

植物生长调节剂 GGR6 对中国无忧花生理生化的影响

覃世杰¹, 谭长强^{2,3}, 侯文娟², 王凌晖², 姚姜铭², 方雪²

(1. 广西国有六万林场, 广西 玉林 537000; 2. 广西大学 林学院, 广西 南宁 530005; 3. 广西林业科学研究院, 广西 南宁 530002)

摘要:以中国无忧花为试材, 采用单因素完全随机设计方法, 研究了植物生长调节剂 GGR6 对中国无忧花的影响。结果表明: 喷施不同浓度植物生长调节剂 GGR6 对中国无忧花的各生理生化指标影响不同。对中国无忧花苗木叶面喷施 GGR6 最佳浓度在 20~30 mg/L。随着 GGR6 浓度的增加, 与 CK 相比, 其叶片叶绿素含量、可溶性糖含量、游离脯氨酸含量呈现先增大后减小趋势; 对超氧化物歧化酶(SOD)活性呈现先减小后增大趋势; 对叶片丙二醛(MDA)含量影响呈现逐渐降低趋势。

关键词:中国无忧花; 植物生长调节剂; GGR6; 生理生化; 苗木

中图分类号:S 685.99 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)22-0072-04

中国无忧花(*Saraca dives* Pierre)属苏木科无忧花属树种, 又称火焰花、无忧花。分布于云南东南部至广西西部、西南部和南部, 越南、老挝也有分布。其树冠椭圆状伞形, 树姿雄伟, 叶大翠绿并具多阶段变色的特点, 嫩叶紫红而下垂, 花序大型, 花期长, 盛花期花开满枝头, 橙红似火焰, 有“火焰花”之称, 为华南极有栽培前途

的观赏树种^[1]。树干通直, 材质坚实, 为制作家具、农具、桥梁及建筑的优质用材。树皮入药, 可治风湿和月经不调, 又是优良的紫胶虫寄主^[2]。目前, 无忧花研究甚少, 仅有一些研究者在广东汕头^[3]、华南植物园^[4]、广西北海^[5]对其进行了栽培及引种试验。近些年来随着林业产业化发展, 极其复杂多变的城市环境要求科研人员选育观赏性高、抗逆性强的园林绿化苗木。外施植物生长调节剂调控植物生长发育, 在增强植物抗逆性^[6-7]都已有一定的研究, 近年来随着园林绿化苗木产业的发展, 越来越多的人投入到该研究当中, 而对中国无忧花的研究目前尚鲜见报导。现以中国无忧花为试材, 研究了外施不同浓度梯度的植物生长调节剂对中国无忧花苗木生理生化特性的影响, 以期得出最适合中国无忧花苗木

第一作者简介:覃世杰(1973-), 男, 广西东兰人, 本科, 工程师, 现主要从事林场科技及管理工作。E-mail: 315990730@qq.com.

责任作者:王凌晖(1965-), 男, 博士, 教授, 现主要从事森林培育和园林植物栽培学等研究工作。E-mail: wanglinghui97@163.com.

基金项目:广西林业科技资助项目(桂林科字[2012]第 27 号); 广西林业科技推广示范资助项目(502006xm09n001)。

收稿日期:2014-07-16

Evaluation of Cold Resistance of Five Wild Groundcover Plants

GU Wen-yi, LIU Xiao-li, WEI Hai-bin

(Qinghai Forestry Research Institute, Xining, Qinghai 810016)

Abstract: With *Hedysarum multijugum*, *Potentilla fruticosa*, *Potentilla glabra*, *Sabina vulgaris* and *Caragana Korshinskii* five kinds of wild groundcover plants as materials, after cryogenic treatment the electrical conductivity were measured, and Logistic equation was used to fit s-shaped curve, the lethal temperature of five farming were calculated, lethal temperature and the relationship between the plant cold hardiness were studied, under different low temperature controls at the same time, the change trend of free proline content and soluble sugar content and the relationship between the plant cold hardiness were researched. The results showed that the electrical conductivity of five kinds of wild groundcover plants, free proline content and soluble sugar content, all appear to increase with the extension of low temperature stress time after reducing trend, its cold resistance by began to evaluation for: *Sabina vulgaris* > *Potentilla fruticosa* > *Hedysarum multijugum* > *Potentilla glabra* > *Caragana Korshinskii*.

Keywords: wild groundcover plants; cold resistance; proline; soluble sugar

培育的 GGR6 施用浓度,为中国无忧花壮苗技术提供一定理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试中国无忧花苗木来源于广西良凤江国家森林公园。GGR6(生根粉 6 号)为可溶性粉剂,由北京艾比蒂(ABT)研究开发中心研制。

1.2 试验方法

试验于 2012 年 10 月至 2013 年 9 月在广西大学苗圃进行。2012 年 10 月将腐殖质土与苗圃熟土按 3:1 充分混合消毒后作为栽培基质,将无忧花袋苗装入规格为 16 cm(径)×18 cm(高)的花盆中,每盆 1 株。在幼苗生长阶段采取统一的水肥管理措施。3 月 1 日选择植株长势良好及基本一致的幼苗进行试验。试验方法采用单因素完全随机设计,植物生长调节剂 GGR6 的 5 个浓度梯度,分别为 10、20、30、40、50 mg/L,以 0 mg/L 为对照(CK),对中国无忧花苗木进行处理,每个处理 10 次重复,共 60 盆。试验期间每隔 15 d 喷 1 次水,每次喷到叶的两面滴水为止。于 2013 年 9 月对苗木叶片相关生理生化指标进行测定。

1.3 项目测定

叶绿素含量测定采用丙酮-乙醇混合提取法^[8];超氧化物歧化酶(SOD)活性测定采用 NBT 光化还原法^[9];脯氨酸含量测定采用酸性茚三酮法^[9];可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法^[10];丙二醛(MDA)含量测定采用硫代巴比妥酸(TBA)法^[10]。

1.4 数据分析

利用 Microsoft Excel 软件、DPS 软件进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 不同浓度 GGR6 对无忧花叶绿素含量的影响

叶片是植物进行光合作用的主要器官,其叶绿素含量高低反映了植物叶片光合能力的强弱^[11]。由图 1 可以看出,不同浓度的 GGR6 对无忧花叶片叶绿素含量有着不同的影响,随着 GGR6 浓度的增加,叶绿素含量呈先增加后减小的趋势,其中 GGR6 浓度为 20 mg/L 时叶绿素含量达到最高为 7.81 mg/g,比 CK 增加 0.75 mg/g。当 GGR6 浓度增加到 40 mg/L 时,叶绿素含量开始低于对照。对各浓度进行方差分析表明,植物生长调节剂 GGR6 对中国无忧花开叶绿素含量影响显著($P=0.0224<0.05$),多重比较表明(表 1),20 mg/L 与 50 mg/L 之间达到极显著差异水平,与 40 mg/L、CK 之间存在显著差异,与 10、30 mg/L 之间差异不显著。

2.2 不同浓度 GGR6 对无忧花可溶性糖含量的影响

由图 2 可以看出,随着 GGR6 浓度的升高其可溶性

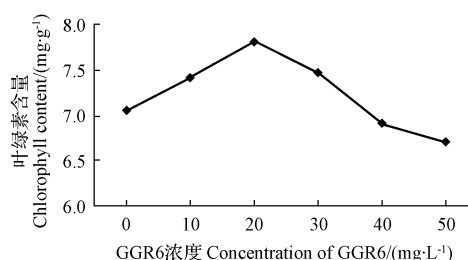


图 1 不同浓度 GGR6 对无忧花叶绿素含量的影响

Fig. 1 Effect of different concentrations GGR6 on the chlorophyll content of *Saraca dives* Pierre

糖含量出现先升高后降低的变化趋势,其中以 20 mg/L 浓度时最高,可溶性糖含量为 12.23%,比对照组增加 2.33 百分点。经方差分析($P=0.0001<0.01$),说明不同浓度 GGR6 对叶片可溶性糖含量的影响存在极显著差异。多重比较表明(表 1),10、20、30 mg/L 与 CK 之间差异极显著,40、50 mg/L 与 CK 之间差异不显著,10 mg/L 与 20 mg/L 之间差异极显著,与 30 mg/L 之间差异显著,20 mg/L 与 30 mg/L 之间差异不显著。说明添加不同浓度的 GGR6 对叶片可溶性糖含量有着不同的影响,低浓度有利于可溶性糖含量的增加,高浓度对叶片可溶性糖含量影响不大,甚至降低了可溶性糖含量。

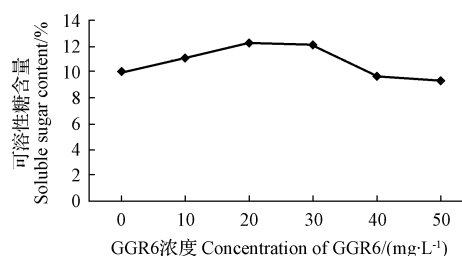


图 2 不同浓度 GGR6 对无忧花可溶性糖含量的影响

Fig. 2 Effect of different concentrations GGR6 on the soluble sugar content of *Saraca dives* Pierre

2.3 不同浓度 GGR6 对无忧花游离脯氨酸含量的影响

植物中脯氨酸含量一直是植物耐盐性研究的常用指标^[12]。由图 3 可以看出,不同浓度的 GGR6 对无忧花脯氨酸含量均有提高作用,并呈现先增加后减低的趋势,其中以浓度为 30 mg/L 为最佳浓度,脯氨酸含量为 805.73 $\mu\text{g/g}$,比 CK 多出 98.38 $\mu\text{g/g}$ 。经方差分析表明,不同浓度 GGR6 对叶片脯氨酸含量的影响存在极显著差异($P=0.0001<0.01$)。多重比较表明(表 1),除处理 10 mg/L 与 CK 差异显著外,其余各组均与 CK 之间差异极显著;处理 30、40 mg/L 与其余各组两两之间达到极显著差异水平,同时它俩之间也存在显著差异。说

明施用不同浓度 GGR6 对叶片游离脯氨酸含量有着不同的影响,其中浓度不高于 30 mg/L 时,GGR6 能显著增加叶片脯氨酸含量。但高浓度 GGR6 则会显著降低叶片脯氨酸含量。

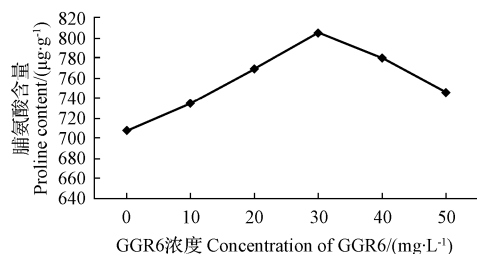


图 3 不同浓度 GGR6 对无忧花脯氨酸含量的影响

Fig. 3 Effect of different concentrations GGR6 on the proline content of *Saraca dives* Pierre

2.4 不同浓度 GGR6 对无忧花 SOD 活性的影响

SOD 是植物受逆境胁迫时诱导产生的,可以降低植物体内活性氧含量,降低膜脂的过氧化作用,保护膜结构不受破坏^[13]。由图 4 可以看出,不同浓度的 GGR6 对无忧花叶片 SOD 活性有随 GGR6 浓度的增加先减小后增加的趋势,且在 30 mg/L 时达到最低值 462.38 U/g,比 CK 低 20.13 U/g。经方差分析表明,不同浓度 GGR6 对叶片 SOD 活性的影响存在极显著差异($P=0.0001<0.01$)。多重比较表明(表 1),处理 30、40、50 mg/L 与 CK 之间差异极显著,并且它们两两之间也达到了差异极显著水平;处理 30 mg/L 除与 20 mg/L 之间差异不显著以外,与其余各组之间均差异显著。表明在 GGR6 浓度为 30 mg/L 时,叶片 SOD 活性显著低于对照,而当 GGR6 浓度高于 30 mg/L 时,叶片内 SOD 活性显著增强。这可能与高浓度 GGR6 增强了对无忧花苗木逆境环境,导致植株体内活性氧物质增多有关。

表 1

不同浓度 GGR6 对中国无忧花生理生化的影响

Table 1 Effect of different concentrations GGR6 on the physiology and biochemistry of *Saraca dives* Pierre

GGR6 浓度	叶绿素含量	可溶性糖含量	脯氨酸含量	SOD 活性	MDA 含量
GGR6 concentration/(mg · L ⁻¹)	Chlorophyll content/(mg · g ⁻¹)	Soluble sugar content/%	Proline content/(μg · g ⁻¹)	SOD activity/(U · g ⁻¹)	MDA content/(μmol · g ⁻¹)
0(CK)	7.06 bcAB	9.90 cC	707.35 eD	482.51 cC	0.82 aA
10	7.42 abAB	11.08 bB	734.23 dCD	478.14 cCD	0.77 bB
20	7.81 aA	12.23 aA	768.61 bcBC	474.40 cdCD	0.64 cC
30	7.46 abAB	12.03 aAB	805.73 aA	462.38 dD	0.58 dD
40	6.90 bcAB	9.65 cC	780.16 bAB	505.46 bB	0.49 eE
50	6.71 cB	9.28 cC	745.46 cdBC	556.64 aA	0.49 eE

3 讨论与结论

该研究结果表明,不同浓度植物生长调节剂 GGR6 对中国无忧花叶片不同生理指标有着不同的影响,且表现为最适浓度使各生理指标指向有利于植株生长发育的方向。施加适当浓度的 GGR6 能够一定程度提高中国无忧花叶片叶绿素含量,并且随 GGR6 浓度呈先增加

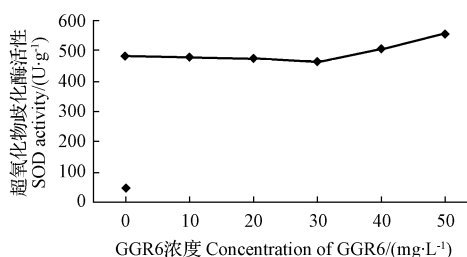


图 4 不同浓度 GGR6 对无忧花 SOD 活性的影响

Fig. 4 Effect of different concentrations GGR6 on the SOD activity of *Saraca dives* Pierre

2.5 不同浓度 GGR6 对无忧花 MDA 含量的影响

由图 5 可以看出,相对于对照,不同浓度的 GGR6 对无忧花 MDA 含量影响均有降低作用,而且随着 GGR6 浓度的升高无忧花叶片 MDA 含量呈现下降趋势。经方差分析来看,不同浓度 GGR6 对叶片 MDA 含量的影响存在极显著差异($P=0.0001<0.01$)。多重比较表明(表 1),施加 GGR6 的各组均与 CK 之间差异极显著。处理 40 mg/L 与 50 mg/L 之间差异不显著,但 2 个处理与其余各组之间均达到差异极显著水平。

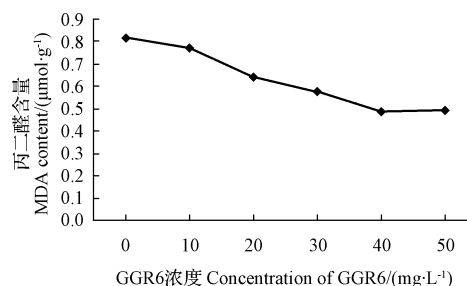


图 5 不同浓度 GGR6 对无忧花 MDA 含量的影响

Fig. 5 Effect of different concentrations GGR6 on the MDA content of *Saraca dives* Pierre

后减小趋势,其中以 20 mg/L 时对叶绿素含量的增加作用最为明显。施加适当浓度的 GGR6 能够提高中国无忧花中可溶性糖含量,并且随 GGR6 浓度呈先增加后减小趋势,其中以 20 mg/L 提高最高。叶片游离脯氨酸含量易与可溶性糖含量变化趋势一样,随 GGR6 浓度的增大呈现先升高后降低的变化趋势,但对游离脯氨酸提高

最大的 GGR6 浓度为 30 mg/L。表明适合浓度的 GGR6 能增强植株的抗渗透协调能力,提高植株对逆境环境的适应性,使植株能更好的适应环境。SOD 是广泛存在于植物组织中的一种内源酶,是植株体内活性氧的清除剂,是植物最为关键的重要的保护酶^[14]。一般认为,逆境条件下会造成植物体内活性氧含量的增加,从而促进膜脂的过氧化作用或脱酯反应,使膜结构受到破坏,导致植株受损甚至死亡^[13]。该试验表明在 GGR6 浓度低于 30 mg/L 时,叶片 SOD 活性低于对照,原因可能是植株未处于逆境环境中,体内活性氧含量低所致。当 GGR6 浓度高于 30 mg/L 时,植株体内 SOD 活性显著增强,这可能因为高浓度 GGR6 伤害了植株的组织,植株受到胁迫,导致活性氧含量增加,从而诱导 SOD 活性增强,但增强幅度并不大。植物器官衰老时或在逆境条件下,往往发生膜脂过氧化作用,产生 MDA,从而损伤生物膜。在该试验中 MDA 随生长调节剂 GGR6 浓度的升高而持续降低,说明对中国无忧花喷施生长调节剂 GGR6 可在一定程度抑制植株膜脂过氧化进程,保护生物膜,延缓植株衰老。

可见 GGR6 使得无忧花的不同生理指标有着不同程度的变化,随叶片喷施浓度的增加,其叶片叶绿素、可溶性糖及游离脯氨酸含量呈现先增大后减小的趋势,SOD 活性呈现先下降后增大趋势,而 MDA 含量均低于不喷施处理。其中叶片喷施 GGR6 叶绿素含量最大的浓度为 20 mg/L,可溶性糖含量最大的浓度为 20 mg/L,脯氨酸含量最大的浓度为 30 mg/L,SOD 活性最低的是 30 mg/L,MDA 含量最低的是 50 mg/L。综合考虑来

说,对中国无忧花叶面喷施最适合 GGR6 浓度在 20~30 mg/L。

参考文献

- [1] 庄雪影. 园林树木学(华南本)[M]. 广州:华南理工大学出版社, 2002:135.
- [2] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京:科技出版社,1988:207-209.
- [3] 吕武杭,余汉元,陈子英. 中国无忧树的引种试验[J]. 粤东林业科技, 2006(1):8-10.
- [4] 温小莹,陈建新,吴泽鹏,等. 中国无忧花在广州地区的生长及其育苗技术[J]. 广东林业科技,2005(1):58-60.
- [5] 朱海波. 中国无忧花育苗栽培技术[J]. 现代农业科技,2009(19): 222-223.
- [6] 陶龙兴,王熹,黄效林,等. 植物生长调节剂在农业中的应用及发展趋势[J]. 浙江农业学报,2001(5):322-326.
- [7] 岳贤田,高桂芝. 植物源生长调节剂在蔬菜中的应用研究进展[J]. 长江蔬菜,2008(15):33-37.
- [8] 杨敏文. 快速测定植物叶片叶绿素含量方法的探讨[J]. 光谱实验室,2002,19(4):478-481.
- [9] 陈建勋,王晓峰. 植物生理学实验指导[M]. 广州:华南理工大学出版社,2006:66-67.
- [10] 张立军,樊金娟. 植物生理学试验教程[M]. 北京:中国农业大学出版社,2007:98-101.
- [11] 于玲,高桂枝,韩颖,等. 植物源生长调节剂对小麦生理生长的影响[J]. 现代农药,2009,8(5):46-48,51.
- [12] 张景云,白雅梅,廖南生,等. 盐胁迫对不同耐盐性二倍体马铃薯叶片质膜透性、丙二醛和脯氨酸含量的影响[J]. 作物杂志,2013(4):75-79.
- [13] 樊吉尤,滕维超,王凌晖,等. 植物生长调节剂对麻疯树苗木生长和生理特性的影响[J]. 广东农业科学,2011(13):29-32.
- [14] 宋莲芬,郝建平. 二苯基脲磺酸钙对小麦苗期抗旱性的影响[J]. 植物研究,2001,21(3):416-419.

Effect of Plant Growth Regulator GGR6 on the Physiology and Biochemistry of *Saraca dives* Pierre

QIN Shi-jie¹, TAN Zhang-qiang^{2,3}, HOU Wen-juan², WANG Ling-hui², YAO Jiang-ming², FANG Xue²

(1. Guangxi Sixty Thousand State-owned Forest Farm, Yulin, Guangxi 537000; 2. Forestry College, Guangxi University, Nanning, Guangxi 530005; 3. Guangxi Forestry Science Research Institute, Nanning, Guangxi 530002)

Abstract: Taking *Saraca dives* Pierre as material, with single factor completely randomized design, the effects of different concentrations GGR6 on physiology and biochemistry of *Saraca dives* Pierre were studied. The results showed that there were different effects on the physiology and biochemistry of *Saraca dives* Pierre by spraying different concentrations of GGR6. The optimal concentration was 20~30 mg/L of plant growth regulator GGR6 on the *Saraca dives* Pierre by comprehensive analysis. The leaf chlorophyll content, soluble sugar content, free proline content showed a trend of first increasing then decreasing, SOD activity showed a trend of first decreasing then increasing, MDA content showed a trend of gradually reduce compared with control with the increase of concentration of GGR6.

Keywords: *Saraca dives* Pierre; plant growth regulator; GGR6; physiology and biochemistry; seedling