

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

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试铁皮石斛无菌幼苗“浙江青杆(ZQ)”“浙江红杆(ZH)”“云南红杆(YH)”“广西红杆(GH)”,由该实验室培育。培养基为 1/2MS 基本培养基+2.0 mg·L<sup>-1</sup> NAA+10%香蕉泥+30 g·L<sup>-1</sup>蔗糖+7 g·L<sup>-1</sup>琼脂,培育室温度(25±2)℃,光照强度 2 000 lx,光照时间 12 h·d<sup>-1</sup>。

### 1.2 试验方法

试验组经 UV-B 辐射处理,人工每天增加 6 h,4.7 uW·cm<sup>-2</sup>强度的 UV-B 辐射,持续照射 7 d,每个处理 10 杯组培苗,每杯接种 3 株幼苗,每个处理重复 3 次;对照组(CK)为无 UV-B 辐射。试验结束后,比较其生长情况及测定多糖、黄酮和生物碱含量。

### 1.3 项目测定

焦黄叶片数以焦黄面积大于或等于 1/2 叶片面积

表 1

UV-B 辐照对铁皮石斛苗生长的影响

Table 1

Effect of UV-B radiation on the growth of *Dendrobium officinale* Kimura et Migo

品种 Variety	编号 No.	焦黄叶数 Brown leaf/片	落叶数 Fallen leaf/片	萌芽数 Number of bud/个	叶片破坏率 Break rate of leaf/%
“云南红杆”	YH	1.56±1.01	0.20±0.40	1.78±0.72	24.1
“浙江青杆”	ZQ	1.67±0.41	0.72±1.09	0.54±0.99	33.5
“浙江红杆”	ZH	1.78±0.72	0.78±0.39	0.56±0.73	35.8
“广西红杆”	GH	2.00±0.41	0.58±0.88	0.44±0.53	37.8

瘤、抗疲劳等作用。由图 1 可以看出,在 UV-B 辐射下,铁皮石斛幼苗总多糖的含量增加,其中 4 个来源铁皮石斛幼苗的总多糖含量增长率由大到小依次为 GH(73.1%)>YH(57.0%)>ZQ(39.2%)>ZH(4.6%)。用 LSD 进行多重性比较,结果显示,铁皮石斛 GH、YH、ZQ 在 UV-B 照射前后其总多糖含量差异显著,铁皮石斛 ZH 在 UV-B 照射前后其总多糖含量无显著性差异( $P>0.05$ )。

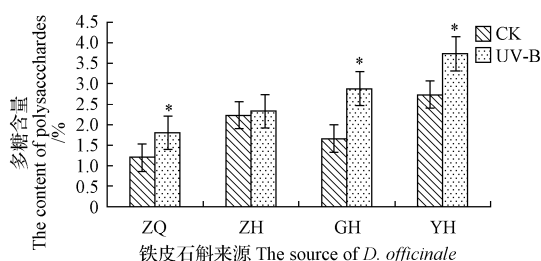


图 1 UV-B 辐照对铁皮石斛苗多糖含量的影响

Fig. 1 Effect of UV-B radiation on the polysaccharides contents of *Dendrobium officinale* Kimura et Migo

### 2.3 UV-B 辐照对铁皮石斛幼苗总黄酮含量的影响

黄酮化合物是最主要的紫外吸收物,它在植物对 UV-B 辐射的吸收中形成了一道理想的天然屏障,可以减少 UV-B 辐射对植物自身的伤害<sup>[12]</sup>。图 2 表明,在 UV-B 照射后,铁皮石斛幼苗的总黄酮含量增加,4 个来源铁皮石斛总黄酮含量增长率由大到小依次为 ZH

为标准记作 1 片;萌芽数=辐照后总芽数-辐照前总芽数,芽以基部到芽尖长度小于 1 cm,无叶或带有 2 片小叶为标准记作 1 个;叶片破坏率=(总叶片-掉叶数-焦黄叶片数)/总叶数。总多糖含量测定参照 2010 版《中华人民共和国药典》<sup>[9]</sup>;总黄酮含量测定参考吴佳雯等<sup>[10]</sup>的方法;生物碱含量测定参考褚燕等<sup>[11]</sup>的方法。

## 2 结果与分析

### 2.1 UV-B 辐射对铁皮石斛生长的影响

由表 1 可知,在 UV-B 辐射下,铁皮石斛幼苗叶片表面会出现焦黄现象,焦黄叶片数在 2 片左右,到一定程度,焦黄的叶片会出现脱落的现象,落叶在 1 片左右。同时在 UV-B 照射下会提前诱发铁皮石斛萌芽,萌芽数为 1 个左右。

### 2.2 UV-B 辐照对铁皮石斛幼苗总多糖含量的影响

多糖是铁皮石斛的主要成分,具有免疫调节、抗肿

(49.7%)>YH(37.5%)>ZQ(25%)>GH(8.5%)。用 LSD 进行多重性分析,结果表明,铁皮石斛 YH、ZQ、ZH 在 UV-B 照射前后黄酮含量变化显著,而铁皮石斛 GH 在 UV-B 照射前后黄酮含量无显著性差异( $P>0.05$ )。

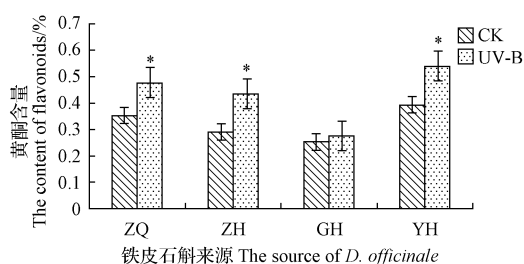


图 2 UV-B 辐照对铁皮石斛幼苗黄酮含量的影响

Fig. 2 Effect of UV-B radiation on the flavonoids contents of *Dendrobium officinale* Kimura et Migo

### 2.4 UV-B 辐照对铁皮石斛幼苗总生物碱含量的影响

生物碱是铁皮石斛的主要次生代谢产物之一。图 3 表明,UV-B 照射后,铁皮石斛幼苗中生物碱含量增加,4 个来源的铁皮石斛幼苗总生物碱含量增加率由大到小依次为 YH(92.8%)>ZQ(55.3%)>GH(15.0%)>ZH(4.9%)。用 LSD 进行多重性分析,铁皮石斛 ZQ、YH 在 UV-B 照射前后生物碱含量变化显著,而铁皮石斛 ZH、GH 在 UV-B 照射前后生物碱含量无显著性差异( $P>0.05$ )。

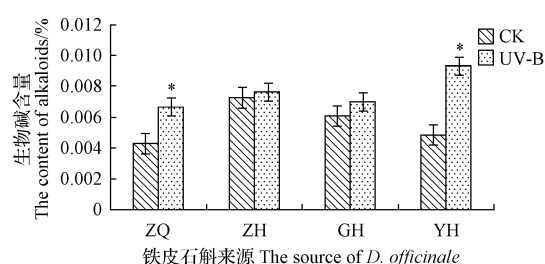


图3 UV-B辐射对铁皮石斛幼苗生物碱含量的影响

Fig. 3 Effect of UV-B radiation on the alkaloids contents of *Dendrobium officinale* Kimura et Migo

### 3 讨论

在大气臭氧层持续衰减等环境问题日益加剧的现状下,寻找一种有效手段培育优质的铁皮石斛药材显得极为重要。该研究结果表明,紫外线辐射(UV-B)对植物生长发育有着重要的影响<sup>[13]</sup>。植物的叶片是对环境胁迫最敏感的植物器官,该研究发现,在UV-B辐射下铁皮石斛幼苗出现叶片焦黄、落叶现象,可能是叶片的焦黄和落叶可以降低UV-B辐射面积,避免辐射诱导的生物合成途径过多地消耗光合作用与能量。同时铁皮石斛幼苗萌芽率增加,这与李晓阳等<sup>[14]</sup>研究UV-B辐射能促进拟南芥种子萌发和幼苗生长的结果一致。

MARK等<sup>[15]</sup>研究表明,增加UV-B辐射对植物产生的影响依植物的品种、基因型不同而表现出多样性。该研究结果还表明,UV-B辐射能促进主要次生代谢产物(多糖、黄酮、生物碱)的积累,来源不同的铁皮石斛对UV-B辐射表现出多样性。YH、ZQ 2个来源的铁皮石斛在UV-B照射下主要次生代谢产物总多糖、总黄酮、总生物碱含量都显著增加;而铁皮石斛GH在UV-B照射下,仅总多糖含量显著增加,其它成分如总黄酮、总生物碱含量与未照射相比无显著性差异;铁皮石斛ZH在UV-B照射下总黄酮含量显著增加。

### 参考文献

- [1] CALAWILL M M, BJORN L O, BORNMAN J F, et al. Effects of increased solar ultraviolet radiation on terrestrial ecosystems[J]. Photochem Photobiol B, 1998, 46: 40-52.
- [2] UNEP. Environmental effects of ozone depletion and its interactions with climate change: 2002 assessment[M]. United Nations Environmental Programme, 2003.
- [3] CALDWELL M, ROBBERECHT R, NOWAK R S, et al. A steep latitudinal gradient of solar UV-B radiation in the arctic-alpine life zone[J]. Ecology, 1980(6): 600-604.
- [4] WATSON R T. Present state of knowledge of the upper atmosphere [C]// An assessment report, NASA reference Publication 1208, Washington DC, NASA Office of Space Science and Application, 1988: 200-203.
- [5] ROZEMA J, STAAIJ J, BJORN L O, et al. UV-B radiation as an environmental factor in plant life: stress and regulation[J]. Tree, 1997, 12(1): 22-28.
- [6] 叶庆华, 赵维民, 秦国伟. 石斛属植物化学成分及生物活性研究进展[J]. 药物化学进展, 2004(3): 113.
- [7] 莫运才, 曾令杰, 冯鸿耀, 等. 增强UV-B辐射对铁皮石斛保护酶的影响[J]. 北方园艺, 2015(5): 170-173.
- [8] 莫运才, 曾令杰, 黄涵, 等. UV-B辐射对铁皮石斛叶片光合色素、类黄酮及PAL酶活性的影响[J]. 贵州农业科学, 2015(7): 34-37.
- [9] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 1部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2010: 265.
- [10] 吴佳雯, 鲍佳路, 吕耀平, 等. 乐清市铁皮石斛总黄酮含量的测定[J]. 安徽农业科学, 2011(18): 10856-10884.
- [11] 诸燕, 张爱莲, 何伯伟, 等. 铁皮石斛总生物碱含量变异规律[J]. 中国中药杂志, 2010(18): 2388-2391.
- [12] NASCIMENTO L B D S, LEAL-COSTA M V, MENEZES E A, et al. Ultraviolet-B radiation effects on phenolic profile and flavonoid content of *Kalanchoe pinnata* [J]. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 2015, 148: 73-81.
- [13] TERAMURA A H, ZISKA L H. Changes in growth and photosynthetic capacity of rice with increased UV-B radiation[J]. Physiol Plant, 1991, 83: 373-380.
- [14] 李晓阳, 陈慧泽, 韩榕. UV-B辐射对拟南芥种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 植物学报, 2013(1): 52-58.
- [15] MARK U, SAILE M M, TEVINI M. Effects of solar UV-B radiation on growth, flowering and yield of central and southern maize cultivars (*Zea mays* L.) [J]. Photochem Photobiol, 1996, 64(3): 457-463.

## Effect of UV-B Radiation on Growth and Main Secondary Metabolites of *Dendrobium officinale* Kimura et Migo

GUO Yumei, ZENG Lingjie, LIANG Shuying, DENG Rongqian, YE Huina, LIAO Suxi  
(College of Medicine, Guangdong Pharmaceutical University, Guangzhou, Guangdong 510006)

**Abstract:** To explore the impact of UV-B radiation on growth and main secondary metabolites from different sources of *Dendrobium officinale* Kimura et Migo, four cultivars of *D. officinale* with artificial UV-B radiation and examined the brown rates of their leaves, germination percentage, polysaccharide contents, flavonoid contents, and alkaloid contents were treated. The results showed that under the UV-B radiation, defoliated and brown leaves appeared within all the four cultivars of *D. officinale*, and at the same time their germination rates and their main secondary metabolites increased.

**Keywords:** *Dendrobium officinale* Kimura et Migo; UV-B radiation; growth; secondary metabolites; effect