

# 药赏两用植物落地生根的耐盐性评价

赵丰兰, 姚磊, 张国荣, 赵凯旋, 杨壮, 段永波

(淮北师范大学 生命科学学院, 资源植物生物学安徽省重点实验室, 安徽 淮北 235000)

**摘要:**以药赏两用植物落地生根为试材, 调查了不同 NaCl 浓度下其在组织培养、离体叶片和实生幼苗的生长情况, 并测定了其抗氧化酶活力; 同时, 采用文献调研法分析了我国滨海地区盐度分布及现有部分的绿化植物耐盐性。结果表明: 落地生根对低于  $150 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaCl 有较好抗性; 随着 NaCl 浓度增加, SOD 和 POD 活性均呈现先升高后下降的趋势, 峰值分别出现在  $150$ 、 $200 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaCl 处理组; MDA 含量则缓慢增加, 在  $150 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaCl 处理组中达到最大值, 之后保持平稳状态; 综合组织培养、离体叶片和抗氧化系统活性分析结果, 大叶落地生根对低于  $150 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaCl 的条件有较强抗性。文献分析表明我国盐碱地地区 NaCl 浓度多介于  $34 \sim 98 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  当量 NaCl 之间, 表明大叶落地生根具有耐受我国部分盐碱地地区盐分胁迫的能力, 为盐碱地尤其是滨海盐碱地的绿化提供了新的参考。

**关键词:**大叶落地生根; 组织培养; 耐盐性; 抗氧化酶活力

**中图分类号:**R 282.71 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)17-0150-05

当前全球土壤盐碱化程度日趋加剧, 已严重影响作物生长和城市绿化。我国盐渍土总面积达  $3\,460 \text{ 万 km}^2$ , 超过 20% 的土地正遭受盐碱化侵蚀, 尤其是干旱、半干旱地区以及沿海地带<sup>[1-2]</sup>。土壤盐碱化是指土壤盐分含量过高, 造成土壤通气性变差、水分释放慢、渗透系数降低、毛细作用增强<sup>[3]</sup>, 严重影响多数植物的正常生长。根据土壤中盐分含量, 可将盐碱地划分为轻盐碱地 ( $1\% \sim 3\%$ , pH 7.1~8.5)、中度盐碱地 ( $3\% \sim 6\%$ , pH 8.5~9.5) 和重盐碱地 ( $\geq 6\%$ , pH > 9.5)<sup>[4]</sup>。在沿海地区, 土壤盐碱化使得城市绿化异常困难, 常用措施包括抬高种植土、灌水洗盐、隔碱排碱、使用客土、改良盐碱土等<sup>[5]</sup>, 但最有效的方法是选用耐盐碱树种。

落地生根 (*Bryophyllum pinnatum* (Lam.) Oken) 为原产于非洲的一种景天科伽蓝菜属多年生肉质草本植物, 高 40~150 cm, 羽状复叶, 叶缘有圆齿, 圆齿底部都有产生新植物的能力<sup>[6]</sup>。极具观赏价值和药用价值, 已广泛应用于装饰绿化<sup>[7]</sup> 及中医治疗领域<sup>[8]</sup>。因此, 探

索其耐盐性对于盐碱地治理具有重要意义。

该研究以大叶落地生根为试材, 研究分析了不同 NaCl 浓度条件下其组织培养、离体叶片和盆栽幼苗的生长情况, 并测定不同浓度 NaCl 对幼苗抗氧化酶活性的影响, 以揭示大叶落地生根对盐的耐受性, 为盐碱地治理及绿化提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试大叶落地生根 (*Kalanchoe daigremontiana* Hamet. et Perr.) 由资源植物生物学安徽省重点实验室提供。

### 1.2 试验方法

1.2.1 组织培养耐盐性评估 培养基及培养条件: 所用培养基为  $\text{MS}^{[9]} + 0.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  6-BA +  $0.15 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  NAA + 3.0% 蔗糖 + 0.7% 琼脂, pH 5.8。在培养基中分别添加 0 (空白对照)、50、100、150、200、250  $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  浓度 NaCl,  $121 \text{ }^\circ\text{C}$  高温高压灭菌 20 min。培养温度为  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , 光照强度  $1\,200 \text{ lx}$ , 光照时间  $12 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 。落地生根组织培养: 选取生长良好的大叶落地生根幼嫩叶片, 用自来水冲洗 30 min, 在超净工作台中用 75% 的酒精浸泡 30 s, 之后用 0.1% 升汞溶液消毒 6~8 min, 最后用无菌水冲洗 5 次。吸干水分后剪切成 0.5~0.7 cm 的小段, 接种至上述制备添加不同浓度 NaCl 的培养基中。各处理重复 3 次。

1.2.2 离体叶片耐盐性评估 选取生长良好且相似的大

**第一作者简介:**赵丰兰(1979-), 女, 安徽寿县人, 硕士, 讲师, 现主要从事植物生物技术等研究工作。E-mail: zhaofenglan1997@163.com.

**责任作者:**段永波(1981-), 男, 贵州贵阳人, 博士, 讲师, 现主要从事植物生物技术等研究工作。E-mail: yboduan@163.com.

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(31501368); 安徽省自然科学基金资助项目(1608085MC52); 安徽省教育厅省级高校自然科学基金资助项目(KJ2014A226; KJ2016B016)。

**收稿日期:**2016-04-21

叶落地生根叶片,剪切成长(1~2)cm×宽(0.3~0.6)cm 的小片段,在培养皿底部铺上 2 层纱布,滴加 10 mL 含有 0、50、100、150、200、250 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl 溶液(保持纱布湿润),用镊子轻轻夹取叶片放于皿中,盖上 2 张定性滤纸,置于室温下。每皿放置 30 个离体小片段。NaCl 溶液滴加持续 3 d,室温下放置 7 d 后观察叶片颜色与形态变化情况。各处理重复 3 次。

1.2.3 盐胁迫下落地生根幼苗抗氧化酶活性及丙二醛含量测定 选取长势相近的植株幼苗移栽于小花盆中,待幼苗适应且生长良好时,开始浇灌 NaCl 溶液,每 24 h 浇灌 1 次,持续 3 d,每盆每次浇灌 100 mL,所用 NaCl 溶液浓度为 0、50、100、150、200、250 mmol·L<sup>-1</sup>。7 d 后用于抗氧化酶活性及 MDA 含量测定。各处理重复 3 次。

1.2.4 我国滨海地区盐碱化及耐盐树种筛选的文献调研 以“滨海+盐碱化”或“滨海+盐渍化”为关键词在 CNKI 中进行检索,分析滨海地区盐碱化程度以及已筛选的树种,探讨落地生根在滨海盐渍区种植的可能性。

1.3 项目测定

超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)活性和丙二醛(MDA)含量的测定采用张志良等<sup>[10]</sup>的方法,其中 SOD 以抑制氮蓝四唑(NBT)光化还原的 50%为 1 个

酶活性单位,以 U·g<sup>-1</sup> FW 蛋白表示;POD 活性测定采用愈创木酚法,以 1 min 内 A<sub>470</sub>变化 0.01 为 1 个酶活性单位(U);MDA 含量测定采用硫代巴比妥酸(TBA)法,以 μmol·g<sup>-1</sup> FW 表示。

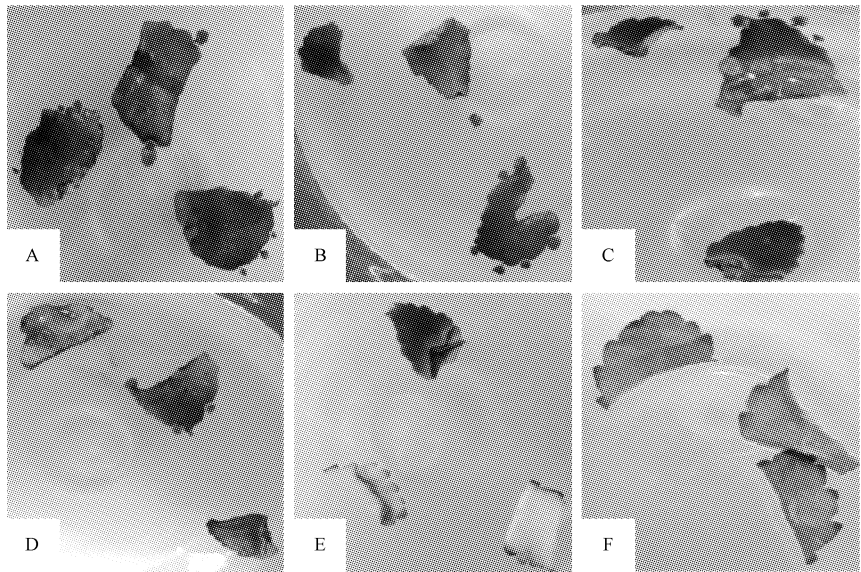
2 结果与分析

2.1 落地生根组织培养耐盐性评估

植物耐盐性评价通常较为复杂,以前通常采用盆栽试验模拟,耗时费力。该研究根据落地生根自身特征(正常条件下叶缘处长出小芽),首次采用组织培养方法对落地生根的耐盐性进行初步评估。由图 1、表 1 可以看出,接种 10 d 后,CK、50 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl 浓度处理时,叶片生长良好,绿色、肉质化程度较高,且叶缘凹陷处长出小芽,芽体可进一步发育为植株;100 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl 浓度下,叶片生长良好,生长情况类似对照组;150 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl 浓度下,部分叶片生长受抑制,但基本可以生长;200 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl 浓度下,多数叶片黄化、死亡;250 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl 浓度下,大多数叶片黄化、死亡。表明大叶落地生根在 50~100 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl 浓度下能正常生长,基本不受盐害,具有一定的抗盐性。使用该方法可在 10 d 内完成植物耐盐性的初步评价。

表 1 组织培养幼苗叶片生长情况  
Table 1 The growth of *K. daigremontiana* leaf segments during tissue culture %

项目 Item	NaCl 浓度 0	NaCl 浓度 50	NaCl 浓度 100	NaCl 浓度 150	NaCl 浓度 200	NaCl 浓度 250
死亡率 Mortality	0	0	0	30.6±1.3	76.2±3.2	100.0±0
正常生长比率 Percentage of normally growing explants	100.0±0	100.0±0	92.3±3.2	71.5±4.1	16.5±2.1	0



注:A,对照组(0 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl);B,50 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl;C,100 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl;D,150 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl;E,200 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl;F,250 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl。  
Note:A,CK(0 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl);B,50 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl;C,100 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl;D,150 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl;E,200 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl;F,250 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl。

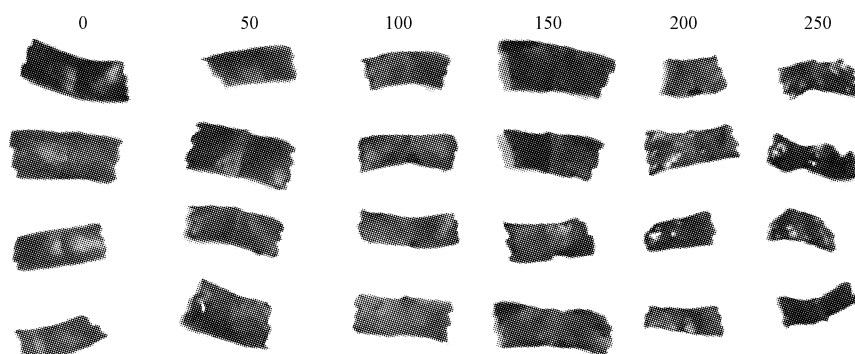
图 1 不同盐分下叶片生长情况  
Fig. 1 The growth of *K. daigremontiana* explants under different salt concentration

## 2.2 离体叶片耐盐性评估

落地生根为多肉植物,叶片为其储水的主要器官。该研究在叶片离体情况下模拟不同盐胁迫环境,通过叶片保水滞率程度检测其耐盐性。由图2可以看出,落地生根离体叶片在7 d后,对照组生长良好,叶片绿色饱满、未失水、肉质化程度较高;50 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl 浓度下和对照组一致;100 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl 处理组与对照组基本无异;150 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl 浓度下,叶片少数软化、

变色、失水,叶片细胞组织部分被破坏;200 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl 浓度下,大部分叶片丧失活性,软化、严重失水、褐化;250 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl 浓度下,叶片全部软化、变色、失水过多死亡,细胞结构及活性完全丧失。

在7 d内,落地生根离体叶片在250 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl 浓度下丧失活性,细胞组织结构被破坏,可在50~100 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl 溶液中保持活性,在一定范围内具有耐盐性。



注:图中数字表示 NaCl 浓度(mmol·L<sup>-1</sup>)。

Note: Digit in figure show NaCl concentration (mmol·L<sup>-1</sup>).

图2 不同 NaCl 浓度下离体叶片生长情况

Fig. 2 The growth of sliced of *K. daigremontiana* leaves under different salt concentration

## 2.3 盆栽落地生根幼苗抗氧化系统活性

在植物遭遇逆境胁迫时,细胞生理功能受损,导致自由基大幅度累积。抗氧化酶系统在植物响应逆境的过程中承担着重要功能。SOD 是植物细胞中最重要的抗氧化酶之一,负责清除超氧阴离子自由基 O<sub>2</sub><sup>-</sup>,以缓解不良环境对植物的伤害。图3表明,在盐胁迫下,落地生根 SOD 活性呈现先上升后下降的趋势,随着盐浓度增加 SOD 活性逐渐增大,在150 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl 处理中达到最大值,之后逐渐下降。逆境胁迫下,酶促防御系统的关键酶 POD 与其它抗氧化酶相互配合,清除体内过多的自由基,维持植物正常的生理生化功能。由图4可知,随着 NaCl 浓度的增加,POD 活性逐渐增大,在200 mmol·L<sup>-1</sup> 处理中达到峰值,之后有所下降。作为植物细胞膜脂主要的过氧化产物,丙二醛含量直接反映了细胞受逆境损伤的程度。由图5可以看出,50 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl 处理组 MDA 含量与对照组无差异,从100 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl 处理组开始至所试最大浓度,MDA 含量总体呈现不断上升的趋势,150 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl 处理组达到最大值。表明随着盐胁迫程度加剧,植物抗氧化酶系统难以将细胞累积的自由基清除干净,使细胞膜受到伤害。

## 2.4 滨海地区盐碱化程度分析

与其它林木类植物具有的发达根系不同,落地生根的根系较短小。这就要求其环境有较为充足的水分,不

宜在西北干旱少雨的盐渍化地区生长。因此,该研究对含水量相对较高的滨海地区的海盐渍化程度及耐盐植物选择情况进行调查,通过含盐量比较探讨落地生根用于该地区绿化的可能。

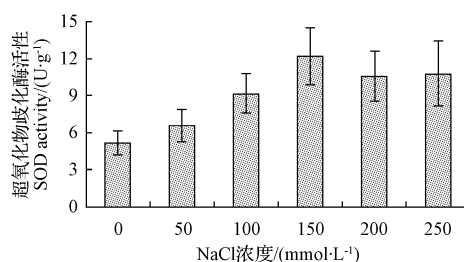


图3 不同盐浓度胁迫下落地生根 SOD 活性变化

Fig. 3 Change in SOD activity of *K. daigremontiana* seedlings under salt stress

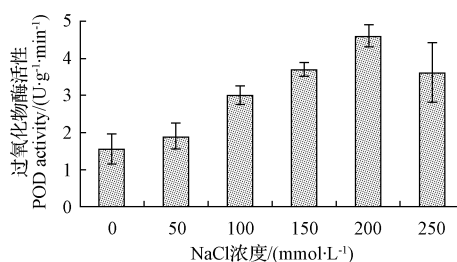


图4 不同盐浓度胁迫下落地生根 POD 活性变化

Fig. 4 Change in POD activity of *K. daigremontiana* seedlings under salt stress



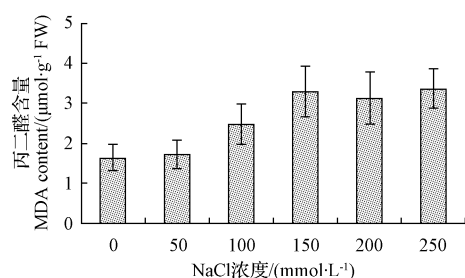


图5 不同盐浓度胁迫下落地生根 MDA 累积变化

Fig. 5 Change in MDA content of *K. daigremontiana* seedlings under salt stress

表 2

天津和山东滨海盐渍化程度及耐盐植物选择情况

Table 2

The survey on saline land area in Tianjin and Shandong

地区 Region	含盐量 Salt content/(mmol·L <sup>-1</sup> )	盐类 Salt species	耐盐植物代表 Representative salt-resistant species	盐渍化面积及占全省(市)总面积比重 Saline land area and its ratio to total
天津滨海 Tianjin coast	34~68 [11]	NaCl、NaHCO <sub>3</sub> 、Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 、Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	海蓬子[12]	422 038.7 hm <sup>2</sup> , 38.9%
山东滨海 Shandong coast	75~98[13-14]	K <sup>+</sup> 、Na <sup>+</sup>	木槿、刺槐、构树、紫穗槐、白刺、枸杞等	107.49 万 hm <sup>2</sup> , 79%[15]

### 3 讨论

根据土壤类型、地理位置和气候条件,我国盐碱地通常划分为滨海盐渍型、黄淮海平原盐渍型、荒漠及荒漠草原盐渍型、草原盐渍型等四大类型。众多研究者对滨海地区盐碱化条件胁迫下不同植物的生长情况进行了研究。刘寅<sup>[16]</sup>对常用绿化植物耐盐性进行较为系统的评价,NaCl 为 100 mmol·L<sup>-1</sup>时,龙柏生长良好,是特耐盐植物;NaCl 浓度为 68 mmol·L<sup>-1</sup>时,黄杨、福禄考等植物正常生长,是强耐盐植物;NaCl 浓度为 34 mmol·L<sup>-1</sup>时,红王子锦带、矮牵牛、金叶女贞、丁香等植物能够正常生长,是中度耐盐植物;小叶女贞、107 杨则为盐敏感,是轻度耐盐或者不耐盐植物。刘会超等<sup>[17]</sup>评价了梭梭种子在盐胁迫下的萌发情况,NaCl 浓度低于 137 mmol·L<sup>-1</sup>时,梭梭种子的相对发芽率高于 90%,与对照组相比没有显著差异;浓度高于 137 mmol·L<sup>-1</sup>时,相对发芽率明显下降;而当 NaCl 浓度达到 500 mmol·L<sup>-1</sup>时,梭梭种子的发芽能力几乎完全丧失。

通过组织培养试验和离体保水滞率试验,在落地生根在 50~150 mmol·L<sup>-1</sup>NaCl 浓度下显示出较好耐盐性,同时盐胁迫下其抗氧化酶和 MDA 含量变化得出一致结论。大叶落地生根耐干旱,繁殖能力强,具有较好观赏价值及药用价值。使用大叶落地生根进行滨海地区盐碱地绿化,将会在盐碱地绿化方面起到不容忽视的作用,不仅可降低绿化成本,而且其药用价值将会促进经济发展。

#### 参考文献

[1] BHATNAGAR-MATHUR P, VADEZ V, SHARMA K K.

以“滨海+盐碱化”为关键词获得 6 篇相关文献,“滨海+盐渍化”为关键词获得 20 篇相关文献。对所获文献进行归类分析,发现这些文献主要关注滨海地区盐碱化动态分布、绿化、综合治理等方面研究。选择我国盐渍化严重的天津滨海和山东滨海,对我国滨海地区盐碱化情况及研究总结于表 2,含盐量多为 34~98 mmol·L<sup>-1</sup>当量 NaCl,而所选择的植物多为较难种植的林木类,给绿化工程带来困难。该研究以繁殖系数极高的落地生根为试验材料,发现其在 50~150 mmol·L<sup>-1</sup>当量 NaCl 条件下能保持较好耐盐性,因此有作为滨海地区盐碱地绿化新材料的可能。

Transgenic approaches for abiotic stress tolerance in plants: retrospect and prospects[J]. Plant Cell Rep, 2008, 27(3): 411-24.

[2] 贾新平,邓衍明,孙晓波,等. 盐胁迫对海滨雀稗生长和生理特性的影响[J]. 草业学报, 2015, 24(12): 204-212.

[3] 杜贵尚,王兆葵,姜海华. 盐碱地绿化技术研究-以宁波北仑区为例[J]. 中国园林, 2012(11): 105-109.

[4] 车文峰,李帅,穆光远. 山西省盐碱地资源调查研究及其开发利用[J]. 科技情报开发与经济, 2012(1): 106-109.

[5] 周建申,王金梅,甄丰韬. 滨海地区盐碱地绿化经验总结[J]. 河北林业科技, 2015(5): 102-103.

[6] 朱红英. 落地生根: 一个很好的植物学实验材料[J]. 生物学教学, 1986(3): 21.

[7] 尹秀玲,王瑞云,戴维,等. 落地生根营养器官的解剖学观察[J]. 河北科技师范学院学报, 2005(3): 28-34.

[8] 孙辉,赵成爱,周正辉. 落地生根叶乙醇提取物的抑菌作用[J]. 农药, 2010(12): 915-916, 926.

[9] MURASHIGE T, SKOOG F. A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures[J]. Physiol Plant, 1962(15): 473-497.

[10] 张志良,瞿伟菁,李小方. 植物生理学实验指导[M]. 4 版. 北京: 高等教育出版社, 2009.

[11] 张璐,孙向阳,尚成海,等. 天津滨海地区盐碱地改良现状及展望[J]. 中国农学通报, 2010, 26(18): 180-185.

[12] 杨金玉,王建华. 曹妃甸滨海泥质重盐碱地绿化技术探讨[J]. 河北林业科技, 2013(2): 77-80.

[13] 张术忠,姜国斌,陈列夏,等. 刺槐家系耐盐性状的变异、相关分析及选择[J]. 北京林业大学学报, 2002(2): 14-19.

[14] 郝金标,宋玉民,李克俭,等. 山东省滨海盐碱地造林绿化及可持续利用的对策[J]. 山东林业科技, 1999(6): 44-47.

[15] 郭洪海,赵树慧,史立本,等. 黄河三角洲渤海莱州湾滨海区土壤资源及其合理开发利用[J]. 自然资源, 1994(3): 12-18.

[16] 刘寅. 天津滨海耐盐植物筛选及植物耐盐性评价指标研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2011.

[17] 刘会超,孙振元,彭镇华. 盐碱土绿化植物的应用与评价[J]. 中南林业学院学报, 2003(5): 30-33.

DOI:10.11937/bfyy.201617037

## UV-B 辐射对铁皮石斛生长及主要次生代谢产物的影响

郭玉梅, 曾令杰, 梁淑颖, 邓荣乾, 叶惠娜, 廖素溪

(广东药学院 中药学院, 广东 广州 510006)

**摘要:**以 4 个不同来源的铁皮石斛幼苗为试材,采用人工模拟 UV-B 辐射处理,研究了 UV-B 辐射对铁皮石斛幼苗生长及总多糖、总黄酮、总生物碱等主要次生代谢产物含量的影响。结果表明:在 UV-B 辐射下,4 个不同来源的铁皮石斛叶片均出现焦黄、掉叶现象,萌芽率增加;其主要次生代谢产物均增加。

**关键词:**铁皮石斛;UV-B 辐射;生长;次生代谢产物;影响

**中图分类号:**R 282.71 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)17-0154-03

近年来,由于人类活动大量排放氟氯烃化合物、溴代烃化合物,导致大气平流层臭氧浓度的日益下降,进而造成到达地表的 UV-B(280~320 nm)辐射量增加<sup>[1]</sup>。UV-B 辐射对植物形态结构、生长发育、产量等影响已得到国内外的高度关注与研究<sup>[2]</sup>。但目前的研究主要集中在小麦、水稻等常见农作物,而 UV-B 辐射对药

材的影响尚鲜见报道<sup>[3-5]</sup>。

铁皮石斛(*Dendrobium officinale* Kimura et Migo)是我国名贵药材,主要活性成分是多糖、黄酮、生物碱等,具有增强免疫、抗肿瘤、降血糖、抗疲劳等功效<sup>[6]</sup>。铁皮石斛对环境条件要求十分严格,莫运才等<sup>[7-8]</sup>研究发现,UV-B 辐射对铁皮石斛抗氧化系统和光合色素等均有一定的影响,但 UV-B 辐射对铁皮石斛多糖、黄酮和生物碱等次生代谢产物的影响尚鲜见报道。现以 4 个来源不同的铁皮石斛幼苗为试材,采用人工模拟 UV-B 辐射的方法,研究 UV-B 辐射对铁皮石斛生长以及总多糖、总黄酮、总生物碱含量变化的影响,探讨 UV-B 辐射对铁皮石斛生长及次生代谢产物的影响,以期为自然环境下种植铁皮石斛提供理论依据与参考。

**第一作者简介:**郭玉梅(1992-),女,湖南娄底人,硕士研究生,研究方向为中药质量评价。E-mail:1121873134@qq.com.

**责任作者:**曾令杰(1970-),男,博士,教授,研究方向为中药材 GAP 种植与中药质量。E-mail:598479380@qq.com.

**基金项目:**广东省科技计划资助项目(2012A030100012; 2014A020221089)。

**收稿日期:**2016-02-14

## Evaluation of Salt Resistance of *Kalanchoe daigremontiana* and Its Antioxidant Enzymes Activities

ZHAO Fenglan, YAO Lei, ZHANG Guorong, ZHAO Kaixuan, YANG Zhuang, DUAN Yongbo

(College of Life Sciences/Key Laboratory of Resource Plant Biology of Anhui Province, Huaibei Normal University, Huaibei, Anhui 235000)

**Abstract:** Using *K. daigremontiana* as experimental material, tissue culture and *in vitro* leaves and seedlings were used to test its growth performance under different concentration of NaCl. Meanwhile, related references were surveyed using key words against CNKI database. The results showed that the tissue culture and *in vitro* leaves stress experiments exhibited the salt resistance of *K. Daigremontiana* between 50—150 mmol · L<sup>-1</sup>. Measurement of antioxidant enzymes activities of SOD, POD, as well as MDA accumulation, also confirmed the same results. According to the literatures, the NaCl concentration in saline areas of Chinese coastal regions was majorly between 34—98 mmol · L<sup>-1</sup>. The results provided a reference for using *K. daigremontiana* in saline land greening in Chinese coastal regions.

**Keywords:** *Kalanchoe daigremontiana*; tissue culture; salt-stress; anti-oxidant enzymes