

ABA对叶子花正常叶和变态叶部分生理生化指标的影响

玄晓丽, 陈梦怡, 马三梅*

(暨南大学 生物工程学系, 广州 510632)

摘要: 为探索 ABA 对叶子花正常叶和变态叶部分生理生化指标的影响, 利用不同浓度 ABA 溶液处理叶子花正常叶和变态叶, 6 h 后, 测定其叶绿素、可溶性糖、可溶性蛋白、游离脯氨酸含量和 SOD 酶活性。结果表明: 处理后, 变态叶和正常叶的叶绿素含量, SOD 酶活性, 游离脯氨酸含量和变态叶可溶性糖含量均先增加后降低, 在 ABA 浓度为 100 $\mu\text{mol/L}$ 时最大。正常叶的可溶性糖含量、正常叶和变态叶的可溶性蛋白含量在 ABA 浓度为 50 $\mu\text{mol/L}$ 时最大。这表明 50~100 $\mu\text{mol/L}$ 浓度的 ABA 能提高叶子花的抗逆性。

关键词: 叶子花; 正常叶; 变态叶; 外源 ABA

中图分类号: Q945 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2012)06-0806-04

Effects of ABA on biochemical parameters of normal and irregular leaves of *Bougainvillea spectabilis*

XUAN Xiao-Li, CHEN Meng-Yi, MA San-Mei*

(Department of Biotechnology, Jinan University, Guangzhou 510632, China)

Abstract: The effects of ABA on some biochemical parameters of normal and irregular leaves of *Bougainvillea spectabilis* Willd were studied. Normal and irregular leaves of *B. spectabilis* were treated with ABA for 6 hours at different concentrations. Then the contents of chlorophyll, soluble sugar, soluble protein, free proline and SOD enzyme activity were measured. The results showed that the contents of chlorophyll, SOD activity, and free proline of irregular leaves and soluble sugar of normal leaves increased at first and then decreased and they reached maximum when treated with 100 $\mu\text{mol/L}$ ABA. The soluble sugar of normal leaves, the protein content of normal and irregular leaves reached maximum when treated with 50 $\mu\text{mol/L}$ ABA. This indicated that 50-100 $\mu\text{mol/L}$ ABA could improve the resistance of *B. spectabilis*.

Key words: *B. spectabilis*; normal leaves; irregular leaves; exogenous ABA

叶子花(*Bougainvillea spectabilis*)是紫茉莉科(Nyctaginaceae)叶子花属植物。藤状灌木。正常叶叶片椭圆或卵圆形,基部圆形,有柄。变态叶,即苞片为其观赏部位,椭圆状卵形,基部圆形至心形,暗红色或淡紫红色。叶子花适应性强、品种多、花期

长、花色丰富、观赏性强、耐修剪,目前在园林绿化中应用广泛,而且叶子花中的黄酮苷和花青苷具有抗氧化、抗肿瘤等多种功效(Heuer等,1994)。黄力等(2007)对叶子花的扦插繁殖技术进行了研究;Lopez & Galetto(2002)观察了叶子花的结构及其传粉过

收稿日期: 2012-04-21 修回日期: 2012-07-25

基金项目: 广东省农业攻关重大专项基金(2011B020303006)[Supported by Key Research Project of Science and Technology of Guangdong Province (2011B020303006)]

作者简介: 玄晓丽(1985-),女,硕士研究生,主要从事植物形态学、生理学研究,(E-mail)alixiaoxuan@126.com。

*通讯作者: 马三梅,博士,主要从事植物形态学研究,(E-mail)m3mwdw@163.com。

程; Xu 等(2009)用石蜡切片方法研究了叶子花的繁殖器官。我们已对叶子花正常叶和变态叶形态进行了研究,本实验进一步在生理方面对正常叶和变态叶进行研究。

ABA(Abscisic acid)是一种广泛分布于植物中的激素,能调控植物的多种生理功能。ABA 具有促进休眠、抑制植株生长和萌发、诱导气孔的关闭、调节代谢、增强抗逆性、促进植物器官脱落的作用(汤日圣等,2003;黄益洪等,2009;Bright 等,2006;Parent 等,2009)。ABA 在植物干旱、低温、高盐等逆境胁迫中起着重要作用。此外,外源 ABA 还能改变内源激素的含量(Gagne 等,2011);适宜浓度的 ABA 能使水曲柳(*Manchurian ash*)幼苗叶片蛋白质含量和 SOD 活性增加,增强水曲柳幼苗抗逆性(王宇等,2010);喷施 ABA 能有效提高西瓜(*Citrullus lanatus*)幼苗叶片中 SOD 活性、叶绿素含量、脯氨酸和可溶性糖含量,提高幼苗的抗冷性(蒲高斌等,2011)。目前有关 ABA 对叶子花正常叶和变态叶生理生化指标的影响尚未见有文献报道,因此,本实验进行了这方面的工作,以期对 ABA 在提高叶子花抗逆性上的应用提供理论依据。

1 材料与方 法

实验材料采自暨南大学校园内的叶子花,待变态叶开放后,选取同样生长期的植株,从不同植株上取正常叶和变态叶各 5 片,撕取中脉两侧的叶片,每个处理浓度均称取 0.5 g 叶片。把叶片放到培养瓶中,用不同浓度(0、50、100、300 和 500 $\mu\text{mol/L}$)的 ABA 进行处理,ABA 用 EMS 缓冲液(10 mmol \cdot L⁻¹ MES/KOH,50 mmol \cdot L⁻¹ KCl,100 $\mu\text{mol} \cdot$ L⁻¹ CaCl₂,pH6.20)配制。以不加 ABA 为对照。温度为 25 $^{\circ}\text{C}$,光照强度 2 500 lx。6 h 后,测定正常叶和变态叶的叶绿素含量、可溶性糖含量、游离脯氨酸含量、可溶性蛋白含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性。每个处理浓度设置 3 次重复。

叶绿素含量采用丙酮法测定(张志良等,2006);可溶性糖含量采用蒽酮法测定(郝建军等,2007);SOD 活性采用 NBT 光还原法测定(郝建军等,2007);可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝法测定(郝建军等,2007);游离脯氨酸含量采用酸性茚三酮法测定(郝建军等,2007)。实验所得数据采用 Excel 2007 进行统计,并利用 SPSS 13.0 软件进行显著性

分析,文中图表数据均为 3 次重复的平均值。

2 结果与分析

2.1 ABA 处理对正常叶和变态叶叶绿素含量的影响

叶绿素是植物进行光合作用的主要色素,其含量的多少与植物光合作用及其强度有密切的关系。由图 1 可知,处理后,正常叶的叶绿素含量随着 ABA 浓度的增加先升高,至 100 $\mu\text{mol/L}$ 时达到最高,比对照高 55.4%,此后叶绿素含量降低,但仍较对照略高。变态叶的叶绿素含量先升高后降低,100 $\mu\text{mol/L}$ 时叶绿素含量最高,比对照高 157%。此后叶绿素含量降低,但仍较对照略高。

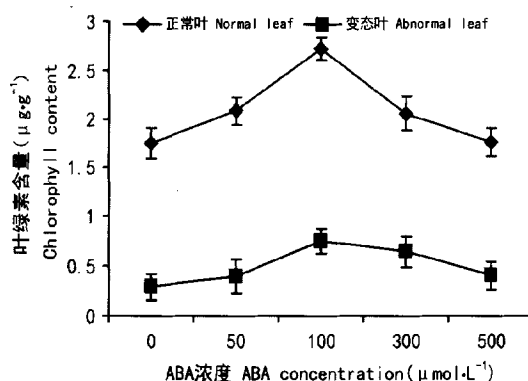


图 1 不同浓度 ABA 处理后正常叶与变态叶后叶绿素含量变化

Fig.1 Changes of chlorophyll contents of normal and irregular leaves after treated with different ABA concentrations

2.2 ABA 处理对正常叶和变态叶 SOD 活性的影响

由图 2 可以看出,经 ABA 处理后,正常叶的 SOD 活性先随 ABA 浓度的升高而升高,但当 ABA 浓度大于 100 $\mu\text{mol/L}$ 时,SOD 活性又降低。ABA 浓度为 100 $\mu\text{mol/L}$ 时,SOD 活性最高,较对照增加了 45.3%,而当 ABA 浓度为 500 $\mu\text{mol/L}$ 时,正常叶 SOD 活性较对照只增加了 28.2%。变态叶的 SOD 活性先升高后降低,100 $\mu\text{mol/L}$ 时最大,比对照增加了 30%。

2.3 ABA 处理对正常叶和变态叶渗透调节物质的影响

2.3.1 游离脯氨酸含量 在逆境胁迫下,植物体常产生渗透调节物质如脯氨酸、甜菜碱、可溶性蛋白和可溶性糖等。由图 3 可知,处理后正常叶的游离脯氨酸含量随 ABA 浓度增加先升高,至 100 $\mu\text{mol/L}$ 时达最高,比对照高 44.3%,此后游离脯氨酸含量

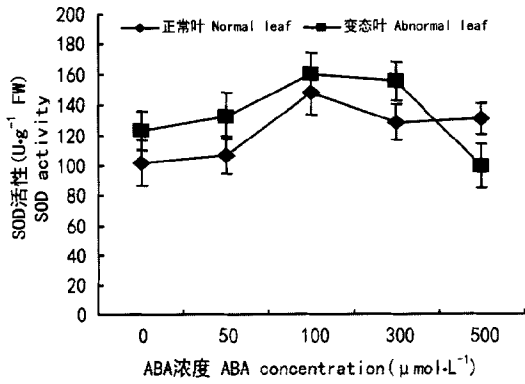


图 2 不同浓度 ABA 处理后正常叶与变态叶 SOD 活性变化

Fig.2 Changes of SOD activity of normal and irregular leaves after treated with different ABA concentrations

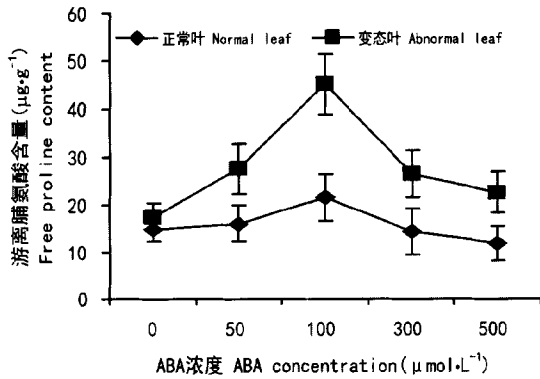


图 3 不同浓度 ABA 处理后正常叶与变态叶游离脯氨酸含量变化

Fig.3 Changes of free proline contents of normal and irregular leaves after treated with different ABA concentrations

降低。变态叶的游离脯氨酸含量先升高后降低,100 μmol/L 时游离脯氨酸含量最高,比对照高 158%,此后游离脯氨酸含量降低,但仍较对照略高。

2.3.2 可溶性糖含量 可溶性糖是植物体内重要的渗透调节物质,同时也是参与植物新陈代谢的重要底物。由图 4 可知处理后,ABA 浓度为 50 μmol/L 时,正常叶的可溶性糖含量最高,比对照高 123.8%。变态叶的可溶性糖含量先升高后降低,在 100 μmol/L 时最高,比对照高 32.1%。

2.3.3 可溶性蛋白含量 可溶性蛋白是细胞遭受胁迫时起渗透调节及保护细胞膜结构稳定的重要物质 (Singh 等,1985)。由图 5 可知处理后,正常叶的可

溶性蛋白含量在 ABA 浓度为 50 μmol/L 时含量最高,但与处理前相比差异不大。变态叶的可溶性蛋白含量先升高后降低,在 50 μmol/L 时最高,比对照高 20.9%。

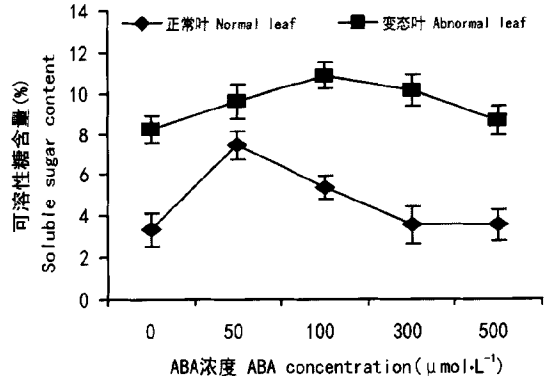


图 4 不同浓度 ABA 处理后正常叶与变态叶可溶性糖含量变化

Fig.4 Changes of soluble protein contents of normal and irregular leaves after treated with different ABA concentrations

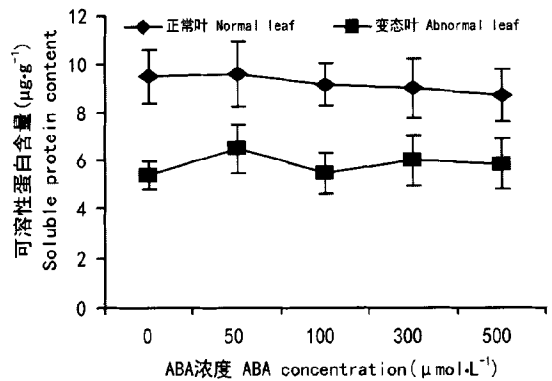


图 5 不同浓度 ABA 处理后正常叶与变态叶可溶性蛋白含量变化

Fig.5 Changes of soluble protein contents of normal and irregular leaves after treated with different ABA concentrations

3 结论与讨论

本研究表明,低浓度 ABA 处理后,叶子花的叶绿素、游离脯氨酸、可溶性蛋白和可溶性糖含量与 SOD 活性增加,高浓度使其含量降低,这与杨建昌等(1999)的研究结果基本一致。叶绿素是影响植物光合速率的重要因素,植物体内的叶绿素水平可作为衡量光合能力强弱的一个指标。100 μmol/L A-

BA 处理后,叶子花的叶绿素含量最高,这表明 100 $\mu\text{mol/L}$ ABA 的施用能提高变态叶光合同化能力。而浓度升高,叶绿素含量下降,原因可能是高浓度的 ABA 使叶绿体的片层结构遭到损伤,叶绿素的生物合成过程减弱,导致合成的叶绿素分解加快,从而表现出叶绿素含量下降。

植物细胞内活性自由基的含量增加会导致细胞膜透性的增加,抗逆能力会降低(蒲高斌等,2011)。而 SOD 是植物体内活性氧自由基清除系统最重要的一种酶,负责清除不同细胞中的超氧化物阴离子自由基($\text{O}_2^{\cdot-}$),防止氧自由基破坏细胞的结构和功能,保护细胞免受氧化损伤(Tewari 等,2006)。本实验中 ABA 浓度为 100 $\mu\text{mol/L}$ 时,SOD 活性最大,此后随着 ABA 浓度的增加,SOD 活性降低。这表明适宜浓度的 ABA 能增加植物体内清除自由基的保护酶系统的活性,可以维护膜系统的完整性,增强植物的抗逆性。SOD 活性增大的原因一方面可能是因为 ABA 诱导了叶片中 SOD 酶基因的大量表达,另一方面可能是因为叶片合成包括有机酸在内的特殊物质,这些物质的存在有助于稳定叶片 SOD 酶基因的转录产物或者促进了酶活力提高(马丽等,2009)。随着 ABA 浓度进一步升高,SOD 活性降低的原因可能是高浓度的 ABA 使体内活性氧积累的速度加快,导致膜质过氧化及细胞损伤,使 SOD 的活性下降(吕晓菡等,2009)。

脯氨酸、可溶性蛋白和可溶性糖含量在细胞遭受渗透胁迫时,起渗透调节及保护细胞膜结构稳定的作用(Singh 等,1985)。张永霞等(2011)的研究表明,重金属和渗透胁迫下,植物体内的脯氨酸含量随 ABA 浓度的增加而增加。而本实验中,低浓度 ABA 使脯氨酸含量增加,而高浓度 ABA 使脯氨酸含量降低,原因可能是低浓度 ABA 使磷酸脱氢酶的活性下降,引起脯氨酸氧化分解减慢,而高浓度 ABA 使脯氨酸氧化酶活性增加,脯氨酸氧化分解增加,导致脯氨酸含量降低(李合生,2002)。

植物细胞通过可溶性糖的积累进行渗透调节,从而阻止细胞膜解离,增强细胞的保水能力,稳定细胞的结构。低浓度 ABA 使得大分子物质的水解作用增强,淀粉等大分子降解为可溶性糖,所以低浓度的 ABA 使可溶性糖含量升高,而高浓度的 ABA 使叶绿素含量降低,作为光合产物之一的糖含量随之减少。

植物体内的可溶性蛋白构成光合与其它生理生化过程的活性基础,因此叶片可溶蛋白含量的高低可

反映植物生理生化的状态。低浓度的 ABA 能抑制蛋白质的降解和蛋白酶活性,使蛋白质含量升高;随着 ABA 浓度增加,蛋白质降解速度大于其新蛋白的合成速度,可溶性蛋白质含量下降。综合各项指标说明适宜浓度的外源 ABA 能提高叶子花的抗逆性。

参考文献:

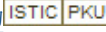
- 李合生. 2002. 现代植物生理学[M]. 北京:高等教育出版社
- 张志良,瞿伟菁. 2006. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社
- 郝建军,康宗利,于洋. 2007. 植物生理学实验技术[M]. 北京:化学工业出版社
- Bright J, Desikan R, Hancock JT, et al. 2006. ABA-induced NO generation and stomatal closure in *Arabidopsis* are dependent on H_2O_2 synthesis[J]. *Plant J*, **45**(1):113-122
- Delauney AJ, Verma DPS. 1993. Proline biosynthesis and osmoregulation in plant[J]. *Plant J*, **4**(2):215-223
- Gagne S, Cluzet S, Merillon JM, et al. 2011. ABA initiates anthocyanin reduction in grape cell cultures[J]. *Plant Growth Regul*, **30**(1):1-10
- Heuer S, Richter S, Metzger JW, et al. 1994. Betacyanins from bracts of *Bougainvillea glabra*[J]. *Phytochemistry*, **37**(3):761-767
- Huang YH(黄益洪), Tang RS(汤日圣), Ye XQ(叶晓青), et al. 2009. Effect of ABA on the germination of white-grain wheat seeds and growth of its seedlings(脱落酸(ABA)对白粒小麦种子萌发及幼苗生长的影响)[J]. *J. Tritic Crops*(麦类作物学), **29**(3):503-507
- Huang L(黄力), Deng QX(邓群仙), Wang XJ(王晓静). 2007. Studies on cuttage breeding technique of *Bougainvillea*(叶子花扦插繁殖技术研究)[J]. *S Chin Agric*(南方农业), **3**:50-53
- Lopez HA, Galetto L. 2002. Flower structure and reproductive biology of *Bougainvillea stipitata* (Nyctaginaceae)[J]. *Plant Biol*, **4**(4):508-514
- Lü XH(吕晓菡), Shou SY(寿森炎), Chai WG(柴伟国). 2009. Effect of high temperature and salt stress on antioxidant enzyme activities of cucumber seedlings(高温及盐双重胁迫对黄瓜幼苗抗氧化酶活性的影响)[J]. *Hangzhou Agric Sci Technol*(杭州农业与科技), **4**:32-36
- Ma L(马丽), Yang SC(杨盛昌). 2009. Effect of aluminium on protection enzyme system and proline of *Brugiera sexangula* seedlings(铝胁迫对海莲幼苗保护酶系统及脯氨酸含量的影响)[J]. *Guihaia*(广西植物), **29**:648-652
- Parent B, Hachez C, Redondo E, et al. 2009. Drought and abscisic acid effects on aquaporin content translate into changes in hydraulic conductivity and leaf growth rate; a trans-scale approach [J]. *Plant Physiol*, **149**(4):2 000-2 012
- Pu GB(蒲高斌), Zhang K(张凯), Zhang LY(张陆阳), et al. 2011. Effect of exogenous ABA on chilling resistance and some physiological index in watermelon seedling(外源 ABA 对西瓜幼苗抗冷性和某些生理指标的影)[J]. *Acta Agric Bor-Occ Sin*(西北农业学报), **20**(1):133-136

(下转第 792 页 Continue on page 792)

在植物的生长发育中起着非常重要的作用, Cr⁶⁺胁迫引起的甲基化水平过高或过低都会影响小麦幼苗的正常生长发育。

参考文献:

- Bird AP. 1986. CpG-rich islands and the function of DNA methylation[J]. *Nature*, **321**:209-212
- Finnegan EJ, Bertell RIS, Dennis ES. 1993. The role of DNA methylation in the regulation of plant gene expression[M]//Jost JP, Saluz HP (eds). *DNA Methylation: Molecular Biology and Biological Significance*. Basel: Birkhauser Verlag
- Finnegan EJ, Genger RK, Kovac K, et al. 1998. DNA methylation and the promotion by vernalization[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, **95**:5 824-5 829
- Finnegan EJ, Kovac KA. 2000. Plant DNA methyltransferases [J]. *Plant Mol Biol*, **43**:189-201
- Ge CL(葛才林), Yang XY(杨小勇), Liu XN(刘向农), et al. 2002. Effects of heavy metal on the DNA methylation level in rice and wheat(重金属对水稻和小麦 DNA 甲基化水平的影响)[J]. *J Plant Physiol Mol Biol*(植物生理与分子生物学学报), **28**(5):363-368
- Hix S, Augusto O. 1999. DNA methylation by tertbutyl hydroperoxide-iron(II): a role for the transition metal ion in production of DNA base adducts[J]. *Chem Biol Interact*, **18**:141-149
- Lee YW, Broday L, Costa M. 1998. Effects of nickel on DNA methyltransferase activity and genomic DNA methylation levels [J]. *Mutat Res*, **31**:213-218
- Lu XW(鲁先文), Yu L(余林), Song XL(宋小龙), et al. 2007. Effects of heavy metal Cr on chlorophyll biosynthesis in wheat (重金属铬对小麦叶绿素合成的影响)[J]. *Anhui Agric Sci Bull*(安徽农学通报), **13**(14):101-102
- Messegur R, Ganal MW, Steffens JC, et al. 1991. Characterization of the level, target sites and inheritance cytosinemethylation in tomato nuclear DNA[J]. *Plant Mol Biol*, **16**:753-770
- Pfohl-Leszkowicz A, Baldacini O, Keith G, et al. 1987. Stimulation of rat kidney, spleen and brain DNA-(cytosine-5)-methyltransferases by divalent cobalt ions[J]. *Biochimie*, **69**:1 235-1 242
- Pradhan S, Urwin NAR, Jenkins GI, et al. 1999. Effect of CWN methylation on expression of plant genes[J]. *Biochem J*, **341**:473-476
- Razin A, Cedar H. 1991. DNA methylation and gene expression [J]. *Microbiol Rev*, **55**(3):451-458
- Shi JP(史吉平), Dong YH(董永华), Tan JX(檀建新). 1994. The effect of chromium on SOD activity in wheat seedlings(铬对小麦幼苗超氧化物歧化酶活性的影响)[J]. *J Agric Univ Hebei*(河北农业大学学报), **17**(S1):62-65
- Wada Y, Miyamoto OK, Kusano T, et al. 2004. Association between up-regulation of stress-responsive genes and hypomethylation of genomic DNA in tobacco plants[J]. *Mol Gen Genom*, **271**:658-666
- Wang YY(王耀勇), Wang QY(王秋英), Wang CHY(王长有), et al. 2010. Toxicity analysis of K₂CrO₄ on wheat root tip cell(六价铬(K₂CrO₄)对小麦根尖细胞毒害效应的分析)[J]. *Acta Agric Boreal-Occident Sin*(西北农业学报), **19**(10):45-48,64
- Zhang DJ(张黛静), Jiang LN(姜丽娜), Shao Y(邵云), et al. 2009. Differential responses in germination and antioxidant enzymes of three wheat cultivars to chromium stress(铬胁迫下三种基因型小麦萌发和抗氧化酶差异的研究)[J]. *Acta Agric Bor-Sin*(华北农学报), **24**(6):69-73
- Zhou CL(周翠兰), Yin YF(殷宇芳), Zhang J(张佳), et al. 2005. Biological implications of DNA methylation and DNA methylation assays(DNA 甲基化的生物学意义及其检测方法)[J]. *J Nanhua Univ, Med Edit*(南华大学学报·医学版), **33**(2):148-153
-
- (上接第 809 页 Continue from page 809)
- Singh N, Handa A, Hasegawa P, et al. 1985. Proteins associated with adaptation of cultured tobacco cells to NaCl[J]. *Plant Physiol*, **79**(1):126-137
- Tang RS(汤日圣), Wang JP(王节萍), Tong HY(童红玉). 2003. Effect of ABA on the germination of rice seed and growth of its seedlings(脱落酸对水稻种子萌发和秧苗生长的调控作用)[J]. *J Jiangsu Agri Sci*(江苏农业学报), **19**(2):75-80
- Tewari RK, Praveen K, Sharma PN. 2006. Magnesium deficiency induced oxidative stress and antioxidant responses in mulberry plants [J]. *Sci Hort*, **108**(1):7-14
- Wang Y(王宇), Wang JY(王晶英). 2010. Effect on cold resistance physiological indexes of manchurian ash seedling leaves under low-temperature stress by ABA(脱落酸对低温胁迫下水曲柳幼苗叶片抗寒生理指标的影响)[J]. *Fore Engin*(森林工程), **26**(4):32-36
- Xu SX, Huang QY, Shu QY, et al. 2009. Reproductive organography of *Bougainvillea spectabilis* Willd[J]. *Sci Hort*, **120**(3):399-405
- Yang JC(杨建昌), Wang ZQ(王志琴), Zhu QS(朱庆森), et al. 1999. Regulation of ABA and GA to the grain filling of rice (ABA 与 GA 对水稻籽粒灌浆的调控)[J]. *Acta Agron Sin*(作物学报), **25**(3):341-348
- Zhang YX(张永霞), Shi GY(石贵玉), Li X(李霞), et al. 2011. The effect of chromium stress on physiological and biochemical parameters of *Siraitia grosvenorii* seedlings(铬胁迫对罗汉果幼苗生理生化指标的影响)[J]. *Chin Agric Sci Bull*(中国农学通报), **27**(2):12-16
- Zhu Z(朱政), Jiang JY(蒋家月), Jiang CJ(江昌俊), et al. 2011. Effects of low temperature stress on SOD activity, soluble protein content and soluble sugar content in *Camellia sinensis* leaves(低温胁迫对茶叶叶片 SOD、可溶性蛋白和可溶性糖含量的影响)[J]. *J Anhui Agri Univ*(安徽农业大学学报), **38**(1):24-26

作者: 玄晓丽, 陈梦怡, 马三梅, XUAN Xiao-Li, CHEN Meng-Yi, MA San-Mei
作者单位: 暨南大学生物工程学系, 广州, 510632
刊名: 广西植物 
英文刊名: Guihaia
年, 卷(期): 2012, 32(6)
被引用次数: 1次

参考文献(22条)

1. 李合生 现代植物生理学 2002
2. 张志良; 瞿伟菁 植物生理学实验指导 2006
3. 郝建军; 康宗利; 于洋 植物生理学实验技术 2007
4. Bright, J; Desikan, R; Hancock, JT; Weir, IS; Neill, SJ ABA-induced NO generation and stomatal closure in *Arabidopsis* are dependent on H₂O₂ synthesis [外文期刊] 2006(1)
5. Delauney AJ; Verma DPS Proline biosynthesis and osmoregulation in plant 1993(02)
6. Gagne S; Cluzet S; Merillon JM ABA initiates anthocyanin reduction in grape cell cultures 2011(01)
7. Heuer S; Richter S; Metzger JW Betacyanins from bracts of *Bougainvillea glabra* 1994(03)
8. 黄益洪, 汤日圣, 叶晓青, 童红玉 脱落酸(ABA)对白粒小麦种子萌发及幼苗生长的影响 [期刊论文]-麦类作物学报 2009(3)
9. 黄力, 邓群仙, 王晓静 叶子花的扦插繁殖技术研究 [期刊论文]-南方农业(园林花卉版) 2007(3)
10. Lopez HA; Galetto L Flower structure and reproductive biology of *Bougainvillea spectabilis* (Nyctaginaceae) 2002(04)
11. 吕晓茵; 寿森炎; 柴伟国 高温及盐双重胁迫对黄瓜幼苗抗氧化酶活性的影响 2009
12. 马丽, 杨盛昌 铝胁迫对海莲幼苗保护酶系统及脯氨酸含量的影响 [期刊论文]-广西植物 2009(5)
13. Parent, B; Hachez, C; Redondo, E; Simonneau, T; Chaumont, F; Tardieu, F Drought and Abscisic Acid Effects on Aquaporin Content Translate into Changes in Hydraulic Conductivity and Leaf Growth Rate: A Trans-Scale Approach [外文期刊] 2009(4)
14. 蒲高斌, 张凯, 张陆阳, 赵书民 外源ABA对西瓜幼苗抗冷性和某些生理指标的影响 [期刊论文]-西北农业学报 2011(1)
15. Singh N; Handa A; Hasegawa P Proteins associated with adaptation of cultured tobacco cells to NaCl 1985(01)
16. 汤日圣, 王节萍, 童红玉 脱落酸对水稻种子萌发和秧苗生长的调控作用 [期刊论文]-江苏农业学报 2003(2)
17. Tewari RK; Praveen K; Sharma PN Magnesium deficiency induced oxidative stress and antioxidant responses in mulberry plants 2006(01)
18. 王宇, 王晶英 脱落酸对低温胁迫下水曲柳幼苗叶片抗寒生理指标的影响 [期刊论文]-森林工程 2010(4)
19. Xu Suxia; Huang Qingyun; Shu Qingyan; Chen Chun; Vick Brady A. Reproductive organography of *Bougainvillea spectabilis* Willd [外文期刊] 2009(3)
20. 杨建昌, 王志琴 ABA与GA对水稻籽灌浆的调控 [期刊论文]-作物学报 1999(3)
21. 张永霞, 石贵玉, 李霞, 张厚瑞 铝胁迫对罗汉果幼苗生理生化指标的影响 [期刊论文]-中国农学通报 2011(2)
22. 朱政, 蒋家月, 江昌俊, 李雯 低温胁迫对茶叶叶片SOD、可溶性蛋白和可溶性糖含量的影响 [期刊论文]-安徽农业大学学报 2011(1)

引用本文格式: 玄晓丽, 陈梦怡, 马三梅, XUAN Xiao-Li, CHEN Meng-Yi, MA San-Mei ABA对叶子花正常叶和变态叶部分生理生化指标的影响 [期刊论文]-广西植物 2012(6)