

外源 Ca^{2+} 对水分胁迫下酿酒葡萄黑比诺主要抗旱生理指标的影响

惠竹梅,孙万金,张振文

(西北农林科技大学 葡萄酒学院,陕西 杨凌 712100)

[摘要] 为了探讨外源 Ca^{2+} 对葡萄抗旱生理指标的影响,为 Ca^{2+} 在葡萄耐旱生产中的应用提供参考依据,以盆栽酿酒葡萄黑比诺幼苗为试材,在水分胁迫条件下,用 0.5、1.0 和 1.5 mmol/L CaCl_2 喷施黑比诺葡萄幼苗,以喷清水作为对照,研究水分胁迫下外源 Ca^{2+} 对葡萄幼苗主要抗旱生理指标的影响。结果表明,与对照相比, CaCl_2 处理能够提高葡萄叶片可溶性糖含量、过氧化物酶(POD)及超氧化物歧化酶(SOD)活性,减缓叶绿素的分解,降低 MDA 含量。在整个水分胁迫期间,可溶性糖含量平均比对照提高 46.4%~60.1%,SOD 活性提高 18.4%~66.6%,POD 活性提高 1.5%~2.5%,叶绿素 a 含量提高 3.1%~9.4%,MDA 含量降低 8.1%~23.4%。 CaCl_2 处理对叶绿素 a 的保护效果显著,对叶绿素 b 则无明显影响。以 1.0 mmol/L CaCl_2 处理对提高黑比诺幼苗的抗旱性效果最佳。

[关键词] 酿酒葡萄黑比诺; CaCl_2 ;水分胁迫;抗旱生理指标

[中图分类号] S663.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)09-0137-04

Effect of exogenous Ca^{2+} on drought resistance physiological indexes of wine grape cultivar Pinot Noir under water stress

XI Zhu-mei, SUN Wan-jin, ZHANG Zhen-wen

(College of Enology, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: To provide reference for applying exogenous Ca^{2+} in drought resistance viticulture, with wine grape cultivar Pinot Noir as experimental materials, the effect of Ca^{2+} on main drought resistance physiological indexes of grape seedling was studied in this article by spraying 0.5, 1.0 and 1.5 mmol/L CaCl_2 to seedling of Pinot Noir under water stress condition. Compared with spraying water (control), the result indicated that Ca^{2+} could increase soluble sugar content, peroxidase (POD) and catalase (SOD) enzyme activity, decrease MDA content, and alleviate chlorophyll decomposition. Compared with control during water stress process CaCl_2 treatments increased soluble sugar content by 46.4% - 60.1%, increased SOD and POD enzyme activity by 18.4% - 66.6% and 1.5% - 2.5% respectively, and increased the content of Chl. a by 3.1% - 9.4%, while decreased MDA content by 8.1% - 23.4%; effect of CaCl_2 treatments on protection of Chl. a was obvious but ineffective to Chl. b. The effect of 1.0 mmol/L CaCl_2 among the treatments was the best.

Key words: wine grape cultivar Pinot Noir; CaCl_2 ; water stress; drought resistance physiological index

葡萄作为一种世界性的水果,截止 2004 年,世界栽培面积达 79.05 亿 hm^2 ,产量达 6 600 万 t^[1]。

†收稿日期] 2006-08-23

[基金项目] 农业部重点推广项目“黄土高原保护性耕作技术研究”;西北农林科技大学青年科研专项基金项目(06ZR048)

[作者简介] 惠竹梅(1969-),女,陕西耀县人,副教授,在职博士,主要从事葡萄与葡萄酒研究。E-mail: xzm0209@163.com

[通讯作者] 张振文(1960-),男,陕西耀县人,教授,博士生导师,主要从事葡萄学研究。E-mail: zhangzhw60@163.com

葡萄现已成为我国重要的栽培果树之一,西北干旱半干旱地区作为葡萄生产的优生区,种植面积将进一步扩大。尽管葡萄是一个比较耐旱的果树树种,但频发的干旱也常对葡萄的正常生长造成威胁,尤其对于新建葡萄园幼龄植株的生长,严重制约葡萄产业的进一步发展^[2-3]。有关葡萄的抗旱生理及干旱伤害的研究认为,水分胁迫使葡萄光合作用受抑,干物质积累及产量降低^[4-8],叶片脯氨酸、丙二醛含量升高,细胞质膜透性增加,造成膜系统损伤,严重时导致细胞死亡^[9-10]。但不同品种及葡萄生长发育的不同时期对干旱的敏感性及适应性也不同^[11-12]。钙是植物生长发育必需的一种大量营养元素,具有稳定和保护细胞质膜结构及功能的作用^[13-14]。钙也是植物体内重要的信号传递物质,参与干旱信号的传递。在干旱胁迫下,植物对 Ca^{2+} 的吸收显著降低,由此造成植物体内 Ca^{2+} 的缺乏,进而引起一系列不良反应。适宜的外源钙能够减缓干旱胁迫对植株造成的伤害,提高植物的抗旱性,抑制干旱胁迫下活性氧物质的生成,保护细胞质膜和叶绿体膜的完整性以及 ATPase 的活性,有效地提高过氧化物酶(POD)及超氧化物歧化酶(SOD)活性,对增强植物抗逆性具有一定的作用^[14-17]。因此, Ca^{2+} 与植物抗旱性研究受到越来越多的关注,但有关外源 Ca^{2+} 在提高葡萄抗逆性方面的研究尚未见报道。本试验采用不同浓度 CaCl_2 喷施黑比诺葡萄幼苗,研究外源 Ca^{2+} 对黑比诺葡萄抗旱性的影响及其作用机理,以期 Ca^{2+} 在葡萄耐旱生产中的应用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2005-03 ~ 2006-05 在陕西杨凌西北农林科技大学葡萄酒学院日光温室及中心实验室进行,供试品种为欧亚种(*V. vinifera* L.)酿酒葡萄黑比诺(Pinot Noir),2005-03 在葡萄酒学院教学标本圃露地扦插育苗,2005 年 6 月下旬从苗圃地移栽生长势基本一致的葡萄幼苗 70 株,于葡萄酒学院日光温室盆栽。试验用盆直径 30 cm,高 20 cm;每盆配制土(m (园土) m (腐殖基质) = 3 : 1) 5 kg。温室采用水帘 - 风扇降温的方法,将室内温度控制在 30 以下,采用温室自动遮阳网遮荫,迷雾装置喷水使苗木恢复生长,其他管理条件一致,苗木生长良好,秋季自然落叶。2006 年 3 月中旬萌芽后正常水管理,每盆选留 2 个生长健壮的新梢作为试验用材料。

1.2 试验设计

当每个新梢叶片长至 10 枚左右时,每盆充分灌溉,使土壤含水量一致,每天用 TDR 表层式水分探头测定土壤含水量(容积含水量),田间持水量为 35%,待土壤相对含水量下降到 75%左右时停止灌水,让其自然失水进行水分胁迫。同时将试材分为 4 组,用不同浓度的 CaCl_2 喷施叶片,喷至叶片滴水为止。根据喷施 CaCl_2 的浓度,试验共设 4 个处理:分别喷 0.5(A)、1.0(B)和 1.5 mmol/L CaCl_2 (C),以喷清水作为对照(CK),每处理 5 盆,3 次重复。

胁迫开始后,以 2 d 作为 1 个胁迫梯度采样,直到叶片萎蔫为止。于早晨 08:00 ~ 09:00 取样,每处理随机采取 3 ~ 9 节位的叶片,立即进行相关指标的测定。

1.3 测定指标与方法

叶绿素含量用 Arnon 法,可溶性糖含量用蒽酮比色法,过氧化物酶(POD)活性用愈创木酚法,超氧化物歧化酶(SOD)活性用 NBT 法,丙二醛(MDA)含量用硫代巴比妥显色法,具体方法参照文献[18-19]进行。

2 结果与分析

2.1 CaCl_2 处理对水分胁迫下黑比诺葡萄叶片叶绿素含量的影响

从图 1 和图 2 可以看出,随着水分胁迫的进行,各处理黑比诺葡萄叶片的叶绿素 a(Chl. a)和叶绿素 b(Chl. b)含量均逐渐降低,表明水分胁迫可以引起叶绿素的分解,加速叶片衰老。水分胁迫初期,Chl. a 和 Chl. b 含量下降幅度均较小,后期下降幅度均增大,说明随着水分胁迫程度的加强,叶绿素的分解速率加快。由图 1 还可见,在整个水分胁迫期间,经 CaCl_2 处理的葡萄叶片 Chl. a 含量降低速率明显低于对照,其葡萄叶色较浓绿,其中以 1.0 mmol/L CaCl_2 处理的效果最为明显。数据统计分析表明,水分胁迫初期,各处理葡萄叶片 Chl. a 和 Chl. b 含量均无显著差异,从水分胁迫的第 6 天开始,处理 B、C、A 的 Chl. a 含量显著($P < 0.05$)或极显著($P < 0.01$)高于对照(CK),第 8 ~ 12 天,处理 B、C、A 及 CK 之间 Chl. a 含量差异达极显著水平($P < 0.01$),而整个水分胁迫期间各处理的 Chl. b 含量无显著差异。由此可知,钙处理能够减轻干旱胁迫对葡萄叶片叶绿素的破坏, CaCl_2 对 Chl. a 的保护效果显著,而对 Chl. b 则无明显保护作用。

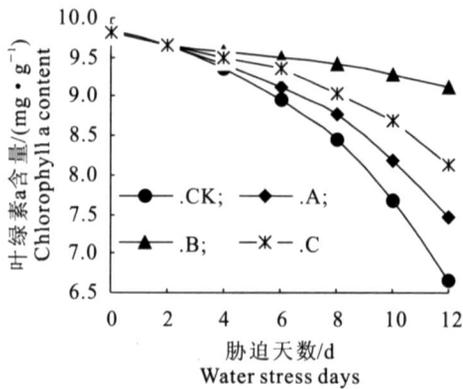


图1 CaCl₂ 处理对水分胁迫下黑比诺葡萄叶片叶绿素 a 含量的影响

Fig. 1 Effect of CaCl₂ treatment on chlorophyll a content of grape cultivar Pinot Noir leaf under water stress

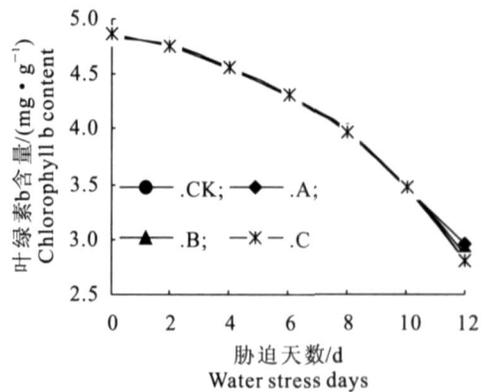


图2 CaCl₂ 处理对水分胁迫下黑比诺葡萄叶片叶绿素 b 含量的影响

Fig. 2 Effect of CaCl₂ treatment on chlorophyll b content of grape cultivar Pinot Noir leaf under water stress 和 SOD 活性的影响见图 4 和图 5。

2.2 CaCl₂ 处理对水分胁迫下黑比诺葡萄叶片可溶性糖含量的影响

CaCl₂ 处理对水分胁迫下黑比诺葡萄叶片可溶性糖含量的影响见图 3。

由图 3 可以看出,与对照相比,CaCl₂ 处理使水分胁迫条件下黑比诺葡萄叶片可溶性糖含量迅速升高,其中以 1.0 mmol/L CaCl₂ 处理的效果最佳,其次是 1.5 mmol/L CaCl₂ 处理。数据统计分析表明,从胁迫的第 6 天开始,处理 B、C、A 的可溶性糖含量极显著高于 CK ($P < 0.01$),各 CaCl₂ 处理之间差异也达极显著水平 ($P < 0.01$)。说明 CaCl₂ 能够促进黑比诺葡萄幼苗叶片可溶性糖的形成,有利于植株通过自身的渗透调节物质来适应外界环境的变化。

2.3 CaCl₂ 处理对水分胁迫下黑比诺葡萄叶片 POD 和 SOD 活性的影响

CaCl₂ 处理对水分胁迫下黑比诺葡萄叶片 POD

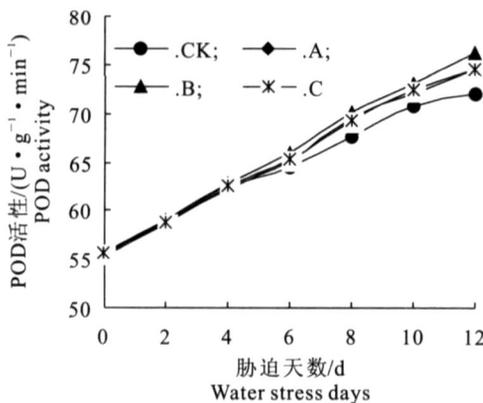


图4 CaCl₂ 处理对水分胁迫下黑比诺葡萄叶片 POD 活性的影响

Fig. 4 Effect of CaCl₂ treatment on POD activity of grape cultivar Pinot Noir leaf under water stress

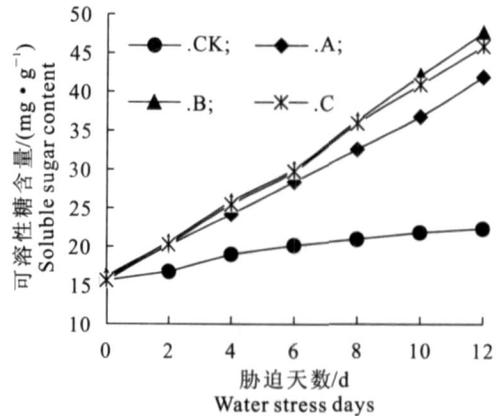


图3 CaCl₂ 处理对水分胁迫下黑比诺葡萄叶片可溶性糖含量的影响

Fig. 3 Effect of CaCl₂ treatment on soluble sugar content of grape cultivar Pinot Noir leaf under water stress

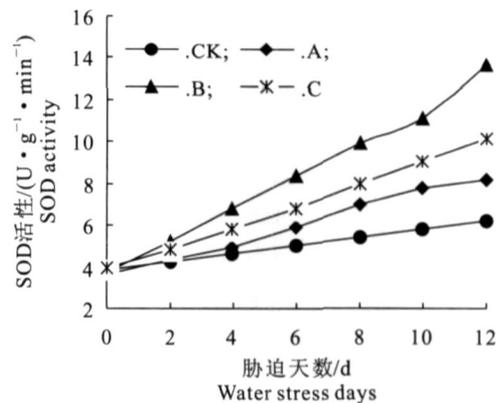


图5 CaCl₂ 处理对水分胁迫下黑比诺葡萄叶片 SOD 活性的影响

Fig. 5 Effect of CaCl₂ treatment on SOD activity of grape cultivar Pinot Noir leaf under water stress

由图 4 和图 5 可以看出,随着水分胁迫的进行,黑比诺葡萄幼苗叶片 POD 和 SOD 活性均呈上升趋势。在水分胁迫条件下,不同浓度 CaCl_2 处理均能提高黑比诺幼苗的 POD 和 SOD 活性,其中 1.0 mmol/L CaCl_2 处理的效果较明显。数据统计分析表明,从水分胁迫的第 2 天开始,处理 B、C、A 幼苗叶片 SOD 活性极显著高于 CK ($P < 0.01$),且各 CaCl_2 处理之间差异也达极显著水平。而 POD 活性从胁迫的第 6 天开始, CaCl_2 处理与 CK 及 CaCl_2 处理之间差异均达极显著水平。

2.4 CaCl_2 处理对水分胁迫下黑比诺葡萄叶片 MDA 含量的影响

由图 6 可以看出,随着水分胁迫的进行,黑比诺葡萄幼苗叶片丙二醛(MDA)含量呈上升趋势。 CaCl_2 处理能够减少水分胁迫下 MDA 的积累,其中以 1.0 mmol/L CaCl_2 处理的效果最明显,其次是 0.5 和 1.5 mmol/L CaCl_2 处理。数据统计分析表明,从胁迫的第 6 天开始,处理 B、A、C 使葡萄叶片 MDA 含量显著 ($P < 0.05$) 或极显著 ($P < 0.01$) 低于 CK,各 CaCl_2 处理之间差异也达显著或极显著水平。表明外源 Ca^{2+} 有减缓葡萄叶片膜脂过氧化的作用。

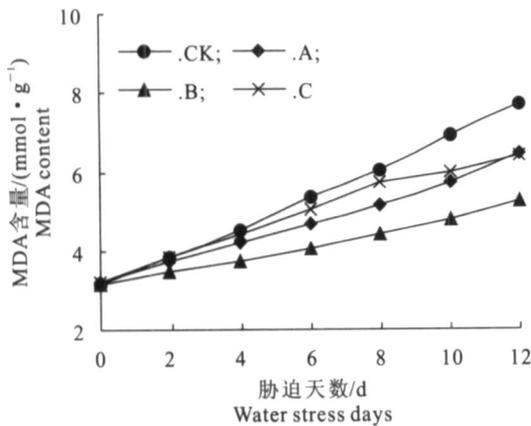


图 6 CaCl_2 处理对水分胁迫下黑比诺葡萄叶片 MDA 含量的影响

Fig. 6 Effect of CaCl_2 treatment on MDA content of grape cultivar Pinot Noir leaf under water stress

3 结论与讨论

有关水分胁迫对于植物的伤害已有较多报道,普遍认为水分胁迫不仅引起植物体内水分含量下降,而且使细胞内产生和清除自由基的平衡关系受到破坏,细胞相对电导率增大、叶绿素含量降低,从而加速植株的衰老过程^[3-6]。水分胁迫导致原生质

脱水、膜脂过氧化、膜透性增加、内容物外渗,同时使细胞内酶的空间间隔受到破坏,多种代谢过程受到影响^[20]。本研究结果表明,在水分胁迫条件下,黑比诺葡萄叶片的叶绿素含量降低,可溶性糖含量上升,POD 和 SOD 活性提高,MDA 迅速积累且其含量呈现上升趋势。这与在水分胁迫条件下对其他植物的研究报道相一致^[14-15,20]。

外源钙通过调节植物的生理反应,增强了植株对逆境的抗性^[13-14]。本研究发现,不同浓度 CaCl_2 处理减缓了黑比诺葡萄叶片叶绿素的分解,提高了可溶性糖的含量,增强了 POD 和 SOD 的活性,减轻了膜脂过氧化的程度,使 MDA 含量较对照有所降低,增强了葡萄的抗旱性。这与在玉米、小麦、苜蓿等作物上的研究结果相一致^[15-17]。Gong 等^[16]认为,玉米种子经外源 Ca^{2+} 处理后,幼苗抗逆性的提高与外源 Ca^{2+} 能增强 POD 活性有关。姜义宝等^[17]研究表明,干旱胁迫条件下, Ca^{2+} 可以提高苜蓿的 POD 活性,降低细胞的损害程度。黄建昌等^[15]研究证明,施用不同浓度外源 Ca^{2+} 激活了番木瓜 POD 和 SOD 的活性,其活性均呈现“先上升,后下降”的趋势,增强了植物对水分胁迫的适应性。但在本试验条件下,酿酒葡萄黑比诺 POD 和 SOD 的活性一直呈上升的趋势,有关其中的原因和机理还需进一步研究。

[参考文献]

- [1] 李华,胡亚菲.世界葡萄与葡萄酒概况[C].葡萄与葡萄酒研究进展.西安:陕西人民出版社,2006:196-210.
- [2] 李华.葡萄集约化栽培手册[M].西安:西安地图出版社,2001:2-5.
- [3] Bindi M, Bellesi S, Orlandini S, et al. Influence of water deficit stress on leaf area development and transpiration of Sangiovese grapevines grown in Pots[J]. American Journal of Enology and Viticulture, 2005, 56(1): 68-72.
- [4] Guan X Q, Zhao S J, Li D Q, et al. Photoprotective function of photorespiration in several grapevine cultivars under drought stress[J]. Photosynthetica, 2004, 42(1): 31-36.
- [5] 慕伟,谭浩,翟衡.干旱胁迫对不同葡萄砧木光合特性和荧光参数的影响[J].应用生态学报,2006,17(5):835-838.
- [6] Gómez-del-Campo M, Ruiz C, Lissarrague J R. Effect of water stress on leaf Area development, photosynthesis, and productivity in Chardonnay and Airón Grapevines[J]. American Journal of Enology and Viticulture, 2002, 53(2): 138-143.
- [7] Krista C, Shellie. Vine and berry response of Merlot (*Vitis vinifera* L.) to differential water stress[J]. American Journal of Enology and Viticulture, 2006, 57(4): 514-518.

(下转第 146 页)

- [35] 杜玉虎, 楚明, 鲁凤宇, 等. 套袋梨黄粉蚜的发生危害及防治措施[J]. 辽宁农业职业技术学院学报, 2003(3): 8-9.
- [36] 巩传银, 卢京国, 靳更喜, 等. 套袋梨梨黄粉蚜的危害与防治[J]. 植物保护, 2002(6): 42.
- [37] 韦士成, 岳兰菊. 砒山酥梨黄粉蚜的发生与防治技术研究[J]. 安徽农业科学, 2003(4): 660-661.
- [38] 尼群周, 冯社章. 套袋鸭梨果面黑点的成因及其防治方法[J]. 河北林果研究, 2002(4): 329-332.
- [39] 周天仓. 无公害套袋酥梨病虫害综合防治技术推广[D]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学, 2005: 9-10.
- [40] 于春开. 梨果实套袋后康氏粉蚧的发生及防治[J]. 烟台果树, 2005(2): 38.
- [41] 李卫东, 曹忠莲, 师光禄, 等. 康氏粉蚧空间分布型研究[J]. 山西农业大学学报, 2000(3): 211-213.
- [42] 李师昌, 刘华, 吴会亭. 套袋果康氏粉蚧的发生规律与防治[J]. 中国果树, 2004(1): 44-51.
- [43] 任宝君, 王雪民, 韩秀芹, 等. 辽西北梨蜡象发生特点及综合防治[J]. 北方园艺, 2006(3): 135.
- [44] 张淑莲, 陈志杰, 张锋, 等. 套袋对梨果主要病虫的生态效应[J]. 中国生态农业学报, 2002(3): 37-44.
- [45] 许明伟, 蒋玉超. 黄河故道地区危害砒山酥梨的三种蜡象[J]. 山西果树, 1999(2): 29.
- [46] 杨素英, 王冬毅, 陈桂敏, 等. 黄斑蜡、茶翅蜡发生规律及综合防治技术研究[J]. 山西果树, 2006(3): 10-11.

(上接第 140 页)

- [8] 房玉林, 惠竹梅, 陈洁, 等. 水分胁迫对葡萄光合特性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2006, 24(2): 135-138.
- [9] 常永义, 吴红, 牛军强. 干旱胁迫对葡萄叶片生理指标的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2005(2): 11-14.
- [10] 李予霞, 崔百明, 董新平, 等. 水分胁迫下葡萄叶片脯氨酸和可溶性总糖积累与叶龄的关系[J]. 果树学报, 2004, 21(2): 170-172.
- [11] 邓文生, 张大鹏. 葡萄浆果不同生长期对干旱胁迫敏感性变化的水分生理机制[J]. 园艺学报, 1998, 25(2): 123-128.
- [12] Schultz H R. Physiological mechanisms of water use efficiency in grapevines under drought conditions [J]. Acta Hort, 2000, 526: 115-136.
- [13] 关军锋, 李广敏. Ca^{2+} 与植物抗旱性的关系[J]. 植物学通报, 2001, 18(4): 473-478.
- [14] Guan J F, Li G M. The relationships between Ca^{2+} and drought-resist in plants[J]. Chinese Bulletin of Botany, 2001, 18(4): 473-478.
- [15] 黄建昌, 肖艳, 周厚高. Ca^{2+} 对水分胁迫下番木瓜若干生理指标的影响[J]. 广西植物, 2004, 24(5): 373-375.
- [16] Gong M, Chen S N, Song Y Q, et al. Effect of calcium and calmodulin in trinsic heat tolerance in relation to an antioxidant systems in maie seedling[J]. Australian Journal of Plant Physiology, 1997, 24: 371-377.
- [17] 姜义宝, 崔国文, 李红. 干旱胁迫下外源钙对苜蓿抗旱相关生理指标的影响[J]. 草业学报, 2005, 14(5): 32-36.
- [18] 高俊凤. 植物生理学试验技术[M]. 西安: 世界图书出版社, 2000.
- [19] 李合生, 孙群, 赵世杰, 等. 植物生理生化试验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [20] 吴志华, 曾富华, 马生健, 等. 水分胁迫下植物活性氧代谢研究进展: 综述 [J]. 亚热带植物科学, 2004, 33(2): 77-80.