

三叶鬼针草对岩溶木本植物任豆和香椿的化感作用*

Allelopathic Effects of *Bidens pilosa* L. on *Zenia insignis* and *Toona sinensis* in Karst Region

贾海江¹, 唐赛春², 李先琨^{2*}, 唐绍清¹, 咸忠华², 张中锋², 许新丽¹

JIA Hai-jiang¹, TANG Sai-chun², LI Xian-kun^{2*}, TANG Shao-qing¹, XIAN Zhong-hua², ZHANG Zhong-feng², XU Xin-li¹

(1. 广西师范大学生命科学学院, 广西桂林 541004; 2. 广西植物研究所, 广西桂林 541006)

(1. School of Life Sciences, Guangxi Normal University, Guilin, Guangxi, 541004, China; 2. Guangxi Institute of Botany, Guilin, Guangxi, 541006, China)

摘要: 为了探讨三叶鬼针草 (*Bidens pilosa* L.) 对岩溶木本植物的化感作用, 利用生物检测法研究了三叶鬼针草叶和根水浸液对任豆 (*Zenia insignis* Chun) 和香椿 (*Toona sinensis* Roem.) 的种子萌发和幼苗生长的影响, 及叶水浸液对任豆和香椿幼苗光合作用的影响。结果表明, 三叶鬼针草叶片水浸液对香椿的种子萌发和幼苗生长有明显抑制作用, 根部水浸液仅在高浓度 (0.1g/ml) 对香椿的种子萌发和幼苗生长有轻微抑制作用; 三叶鬼针草叶片和根部的水浸液在 0.1g/ml 浓度时对任豆种子萌芽和幼苗生长有轻微抑制作用, 其它浓度时均为促进作用。香椿的种子萌芽和幼苗生长对三叶鬼针草浸提液比任豆更敏感; 叶片的化感抑制作用强于根部。三叶鬼针草使任豆幼苗的净光合速率下降, 使香椿幼苗的净光合速率增强。

关键词: 三叶鬼针草 化感作用 种子萌芽 幼苗生长 光合作用

中图分类号: Q948.12 文献标识码: A 文章编号: 1005-9164(2008)04-0436-05

Abstract In order to explore the allelopathy of an invasive plant of *Bidens pilosa* to Karst woody plants, we determined in this study the effect of aqueous extracts of leaf and root of *B. pilosa* on seed germination and seedling growth of *Zenia insignis* and *Toona sinensis*, and the effect of aqueous leaf extracts of *B. pilosa* on photosynthesis of seedlings of *Z. insignis* and *T. sinensis*. The result showed that the aqueous leaf extracts of *B. pilosa* could evidently inhibit seed germination and seedling growth in *T. sinensis*, and the *T. sinensis*'s was slightly inhibition from the aqueous root extracts of *B. pilosa* at 0.1g/ml concentration. Only at 0.1g/ml concentration the aqueous leaf and root extracts of *B. pilosa* could slightly inhibit the seed germination and seedling growth of *Z. insignis*, whereas its effect was not significant occasionally at the others concentration or even promoted action to them. The allelopathy of aqueous extract of *B. pilosa* was stronger inhibition to *T. sinensis* than *Z. insignis* on seed germination and seedling growth. The inhibitory effects of *B. pilosa* leaf extract at same concentration stronger than the root's. It was the barriers of photosynthesis of *Z. insignis*'s seedling. Yet it was enhanced of photosynthesis of *T. sinensis*'s seedling.

Key words *Bidens pilosa* L., allelopathy, seed germination, seedling growth, photosynthesis

收稿日期: 2008-01-27

作者简介: 贾海江 (1974-), 男, 硕士研究生, 主要从事外来植物化感作用研究。

* 广西科学研究与技术开发计划项目 (桂科攻 0719005-2-2G), 广西自然科学基金项目 (桂科基 0575116), 中国科学院“西部之光”人才培养计划项目 (科发人教字 [2005]404) 资助。

** 通讯作者 E-mail: lixk@gxib.cn.

三叶鬼针草 (*Bidens pilosa* L.) 为菊科鬼针草属一年生草本植物, 原产于热带美洲, 现在已经广泛分布于亚洲和美洲的热带及亚热带地区, 其瘦果冠毛芒状具倒刺, 可能附着于人、畜禽类和货物带入我国, 目前已经广泛分布于我国华东、华中、华南、西南

及河北部分地区,是许多旱地常见的主要杂草^[1,2]。

三叶鬼针草的化感作用研究已有许多文献报道,如曾任森等研究三叶鬼针草化感作用与降雨量的关系^[3]及三叶鬼针草根分泌物对黄瓜、萝卜和水稻种子萌芽和幼苗生长的化感作用^[4];王乃亮等^[5]研究三叶鬼针草水浸液对黄帚囊吾种子萌芽化感作用;赵厚本等^[6]研究三叶鬼针草水或乙醇浸提液对薇甘菊的插条成活率和根系活力的影响等。岩溶生境中岩石裸露率高、植被不连续、土层浅薄、水分和土壤养分不足,岩溶生态系统极度脆弱^[7]。三叶鬼针草在我国岩溶地区已经有分布,但是,三叶鬼针草对岩溶植物的化感作用研究尚未有文献报道。本文研究三叶鬼针草水浸液对岩溶木本植物香椿(*Toona sinensis* Roem.)和任豆(*Zenia insignis* Chun)的种子萌发和幼苗生长及光合作用的影响,探讨三叶鬼针草对岩溶地区的木本植物是否存在化感作用。

1 材料与方法

1.1 三叶鬼针草水浸提液制备

于2006年10月在广东省湛江市郊区采集1年生三叶鬼针草的新鲜植株,此时三叶鬼针草植株高约0.8m,已发展成三叶鬼针草单优势种群。把三叶鬼针草的叶、根部分类后,截成约3~5cm的大片段,分别用蒸馏水进行鲜植物浸提,浸提时间为24h,浸提比例为1:10(即0.1g/ml,相当于1g鲜植物活材料浸于10ml水中),4层滤纸过滤,作为母液,4℃冰箱保存备用。试验时用蒸馏水稀释成0.1g/ml、0.05g/ml、0.025g/ml、0.0125g/ml,共4个浓度。

1.2 受试植物

受试植物为广西岩溶地区的常见树种:任豆、香椿。任豆和香椿的种子采集于百色市平果县,于4℃冰箱保存备用。

1.3 种子萌发试验

种子萌发试验用培养皿滤纸法^[8]。受试植物种子预先用0.5%的KMnO₄溶液表面消毒15min,蒸馏水冲洗4次,选取颗粒饱满、大小均匀的受体植物种子,置于铺有两层滤纸的培养皿中,根据种子大小每皿放置20~50粒不等,分别加入一定量(以淹没种子的1/3处)各浓度梯度的三叶鬼针草叶片提取液(分别为0.1g/ml、0.05g/ml、0.025g/ml、0.0125g/ml,以蒸馏水为对照),在(25±2)℃、(75±2)%湿度、光照强度260Lx、12h光照条件下进行培养,每个处理3个重复。每天记录发芽种子的数量,至种子不再萌发时测量芽长和根长。

发芽率 = (发芽种子总数 / 供试种子总数) × 100% ,

$$\text{发芽速率} = \sum (Gt / Dt),$$

Gt 为逐日发芽种子数, Dt 为相应发芽天数。由于不同植物的种子萌发和生长参数差异很大,为了便于对比本文使用相对值(对照的百分比)表示发芽率、发芽速率、幼芽和根长度。文中数据均为3次测定的平均值±标准误差。

1.4 光合生理指标测定

受试植株种子在温室中预发芽,一周后出苗,移栽塑料盆中,留下两颗生长整齐的幼苗,大约6周后,用0.05g/ml浓度的三叶鬼针草叶片浸提液喷洒处理受试植物叶片,每株大约接受10ml,连续喷洒3d,每个处理3个重复;以蒸馏水为对照。在处理结束后第1、4、9天的上午9:00~11:30时用Li-6400型便携式光合测定系统(LI-COR, Lincoln, Nebraska, USA)测定受试植物成熟叶片的净光合速率(P_n)、气孔导度(G_s)和细胞间隙CO₂浓度(C_i)等,重复3~4次。

1.5 数据统计分析

试验数据利用SSPS11.5(SSPS Inc Chicago Illinois USA)进行一维方差分析,采用Excel绘图。

2 结果与分析

2.1 三叶鬼针草叶片水浸液对任豆和香椿种子萌芽及幼苗生长的影响

三叶鬼针草叶片水浸液在0.1g/ml浓度时对任豆种子的发芽速度和芽长和根长的生长均有明显的抑制作用(见表1),在0.05g/ml浓度时对任豆种子的发芽速度有轻微抑制作用,其它浓度均为不明显或促进作用。

三叶鬼针草叶片水浸液在0.1g/ml和0.05g/ml浓度时对香椿种子发芽率和发芽速率、芽长和根长均有显著抑制作用(表1),在0.025g/ml浓度时对香椿的相对发芽率和相对发芽速率均有轻微抑制作用,但是对香椿的芽长和根长均有促进生长,0.0125g/ml浓度时对香椿的相对发芽率、芽长和根长均有轻微抑制作用。

2.2 三叶鬼针草根水浸液对任豆和香椿种子萌芽及幼苗生长的影响

在0.1g/ml浓度时的三叶鬼针草的根水浸液对任豆种子发芽率和发芽速度、芽长均是抑制作用(见表1),在0.05g/ml浓度时对任豆发芽率和发芽速度抑制不明显,对任豆的芽长和根长均为促进作用,在

0.025g/ml浓度时对任豆的发芽率及0.0125g/ml浓度时对任豆的发芽率和发芽速度影响不明显,同浓度下对其它参数均为促进作用。

在0.1g/ml和0.05g/ml浓度时的三叶鬼针草根水浸液对香椿种子发芽率和发芽速度均是抑制作用(表1),在0.025g/ml和0.0125g/ml浓度时对香椿的根长有轻微抑制外,对香椿的发芽率为不明显,对发芽速度、芽长为促进作用。

2.3 三叶鬼针草浸提液对任豆和香椿幼苗光合作用参数的影响

三叶鬼针草叶片浸提液处理的任豆幼苗在各时间测定的净光合速率均低于对照值(见图1)。在处理第1天测定值比对照降低了 $7.62\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$,在第4天的测定值比对照降低了 $6.78\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$,在第9天降低了 $4.2\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$;说明任豆幼苗的净光合速率受到化感物质的抑制。处理后的香椿幼苗在各时间测定的净光合速率变化曲线均高于对照值,在处理第1天增加值为 $2.44\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$,在第4天增加值为 $5.8\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$,在第9天增加值为 $4.33\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$,表明对香椿的净光合速率有促进作用。

三叶鬼针草叶片浸提液处理后任豆幼苗在第1天测定的气孔导度比对照值降低了 $0.4\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 左右,胁迫差异显著,在第9天有所恢复(见图2);表

明任豆幼苗的气孔导度受到浸提液的抑制。三叶鬼针草处理后的香椿幼苗的气孔导度都比对照值高,处理后的第4天增加值最大为 $0.34\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$,表明浸提液对香椿幼苗的气孔导度有促进作用。

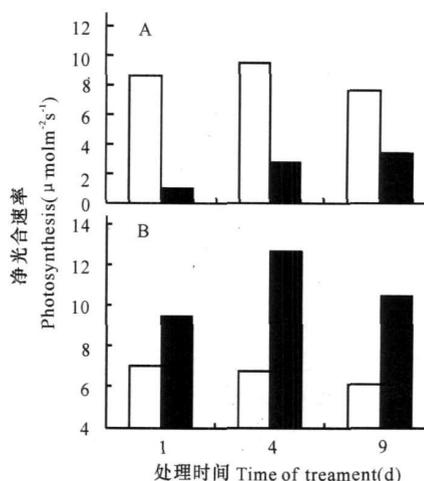


图1 三叶鬼针草叶水浸液处理对任豆和香椿幼苗净光合速率的影响

Fig. 1 The influence of aqueous leaf extract of *B. pilosa* L. on Photosynthesis on leaves of *T. sinensis* and *Z. insignis* seedling.

A: 任豆, B: 香椿。□: 对照, ■: 处理。A: *Z. insignis*, B: *T. sinensis*, □: CK, ■: Treatment.

表1 三叶鬼针草叶片水浸提液对任豆和香椿种子相对发芽率和发芽速率、芽和根的相对长度(对照的%)的影响

Table 1 Effects of aqueous mature leaf and root extracts of *B. pilosa* on relative seed Germination rate and speed, relative length sprout and radicle (percent of control) of *Z. insignis* and *T. sinensis*

水浸液浓度 Concentration of the aqueous extracts	任豆 <i>Z. insignis</i>		香椿 <i>T. sinensis</i>	
	相对发芽率和发芽速度* Relative seed germination rate and speed	芽和根的相对长度* * Relative length of sprout and radicle	相对发芽率和发芽速度 Relative seed germination rate and speed	芽和根的相对长度 Relative length of sprout and radicle
叶 Leaf				
CK	100.00 /100.00	100.00/100.00	100.00/100.00	100.00 /100.00
0.0125	125.33± 19.34 / 116.67± 3.18	99.00± 4.04/ 110.00± 11.17	94.1± 8.18 / 100.67± 14.81	93.00± 7.94/ 91.33± 9.72
0.0250	120.33± 7.69/ 120.33± 8.09	104.67± 4.37/ 126.33± 13.54	82.22± 4.94 / 83.67± 10.84	127.67± 29.63/ 145.67± 42.68
0.0500	120.67± 8.95/ 94.00± 3.51	102.33± 4.10/ 102.67± 6.44	54.66± 7.92 / 42.00± 7.00	49.50± 21.50/ 52.50± 4.50
0.1000	111.00± 13.43 / 57.33± 4.98	65.67± 7.22/ 56.00± 6.93	17.93± 5.31 / 10.60± 2.90	2.40± 1.09/ 3.20± 1.30
根 Root				
CK	100.00/100.00	100.00 /100.00	100.00/100.00	100.00 /100.00
0.0125	100.00± 0.00 / 102.67± 2.67	109.10± 4.58/ 151.33± 6.17	102.33± 6.17 / 115.33± 1083	104.67± 5.70/ 72.67± 0.67
0.0250	98.33± 1.67/ 114.00± 4.16	110.00± 1.53/ 138.67± 4.18	98.00± 5.00 / 134.00± 1078	120.00± 1.00/ 83.33± 0.33
0.0500	100.00± 1.20/ 98.67± 1.67	106.00± 2.52/ 154.33± 2.60	90.67± 5.81 / 72.00± 7.51	89.00± 1.15/ 55.67± 0.67
1.000	95.00± 1.31/ 78.67± 4.49	93.33± 5.49/ 143.67± 4.26	55.33± 7.26 / 32.33± 5.36	88.67± 5.67/ 55.67± 1.45

*: 相对发芽率 相对发芽速度, * *: 相对芽长 相对根长。

*: Relative seed germination rate/ relative seed germination speed, * *: Relative length of sprout/relative length of radicle.

三叶鬼针草叶片浸提液处理后的任豆幼苗在第1天测定的胞间 CO_2 浓度比对照值低 $18\ \mu\text{mol m}^{-2}\ \text{s}^{-1}$, 随处理后时间延长胞间 CO_2 浓度值与对照值一致(见图3);表明在处理前期任豆幼苗胞间 CO_2 浓度受到抑制作用明显。三叶鬼针草处理的香椿幼苗在第1天测定的胞间 CO_2 浓度比对照值高 $54\ \mu\text{mol m}^{-2}\ \text{s}^{-1}$, 第4天比对照值低 $4\ \mu\text{mol m}^{-2}\ \text{s}^{-1}$, 第9天测定值比对照值低 $6\ \mu\text{mol m}^{-2}\ \text{s}^{-1}$;表明受浸提液影响香椿幼苗胞间 CO_2 浓度处理前期增高,在后期略减。

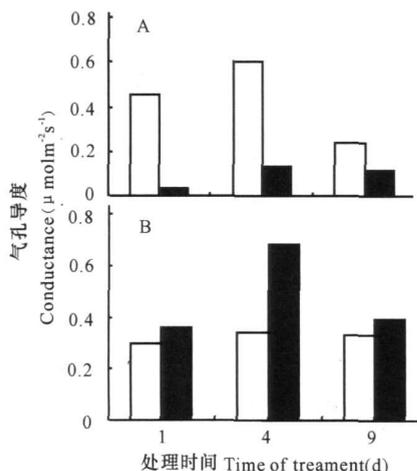


图2 三叶鬼针草叶水浸液处理对任豆和香椿幼苗气孔导度的影响

Fig. 2 The influence of aqueous leaf extract of *B. pilosa* L. on stomatal conductance on leaves of *T. sinensis* and *Z. insignis* seedling.

A: 任豆, B: 香椿. □: 对照, ■: 处理. A: *Z. insignis*, B: *T. sinensis*. □: CK, ■: Treatment.

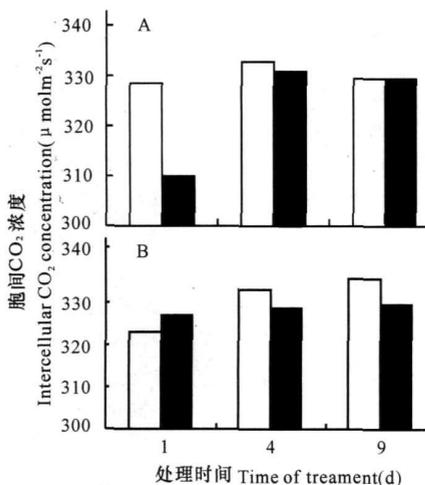


图3 三叶鬼针草叶水浸液处理对任豆和香椿幼苗胞间 CO_2 浓度的影响

Fig. 3 The influence of aqueous leaf extract of *B. pilosa* L. on intercellular CO_2 on leaves of *T. sinensis* and *Z. insignis* seedling.

A: 任豆, B: 香椿. □: 对照, ■: 处理. A: *Z. insignis*, B: *T. sinensis*. □: CK, ■: Treatment.

3 讨论

自然条件下,植物的化感物质主要通过经雨水和雾滴等淋溶途径进入土壤影响相伴生植物的生长^[9]。三叶鬼针草根提取液能显著地抑制莴苣、萝卜等农作物的幼苗生长^[1, 4],王乃亮等^[5]研究发现三叶鬼针草地上部分水浸液能明显抑制黄帚囊吾的种子萌芽率,三叶鬼针草水浸液能抑制蚕豆的根尖的细胞的正常生长^[10],三叶鬼针草地上部分的水和乙醇浸液对多年生草质藤本植物薇甘菊的生长有强烈的抑制作用^[6]。

本试验的研究结果表明,三叶鬼针草叶片水浸液各浓度梯度对香椿种子萌芽和幼苗生长有抑制作用,浓度越高抑制越显著;但根部的水浸液仅在较高浓度(0.1g/ml和0.05g/ml)时对香椿的种子萌芽和幼苗生长有轻微的抑制作用。叶片和根部的水浸液仅在0.1g/ml浓度时对任豆有轻微抑制作用,在中、低浓度梯度时对任豆均为促进作用。任豆和香椿的种子萌芽和幼苗生长对三叶鬼针草水浸液的敏感程度不同,这可能与种子本身的特性有关,任豆种子较大,种皮较厚及种子营养成分含量丰富等因素使该种子有较强的发芽势,可能降低了三叶鬼针草水浸液对受试种子的化感作用;而香椿种子小,种皮薄及种子营养成分含量少,化感物质对其更易产生影响。三叶鬼针草水浸液浓度越高对香椿的种子化感作用抑制越显著,与其它的植物的化感作用抑制趋势相一致^[11, 12]。三叶鬼针草叶片水浸液在相同浓度条件下对香椿的化感作用强于根部,与植物叶片含有较多的化感物质有关^[13]。

叶片浸提液使任豆幼苗净光合速率、气孔导度下降,胞间 CO_2 浓度先下降后逐渐恢复,表明任豆幼苗的净光合速率降低是由气孔导度降低导致胞间 CO_2 浓度的供应不足引起的,气孔因素可能是引起任豆幼苗的光合能力下降的主要原因^[14]。与茄子根部化感物质对茄子幼苗的光合作用的研究结果一致^[15]。处理后香椿的幼苗的净光合速率、气孔导度逐渐增强,与胞间 CO_2 浓度先增高后降低的变化相反,说明三叶鬼针草提液使香椿的幼苗光合能力增强,导致胞间 CO_2 供应不足而浓度降低。

岩溶地区脆弱的生态系统对环境的干扰和变化较敏感,外来的干扰和外部环境因素的变化胁迫,使该生境系统易遭受到损害,且很难恢复^[16]。三叶鬼针草对有的岩溶木本植物的种子萌芽和幼苗生长有抑制作用,对有的岩溶木本植物幼苗的光合作用有

抑制作用 种子萌发对物种延续非常重要,种子发芽率和发芽速度的降低直接影响到本地植物在生态系统中的对资源和土壤养分上与其它物种及外来入侵植物的竞争能力^[17],将会破坏该生态系统的多年来形成的物种之间平衡

致谢:本研究的受试植物种子由广西植物研究所吕仕洪同志帮助采集,作者谨此表示感谢。

参考文献:

[1] Gordon A, Stevens J R, Chungshi Tang. Inhibition of seedling growth of crop by recirculating root exudates of *Bidens pilosa* L. [J]. Journal of Chemical Ecology, 1985, 11(10): 1411-1425.

[2] 李振宇,解炎.中国外来入侵种[M].北京:中国林业出版社,2002 158.

[3] 曾任森,骆世明.三叶鬼针草水抽提物他感作用与降雨量的关系[J].华南农业大学学报,1995,16(4): 69-72.

[4] 曾任森,骆世明.香茅、胜红蓟和三叶鬼针草根分泌物的化感作用研究[J].华南农业大学学报,1996,17(2): 119-120.

[5] 王乃亮,马瑞君,孙坤,等.种菊科植物水浸液对黄帚囊吾种子萌芽期化感作用的研究[J].兰州大学学报,2006,42(5): 56-61.

[6] 赵厚本,邵志芳,杨义标,等.华南地区几种常见植物对薇甘菊的化感作用研究[J].生态环境,2007,16(1): 130-134.

[7] 杜毓超,李兆林,陈宏峰,等.广西灌江流域岩溶生态环境

敏感性分析[J].中国岩溶,2006,25(3): 220-227.

[8] 曾任森.化感作用研究中的生物测定方法综述[J].应用生态学报,1999,10(1): 123-126

[9] Tukey H B J. Leaching of metabolites from above ground plant parts and its implications [J]. Bulletin of Torrey Botanical Club, 1966, 93 385-401.

[10] 杜风移,于树华,马丹炜,等.三叶鬼针草对蚕豆根尖遗传毒理性的研究[J].生态环境,2007,16(3): 944-949.

[11] 郑丽,冯玉龙.紫茎泽兰叶片化感作用对10种草本植物种子萌发和幼苗生长的影响[J].生态学报,2005,25(10): 2782-2787.

[12] 韩利红,冯玉龙.发育时期对紫茎泽兰化感作用的影响[J].生态学报,2007,27(3): 1185-1191.

[13] 杜风移,张苗苗,马丹炜,等.三叶鬼针草化感作用的初步研究[J].中国植保导刊,2007,27(9): 8-11.

[14] Lin C C, Kao C H. Effect of NaCl stress on H₂O₂ metabolism in rice leaves [J]. Plant Growth Regu, 2000, 30 151-155.

[15] 郁继华,张韵,牛彩霞,等.两种化感物质对茄子幼苗光合作用及叶绿素荧光参数的影响[J].应用生态学报,2006,17(9): 1629-1632.

[16] 曹建华,袁道先.受地质条件制约的中国西南岩溶地区生态系统[M].北京:地质出版社,2005 90-95.

[17] Weiner J, Wright D B, Castro S. Symmetry of below ground competition between *Kochia scoparia* individuals [J]. Oikos, 1997, 79 85-91.

(责任编辑: 邓大玉)

(上接第 435页 Continue from page 435)

[10] 林金星,胡玉熹.裸子植物结构图集[M].北京:科学出版社,2000 169-225.

[11] 吴鸿,贺游利,胡正海.日本金松皮层树脂道发育的研究[J].西北大学学报:自然科学版,1996,26(6): 529-532.

[12] 吴鸿, Martin M. 欧洲赤松树脂道上皮细胞树脂分泌方式研究[J].植物学报,1999,41(2): 133-135.

[13] 苏应娟,王艇,张宏达.部分裸子植物假种皮微形态特征及其分类学意义[J].西北植物学报,1997,17(3): 392-398.

[14] 王建中,王瑞勤,张玉钧,等.三种落叶松种子的比较形态与统计分析[J].北京林业大学学报,1994,16(4): 38-45.

[15] 刘玲玉,杨茜,粟淑媛.中国落叶松属植物种皮扫描电镜的观察[J].阴山学刊,1999,15(2): 15-24.

[16] 中国植物红皮书编委会.中国植物红皮书——稀有濒危植物:第册[M].北京:科学出版社,1991: 94

[17] 张璐,苏志尧,陈北光.中国特有植物——华南五针松群落的种间关系[J].生态学报,2006,26(4): 1063-

1072.

[18] 周佑勋,段小平.华南五针松种子休眠生理的研究[J].中南林学院学报,1993,13(2): 122-127.

[19] 杜道林,刘玉成,苏杰.茂兰喀斯特山地广东松种群结构和动态初步研究[J].植物生态学报,1996,20(2): 159-166.

[20] 缪绅裕,王伟彤,曾阳金,等.广东石门台自然保护区广东松群落的基本特征[J].广西植物,2004,24(5): 390-395.

[21] 曾阳金,王厚麟,陈健辉,等.广东石门台保护区木龙顶广东松群落生态特征[J].广州大学学报:自然科学版,2006,5(4): 39-43.

[22] 唐昭颂,黄东骑.华南五针松在舜皇山国家森林公园完好保存的原因浅究[J].湖南林业科技,2003,30(1): 70-73.

[23] 陈健辉,缪绅裕,王厚麟,等.华南五针松幼茎发育研究[J].广西科学,2007,14(2): 150-154.

(责任编辑: 邓大玉)