

昼夜温差对非洲菊试管苗生长的影响

杨 博¹, 曹秀婷², 王 政¹, 何松林^{1*}

(1. 河南农业大学 林学院, 河南 郑州 450002; 2. 濮阳市华龙区科技局, 河南 濮阳 457002)

摘 要:以非洲菊‘瑞扣’试管苗为材料,研究不同昼夜温差(0℃、3℃、6℃、9℃、12℃)处理对其生长的影响。结果表明,0℃昼夜温差处理下试管苗株高、叶数、最大叶长、根数、最大根长、总鲜干重、地上部分鲜干重、地下部分鲜干重、叶绿素 a、叶绿素 b、总叶绿素含量及根系活力均高于其他处理。昼夜温差 9℃处理时试管苗的可溶性糖含量及干物率均优于其他处理,达到最大值。故在昼夜温差 0℃处理时有利于促进非洲菊试管苗的形态生长、叶绿素合成及根部生长,在昼夜温差 9℃处理时有利于试管苗的可溶性糖合成和干物质积累。

关键词:昼夜温差;非洲菊;试管苗

中图分类号:S682.110.43 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2012)02-0088-05

Effects of Day-night Temperature Difference on the Growth of *Gerbera jamesonii* Plantlets *in vitro*

YANG Bo¹, CAO Xiu-ting², WANG Zheng¹, HE Song-lin^{1*}

(1. College of Forestry, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002, China;

2. Science & Technology Bureau of Hualong District, Puyang, Henan 457002, China)

Abstract: Plantlets of *Gerbera jamesonii* var. ‘Rui Kou’ *in vitro* were used as experimental materials to examine the effects of day-night temperature differences (0℃, 3℃, 6℃, 9℃, and 12℃, respectively) on their growths. The results showed that the indices of plantlets *in vitro* under the 0℃ temperature difference treatment were all higher than other treatments, including plant height, leaf number, the maximum leaf length, root number, the maximum root length, fresh and dry weights of the total and shoot part, fresh and dry weights on and off the earth, contents of leaf chlorophyll a, b and total chlorophyll, and the root activity. The accumulation of soluble sugar and dry matter rate of plantlets *in vitro* under 9℃ treatment reached to the maximum, better than other treatments. Overall, the morphological growth, chlorophyll synthesis and the root growth of the plantlets could be improved by the 0℃ treatment. On the other hand, the accumulation of soluble sugar and dry materials could be promoted when the day-night difference was 9℃.

Key words: day-night temperature difference; *Gerbera jamesonii*; plantlets *in vitro*

非洲菊 (*Gerbera jamesonii*) 又名扶郎花、太阳菊、灯盏菊,为菊科非洲菊属多年生宿根草本花卉,与菊花、唐菖蒲、月季、康乃馨一起被誉为“世界五大切花”^[1],居世界切花销量第五位,是近年来发展迅速的重要切花种类之一,经济效益较高。因非洲菊

为异花授粉植物,种子后代多变异,其常规繁殖方法采用分株法,但繁殖系数低,繁殖速度慢,不能满足大面积生产需要。采用组培技术进行非洲菊育苗具有繁殖系数大、速度快,种苗质量高等优点,在规模化生产中有着广阔前景。昼夜温差对植物试管苗的

收稿日期:2011-09-21 修回日期:2011-12-15

基金项目:农业部‘948’项目(2009-z28);郑州市科技创新团队(10CXTD147)。

作者简介:杨博,男,硕士,主要从事园林植物生物技术方面研究。E-mail:yangboshi2007@126.com

* 通讯作者:何松林,男,教授,博士生导师,主要从事园林植物生物技术方面研究。E-mail:hs1213@163.com

生长有着较大影响,目前已有关于昼夜温差对百合、马铃薯、文心兰试管苗影响的报道^[2-4],但对于非洲菊试管苗影响在这方面研究较少,因此本试验在人工控制条件下研究不同昼夜温差对非洲菊试管苗生长的影响,探讨适宜非洲菊试管苗生长的昼夜温差条件,为高品质非洲菊试管苗的商业化生产提供理论基础和技术参考。

1 材料与方法

1.1 材料

供试非洲菊品种为‘瑞扣’(约 1.5 cm 高),购买于德州世纪风科技有限公司。试管苗按下述方法培养成试验用苗:以 100 mL 三角瓶为培养容器,将购买的试管苗接种于 MS+1.0 mg·L⁻¹ BA+0.1 mg·L⁻¹ IBA+30 g·L⁻¹ 蔗糖+7 g·L⁻¹ 琼脂(pH5.8)的固体培养基上,在常规培养条件(温度 24±1℃,光照强度 2 500 lx,光照时间 12 h·d⁻¹)下增殖培养。试管苗经 1 个月培养后,选取生长状况及规格一致的试管苗(展叶 3 片,苗高约 2.5 cm)作为供试材料。

1.2 试验方法

昼夜温差设置 5 个处理,分别为 0℃(对照)、3℃、6℃、9℃、12℃,即昼夜温度分别为:25℃/25℃(对照)、25℃/19℃、25℃/16℃、25℃/22℃和 25℃/13℃。

将供试试管苗在无菌条件下均匀接入 100 mL 三角瓶内,每个处理接种 30 株苗,重复 3 次、90 株,共计试验材料 450 株。培养基 MS+30 g·L⁻¹ 琼脂,pH5.8,培养基添加量为每个容器 40 mL。

预培养 7 d 后分别在设置不同昼夜温差的光照培养箱(宁波莱福 PGX-280B-30H)中培养,光照强

度 2 500 lx,光照时间 12 h·d⁻¹,白天 8:00~20:00,晚上 20:00~8:00。

1.3 指标测定与统计分析

培养 60 d 后测定相关形态指标及生理指标。

1.3.1 形态指标 株高、叶数、最大叶长;根数、最大根长;总鲜重、地上部鲜重、根部鲜重、总干物重、地上部干物重、根部干物重;每个处理随机取 20 株测量。并分别计算各处理的总干物率,地上部干物率和根部干物率。

总干物率=总干物重/总鲜重×100%

地上部干物率=地上部干重/地上部鲜重×100%

根部干物率=根部干重/根部鲜重×100%

1.3.2 叶绿素含量的测定 无水乙醇和丙酮混合液提取法^[5]。

1.3.3 可溶性糖含量测定 苯酚法^[6]。

1.3.4 根系活力的测定 TTC 测定法^[7]。

数据统计采用 DPS 软件 3.01 版和 Excel2003 进行数据处理。邓肯氏新复极差测验法(SSR 法)测验其差异显著性,显著水平 $p\leq 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 昼夜温差对非洲菊试管苗形态的影响

经 60 d 培养后(表 1、图 1、图 2),非洲菊试管苗株高随着昼夜温差的增加呈降低趋势,试管苗株高、叶数、最大叶长均以对照处理条件下最大,昼夜温差 3℃、6℃、9℃次之,而在昼夜温差 12℃最小、且与其他处理差异显著。对照处理下试管苗根数最多,但各处理间差异性不显著;对照处理下试管苗最大根长显著高于其他处理,达到 9.03 cm,其次为 9℃、3℃和 6℃处理、昼夜温差 12℃最小。

表 1 昼夜温差对非洲菊试管苗形态的影响

Table 1 Effects of day-night temperature difference on the morphology of *G. jamesonii* plantlets *in vitro*

昼夜温差(日温/夜温)/℃	株高/cm	叶数/片	最大叶长/cm	根数/条	最大根长/cm
0(25/25)	13.68±1.04 a	11.9±3.78 a	2.47±0.39 a	3.6±0.84 a	9.03±0.95 a
3(25/22)	13.52±2.25 a	9.6±3.43 ab	2.42±0.37 a	3.5±1.08 a	7.33±1.62 b
6(25/19)	13.17±2.01 a	9.1±4.38 ab	1.85±0.27 b	3.5±1.08 a	6.61±1.62 bc
9(25/16)	11.32±1.33 b	7.7±2.26 b	1.66±0.23 b	3.3±0.95 a	7.53±1.09 b
12(25/10)	9.32±1.23 c	7.2±1.69 b	1.65±0.34 b	3.1±0.88 a	5.60±0.92 c

注:不同字母表示差异显著性,(表 2、表 3 同)。

2.2 昼夜温差对非洲菊试管苗鲜重、干重及干物率的影响

各处理试管苗整株鲜、干重,地上部分鲜、干重和根部鲜、干重均随着昼夜温差的增大均呈下降的趋势,其中对照处理最大,其次是昼夜温差 3℃,昼夜温差 12℃处理条件下的各指标最小,且差异显著

(表 2)。

试管苗整株干物率、地上部干物率和根部干物率均在昼夜温差 9℃处理下最大,其次是昼夜温差 6℃,昼夜温差 12℃处理条件下的最小,但各处理之间差异不显著(图 3)。

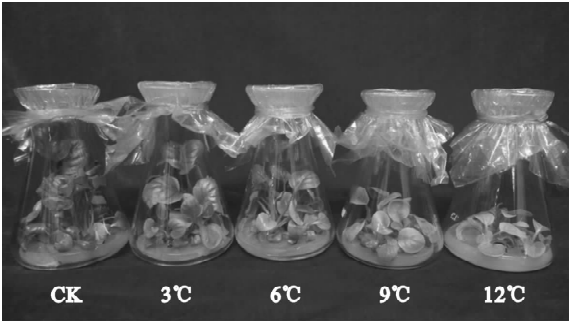


图 1 昼夜温差对非洲菊试管苗形态的影响

Fig. 1 Effects of day-night temperature difference on the morphology of *G. jamesonii* plantlets *in vitro*

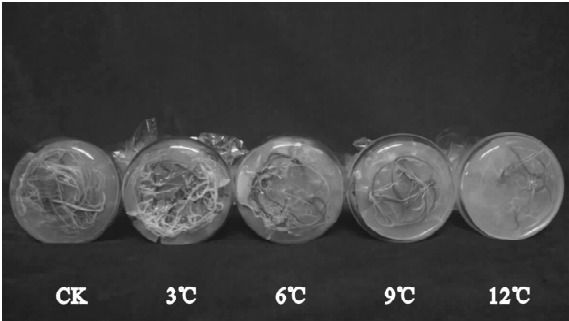


图 2 昼夜温差对非洲菊试管苗根系生长的影响

Fig. 2 Effects of day-night temperature difference the root growth of *G. jamesonii* plantlets *in vitro*

表 2 昼夜温差对非洲菊试管苗鲜重、干重的影响

Table 2 Effects of day-night temperature difference on the fresh and dry weights of *G. jamesonii* plantlets

昼夜温差 (日温/夜温)/℃	鲜重/g			干重/g		
	整株	地上部	根部	整株	地上部	根部
0(25/25)	1.20±0.35 a	0.78±0.26 a	0.42±0.16 a	0.13±0.06 a	0.08±0.04 a	0.04±0.02 a
3(25/22)	1.00±0.25 a	0.61±0.20 b	0.40±0.11 a	0.11±0.03 ab	0.07±0.02 ab	0.04±0.01 ab
6(25/19)	0.77±0.25 b	0.43±0.16 c	0.34±0.11 ab	0.08±0.02 b	0.05±0.01 bc	0.03±0.01 ab
9(25/16)	0.58±0.16 bc	0.34±0.09 c	0.23±0.08 bc	0.08±0.03 b	0.05±0.02 bc	0.04±0.01 b
12(25/13)	0.50±0.16 c	0.31±0.09 c	0.18±0.09 c	0.05±0.02 c	0.04±0.01 c	0.01±0.06 c

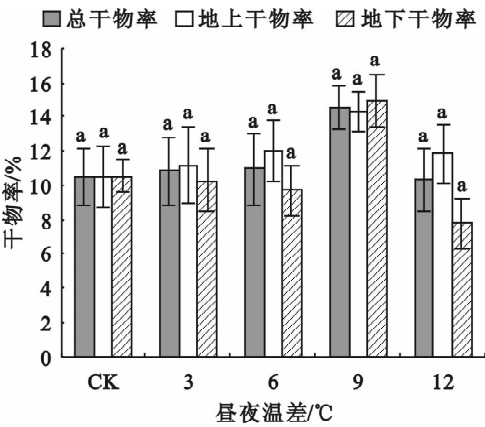


图 3 昼夜温差对非洲菊试管苗干物率的影响

Fig. 3 Effects of day-night temperature difference on the dry matter rate of *G. jamesonii* plantlets

2.3 昼夜温差对非洲菊试管苗可溶性糖含量的影响

由图 4 看出,随着昼夜温差幅度的增加,可溶性糖含量呈现先下降后上升再下降的趋势,其中以昼夜温差 9℃ 处理下可溶性糖含量最大,达 2.3%;对照处理次之,而在昼夜温差 3℃ 处理条件下的可溶性糖含量最小,但各处理之间差异不显著,说明适宜的昼夜温差有利于可溶性糖含量的积累,而昼夜温差幅度较小,对可溶性糖含量积累效果不明显,更大幅度昼夜温差,可能对试管苗生长造成伤害,不利于可溶性糖含量积累。

2.4 昼夜温差对非洲菊试管苗根系活力的影响

由图 5 看出,试管苗根系活力随着昼夜温差的增大呈下降的趋势,其中以对照处理下的试管苗根

系活力最大,与其他各处理之间均达到差异显著水平,其次为 6℃,3℃ 处理次之,昼夜温差 9℃ 处理下的试管苗根系活力最小,3℃ 至 12℃ 之间差异不显著,说明在一定的范围内昼夜温差对根系活力影响较小,而较大的昼夜温差对其影响显著。

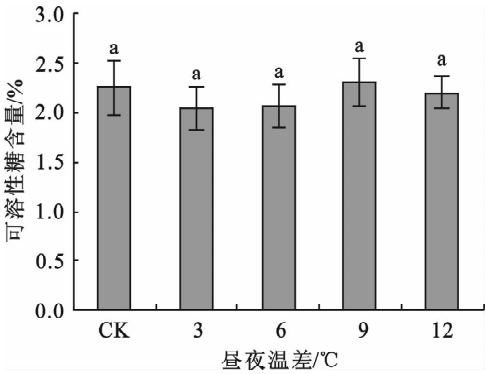


图 4 昼夜温差对非洲菊试管苗可溶性糖含量的影响

Fig. 4 Effects of day-night temperature difference on the soluble sugar content of *G. jamesonii* plantlets

2.5 昼夜温差对非洲菊试管苗叶绿素含量的影响

由表 3 可以看出,叶绿素 a、叶绿素 b 及总叶绿素含量随着昼夜温差的增加而呈先下降后上升再下降的趋势,其中对照处理下试管苗叶绿素 a、叶绿素 b 及总叶绿素含量均达到最大值,其次为昼夜温差 6℃ 处理,昼夜温差 12℃ 处理下叶绿素各含量均最小。说明较小的昼夜温差对非洲菊试管苗叶绿素含量的影响不大;但随着昼夜温差的不断增大,叶绿素含量不断减小,在昼夜温差达到 12℃ 时,叶绿素含量达到最小值。

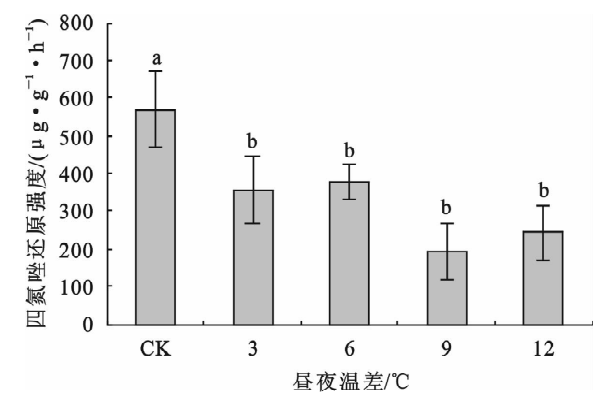


图5 昼夜温差对非洲菊试管苗根系活力的影响

Fig. 5 Effects of day-night temperature difference on the root vigor of *G. jamesonii* plantlets

表3 昼夜温差对非洲菊试管苗叶绿素含量的影响

Table 3 Effects of day-night temperature difference on the chlorophyll content of *G. jamesonii* plantlets

昼夜温差/℃	叶绿素 a 含量 / (mg · g ⁻¹)	叶绿素 b 含量 / (mg · g ⁻¹)	叶绿素总含量 / (mg · g ⁻¹)
CK(25/25)	1.205 7±0.277 3 a	0.463 8±0.097 7 a	1.669 4±0.373 4 a
3(25/22)	0.791 9±0.261 0 ab	0.313 8±0.084 1 ab	1.105 7±0.342 3 ab
6(25/19)	1.159 4±0.155 7 ab	0.416 4±0.047 4 ab	1.575 8±0.203 1 ab
9(25/16)	0.719 4±0.353 2 b	0.298 1±0.128 3 b	1.009 3±0.481 3 b
12(25/13)	0.696 6±0.053 6 b	0.297 6±0.018 5 b	0.994 2±0.070 9 b

3 结论与讨论

比较了不同昼夜温差对非洲菊试管苗的影响,结果表明,昼夜温差 0℃ 处理下非洲菊试管苗的株高、叶数、最大叶长、根数、最大根长、总鲜干重、地上部鲜干重、地下部鲜干重均达到最大值,这可能是由于非洲菊适合在高温高湿的环境下生长。并且出现随着昼夜温差的加大,株高随之降低的趋势。这与李华英^[3]和 T. Kozai 等^[8]研究马铃薯试管苗随昼夜温差的加大,株高变小的结果一致。这可能是因为昼夜温差过大致使试管苗的某些生理代谢活动受到影响,从而使试管苗具有一定的矮化效应。在干物率方面,随着昼夜温差的不断增加,干物率也随之上升,在昼夜温差达到 9℃ 时,整株干物率、地上干物率和地下干物率均达到最大值,说明非洲菊试管苗干物质的积累是随着昼夜温差的不断加大而增加的,这是因为在适宜的温度下白昼光照有利于光合产物形成;夜间低温可减少呼吸消耗,有利于干物质的积累^[9-10]。这与小麦^[11]、番茄^[12]及水稻^[13]等植物上的研究基本一致。

根系活力大小反映了根系代谢能力强弱,直接影响植株生长和抗逆性。非洲菊试管苗根系活力随着昼夜温差的增大整体呈下降的趋势,这与余泽宁^[14]的龙眼叶片膜脂脂肪酸组分与龙眼耐寒性的关系和王洪春^[15]等的水稻干胚膜脂脂肪酸组分差

异性分析研究结果基本一致。最大值出现在对照处理,昼夜温差 6℃、3℃ 次之,而最低值出现在昼夜温差 9℃ 处理下,昼夜温差 6℃ 和 3℃ 之间、9℃ 和 12℃ 之间差异不大,说明在一定的范围内昼夜温差对根系活力影响较小,但较大的昼夜温差对其影响显著。在昼夜温差 0℃ 时,非洲菊试管苗根系代谢活动最强,这可能是非洲菊在自然生长的环境相似,适合在高温高湿的环境下生长。

叶绿素在植物光合作用中起到捕获光能的重要作用,其含量直接影响植物光合能力的强弱。本试验结果表明,随着昼夜温差的增大,非洲菊试管苗的叶绿素含量呈逐渐下降趋势,这与王洪春^[15]等研究结果一致,说明低温弱光会降低叶绿素的合成。可溶性糖含量随着昼夜温差的增大呈现先降低后增大的趋势,在昼夜温差 9℃ 时达到最大值,最低值出现在昼夜温差 3℃ 处理下,说明昼夜温差并不是影响可溶性糖含量的唯一因素,达到适宜的温差时,可溶性糖的含量才达到最大值,过低或过高的昼夜温差反而不利于可溶性糖含量的积累。此外,可溶性糖含量还与耐寒性有着密切的关系^[16],因此可以推断非洲菊试管苗能够忍受的夜间最低温度为 16℃,如果继续降低夜间温度则会出现含糖量急剧下降,就有可能出现冷害现象影响非洲菊试管苗的生长。综上所述,在非洲菊组培苗工厂化生产中,可以利用调节昼夜温差再结合其他技术手段,来控制组培苗的生长,从而达到生产出高品质组培苗的目的。

参考文献:

[1] 龙雅宜. 切花生产技术[M]. 北京:金盾出版社,1994.

[2] LIAN M L,PIAO X C,PAEK K Y. Effects of air temperature and DIF on the bulblet formation and growth of *Lilium in vitro*[J]. J. Kor. Soc. Hort. Sci.,2002,43(1):64-68.

[3] 李华英,林长春,廉美兰,等. 温度及昼夜温差对马铃薯脱毒苗生长的影响[J]. 延边大学农学报,2007,29(4):249-252.

LI H Y, LIN C C. LIAN M L, *et al.* Effect of temperature and DIF on growth of virus-free potato[J]. Journal of Agricultural Science Yanbian University, 2007, 29 (4): 249-252. (in Chinese)

[4] 郑卫杰,郭紫霞,王政,等. 昼夜温差对文心兰试管苗生长的影响[J]. 西北林学院学报,2011,26(4):137-141.

ZHENG W J. GUO Z X. WANG Z, *et al.* Effects of day-night temperature difference on the growth of oncidium plantlets *in vitro*[J]. Journal of Northwest Forestry University,2011,26 (4):137-141. (in Chinese)

[5] 张志良,瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2004.

[6] 赵世杰,刘华山. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业科技出版社,1998.

[7] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育

出版社,2000.

[8] KOZAI T,KUBOTA C, JEONG B R. Environmental control for the large-scale production of plants through *in vitro* techniques [J]. Plant Cell Tiss Org. Cult. ,1997,51:49-56.

[9] 张荣铨,方志伟. 不同夜间温度对小麦旗叶光合作用和单株产量的影响[J]. 作物学报,1994,20(6):710-715.

ZHANG R X, FANG Z W. Influence of different nightttime temperatures on the photosynthesis of the flag leaf and yield in wheat[J]. Actaagronomica Sinica, 1994,20(6):710-715. (in Chinese)

[10] 白宝璋,徐克章,赵景阳. 植物生理学[M]. 北京:中国农业科技出版社,2001:114,174,181,201.

[11] 孙存华. 昼夜变温对小麦幼苗生长的影响[J]. 植物生理学通讯,1994,30(3):192-194.

SUN C H. Effect of diurnal temperature variation on growth of wheat [J]. Plant Physiology Communications, 1994, 30 (3):192-194. (in Chinese)

[12] 许纪发. 周期性变温对番茄生长量的分析[J]. 北方园艺,2004 (3):30.

[13] 白嵩,季秀娥,史留功,等. 模拟昼夜变温对水稻种子萌发与种苗初期生长的影响[J]. 河北农业大学学报,2007,30(1):5-7.

BAI S,JI X E, SHI L G, *et al.* Effect of alternating night temperature on rice seed germination and early seedling growth[J]. Journal of Agricultural University of Hebei, 2007,30(1):5-7. (in Chinese)

[14] 余泽宁. 龙眼叶片膜脂脂肪酸组分与龙眼耐寒性的关系[J]. 亚热带植物科学,2003,32(2):15-17.

YU Z N. Cold tolerance of longan in relation to membrane fatty acid composition in leaves[J]. Subtroical Plant Science, 2003,32(2):15-17. (in Chinese)

[15] 王洪春,汤章城,苏维埃,等. 水稻干胚膜脂脂肪酸组分差异性分析[J]. 植物生理学报,1980,6(3):227-236.

WANG H C, TANG Z C, SU W A, *et al.* Analysis of difference in fatty acid composition of membrane lipids of dry rice embryo[J]. Acta Phytophysilogia Sinica, 1980,6(3):227-236. (in Chinese)

[16] 黄治远. 龙眼耐寒性与叶片可溶性糖含量的关系[J]. 中国南方果树,2005,34(2):32-34.

(上接第 25 页)

[11] 汪贵斌,曹福亮. 盐胁迫对落羽杉生理及生长的影响[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2003,27(3):11-14 .

WANG G B, CAO F L. Effects of salinity on growth and physiology of bald cypress seedlings[J]. Journal of Nanjing Forestry University:Natural Sciences Edition, 2003, 27(3): 11-14. (in Chinese)

[12] MCKAY H M,MASON W L. Physiological indicators of tolerance to cold storage in sitka spruce and douglas-fir seedlings [J]. Canadian Journal Forest Research,1991,21(6):890-901.

[13] 宋福南,杨传平,刘雪梅,等. 盐胁迫对柽柳超氧化物歧化酶活性的影响[J]. 东北林业大学学报,2006,34(3):54-56.

SONG F N, YANG C P, LIU X M, *et al.* Effect of salt stress on superoxide dismutase activity of *Tamarix chinensis* [J]. Journal of Northeast Forestry University, 2006, 34(3): 54-56. (in Chinese)

[14] SANTA-CRUZ A, ACOSTA M, RUS A, *et al.* Short-term salt tolerance mechanisms in differentially salt tolerant tomato species[J]. Plant Physiol Biochem, 1999,37(1):65-71.

[15] 郑容妹,郑郁善,张梅,等. 盐分胁迫对沿海绿竹光合作用及叶绿素的影响[J]. 竹子研究汇刊,2002,21(4):76-80.

ZHENG R M, ZHENG Y S, ZHANG M, *et al.* Study on impact of photosynthesis and chlorophyll of *Dendrocalamopsis oldhami* grown in the coastal areas under salt stress[J]. Journal of Bamboo Research, 2002, 21(4):76-80. (in Chinese)

[16] 刘加尧,衣艳君,张其德. 盐胁迫对不同抗盐性小麦叶片荧光诱导动力学的影响[J]. 植物学通报,1998,15(2):46-49.

LIU J Y, YI Y J, ZHANG Q D. Effects of salt stress on chlorophyll a fluorescence induction kinetics in wheat leaves with different salt tolerance[J]. Chinese Bulletin of Botany, 1998, 15(2):46-49. (in Chinese)

[17] 王凌晖,施福军,朱宏光,等. 盐分胁迫下巨尾桉苗期生长与生理特性的变化[J]. 福建林学院学报,2009,29(2):97-102.

WANG L H, SHI F J, ZHU H G, *et al.* Growth and physiological changes of *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla* under salt stress[J]. Journal of Fujian College of Forestry, 2009, 29(2):97-102. (in Chinese)

[18] 刘祖祺,张石城. 植物抗性生理学[M]. 北京:中国农业出版社,1994:4-7.

[19] 汤章城. 逆境条件下植物脯氨酸的积累及其可能的意义[J]. 植物生理学通讯,1984,20(1):15-21.

[20] 李国雷,孙明高,夏阳,等. NaCl 胁迫下黄栌、紫荆的部分生理生化反应动态变化规律的研究[J]. 山东农业大学学报:自然科学版,2004,35(2):173-176.

LI G L, SUN M G, XIA Y, *et al.* Salt stress treatments affect the phychological responses of the seedling leaves of *Pistacia chinensis* Bunge and *Cercis chinensis* Bunge[J]. Journal of Shandong Agricultural University: Natural Science, 2004, 35(2):173-176.

[21] IYER V , FERNANDS T A, APTE S K. A role for osmotic stress-induced proteins in the osmitolerance of a nitrogen-fixing cyanobacterium, *Anabaena* sp. Strain L-31[J]. J. Bacteriol,1994,176(18):5868-5870.