

高温胁迫对不同油茶品种细胞膜稳定性的影响

王国霞¹, 邓培渊¹, 杨玉珍¹, 曹福亮²

(1. 郑州师范学院, 河南 郑州 450044; 2. 南京林业大学, 江苏 南京 210037)

摘要: 为探讨高温条件下油茶叶片细胞膜的稳定性及变化规律, 以来自江西省林业科学院油茶种质资源圃中耐热性不同的(包括感热型、中间型和耐热型 3 类)25 个优良油茶品种为材料, 对成年大树的水培枝条进行 8 h 常温(对照)、40 ℃、45 ℃ 3 种温度处理, 测定了其叶片相对电导率、丙二醛(MDA)含量和超氧化物歧化酶(SOD)活性。结果表明: 与常温相比, 40 ℃、45 ℃ 高温胁迫后, 25 个油茶品种的叶片相对电导率平均值分别增加 53.68%、113.00%, MDA 含量平均值分别增加 81.76%、198.46%, SOD 活性平均值分别增加 88.33%、131.5%; 油茶品种间上述各指标在同一胁迫温度下差异极显著, 由此可见, 高温胁迫使油茶品种叶片的相对电导率、MDA 含量和 SOD 活性均显著升高, 且同一温度胁迫下感热型品种的变化幅度明显高于耐热性品种。综合分析表明, 叶片相对电导率、MDA 含量和 SOD 活性可以作为评价油茶耐热性的重要指标。

关键词: 油茶; 高温胁迫; 耐热性; 膜透性

中图分类号: S727.32 **Q945.78** **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2013)04-0059-05

Effects of High Temperature Stress on Cell Membrane Stability in Different *Camellia oleifera* Varieties

WANG Guo-xia¹, DENG Pei-yuan¹, YANG Yu-zhen¹, CAO Fu-liang²

(1. Zhengzhou Normal University, Zhengzhou 450044, China; 2. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: In order to explore the change of cell membrane stability of *Camellia oleifera* under high temperature stress, the hydroponic branches of 25 varieties of *Camellia oleifera* growing in *Camellia oleifera* germplasm nursery in Jiangxi Academy of Forestry, which were classified into three heat tolerance types (heat-resistant type, medium-resistant type and heat-sensitive type), were respectively dealt with the temperatures of 40, 45 ℃ and the normal temperature for 8 hours under hydroponic culture to assay the relative conductivity, MDA content, SOD activity of *Camellia oleifera* leaves. The results showed that compared with the situations under the normal temperature, the relative conductivity of leaves respectively increased by 53.68% and 113.00% under high temperature stress of 40 ℃ and 45 ℃, the MDA content in leaves respectively increased by 81.76% and 198.46%, and the SOD activity respectively increased by 88.33% and 131.5%. And the differences of the index of the *Camellia oleifera* varieties were significant under the same high temperature stress. These results demonstrated that high temperature stress made relative conductivity, MDA content, SOD activity of *Camellia oleifera* leaves increase remarkably, and the variation scope of heat-sensitive type was much higher than that of heat-resistant type at the same high temperature. The result of comprehensive analysis showed that the changes of physiological indexes of different *Camellia oleifera* varieties had significant correlation with heat resistance, suggesting that the relative conductivity, MDA content, and SOD activity could be considered as the most important indexes evaluating heat tolerance of *Camellia oleifera*.

Key words: *Camellia oleifera*; high temperature stress; heat resistance; cell membrane permeability

收稿日期: 2012-10-08

基金项目: 河南省科学技术攻关项目(122102110156)

作者简介: 王国霞(1977-), 女, 河南平顶山人, 讲师, 博士, 主要从事经济林栽培利用研究。E-mail: wgxia191919@sina.com

油茶(*Camellia oleifera*)是我国南方特有的重要木本食用油料树种,与油棕、油橄榄和椰子并称世界四大木本油料植物,其主要产品——茶油中的不饱和脂肪酸高达 85%~97%,居各种食用油之冠^[1]。很多学者已经在油茶立地、良种选育、栽培与丰产配套、病虫害防治及加工利用等方面做了大量工作,并取得了重要成果^[2-7];在油茶的生理基础、花药培养、分子育种技术等方面也进行了有益的尝试,奠定了丰富的技术和理论基础^[8-14]。但在油茶抗逆性方面开展的研究相对较少,尤其是在温度胁迫方面,而对其耐热性研究则更少^[15-19]。随着温室效应的加剧,全球气温上升,极端高温天气频频出现,油茶产业也面临着高温胁迫的严峻挑战。笔者此前曾根据抗热性差异把来自江西省林业科学院的 25 个优良油茶品种划分为感热型、中间型和耐热型 3 类^[17],在此研究基础上,以此 25 个油茶品种为材料,对其进行不同温度的高温胁迫处理,探索高温胁迫对不同油茶品种生理生化方面的影响。此前的研究结果^[18]表明,高温胁迫对油茶的渗透调节物质如可溶性蛋白、游离脯氨酸和可溶性糖的含量影响显著,本研究以与叶片膜稳定性相关的相对电导率、丙二醛(MDA)、超氧化物歧化酶(SOD)为测定指标,旨在分析高温胁迫对油茶细胞膜稳定性的影响。

1 材料和方法

1.1 供试材料

供试材料为江西省林科院选育的 25 个优良油茶品种,即耐热型(6 个):赣 190、赣 55、赣石 843、赣 447、赣 71 和赣无 24;中间型(14 个):赣 68、赣 8、赣

无 11、赣兴 46、赣无 16、赣 70、赣永 5、赣 77024(又名白皮中子)、赣 6、赣无 12、赣无 2、赣抚 20、赣石 834、赣无 1;感热型(5 个):赣无 15、赣兴 48、赣石 831、赣石 848、赣永 6。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 于 2009 年 6 月在江西省林科院油茶种质资源圃成年结果大树上采集同一部位的枝条,进行保湿处理后带回实验室,迅速在人工气候箱中进行水培并进行不同温度处理,处理分常温(对照)、40℃和 45℃,处理时间为 8 h,处理结束后采集同一部位的叶片进行生理指标的测定,每处理 3 个重复。

1.2.2 测定项目及方法 细胞膜透性采用电导率仪法测定,MDA 含量的采用硫代巴比妥法测定,SOD 活性采用氮蓝四唑(NBT)比色法测定^[20-22]。

2 结果与分析

2.1 不同高温胁迫处理对油茶叶片细胞膜透性的影响

与对照相比,受到高温胁迫后,油茶叶片的相对电导率均明显提高,且随着胁迫温度的升高而增加(图 1)。在常温(对照)条件下,25 个油茶品种的相对电导率平均为 23.53%;经过 40℃、45℃高温处理后,25 个油茶品种的相对电导率平均值分别为 36.16%、50.12%,分别比对照增加 53.68%、113.00%;方差分析结果表明,不同油茶品种的相对电导率在 3 个温度处理下差异均达到极显著水平($F_{\text{对照}}=4.17, P_{\text{对照}}<0.01$; $F_{40^\circ\text{C}}=40.54, P_{40^\circ\text{C}}<0.01$; $F_{45^\circ\text{C}}=149.71, P_{45^\circ\text{C}}<0.01$)。在持续 8 h 的 45℃高温胁迫下,所有感热型品种(赣无 15、赣兴 48、赣石 831、赣石 848、赣永 6)和部分中间型品种(赣无 1、赣永 5、赣抚 20、赣无 2、赣 77024)

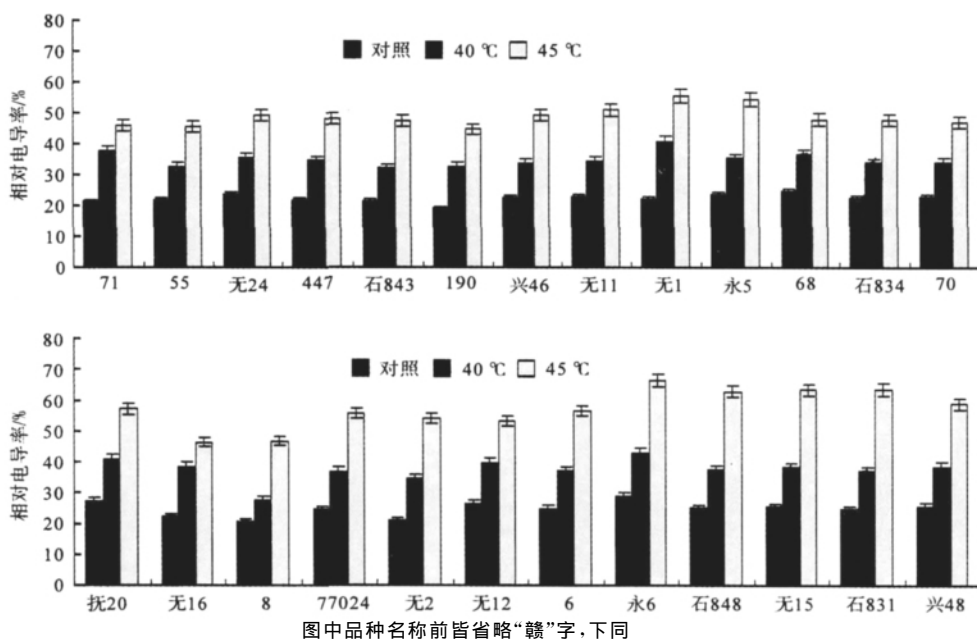


图 1 不同温度下 25 个油茶品种叶片的相对电导率

的相对电导率都超过了 50%,而其他品种的变化幅度相对较小。

2.2 不同高温胁迫处理对油茶叶片 MDA 含量的影响

不同高温胁迫处理后,25 个油茶品种的 MDA 含量均高于对照,且随着胁迫温度的升高而增高(图 2)。常温(对照)条件下,25 个油茶品种的 MDA 含量平均值为 $1.370\ 022\ \mu\text{mol/g}$;40 °C、45 °C 高温处理后 25 个油茶品种的 MDA 含量平均值分别为 $2.490\ 267$ 、 $4.089\ 048\ \mu\text{mol/g}$,分别比对照增加 81.76%、198.46%;方差分析结果表明,25 个油茶

品种的叶片 MDA 含量在 3 个温度处理下差异均达到极显著水平($F_{\text{对照}}=26.59, P_{\text{对照}}<0.01$; $F_{40\text{ °C}}=16.84, P_{40\text{ °C}}<0.01$; $F_{45\text{ °C}}=9.19, P_{45\text{ °C}}<0.01$)。在 45 °C 高温胁迫后,感热型品种(赣兴 48、赣石 848、赣无 15、赣石 831、赣永 6)和几个中间型品种(赣无 12、赣无 16、赣 6、赣无 1)的 MDA 含量均为对照的 3.5 倍以上,增加幅度非常明显;而耐热性品种(赣 55、赣石 843、赣 190)和几个中间型品种(赣 68、赣 447、赣石 834)的 MDA 含量均在对照的 2 倍以下,增加幅度较小。

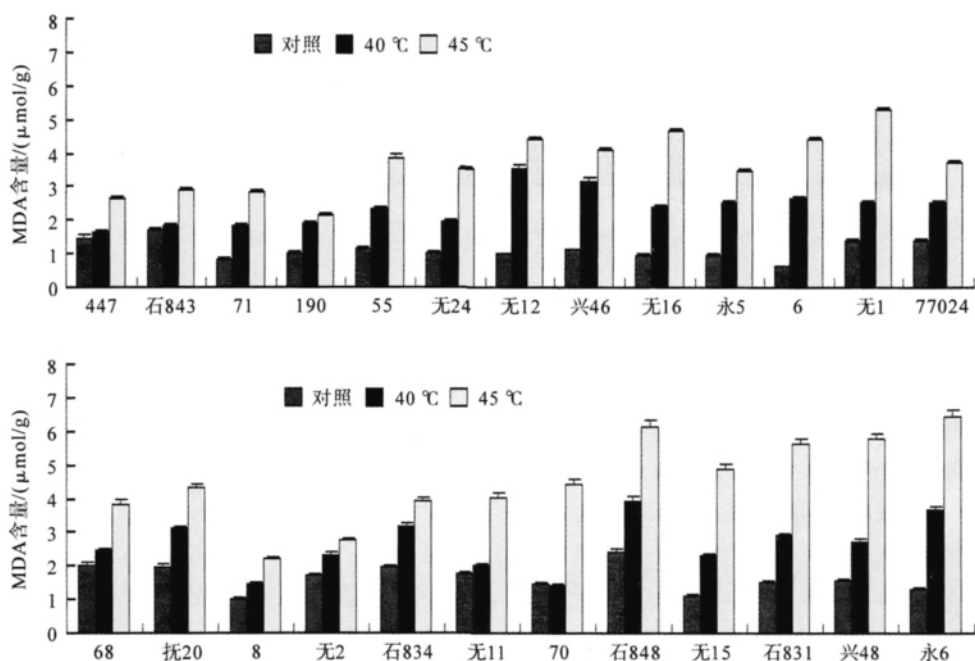


图 2 不同温度下 25 个油茶品种叶片的 MDA 含量

2.3 不同高温胁迫处理对油茶叶片 SOD 活性的影响

高温胁迫处理后的油茶叶片 SOD 活性均高于对照(图 3)。在常温(对照)条件下,25 个油茶品种的叶片 SOD 活性平均值为 $93.25\ \text{U/g}$;40 °C、45 °C 高温胁迫后油茶叶片 SOD 活性平均值分别为 175.62 、 $215.88\ \text{U/g}$,比对照分别增加 88.33%、131.5%;方差分析结果表明,3 种温度处理条件下 25 个油茶品种间 SOD 活性差异均达到极显著水平($F_{\text{对照}}=4.17, P_{\text{对照}}<0.01$; $F_{40\text{ °C}}=104.62, P_{40\text{ °C}}<0.01$; $F_{45\text{ °C}}=34.77, P_{45\text{ °C}}<0.01$)。除了感热型品种(赣永 6、赣兴 48、赣石 831、赣无 15、赣石 848)和中间型品种赣石 834 的 SOD 活性表现为 40 °C 高温胁迫下高于 45 °C 高温胁迫下之外,其他品种的 SOD 活性均随胁迫温度的升高而增大。

3 结论与讨论

植物细胞膜是细胞与外界环境之间的一道屏

障,生物体中物质代谢、能量转化、代谢调控以及激素的作用等均与细胞膜有关。膜透性对逆境的反应比较敏感,在高温、干旱等逆境发生时,往往造成膜透性改变或丧失,导致组织浸泡液的电导率增大,叶片相对电导率是常用的比较理想的植物抗逆性鉴定生理指标之一^[23-26]。本试验结果表明,在受到高温胁迫后,油茶叶片的相对电导率均比对照明显提高,且随着胁迫温度的升高而增大。说明在高温胁迫下,油茶叶片细胞膜透性增大,细胞内原生质外渗,且温度越高,对叶片膜结构的稳定性破坏越大。在 45 °C 高温下持续胁迫 8 h,所有的感热型品种和部分中间型品种(赣无 1、赣永 5、赣抚 20、赣无 2、赣 77024)相对电导率都超过了 50%,且均在对照的 2.2 倍以上,而其他品种相对电导率相对变化幅度较小,说明相对电导率的变化与耐热性高低直接相关,随着胁迫温度的增高,感热型品种细胞膜透性遭受的破坏更严重,表现为相对电导率升高幅度大,而

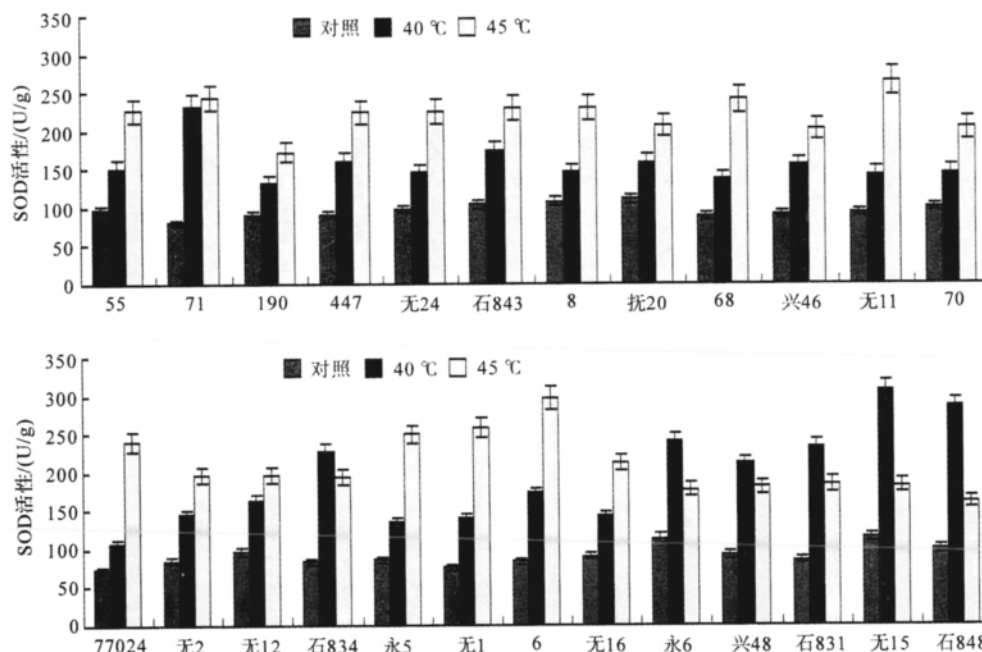


图 3 不同温度下 25 个油茶品种叶片的 SOD 活性

耐热型品种的变化则相对较小。这说明耐热性强的品种对高温逆境适应性较强,这与对其他植物的研究结果一致^[27-28]。

MDA 是细胞膜脂质过氧化作用的产物之一,MDA 产生量的多少能够代表膜脂过氧化的程度,也可间接反映植物组织抗氧化能力的强弱,所以 MDA 含量是植物抗性生理研究中的一个常用指标^[29-31]。本研究结果表明,在不同高温处理后,25 个油茶品种的 MDA 含量均显著高于对照。同一胁迫处理条件下,耐热型油茶品种的 MDA 含量比感热型品种的增加幅度小,如在 45 °C 高温胁迫后,所有感热型品种和几个中间型品种(赣无 12、赣无 16、赣 6、赣无 1)的 MDA 含量增加幅度较为明显,表明在此高温胁迫下,感热型油茶品种的叶细胞膜结构和功能受到极大伤害;而耐热型品种(赣 55、赣石 843、赣 190)和几个中间型品种(赣 68、赣 447、赣石 834)的 MDA 含量增加幅度较小,表明这几个品种在 45 °C 高温胁迫下叶片细胞膜功能受到的伤害相对较小。以上结果表明,油茶叶片 MDA 含量与耐热性有一定的相关性。许多研究结果也表明,热胁迫下植物的 MDA 含量增加,胁迫程度越高增幅越大,耐热性越差的品种增幅越大^[32-34],这与本试验的研究结果相一致。

SOD 是植物氧代谢的关键酶,可以控制膜脂质过氧化,减少膜系统的伤害,保护膜结构,从而使植物在一定程度上忍耐、减缓或抵抗逆境胁迫,不少学者通过研究也认为,SOD 活性可作为评价植物抗逆潜力的可靠指标^[35-37]。本试验结果表明,高温胁迫处

理后的油茶叶片 SOD 活性均高于对照。除了感热型品种(赣永 6、赣兴 48、赣石 831、赣无 15、赣石 848)和中间型品种赣石 834 的 SOD 活性表现为 40 °C 高温胁迫下高于 45 °C 高温胁迫下之外,其他品种的 SOD 活性均随胁迫温度的升高而增大。说明上述几个品种对 40 °C 高温比较敏感,出现较强的应急反应,即叶片通过增加 SOD 活性来降低高温胁迫引起的膜脂过氧化程度,而其在 45 °C 处理 8 h 后的 SOD 活性较低则可能是由于其耐受更高温度的胁迫时间较短,不能抵制长时间高温伤害;而与上述几个油茶品种相比,其他大部分品种对高温的耐受力较高,耐热型品种 SOD 活性则随着胁迫温度的升高而增高,表现出较强的活性氧清除能力,从而较好地维持细胞膜的稳定性。因此,油茶耐热胁迫的能力与其 SOD 活性的大小及其防御功能是相关联的。SOD 活性的变化大致可以反映油茶叶片 SOD 含量与其抗热性的关系。

致谢:感谢江西省林业科学院在项目完成过程中提供的大力帮助!

参考文献:

- [1] 庄瑞林. 中国油茶[M]. 北京:中国林业出版社,1988.
- [2] 陈永忠,王湘南,彭邵锋,等. 植物生长调节剂对油茶果实含油率的影响[J]. 中南林业科技大学学报,2007,27(1):25-29.
- [3] 杨新国. 油茶幼林速生丰产和成林高产稳产技术[J]. 现代农业科技,2012(7):227-228.
- [4] 周士锋,韩春叶. 油茶传粉昆虫研究现状和保护策略[J]. 河南农业科学,2011,40(9):8-10.

- [5] 刘春,曹志华,胡娟娟,等.不同基质对油茶扦插育苗成活率的影响[J].林业科技开发,2012,26(2):98-101.
- [6] 陈永忠,彭邵锋,王湘南,等.油茶子代林群体产量性状的研究[J].中南林学院学报,2006,26(5):8-14.
- [7] 张雪亭.宣城市宣州区油茶丰产栽培技术[J].现代农业科技,2012(2):206-208.
- [8] 温强,雷小林,叶金山,等.油茶高产无性系的 ISSR 分子鉴别[J].中南林业大学学报,2008,28(1):39-43.
- [9] 张婷,刘双青,董妍玲.湖北省油茶种质资源的遗传基础研究[J].河南农业科学,2011,40(11):53-56.
- [10] 范小宁,林萍,张盛周.油茶控制授粉子代遗传多样性的 SRAP 分析[J].华北农学报,2011,26(增刊):11-17.
- [11] 华正媛,王井田,刘剑,等.衢州市油茶害虫及天敌种类调查[J].浙江农林大学学报,2012,29(2):232-243.
- [12] 胡芳名,谭晓风,石明旺,等.油茶种子 cDNA 文库的构建[J].中南林学院学报,2004,24(5):1-4.
- [13] 谭晓风,张党权,陈鸿鹏,等.油茶查尔酮合酶和异构酶基因的 cDNA 克隆[J].中南林业科技大学学报,2007,27(1):9-13.
- [14] 闻丽,张日清,李典军.不同激素对比对油茶花药愈伤组织形成的影响[J].经济林研究,2005,23(4):21-23.
- [15] 张日清,闻丽,刘友全,等.低温预处理对油茶花药愈伤组织诱导的影响[J].中南林学院学报,2005,25(6):24-28.
- [16] 吴林森,王军峰,金晓春,等.自然低温胁迫对油茶生理生化特性的影响[J].广东农业科学,2011(23):23-25.
- [17] 王国霞,曹福亮,杨玉珍,等.赣 25 个油茶优良品种的耐热性比较[J].浙江农林大学学报,2012,29(4):540-545.
- [18] 王国霞,陈丽培,寇刘秀,等.高温胁迫对 25 个油茶品种渗透调节物质的影响[J].河南农业科学,2012,41(4):59-62.
- [19] 夏莹莹,叶航,马锦林,等.4 个油茶品种的半致死温度与耐热性研究[J].中国农学通报,2012,28(4):58-61.
- [20] 陈建勋,王晓峰.植物生理学实验指导[M].2 版.广州:华南理工大学出版社,2006:64-66.
- [21] 李合生.植物生理生化试验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000.
- [22] 中国科学院上海植物生理研究所,上海市植物生理学会.现代植物生理学实验指南[M].2 版,北京:科学出版社,2004.
- [23] 马晓娣,王丽,彭惠茹. Siete Cerros × Seri-82 重组近交系小麦耐热性的测定[J].麦类作物学报,2006,26(1):126-128.
- [24] 陈立松,刘星辉.高温胁迫对桃和柚细胞膜透性和光合色素的影响[J].武汉植物学研究,1997,15(3):233-237.
- [25] 赵丽英,王伟,宋玉伟.土壤水分胁迫下油菜光合特性变化和膜伤害研究[J].河南农业科学,2010(8):33-35.
- [26] 田学军.荞麦幼苗根对热胁迫的生理应答[J].河南农业科学,2009(11):56-58.
- [27] 曹福亮,郑军,汪贵斌,等.高温胁迫下 14 个银杏品种的耐热性[J].林业科学,2008,44(12):35-39.
- [28] 姚士才,秦贺兰,古润泽.5 个小菊新品种耐热性综合评价与鉴定[J].中国农学通报,2006,22(12):217-219.
- [29] 高露,贺学礼.水分胁迫对 4 种绢蒿属植物生理特性的影响[J].河南农业科学,2009(11):97-101.
- [30] 郁万文,曹福亮,汪贵斌.低温胁迫下银杏活性氧代谢与膜伤害的关系[J].东北林业大学学报,2010,38(7):46-48.
- [31] 崔香环,李欢庆,郝福顺.水分胁迫下小麦幼苗的抗氧化机制分析[J].河南农业科学,2007(4):25-28.
- [32] 尹贤贵,罗庆熙,王文强,等.番茄耐热性鉴定方法研究[J].西南农业学报,2001,14(2):62-65.
- [33] 马德华,庞金安,霍振荣,等.高温对黄瓜幼苗膜脂过氧化作用的影响[J].西北植物学报,2000,20(1):141-144.
- [34] 张志忠,吴菁华,黄碧琦,等.茄子耐热性苗期筛选指标的研究[J].中国蔬菜,2004(2):4-7.
- [35] 江萍,王雪莲,孙向宁,等.高温胁迫对文冠果主要抗氧化酶活性的影响[J].江西农业大学学报,2008,30(4):220-225.
- [36] 李永华,苏志国,李洪涛,等.水杨酸预处理对低温胁迫下菊花叶片生理活性的影响[J].河南农业科学,2010(12):99-102.
- [37] 张桂莲,陈立云,张顺堂,等.高温胁迫对水稻剑叶保护酶活性和膜透性的影响[J].作物学报,2006,32(9):1306-1310.