖特征,而其余4个品种均不具备这种特征。

一般认为,生长势弱的品种由于较少的营养生长使其树体积累了更多的有机营养,并外运形成较多的花芽,这是丰产的基础。生长季晚秋矮砧苹果树体内氨态氮、糖和淀粉的含量均高于乔化砧树<sup>[11]</sup>。此外,荔枝矮化品种叶片的可溶性糖、淀粉和可溶性蛋白质含量显著高于乔化品种<sup>[12]</sup>。该研究也发现,葡萄弱生长势品种“维拉莎”、“京秀”叶片积累的可溶性糖、淀粉、游离脯氨酸含量均高于强生长势品种,可溶性蛋白质含量也较高,但差异不显著。

气孔是植物用于进行蒸腾作用、呼吸作用和光合作用的重要通道,大量研究发现,弱生长势品种的气孔密度低于强树势品种<sup>[7]</sup>,一定程度上抑制了蒸腾作用、呼吸作用和光合作用。因此,弱生长势品种的光合及蒸腾速率均低于强生长势品种,与该研究结果一致。此外,在苹果<sup>[13]</sup>、桃<sup>[14]</sup>、核桃<sup>[16]</sup>和荔枝<sup>[7]</sup>等果树上也均发现,POD活性与树体生长势呈显著负相关。原因是POD同IAA氧化酶一样可以氧化IAA,使其失去生理活性,同时加速了木质化进程,使细胞停止生长,从而抑制树体的生长<sup>[19]</sup>。该研究结果也表明,弱生长势葡萄品种“维

拉莎”和“京秀”的叶片POD活性显著强于其它品种,而SOD活性与生长势的强弱关系不大。

#### 参考文献

- [1] 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.
- [2] Tworowski T, Miller S. Rootstock effect on growth of apple scions with different growth habits[J]. Science Horticulture,2007,111:335-343.
- [3] 徐颖,曹后男,宗成文,等. 不同生长势梨种植矮化预选指标的比较研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(3):1256-1257.
- [4] Michael S W. Sweet cherry orchard management and dwarfing rootstocks in Germany[C]//International Dwarf Fruit Tree Association Annual Conference,2000:20-22.
- [5] 王宏伟,张连忠,王嘉艳. 甜樱桃矮化砧木矮化机理解剖学研究[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2004,35(2):298-300.
- [6] Muhammad S, Dodd P B, Lubna S. Anatomical studies of stems, roots and leaves of selected citrus rootstock varieties in relation to their vigour[J]. Journal of Horticulture and Forestry,2010,2(4):87-94.
- [7] 张永福,卢博彬,潘丽佳,等. 荔枝矮化品种的相关机制研究[J]. 果树学报,2011,28(4):624-629.
- [8] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2009.
- [9] 赵同生,陈东玫,赵永波,等. 苹果矮化砧木叶片解剖结构研究[J]. 河北农业科学,2010,14(10):22-23.
- [10] 张志华,刘新彩,刘彦红,等. 核桃叶片解剖结构与生长势的关系[J]. 华北农学报,2007,22(2):129-132.
- [11] 刘国荣,陈海江,徐继忠,等. 矮化中间砧对红富士苹果果实内淀粉含量及其相关酶活性的影响[J]. 北方园艺,2007(4):43-45.
- [12] 张永福. 荔枝龙眼种质资源的矮化和抗寒特性及机理研究[D]. 广州:华南农业大学,2011.
- [13] 魏晓雯,郭静,王菲,等. 不同矮化砧木叶片酶活性与内源激素含量的差异[J]. 北方园艺,2013(14):15-18.
- [14] 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):353-356.
- [15] 张志华,刘新彩,王红霞. 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.

## Study on Related Mechanisms of Growth Potential Differences in Grape Cultivars

ZHANG Yong-fu, REN Zhen, MO Li-ling, DONG Cui-lian, HAN Li, WU Jin-xiang  
(School of Agriculture, Kunming University, Kunming, Yunnan 650214)

**Abstract:** Taking six grapes with different growth potential as materials, leaf anatomical structures among them were observed by paraffin, and the differences were measured for the physiological indexes of leaf with six test materials, in order to reveal related mechanisms of growth potential differences in grape cultivars. The results showed that leaf transection structures, the indexes of physiological and biochemical among six accessions had significant differences. Among them, the weak growth potential cultivars (‘Weilasha’ and ‘Jingxiu’) showed slower growth of new shoots and less biomass accumulation. In leaf transection structures, the two cultivars showed small midvein thickness and vein protuberant degree, high the ratio of palisade tissue/spongy tissue. With strong growth potential differences between cultivars reached significant levels, and the traits could explain its dwarfing character. In addition, leaf soluble sugar content, starch content, free proline content and POD activity of ‘Weilasha’ and ‘Jingxiu’ were significantly higher than other cultivars, whereas net photosynthetic rate and transpiration rate were significantly lower than other cultivars, which were also in line with the cultivars of weak growth potential physiological characteristics.

**Keywords:** grape; growth potential; transaction structure; physiological characteristics; mechanisms