

# 贵州葡萄属野生种光合特性的研究

潘学军<sup>1,3</sup>, 李德燕<sup>1,3</sup>, 张文娥<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>贵州大学喀斯特山地果树资源研究所, 贵阳 550025 <sup>2</sup>贵州大学农学院, 贵阳 550025;

<sup>3</sup>贵州省果树工程技术研究中心, 贵阳 550025)

**摘要:** 为掌握野生葡萄种间和种内不同单株间的光合特性差异, 利用 Li6400 便携式光合测定系统测定了 7 种野生葡萄 25 个单株的光合参数。结果表明: 野生葡萄种间光合特性差异明显, 美丽葡萄净光合速率最高, 其次是刺葡萄, 腺枝葡萄的净光合速率最低。野生葡萄种内不同单株间的光合指标多样性丰富, 单株间光合特性差异最大的是葛藟葡萄; 种内不同单株间原产地气候条件相似, 其光合特性差异较小, 而原产地气候差异大的单株光合特性差异也大; 野生葡萄的光合速率调控机制多样, 非气孔因素调控在野生葡萄种群内非常普遍。

**关键词:** 贵州; 野生葡萄; 光合特性

## Photosynthesis Characteristics of Wild *Vitis* Species Native in Guizhou Province

PAN Xue-jun<sup>1,3</sup>, LI De-yan<sup>1,3</sup>, ZHANG Wen-e<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Research Institute for Fruit Resource of Karst Mountain Region, Guizhou University, Guiyang 550025 <sup>2</sup>Agriculture College of Guizhou University, Guizhou 550025 <sup>3</sup>Guizhou Engineering Research Center for Fruit Crops, Guiyang 550025)

**Abstract** In order to acquire the difference among *Vitis* species and individuals, the photosynthetic parameters of twenty-five lines in seven species were measured using Li6400 portable photosynthesis system. The results showed that photosynthesis characteristics was significantly different among wild *Vitis* species, Pn of *Vitis bellula* was the highest, the second was *V. davidii* and *V. adenoclada* was the lowest. The diversity of photosynthesis indexes among different wild *Vitis* individuals was abundant. The difference among individuals of *V. flexuosa* was the biggest. If the climates of origin were similar, the photosynthesis characteristics were alike. If the climates of origin were significantly different, the photosynthesis characteristics were significantly different. The regulation mechanism of Pn was diverse, and the non-stomatal regulation factors were universal in wild *Vitis*.

**Key words** Guizhou; Wild *Vitis*; Photosynthesis characteristics

中国是世界葡萄属植物的重要起源地, 野生葡萄种质资源非常丰富<sup>[1]</sup>, 为葡萄新品种选育奠定了坚实的材料基础。贵州是野生葡萄资源分布较为集中的地区, 利用野生资源的前提是充分掌握其生理基础与遗传特性, 而光合生理是众多生理代谢活动中最为重要的一种, 是构成作物产量和品质的决定性因素。目前, 关于葡萄光合特性研究涉及到砧穗组合葡萄光合特性<sup>[2]</sup>、逆境光合生理<sup>[3-6]</sup>及设施葡

萄光合生理<sup>[7]</sup>等多个方面, 并对光合生理的调控机制<sup>[8-9]</sup>进行了探讨。育种学家对野生葡萄资源的分类<sup>[10]</sup>、抗逆性<sup>[11-13]</sup>及抗逆基因的克隆与遗传转化<sup>[14]</sup>等方面进行较多研究, 取得了丰硕的成果, 但对野生葡萄资源的光合特性研究只有零星报道<sup>[15-17]</sup>, 迄今未见关于中国野生葡萄原产种间光合特性差异方面的报道。本研究以贵州主栽葡萄品种水晶为对照, 研究了原产中国贵州的 7 种野生葡萄

收稿日期: 2010-05-11 修回日期: 2010-09-15

基金项目: 贵州省省长基金项目 [黔省合字 (2006) 10]; 贵州省果树学科科技创新人才团队建设项目 [黔科合人才团队 (2008) 88007]; 贵州省果树工程技术研究中心建设项目 [黔科合农 G 字 (2007) 4001]

作者简介: 潘学军, 博士, 副教授, 主要从事果树种质资源与生物技术育种。E-mail: pxjun2050@yahoo.com.cn

25个单株间的光合特性,以期探明不同野生葡萄种间和种内不同单株间的光合特性差异,为葡萄资源的进一步利用奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试材为2005-2006年在贵州境内收集并保存成活的野生葡萄7种25个单株(表1),对照为欧美杂种水晶(Crystal)。试验在贵州大学葡萄种质资源圃进行,该区属中亚热带季风湿润气候,年均气温15℃,年均降水量1197mm,年日照1278h左右,年相对湿度76.9%,无霜期270d左右。

### 1.2 试验方法

试验于2007年8月中旬进行,选取植株中部7~9节位发育正常、生长基本一致且无病虫害的葡萄南向叶片,用Li-6400便携式光合测定仪在9:00~10:00测定净光合速率(Pn)、蒸腾速率(Tr)、气孔导度(Gs)、胞间CO<sub>2</sub>浓度(Ci),按公式WUE=Pn/Tr计算瞬时水分利用效率。采用开放式气路测定,测定时外界光强为1000~1200μmol/m<sup>2</sup>·s,种内同一单株测量3条当年生枝条,每枝条测定3片叶片为1次重复,取其平均值作为单株光合指标;以种内各单株光合指标的算术平均值表示该野生种的光合指标。

### 1.3 数据处理与作图

利用DPS统计分析软件进行数据分析,绘图采用Microsoft Excel 2003完成。

## 2 结果与分析

### 2.1 贵州野生葡萄属植物光合特性的种间差异

由图1可以看出,葡萄种间光合参数差异明显,在葡萄属7个野生种中,美丽葡萄的净光合速率最高,为17.30μmolCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·s,腺枝葡萄的最低,仅为11.82μmolCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·s。与对照相比,美丽葡萄、刺葡萄和绵毛葡萄的净光合速率高于水晶,而毛葡萄、葛藟葡萄、网脉葡萄和腺枝葡萄的净光合速率低于水晶。胞间CO<sub>2</sub>浓度则是刺葡萄最高,为303.22μmolCO<sub>2</sub>/mol,绵毛葡萄和葛藟葡萄的也高于栽培品种水晶,而美丽葡萄、毛葡萄、网脉葡萄和腺枝葡萄的胞间CO<sub>2</sub>浓度比水晶低,其中网脉葡萄最低,仅为221.73μmolCO<sub>2</sub>/mol。蒸腾速率和气孔导度均是刺葡萄最高,分别为6.42mmolH<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>·s和0.43molH<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>·s,网脉葡萄最低,分别为3.45mmolH<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>·s和0.19molH<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>·s。被测种间

蒸腾速率的大小顺序为刺葡萄>绵毛葡萄>美丽葡萄>葛藟葡萄>毛葡萄=水晶>腺枝葡萄>网脉葡萄;气孔导度的大小顺序为刺葡萄>水晶>美丽葡萄>绵毛葡萄>葛藟葡萄>毛葡萄>腺枝葡萄>网脉葡萄。而网脉葡萄的瞬间水分利用效率最高,达3.70μmolCO<sub>2</sub>/mmol·H<sub>2</sub>O,葛藟葡萄的最低,仅为2.53μmolCO<sub>2</sub>/mmol·H<sub>2</sub>O。由此可见,美丽葡萄、刺葡萄的净光合速率、胞间CO<sub>2</sub>浓度、蒸腾速率和气孔导度均较高,但其瞬间水分利用率却显著低于网脉葡萄;而网脉葡萄的胞间CO<sub>2</sub>浓度、蒸腾速率和气孔导度均为最低,但净光合作用却高于腺枝葡萄,其水分利用效率为7种之最。说明野生葡萄光合速率既受气孔导度的限制,如美丽葡萄和刺葡萄气孔导度较大,净光合速率也较高,而网脉葡萄气孔导度较低,净光合速率也较低;又受非气孔因素的限制,如刺葡萄的气孔导度明显高于绵毛葡萄的,但二者净光合速率却无明显差异。

### 2.2 贵州葡萄属野生种种内不同单株光合特性的差异

野生葡萄不仅种间光合参数差异明显,而且种内不同单株间光合特性多样性丰富。由表1可见,同种不同单株间若原产地气候和生境条件差异不大,则单株间光合特性差异也较小,如美丽葡萄茂兰-3-1和茂兰-3-2,腺枝葡萄的小七孔-4和小七孔-5及刺葡萄的3个单株间各个光合指标差异均不大。同种不同单株间若原产地气候差异明显,则单株间光合特性差异也较大,如原产于贵州花江地区和遵义习水的葛藟葡萄花江-6和习水-4,由于两地分别为干热河谷和低热河谷地带,这两个单株的净光合速率比其他3个单株高出1.77~2.21倍,它们的气孔导度大,蒸腾速率高,水分利用率低;而其他3个单株的气孔导度和蒸腾速率均较低,水分利用率也不高。另外,产地差异不大的同种不同单株间净光合速率受气孔调节的程度不同,如网脉葡萄东坡-11与其他几个单株相比,它与东坡-9的净光合速率差异不大,比东坡-9低3.76μmolCO<sub>2</sub>/mol,但东坡-11的气孔导度仅为东坡-9的23.53%,由此可见在9:00~10:00东坡-11的净光合速率非气孔调节较为明显,而其他单株则是气孔因素和非气孔因素的综合效果。与欧美杂种水晶相比,野生葡萄中网脉葡萄、腺枝葡萄中多数单株的净光合速率小于或与对照的基本相当,少数单株(网脉葡萄中东坡-9和腺枝葡萄小七孔-4)略高于水晶;而美丽葡萄、刺葡萄

和绵毛葡萄的净光合速率均高于水晶, 但方差分析表明多数单株与对照间并无明显差异。葛藟葡萄由于

产地气候差异大, 光合特性差异也较大, 习水-4和花江-6明显高于水晶, 其他 3 个单株明显低于水晶。

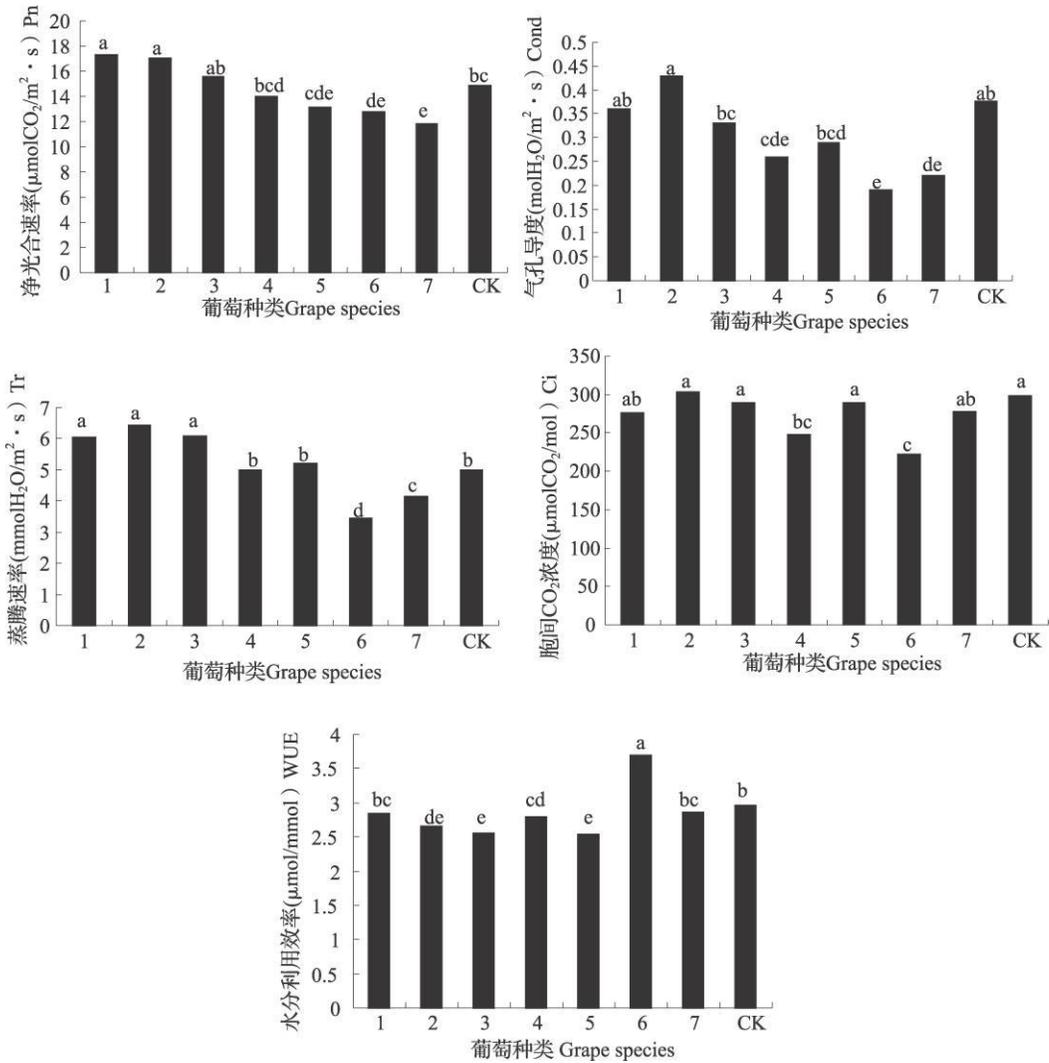


图 1 不同葡萄属野生种光合参数的种间差异

Fig 1 The difference of photosynthetic parameters in wild *Vitis* species

1: 美丽葡萄; 2 刺葡萄; 3 绵毛葡萄; 4: 毛葡萄; 5 葛藟葡萄; 6 网脉葡萄; 7 腺枝葡萄; CK: 水晶

图中小写字母代表  $P < 0.05$  水平上的差异, 下同

1 *Vitis belhki*; 2 *V. davidii*; 3 *V. rotundifolia*; 4 *V. quinquangulata*; 5 *V. flexuosa*; 6 *V. wilsonae*; 7 *V. adonclada*; CK: *Crystal*

The small letters represent significant differences at level of 0.05. The same as below

### 3 讨论

近年来, 研究光合效率的种间(品种)差异已受到育种学家的普遍关注<sup>[18-19]</sup>, 寻找高光合效率的种、品种是提高作物产量的有效途径。中国野生葡萄资源不仅抗逆性强, 而且光合特性多样性丰富。选择具有高光合效率的野生葡萄作亲本, 为培育高产、优质、抗病的新品种提供可行之路<sup>[15-16]</sup>。研究表明, 野生葡萄光合特性多样性首先归因于野生葡萄种类的多样性。不同种类之间野生葡萄光合特性

差异较大。在供试的 7 个野生种群中, 美丽葡萄的净光合速率最大, 其次是刺葡萄, 腺枝葡萄的最小。刺葡萄的胞间  $\text{CO}_2$  浓度、蒸腾速率和气孔导度均为最高, 而网脉葡萄的均为最低。说明净光合速率、气孔导度和蒸腾速率并非一对一对等关系, 不同葡萄种类的光合速率调控机制并非完全相同。同种不同单株之间光合指标变化规律不同, 种内单株间光合差异的主导因素可能是单株原产地的气候差异, 如葛藟葡萄中的各单株间光合特性的差异, 推断与原产地气候条件的差异有关。原产于干热河谷的花

表 1 野生葡萄种内不同单株间光合参数的差异

Table 1 The difference of photosynthetic parameters among individuals of wild *Vitis* species

种类 Species	单株 Individual	净光合速率 ( $\mu\text{molCO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ) Pn	气孔导度 ( $\text{molH}_2\text{O}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ) Cond	蒸腾速率 ( $\text{mmolH}_2\text{O}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ) Tr	胞间 $\text{CO}_2$ 浓度 ( $\mu\text{molCO}_2/\text{mol}$ ) Ci	水分瞬间利用率 ( $\mu\text{molCO}_2/\text{mmolH}_2\text{O}$ ) WUE
网脉葡萄	东坡-1	11.60 <sup>ghi</sup>	0.23 <sup>fg</sup>	5.05 <sup>e</sup>	257.00 <sup>efgh</sup>	2.30 <sup>kl</sup>
<i>V. wilsonae</i>	东坡-9	16.93 <sup>abc</sup>	0.34 <sup>bcd</sup>	3.17 <sup>ln</sup>	227.67 <sup>jk</sup>	5.34 <sup>b</sup>
	东坡-10	10.20 <sup>ghij</sup>	0.12 <sup>hi</sup>	3.16 <sup>ln</sup>	237.00 <sup>hijk</sup>	3.23 <sup>defg</sup>
	东坡-11	13.17 <sup>def</sup>	0.08 <sup>i</sup>	1.94 <sup>n</sup>	105.13 <sup>l</sup>	6.79 <sup>a</sup>
	东坡-23	10.50 <sup>ghij</sup>	0.18 <sup>gh</sup>	3.88 <sup>ij</sup>	265.33 <sup>defg</sup>	2.71 <sup>hijk</sup>
	东坡-28	14.83 <sup>cde</sup>	0.25 <sup>efg</sup>	3.27 <sup>ln</sup>	211.67 <sup>k</sup>	4.53 <sup>c</sup>
	西山-39	10.20 <sup>ghij</sup>	0.12 <sup>hi</sup>	2.92 <sup>m</sup>	229.33 <sup>ijk</sup>	3.49 <sup>de</sup>
	西山-42	14.80 <sup>cde</sup>	0.19 <sup>gh</sup>	4.21 <sup>h</sup>	240.67 <sup>ghij</sup>	3.51 <sup>de</sup>
腺枝葡萄	锦屏-1	11.40 <sup>ghij</sup>	0.18 <sup>gh</sup>	3.46 <sup>kl</sup>	281.00 <sup>cde</sup>	3.29 <sup>def</sup>
<i>V. adenoclada</i>	茂兰-11	9.70 <sup>hij</sup>	0.17 <sup>gh</sup>	3.29 <sup>ln</sup>	288.33 <sup>abcd</sup>	2.95 <sup>fghi</sup>
	樊净山-5	12.00 <sup>efgh</sup>	0.25 <sup>efg</sup>	4.49 <sup>fgh</sup>	298.67 <sup>abc</sup>	2.67 <sup>ijk</sup>
	小七孔-4	15.43 <sup>cd</sup>	0.21 <sup>fg</sup>	4.64 <sup>efgh</sup>	245.33 <sup>ghij</sup>	3.33 <sup>def</sup>
	小七孔-5	13.00 <sup>defg</sup>	0.28 <sup>def</sup>	4.85 <sup>ef</sup>	256.33 <sup>efghi</sup>	2.68 <sup>hijk</sup>
美丽葡萄	茂兰-3-1	18.43 <sup>ab</sup>	0.42 <sup>ab</sup>	6.55 <sup>b</sup>	289.33 <sup>abcd</sup>	2.81 <sup>ghij</sup>
<i>V. belhuka</i>	茂兰-3-2	16.30 <sup>abc</sup>	0.41 <sup>abc</sup>	6.93 <sup>b</sup>	290.00 <sup>abcd</sup>	2.35 <sup>kl</sup>
	茂兰-17	17.17 <sup>abc</sup>	0.25 <sup>efg</sup>	4.69 <sup>efg</sup>	249.00 <sup>ghij</sup>	3.66 <sup>d</sup>
葛藟葡萄	小七孔-3	8.56 <sup>j</sup>	0.19 <sup>gh</sup>	3.37 <sup>kn</sup>	267.33 <sup>defg</sup>	2.54 <sup>ijk</sup>
<i>V. flexuosa</i>	习水-4	19.00 <sup>a</sup>	0.45 <sup>a</sup>	7.55 <sup>a</sup>	287.00 <sup>bed</sup>	2.52 <sup>ijk</sup>
	花江-6	18.80 <sup>a</sup>	0.42 <sup>ab</sup>	6.98 <sup>b</sup>	313.00 <sup>ab</sup>	2.69 <sup>hijk</sup>
	茂兰-5	8.89 <sup>ij</sup>	0.22 <sup>fg</sup>	4.36 <sup>gh</sup>	306.00 <sup>abc</sup>	2.04 <sup>l</sup>
	茂兰-15	10.60 <sup>ghij</sup>	0.17 <sup>gh</sup>	3.80 <sup>ijk</sup>	270.33 <sup>def</sup>	2.79 <sup>ghij</sup>
刺葡萄	翁昂-7	17.17 <sup>abc</sup>	0.44 <sup>a</sup>	6.66 <sup>b</sup>	302.33 <sup>abc</sup>	2.58 <sup>ijk</sup>
<i>V. davidii</i>	翁昂-9	15.60 <sup>bcd</sup>	0.46 <sup>a</sup>	6.75 <sup>b</sup>	315.00 <sup>a</sup>	2.31 <sup>kl</sup>
	翁昂-17	18.43 <sup>ab</sup>	0.39 <sup>abc</sup>	5.85 <sup>d</sup>	292.33 <sup>abcd</sup>	3.15 <sup>efgh</sup>
绵毛葡萄	茂兰-16	15.57 <sup>bcd</sup>	0.33 <sup>cde</sup>	6.10 <sup>cd</sup>	289.00 <sup>abcd</sup>	2.55 <sup>ijk</sup>
<i>V. rotundifolia</i>						
欧美杂种	水晶	14.87 <sup>cde</sup>	0.38 <sup>abc</sup>	5.00 <sup>e</sup>	298.00 <sup>abc</sup>	2.97 <sup>fghi</sup>
Hybrid of <i>V. vinifera</i> $\times V. labrusca$						

江-6和低热河谷的习水-4的光合能力很强,而原产于茂兰喀斯特森林荔波小七孔的几个单株光合相对较弱,这与毛葡萄中的低热河谷地带的单株高光合特性一致<sup>[16]</sup>,充分证明了野生葡萄的光合特性是其长期适应自然界的結果,是在漫长的进化过程中形成的一种较为稳定的遗传特性。

除此之外,单株的差异还表现为光合速率调控机制的多样性,本试验中的8份网脉葡萄均取自贵

州花溪区,8份资源的净光合速率相差并不很大,但是东坡-11的气孔导度比其他7份资源的却小得多,说明该单株在上午的光合高峰期净光合速率主要受非气孔因素影响,而网脉葡萄其他7个单株和其余6个野生种则既受气孔的调节,又受非气孔因素的调控。Downton等<sup>[20]</sup>认为气孔因素在光合速率降低中所起的作用只占20%~40%,张大鹏等<sup>[21]</sup>在研究葡萄的非气孔调节现象时,用与光合强度相联系的

光合代谢产物的反馈抑制效应的假说, 解释了在试验中观察到的广义的非气孔调节现象, 本试验中证实了这种非气孔调节现象在野生葡萄的光合作用中是非常普遍的。

#### 参考文献

- [ 1 ] 孔庆山. 中国葡萄志 [ M ]. 北京: 中国农业出版社, 2004
- [ 2 ] 马玉坤, 贾永芳, 马静芳. 不同砧木对 藤稔葡萄光合特性的影响 [ J ]. 河南农业科学, 2009( 10 ): 105-108
- [ 3 ] 周新明, 张振文, 惠竹梅, 等. UV - B 辐射增强对葡萄光合作用日变化的影响 [ J ]. 农业工程学报, 2009 25( 3 ): 209-212
- [ 4 ] 慕伟, 翟衡, 厉恩茂, 等. 部分根区干旱对不同砧木嫁接葡萄光合作用的影响 [ J ]. 园艺学报, 2007 34( 5 ): 1081-1086
- [ 5 ] 吴月燕. 高湿和弱光对葡萄叶片某些光合特性的影响 [ J ]. 园艺学报, 2003, 30( 4 ): 443-445
- [ 6 ] 房玉林, 惠竹梅, 高邦牢, 等. 盐胁迫下葡萄光合特性的研究 [ J ]. 土壤通报, 2006, 37( 5 ): 881-884
- [ 7 ] 刘廷松, 李桂芬. 设施栽培条件下葡萄盛花期的光合特性 [ J ]. 园艺学报, 2003, 30( 5 ): 568-570
- [ 8 ] 黄丛林, 张大鹏. 葡萄叶片光合速率日间降低内外因调节的研究 [ J ]. 园艺学报, 1996 23( 2 ): 128-132
- [ 9 ] 张大鹏, 黄丛林, 王学臣, 等. 葡萄叶片光合速率与量子效率日变化的研究及利用 [ J ]. 植物学报, 1995 37( 1 ): 25-33
- [ 10 ] 牛立新, 贺普超. 我国野生葡萄属植物系统分类研究 [ J ]. 园艺学报, 1996 23( 3 ): 209-212
- [ 11 ] 贺普超, 王跃进, 王国英. 中国葡萄属野生种抗病性的研究 [ J ]. 中国农业科学, 1991, 24( 3 ): 50-56
- [ 12 ] 王跃进, 杨亚州, 张剑侠, 等. 中国葡萄属野生种及其种间 F<sub>1</sub> 代抗旱性鉴定初探 [ J ]. 园艺学报, 2004, 31( 6 ): 711-714
- [ 13 ] 张文娥, 王飞, 潘学军. 葡萄种间杂交和自交后代抗寒性分析 [ J ]. 西北农业学报, 2009, 18( 4 ): 290-294
- [ 14 ] 王西平, 刘斌, 王跃进. 毛葡萄芪合成酶基因的克隆及序列分析 [ J ]. 西北植物学报, 2007, 27( 8 ): 1544-1549
- [ 15 ] 朱林, 温秀云, 李文武. 中国野生种毛葡萄光合特性的研究 [ J ]. 园艺学报, 1994 21( 1 ): 31-34
- [ 16 ] 沈育杰, 史贵文, 徐浩, 等. 山葡萄种质资源光合特性的研究 [ J ]. 特产研究, 1998 37( 4 ): 22-25
- [ 17 ] 李德燕, 潘学军. 贵州野生毛葡萄光合特性比较 [ J ]. 北方园艺, 2009, 33( 11 ): 9-12
- [ 18 ] 李卫青, 万勇善, 刘凤珍. 花生品种间净光合速率的配合力分析 [ J ]. 华北农学报, 2009, 24( 增刊 ): 159-162
- [ 19 ] 王有武, 高山, 江卫, 等. 陆海种间杂交长绒棉光合生理特性的初步研究 [ J ]. 中国棉花, 2009, 21( 5 ): 12-15
- [ 20 ] Down ton W J S, Loveys B R, Grant W J R. Stomatal closure fully accounts for the inhibition of photosynthesis by abscisic acid [ J ]. New Phytol 1988 108: 263-266
- [ 21 ] 张大鹏, 王学臣, 姜成后. 不同辐射日变化系统对葡萄 ( *V. vinifera* L. cv. Sauvignon blanc ) 净光合和气孔导性的影响 [ J ]. 中国农业科学, 1991, 24( 3 ): 1-7