

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2017.06.022

四川邛崃山系野生杜鹃花属植物资源及分布

蔡水花¹, 魏荣平¹, 黄金燕¹, 谢浩¹, 刘巅¹, 张明春¹, 朱大海²
张超³, 王飞³, 李仁贵^{1,*}

(1. 中国大熊猫保护研究中心, 四川 都江堰 623006; 2. 龙溪—虹口国家级自然保护区, 四川 都江堰 611830;
3. 华西亚高山植物园, 四川 都江堰 611830)

摘要:邛崃山系具有丰富的野生杜鹃花资源。通过实地调查以及采集标本和照片, 对该区域杜鹃花属植物种类、生境和具体分布进行研究。结果表明: 邛崃山系共有63种(包括变种和亚种)野生杜鹃花属植物, 分属3个亚属、4个组、11个亚组, 分布于海拔1 230 m~4 179 m之间。这些种多数呈现集中连片分布, 个别数量较少的种呈现零星分布。本次调查采集到较多杜鹃花标本和与之对应的每种杜鹃花的景观和微观特征照片, 可为今后的深入研究提供基本材料和参考依据。

关键词:杜鹃花; 邛崃山系; 资源调查

中图分类号: S685.21 文献标识码: A 文章编号: 1003-5508(2017)06-0089-05

Investigation of Nature Resources of the Genus *Rhododendron* in the Qionglai Mountains

CAI Shui-hua¹ WEI Rong-ping¹ HUANG Jin-yan¹ XIE Hao¹ LIU Dian¹
ZHANG Ming-chun¹ ZHU Da-hai² ZHANG Chao³ WANG Fei³ LI Ren-gui^{1,*}

(1. China Conservation and Research Center for the Giant Panda, Dujiangyan 623006, Sichuan;
2. Longxi - Hongkou Nature Reserve, Dujiangyan 611830, Sichuan;
3. West China Subalpine Botanic Garden, Dujiangyan 611830, Sichuan)

Abstract: The genus *Rhododendron* resources were rich in the Qionglai mountains. investigations were made of species, habitats and concrete distribution of rhododendrons by conducting surveys, collecting samples and photos. A total of 63 species belonging to 3 subgenus, 4 sections and 11 subsections were observed and the altitudes ranged from 1 230 m to 4 179 m. Most rhododendron species grew together in their typical habitats whereas a few species occurred fragmentally. In this study, plenty of specimens, and photos which could show characters of rhododendrons were collected to provide basic materials for further researches.

Key words: *Rhododendron*, The Qionglai mountains, Resources investigation

杜鹃花是指杜鹃花科(Ericaceae)杜鹃花属于亚洲、北美洲和欧洲, 其中, 中国已知的杜鹃花有6个亚属562种, 占世界种类的59%。其中特有种(*Rhododendron* L.)植物, 全世界约有967种, 分布

收稿日期: 2017-05-04

基金项目: 香港特区支援四川灾后重建—川港卧龙自然保护区持续合作项目 SC09。

作者简介: 蔡水花(1988-), 女, 硕士, 工程师, 主要从事植物生态学研究。

* 通讯作者: 李仁贵(1983-), 男, 长期从事动物学和植物学研究。E-mail: 37183280@qq.com。

约 405 种,约占国产种总数的 72% (方瑞征和闵天禄,1995)。西南横断山脉地区的云南、西藏和四川是世界杜鹃花的发祥地和最大分布中心,也是我国野生杜鹃花的最大分布中心,三省区共有野生杜鹃花 403 种(不包括种以下分类等级),云南省 257 种,其中特有种 61 种;西藏 173 种,其中特有种 37 种;四川省 152 种,其中特有种 37 种(张长芹,2003)。

四川省是杜鹃花属植物研究的重点地区(张长芹等,2015),邛崃山系作为横断山脉的主要山系之一,国内研究多数只涉及邛崃山系部分区域的部分杜鹃花种类,却至今未有人做过该区杜鹃花属植物系统分类。唐丹林等(1996)通过对杜鹃花叶片的黄酮类化合物薄层层析,为光房银叶杜鹃和大邑杜鹃的确立以及将芒刺杜鹃归入麻花杜鹃亚组均提供了化学验证;何明友等(1997)对新种大邑杜鹃和新变种光房银叶杜鹃进行描述。王颖(2008)调查四川杜鹃花属植物发现小金有毛蕊杜鹃,汶川有草原杜鹃和陇蜀杜鹃。鲜小林等(2012)调查四川杜鹃花资源发现阿坝州有 24 种杜鹃花,占四川杜鹃花种类的 12%。肖寒等(2013)对常绿杜鹃亚属云锦杜鹃亚组杜鹃花的叶片微形态特征研究表明,宝兴的团叶杜鹃气孔器周围光滑,而高尚大白杜鹃气孔器周围有光滑颗粒状乳突腺毛。因此,为了进一步了解邛崃山系杜鹃花属植物种类,四川中国大熊猫保护研究中心和横断山杜鹃花研究中心共同组织专业团队,开展邛崃山系野生杜鹃花资源野外调查工作。

1 调查区域概况

邛崃山系是指四川盆地都江堰到天全一线以西山地的总称,主峰为四姑娘山,海拔达 6 250 m,是四川盆地和青藏高原之间的天然地理屏障(胡锦涛,1986)。水系以岷江、大渡河及其支流为主;气候潮湿多雨(胡锦涛,1986)。山地植被垂直带谱完整:海拔 1 600 m 以下为亚热带常绿阔叶林;海拔 1 600 m~2 000 m 为常绿与落叶阔叶混交林;海拔 2 600 m~3 600 m 为亚高山针叶林;海拔 3 600 m~4 400 m 为高山灌丛草甸;海拔 4 400 m 以上为流石滩和永雪带(胡锦涛,1986)。

调查范围东经 102°26'~103°94',北纬 29°85'~31°71',涉及邛崃山系的都江堰(邛崃山部分)、汶川、小金、宝兴、芦山、天全、泸定、邛崃、大邑、崇州 10 个县(市)。调查路线主要分布于汶川县皮条河

两岸的山沟和巴郎山、小金县的长坪沟和梦笔山、宝兴县的夹金山和神木垒、天全的喇叭河保护区和二郎山、芦山县的黄水河以及大邑县的西岭雪山(见表 1)。样方布设于主要山峰巴朗山、四姑娘山、梦笔山、夹金山和二郎山的山脚—山顶杜鹃花主要分布点(见图 1)。

表 1 邛崃山系野生杜鹃花主要调查路线

Tab. 1 The survey lines of the genus *Rhododendron* in the Qionglai mountains

地域	调查路线	地域	调查路线	地域	调查路线
汶川县	卧龙野牛沟	小金县	海子沟	宝兴县	波日沟
汶川县	卧龙巴郎山	小金县	虹桥沟	宝兴县	大水沟
汶川县	卧龙川北营	小金县	梦笔山	宝兴县	挡巴沟
汶川县	卧龙牛头山	小金县	双桥沟	宝兴县	得胜沟
汶川县	卧龙五一棚	小金县	油房村	宝兴县	邓池沟
汶川县	卧龙核桃坪后山	小金县	长坪沟	宝兴县	东拉山大峡谷
汶川县	卧龙梯子沟	大邑县	红石堡	宝兴县	嘎日沟
汶川县	卧龙天台山	大邑县	红石涧	宝兴县	黄店沟
汶川县	卧龙七层楼沟	大邑县	阴阳界	宝兴县	夹金山
汶川县	卧龙老鸦山	大邑县	鸳鸯池	宝兴县	神木垒
汶川县	卧龙洞口海子	天全县	二郎山	宝兴县	瓦斯沟
汶川县	卧龙贾家沟	天全县	火坦坪	芦山县	黄水河
汶川县	卧龙正河沟	天全县	索索棚沟	芦山县	钟灵村
汶川县	三江中河	天全县	喇叭河景区	芦山县	南天门
汶川县	三江斜草村	天全县	旋旋沟	崇州市	鸡心包
汶川县	三江鸡心包保护站	天全县	大草坡		
雅安市	碧峰峡风景区	天全县	关房沟		

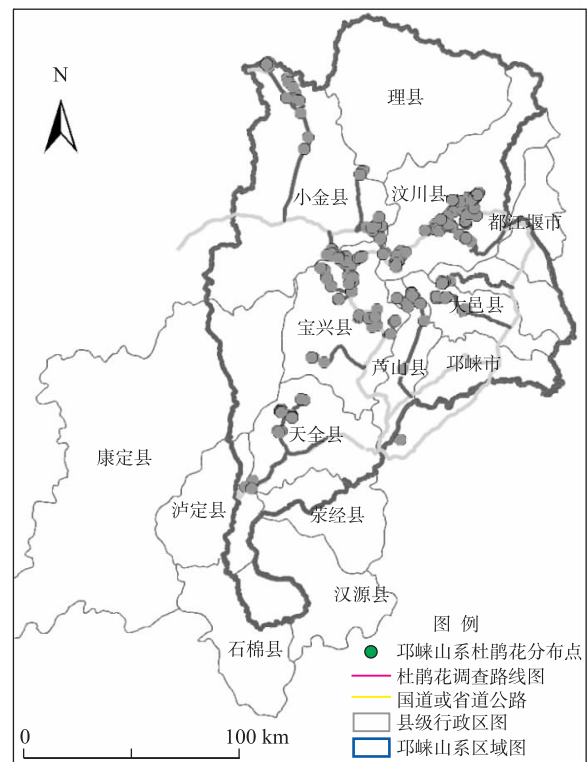


图 1 邛崃山系野生杜鹃花分布和调查路线

Fig. 1 The survey lines and distributions of the genus *Rhododendron* in the Qionglai mountains

2 调查方法与数据处理

在查阅有关杜鹃花的文献和书籍的基础上,选定各县市杜鹃花分布的集中区域和零星分布区域进行实地调查,分别在 2015 和 2016 年野生杜鹃花开花期内对每个区域不同海拔的杜鹃花设定 20 m × 20 m 的样方,记录杜鹃花种的特征、杜鹃花种类、GPS 地理信息、生境和盖度等内容。对调查到的每种杜鹃花的景观和微观特征进行拍照和特征描述,并采集标本,借鉴《中国四川杜鹃花》、《中国植物志第五十七卷》一二分册、《四川植物志第十七卷》和《中国杜鹃花属植物》,并请杜鹃花专家进行物种类别鉴定。

数据处理主要通过 Arcgis 10.0 和 excel 2013 实现。

3 调查结果

3.1 邛崃山系野生杜鹃花属植物种属情况

本次实地调查发现,在邛崃山系范围内,杜鹃花属植物共有 63 种(包括变种和亚种),分属 3 个亚属、4 个组、11 个亚组。其中,马银杜鹃亚属(Subgen. *Azaleastrum*)有 1 种,常绿杜鹃亚属(Subgen. *Hymenantes*)有 35 种,杜鹃亚属(Subgen. *Rhodo-*

dendron)有 27 种。这些种分属于 4 个组:常绿杜鹃组(Sect. *Ponticum*)、杜鹃组(Sect. *Rhododendron*)、髯花杜鹃组(Sect. *Pogonanthum*)、长蕊组(Sect. *Choniastrum*);11 个亚组:杯毛杜鹃亚组(Subsect. *Falconera*)、大理杜鹃亚组(Subsect. *Taliensia*)、大叶杜鹃亚组(Subsect. *Grandia*)、露珠杜鹃亚组(Subsect. *Irrorata*)、麻花杜鹃亚组(Subsect. *Maculifera*)、银叶杜鹃亚组(Subsect. *Argyrophylla*)、云锦杜鹃亚组(Subsect. *Fortunea*)、川西杜鹃亚组(Subsect. *Moupinensia*)、三花杜鹃亚组(Subsect. *Triflora*)、亮鳞杜鹃亚组(Subsect. *Heliolepida*)、高山杜鹃亚组(Subsect. *Lapponica*),其中,云锦杜鹃亚组、大理杜鹃亚组、高山杜鹃亚组和三花杜鹃亚组分别占 19.05%、17.46%、17.46% 和 14.29%。

3.2 邛崃山系野生杜鹃花属植物的分布格局

邛崃山系杜鹃花属植物分布于海拔 1 230 m ~ 4 179 m 之间(见表 2)。其中,种类较多的大理杜鹃亚组杜鹃花分布于海拔 2 027 m ~ 4 179 m 之间,麻花杜鹃亚组杜鹃花分布于海拔 2 113 m ~ 3 712 m 之间,银叶杜鹃亚组杜鹃花分布于海拔 1 461 m ~ 2 868 m 之间,云锦杜鹃亚组杜鹃花分布于海拔 1 463 m ~ 3 587 m 之间,三花杜鹃亚组杜鹃花分布于海拔 1 230 m ~ 4 037 m 之间,高山杜鹃亚组杜鹃花分布于海拔 3 174 m ~ 4 179 m 之间,髯花杜鹃组杜鹃花分布于海拔 3 714 m ~ 4 001 m 之间。

表 2 邛崃山系野生杜鹃花属植物及其分布

Tab. 2 The species and distributions of the genus *Rhododendron* in QiongLai mountains

物种	地点	海拔(m)
常绿杜鹃亚属杯毛杜鹃亚组		
乳黄叶杜鹃 <i>R. galactinum</i>	卧龙、宝兴、芦山	2 279 ~ 3 059
常绿杜鹃亚属大理杜鹃亚组		
巴朗杜鹃 <i>R. balangense</i>	卧龙	2 600 ~ 2 800
大叶金顶杜鹃 <i>R. faberi subsp. Pratii</i>	卧龙、宝兴、天全、芦山、大邑	2 611 ~ 3 677
褐毛杜鹃 <i>R. wasonii</i>	卧龙、小金、芦山、大邑	2 907 ~ 3 745
黄毛杜鹃 <i>R. rufum</i>	卧龙、小金、宝兴	2 985 ~ 3 822
黄毛雪山杜鹃 <i>R. aganiphum var. flavorufum</i>	芦山	3 429 ~ 3 677
陇蜀杜鹃 <i>R. przewalskii</i>	卧龙、小金、宝兴	3 751 ~ 4 092
汶川褐毛杜鹃 <i>R. wasonii var. wenchuanense</i>	卧龙	2 907 ~ 3 423
雪山杜鹃 <i>R. aganiphum</i>	小金	3 995 ~ 4 179
毡毛栎叶杜鹃 <i>R. phaeochrysum var. levistratum</i>	小金、宝兴、芦山	3 655 ~ 4 101
皱皮杜鹃 <i>R. wiltonii</i>	天全、芦山	2 027 ~ 2 868
常绿杜鹃亚属大叶杜鹃亚组		
无柄杜鹃 <i>R. watsonii</i>	卧龙、宝兴、天全、芦山、大邑	2 875 ~ 3 712
常绿杜鹃亚属露珠杜鹃亚组		
川西杜鹃 <i>R. sikangense</i>	天全	2 900
常绿杜鹃亚属麻花杜鹃亚组		
绒毛杜鹃 <i>R. pachytrichum</i>	卧龙、宝兴、天全、芦山、大邑、三江	2 119 ~ 3 083
长鳞杜鹃 <i>R. longesquamatum</i>	卧龙、宝兴、芦山	2 366 ~ 3 712

(续表 2)

物种	地点	海拔 (m)
紫斑杜鹃 <i>R. strigillosum</i> var. <i>monosematum</i>	卧龙、宝兴、大邑	2 113 ~ 2 593
常绿杜鹃亚属银叶杜鹃亚组		
峨眉银叶杜鹃 <i>R. argyrophyllum</i> subsp. <i>omeiense</i>	卧龙	1 759
繁花杜鹃 <i>R. floribundum</i>	宝兴、天全	1 602 ~ 2 868
反边杜鹃 <i>R. thayerianum</i>	宝兴、芦山	1 722 ~ 2 084
岷江杜鹃 <i>R. hunnewellianum</i>	卧龙、三江	1 230 ~ 1 945
银叶杜鹃 <i>R. argyrophyllum</i>	卧龙、宝兴、天全、芦山	1 461 ~ 2 365
常绿杜鹃亚属云锦杜鹃亚组		
大白杜鹃 <i>R. decorum</i>	宝兴、天全	2 160 ~ 2 771
短梗星毛杜鹃 <i>R. asterochnoum</i> var. <i>brevipedicellatum</i>	卧龙	2 558
粉红杜鹃 <i>R. oreodoxa</i> var. <i>fargesii</i>	卧龙、小金	2 811 ~ 3 444
高尚大白杜鹃 <i>R. decorum</i> subsp. <i>Disrepes</i>	宝兴	2 561
亮叶杜鹃 <i>R. vernicosum</i>	小金、宝兴	2 561 ~ 3 504
美容杜鹃 <i>R. calophytum</i>	宝兴、天全、芦山、大邑、三江	1 602 ~ 3 059
山光杜鹃 <i>R. oreodoxa</i>	卧龙、宝兴、天全、芦山、大邑、崇州、三江	2 121 ~ 3 587
疏花美容杜鹃 <i>R. calophytum</i> var. <i>pauciflorum</i>	大邑	2 121
团叶杜鹃 <i>R. orbiculare</i>	卧龙、宝兴、天全	2 084 ~ 3 306
汶川星毛杜鹃 <i>R. asterochnoum</i>	卧龙、宝兴	1 463 ~ 3 059
卧龙杜鹃 <i>R. wolongense</i>	卧龙、宝兴、三江	1 602 ~ 1 935
腺果杜鹃 <i>R. davidii</i>	宝兴、天全、芦山、大邑、崇州、三江	1 522 ~ 2 365
马银杜鹃亚属长蕊组		
长蕊杜鹃 <i>R. stamineum</i>	雅安、芦山	1 076 ~ 1 100
杜鹃亚属川西杜鹃亚组		
宝兴杜鹃 <i>R. moupinense</i>	卧龙、宝兴、芦山、三江	1 557 ~ 2 852
树生杜鹃 <i>R. dendrocharis</i>	卧龙、宝兴	2 410 ~ 2 777
杜鹃亚属三花杜鹃亚组		
凹叶杜鹃 <i>R. davidsonianum</i>	小金、天全	2 700 ~ 3 232
多鳞杜鹃 <i>R. polylepis</i>	卧龙、小金、宝兴、天全、芦山、大邑、崇州、三江	1 230 ~ 3 023
黄花杜鹃 <i>R. lutescens</i>	卧龙、小金、宝兴、天全、芦山、大邑、崇州、三江	1 461 ~ 2 704
毛肋杜鹃 <i>R. augustinii</i>	卧龙、宝兴	1 700 ~ 2 640
问客杜鹃 <i>R. ambiguum</i>	卧龙、芦山、大邑	2 937 ~ 3 677
秀雅杜鹃 <i>R. concinnum</i>	卧龙、小金、宝兴、天全、芦山、大邑	2 542 ~ 3 751
锈叶杜鹃 <i>R. siderophyllum</i>	天全	1 552 ~ 4 037
长毛杜鹃 <i>R. trichanthum</i>	天全	2 378 ~ 2 728
紫花杜鹃 <i>R. amesiae</i>	小金、宝兴、天全	1 979 ~ 3 556
杜鹃亚属高山杜鹃亚组		
粉紫杜鹃 <i>R. impeditum</i>	卧龙、宝兴	3 914 ~ 3 958
密枝杜鹃 <i>R. fastigiatum</i>	芦山	3 677
光亮杜鹃 <i>R. nitidulum</i>	小金	3 276 ~ 4 101
千里香杜鹃 <i>R. thymifolium</i>	卧龙	3 745
黄褐杜鹃 <i>R. minyaense</i>	宝兴、小金	3 714 ~ 4 179
直枝杜鹃 <i>R. orthocladum</i>	卧龙	3 958
草原杜鹃 <i>R. telmateium</i>	卧龙	3 958
北方雪层杜鹃 <i>R. nivale</i> subsp. <i>boreale</i>	卧龙	3 555
南方雪层杜鹃 <i>R. nivale</i> subsp. <i>australe</i>	卧龙	3 555
茂汶杜鹃 <i>R. maowenense</i>	芦山、大邑	3 174 ~ 3 677
鸚鵡杜鹃 <i>R. zheguense</i>	宝兴、小金	3 714 ~ 4 101
杜鹃亚属髯花杜鹃组		
红背杜鹃 <i>R. rufescens</i>	卧龙	3 849
毛喉杜鹃 <i>R. cephalanthum</i>	卧龙	3 958
烈香杜鹃 <i>R. anthopogonoides</i>	宝兴	3 714 ~ 3 949
毛嘴杜鹃 <i>R. trichostomum</i>	卧龙、小金	3 745 ~ 4 001
杜鹃亚属亮鳞杜鹃亚组		
苞叶杜鹃 <i>R. bracteatum</i>	卧龙、宝兴、天全	2 542 ~ 3 050

野生杜鹃花分布多呈现集中连片分布:林下以下的杜鹃花多分布于林间空地,如多鳞杜鹃、黄花杜鹃、银叶杜鹃、长蕊杜鹃和巴郎杜鹃等,而林线以上的杜鹃花多大量成片分布,或形成单种杜鹃花纯林,或形成几种杜鹃花混生林,如高山杜鹃亚组常形成

混生灌丛,黄水河有大片黄毛雪山杜鹃纯林,夹金山有成片陇蜀杜鹃纯林等;个别数量较少的杜鹃花呈现零星分布,如反边杜鹃和紫斑杜鹃等。由于本次野外调查时间稍长,鉴定标本时间较短,还有一些杜鹃花标本未能及时鉴定到种,将会做进一步分类研

究。另外,由于整个调查周期较短和地理限制等因素,还有一些地域未能全部调查,资料记载的邛崃山系杜鹃花未全部找到,如海绵杜鹃,有待开展进一步的调查研究。

致谢:本次川港卧龙自然保护区持续合作项目的相关工作得以顺利完成,离不开参与工作的各界人士。其中,特别感谢杜鹃花专家耿玉英,植物学专家曲上,中国大熊猫保护研究中心周世强,邛崃山系范围内的各保护区和林业局以及相关工作人员(刘明冲、陈守廷、曾昭兵、李贵仁、王明华、韦燎、庞万美、刘世才、张亮)的大力支持。

参考文献:

- [1] 方文培. 中国四川杜鹃花[M]. 北京:科学出版社,1986.
- [2] 方瑞征. 中国植物志(第五十七卷第一分册)[M]. 北京:科学出版社,1999.
- [3] 高宝纯. 四川植物志(第17卷)[M]. 成都:四川民族出版社,2007.
- [4] 耿玉英. 中国杜鹃花属植物[J]. 上海:上海科学技术出版社,2014.
- [5] 胡琳贞,方明渊. 中国植物志(第五十七卷第二分册)[M]. 北京:科学出版社,1994.
- [6] 张长芹. 杜鹃花[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2003.
- [7] 何明友,许介眉,胡琳贞. 四川杜鹃花属新分类群[J]. 植物分类学报,1997,35(1):63~66.
- [8] 胡锦涛. 邛崃山的大熊猫[J]. 西华师范大学学报(哲学社会科学版),1986,1:21~22.
- [9] 唐丹林,何明友. 四川大邑县大飞水地区杜鹃花属(Rhododendron)植物化[J]. 四川大学学报:自然科学版,1996,33(4):443~447.
- [10] 鲜小林,陈睿,秦帆,等. 四川杜鹃花资源调查及其育种意义研究[J]. 北方园艺,2012(2):92~96.
- [11] 肖寒,白洁. 常绿杜鹃亚属云锦杜鹃亚组26种植物叶片微形态特征及其分类学意义[J]. 四川大学学报(自然科学版),2013,2:031.
- [12] 王颖. 四川野生杜鹃花属植物资源的调查与评价[D]. 北京:北京林业大学,2008,19~23.
- [13] 张长芹,黄承玲,黄家勇,等. 贵州百里杜鹃自然保护区杜鹃花属种质资源的调查[J]. 植物分类与资源学报,2015,3:016.
- [14] 罗祺. 10个园林树种耐涝性比较研究[D]. 南京农业大学,2008.
- [15] 张往祥,张晓燕,曹福亮,等. 涝渍胁迫下3个树种幼苗生理特性的响应[J]. 南京林业大学学报自然科学版,2011,35(5):11~15.
- [16] 唐罗忠,徐锡增,程淑婉. 淹水胁迫对杨树生物量及生理性状影响的比较[J]. 南京林业大学学报,1998,22(2):14~18.
- [17] Schaffer B, Andersen P C, Ploetz R C. Responses of fruit crops to flooding[J]. Hort Rev,1992,13:257~313.
- [18] 李兴桃. 三种植物对土壤水势适应性的研究[D]. 东北林业大学,2012.
- [19] 文萍,刘济明,徐国瑞,等. 水分胁迫对罗甸小米核桃光合与蒸腾作用的影响[J]. 贵州农业科学,2013,41(8):57~60.
- [20] 吕芳德,徐德聪,栗彬. 水分胁迫对美国山核桃叶绿素荧光参数的影响[J]. 中南林业科技大学学报,2006,26(4):27~30.
- [21] 常君,姚小华,杨水平,等. 水分胁迫对美国山核桃苗木生长的影响[J]. 林业科学研究,2009,22(1):134~138.
- [22] 史胜青,孙晓光,王颖,等. 水分胁迫对4树种幼苗叶水势和持水力的影响[J]. 河北农业大学学报,2009,32(6):24~28.
- [23] Ghoul H, Montpied P, Epron D, et al. Thermal optima of photosynthetic functions and thermostability of photo-chemistry in cork oak seedlings,2003,23:1031~1039.
- [24] Neuner G, Pramsöhler M. Freezing and high temperature thresholds of photosystem 2 compared to ice nucleation, frost and heat damage in evergreen subalpine plants[J]. Physiologia Plantarum,2006,126:196~204.
- [25] Yamaoto F Y, Christov K N, Popova L P. Antioxidative enzymes in barley plants subjected to soil flooding[J]. Environmental and Experimental Botany,2004,51:93~101.
- [26] Tang L. Effects of flooding stresses on biomass and physiological properties of poplar clones[J]. Nanjing linye Daxue Xuebao,1998.
- [27] Ye Y, Tam N F Y, Wong Y S, Lub C Y. Growth and physiological responses of two mangrove species(Bruquieria gymnorrhiza and Kandelia cande) to waterlogging. Environmental and Experiment Botany,2003,49:209~221.
- [28] 张晓平. 不同种源鹅掌楸和杂种鹅掌楸对淹水胁迫的响应[D]. 南京林业大学,2004.
- [29] Seago J L, Peterson C A, Enstone D E. Cortical development in roots of the aquatic plant pontederi acordata (Pontederiaceae)[J]. American Journal of Botany,2000,87:1116~1127.
- [30] 阿布力米提·买买提明,张俊佩,裴东. 不同类型核桃的光合和蒸腾性能对土壤水分胁迫响应的研究[J]. 河北农业大学学报,2004,27(4):26~30.
- [31] 从心黎,黄绵佳,杨意伯. 干旱胁迫对红掌离体叶片生理指标的影响. 广西农业科学,2007,38(6):669~672.
- [32] 颜华,贾良辉,王根轩. 植物水分胁迫诱导蛋白的研究进展[J]. 生命的化学,2002,22(2):165~168.
- [33] 邵世光,阎斌伦,许云华,等. Cd²⁺对条斑紫菜的胁迫作用[J]. 河南师范大学学报:自然科学版,2006,34(2):113~116.

(上接第19页)