

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2018.03.007

疏伐桦木对川西亚高山岷江冷杉 + 桦木混交林林下 岷江冷杉更新的影响研究

冯秋红¹, 蒲远凤⁶, 李登峰^{1,2}, 陈素芬³, 刘兴良¹
陈艳⁴, 康永鸿⁵, 陈进⁷

(1. 四川省林业科学研究院, 四川卧龙森林生态系统定位站, 四川 成都 610081;
2. 四川农业大学, 四川 成都 611130; 3. 九寨沟国家森林公园管理局, 四川 九寨沟 623450;
4. 汶川县环境保护和林业局, 四川, 汶川 623000; 5. 阿坝藏族羌族自治州木材检查总站, 四川 汶川 623012;
6. 南充市林业局, 四川 南充 63700; 7. 亿利首建生态科技有限公司, 北京 100020)

摘要:以不同强度疏伐桦木的川西亚高山岷江冷杉 + 桦木混交林为研究对象, 通过典型抽样法和收获法获取并分析了不同强度疏伐桦木 1 a 后, 对岷江冷杉 + 桦木混交林林下岷江冷杉更新数量、更新结构的影响。结果表明, 疏伐桦木显著促进了林分乔木胸径断面积和林下岷江冷杉幼苗的基径生长, 50% 疏伐桦木处理模式 (S2) 不但显著促进了以幼苗和幼树为主的岷江冷杉苗木成活率, 还显著促进了幼苗的高度生长, 经过疏伐处理后, 林下岷江冷杉幼苗的径级结构变化不大, 但小径级苗木所占比例呈现上升趋势。

关键词:疏伐; 去除桦木; 岷江冷杉; 天然次生林; 林下更新

中图分类号: S753.51⁺³ 文献标识码: A 文章编号: 1003-5508(2018)03-0035-05

Effects of Thinning *Betula* spp. on Natural Regeneration of *Abies faxoniana* under Mixed Forest of *A. faxoniana* and *B. spp.* in Sub-alpine Region of Western Sichuan

FENG Qiu-hong¹ PU Yuan-feng⁶ LI Deng-feng^{1,2} CHEN Su-fen³
LIU Xing-liang¹ CHEN Yan⁴ KANG Yong-hong⁵ CHEN Jin⁷

(1. Sichuan Academy of Forestry, Sichuan Wolong Forest Ecosystem Research Station, Sichuan Chengdu 610081, China;
2. Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China;
3. Jiuzhaigou National Forest Park Administration Bureau, Jiuzhaigou Sichuan 623450, China;
4. Environmental protection and Forestry Bureau of Wenchuan County, Wenchuan Sichuan 623000, China;
5. Timber Check Station of Aba Tibetan and Qiang Autonomous Prefecture, Wenchuan Sichuan 624000, China;
6. Nanchong Forestry Bureau, Nanchong Sichuan 63700, China;
7. Yilishoujian Ecological Technology Co., Ltd., Beijing 100020, China)

Abstract: The number and structure of regenerations of *Abies faxoniana* under mixed *A. faxoniana* and *Betula* spp. forest were measured and analyzed through representative sampling and field measurement method. Effects of thinning birch (CK, S1 and S2 respectively means thinning birch off 0%, 25% and 50% of the total volume of birch in forest) were analyzed on natural regeneration of *A. faxoniana* under *A. faxoniana* and *Betula* spp. forest. The result showed that thinning birch increased tree DBH (diame-

收稿日期: 2018-03-16

基金项目: 四川省科技计划项目 (2016JY0148)、国家重点研发计划 (2016YFC0502104-03, 2017YFC0505004-03) 资助。

作者简介: 冯秋红 (1982-), 女, 副研究员, 博士, 主要从事森林生态学研究。e-mail: fqh@163.com

ter at breast height) area and basal diameter of *A. faxoniana* seedlings significantly; Survival rate and height of *A. faxoniana* seedlings were improved by S2. After thinning birch, the structure of diameter class of *A. faxoniana* seedlings had little change, but the proportion of trail grade seedlings had a trend of increasing.

Key words: Thinning, *Betula* spp., *A. faxoniana*, Natural secondary forest, Regeneration

川西亚高山林区地处青藏高原东南缘,是长江上游的重要生态屏障。川西亚高山森林在区域的水土保持、水源涵养等方面起到了巨大作用^[1,2]。岷江冷杉是川西亚高山地区暗针叶林群落的顶级树种,常分布于阴坡和半阴坡,然而自20世纪50年代以来,在大规模森林采伐的影响下,岷江冷杉林大面积消失,采伐迹地天然恢复初期多形成悬钩子(*Rubus* spp.)或箭竹(*Sinarundina rianitida*)灌丛,逐步演替成以红桦(*Betula albo-sinensis*)、糙皮桦(*Betula utilis*)为主的桦木林,随着时间的推移,岷江冷杉林采伐迹地逐步发生发展,森林将演替成桦木+岷江冷杉混交林,并继续向冷杉暗针叶林的顶级群落发展^[3]。

岷江冷杉(*Abies faxoniana*) + 桦木(*Betula* spp.)混交林是以冷杉为主的原始暗针叶林在经历大规模采伐利用后所形成的^[4,5],是川西亚高山天然次生林的主要类型之一^[3],在西南亚高山地区是水源涵养林的重要组成部分,但与顶级群落——岷江冷杉林相比,其生态服务功能仍处于退化状态^[6]。森林天然更新是生态系统自我繁衍恢复的手段,也是森林群落发展和发生的重要组成部分^[4,5],进而是维持森林动态稳定和可持续发展的基础^[7]。从岷江冷杉+桦木混交林向冷杉暗针叶林演替过程中,岷江冷杉的天然更新起到了至关重要的作用^[8]。目前关于岷江冷杉林下更新的报道较多,主要包括林分条件、林窗干扰等方面对其更新的影响研究^[2,9,10],而关于疏伐桦木处理对天然次生林下岷江冷杉天然更新的影响研究尚未可见。本文以不同强度疏伐桦木的岷江冷杉+桦木混交林为研究对象,通过调查林分生长量、林下岷江冷杉苗木的成活率,保存率以及径级结构,来揭示疏伐桦木对岷

江冷杉+桦木混交林林下岷江冷杉更新的影响,期为该地区大面积存在的天然次生林生态系统服务功能的提升奠定科学基础。

1 研究区概况和研究方法

1.1 研究区概况

研究区位于四川省理县米亚罗林区,该区位于青藏高原东缘褶皱带最外缘部分,具有典型的高山峡谷地貌,地理坐标 N31°24' ~ 31°55', E102°35' ~ 103°04'。气候受着高原地形的决定性影响,属冬寒夏凉的高山气候。以海拔2 760 m的米亚罗镇为例,年降水量700 mm ~ 1 000 mm,年蒸发量1 000 mm ~ 1 900 mm,1月均温-8℃,7月均温12.6℃,年均温3.0℃,≥10℃的年积温为1 200℃ ~ 1 400℃。

米亚罗林区植被垂直成带明显,其类型和生境随海拔及坡向而分异^[11,12]。原生森林分布于海拔2 400 m ~ 4 200 m之间,以亚高山暗针叶林为主,主要优势树种为岷江冷杉(*Abies faxoniana*)。自20世纪50年代开始的大规模砍伐活动后,人工造林主要在阳坡,而阴坡则大多以天然更新为主。该区成土母岩主要为千枚岩、板岩、白云岩等的残坡积风化物,极易风化,主要土壤类型为山地棕色森林土。

1.2 研究方法

1.2.1 样地设置与群落调查

2016年3月在米亚罗林区选择海拔、坡度、坡向以及土壤等环境条件一致的岷江冷杉林(样地具体情况详见表1),开展了不同强度桦木疏伐处理试验。疏伐强度依次设定(按照蓄积量计算)为:25%疏伐(即去除林分内桦木蓄积量的25%),50%疏伐

表1 岷江冷杉+桦木混交林样地情况以及处理模式表

名称	海拔(m)	林分组成	密度(株·hm ⁻²)	坡向	坡度(°)	郁闭度	处理模式
CK	3 435	5 岷5 桦	2 377	W	20 ~ 25	0.80	对照
S1	3 445	5 岷5 桦	2 500	W	20 ~ 25	0.80	25%疏伐桦木
S2	3 450	5 岷5 桦	1 605	W	15 ~ 20	0.75	50%疏伐桦木

注:密度:林分初始密度。S1:25%疏伐桦木,是指对样地内桦木进行该物种总蓄积量25%的疏伐,优先疏伐妨碍岷江冷杉生长的植株;S2:50%疏伐桦木,是指对样地内桦木进行该物种总蓄积量50%的疏伐,优先疏伐妨碍岷江冷杉生长的植株;CK:不疏伐,对样地内目标树不进行任何处理;下同。

做任何处理)。每个处理设置 20 m × 20 m 的样方 3 个;2016 年 7 月对该样地进行群落学背景调查,每个乔木样方内设置 2 m × 2 m 的灌木样方(即去除林分内桦木蓄积量的 50%)以及对照(即不 5 个,1 m × 1 m 草本样方 5 个,即每个处理乔木样方 3 个,灌木和草本样方各 15 个。调查内容具体包括对各样方中的植物种类、数量、高度、盖度等性状进行记录。

1.2.2 林下更新调查

在乔木样方中设置 3 个 5 m × 5 m 的小样方,分别于 2016 年 7 月和 2017 年 7 月对岷江冷杉+桦木混交林开展了林下冷杉更新情况的调查,林下苗木调查等级:幼苗: $H < 0.5$ m;幼树: $0.5 \text{ m} \leq H < 2.0$ m;小树: $H \geq 2.0$ m, $BD < 5.0$ cm。根据岷江冷杉幼苗基径的分布情况,将其划分为 5 个等级,分别为:Ⅰ级: $BD < 0.5$ cm;Ⅱ级: $0.5 \text{ cm} \leq BD < 1$ cm;Ⅲ级: $1 \text{ cm} \leq BD < 2$ cm;Ⅳ级: $2 \text{ cm} \leq BD < 3$ cm;Ⅴ级: $3 \text{ cm} \leq BD < 4$ cm;Ⅵ级: $BD \geq 4$ cm。

1.2.3 数据处理

对不同疏伐桦木强度下岷江冷杉+桦木林中建群树种植株生长情况、林下更新情况方差分析,所有数据处理和制图均通过 SPSS13.0 和 Excel2010 完成。

2 研究结果

2.1 不同强度疏伐桦木对岷江冷杉+桦木混交林分单株生长量的影响

如表 2 所示,去除桦木对岷江冷杉+桦木混交林分中剩余乔木的单株生长产生了一定的影响,虽然 S1 和 S2 处理模式下,林分剩余单株的胸径和高度均无显著的变化,但胸径断面积却呈现显著的上升趋势,且 S2 模式较 S1 模式的促进作用更大。

表 2 不同强度疏伐桦木后岷江冷杉+桦木混交林中建群树种生长指标

处理模式	胸径(cm)	高度(m)	胸径断面积(cm^2)
CK	13.13 ± 0.68a	12.27 ± 0.12a	135.40 ± 0.36b
S1	15.57 ± 2.22a	11.54 ± 1.31a	190.40 ± 3.87a
S2	16.9 ± 1.01a	12.25 ± 1.4a	224.32 ± 1.01a

2.2 不同强度疏伐桦木对岷江冷杉+桦木混交林林下岷江冷杉更新数量以及生长的影响

如表 3 所示,在对照林分中,苗木密度会随着时间的推移而降低。通过去除桦木的疏伐处理,岷江冷杉+桦木混交林林下岷江冷杉苗木的降低趋势有

所改变。通过 S1 模式处理后,林下岷江冷杉幼苗的更新下降趋势更为显著,而经过 S2 模式处理后,林下岷江冷杉苗木不但没有减少,反而增加,增加为 15.04%。

表 3 不同强度疏伐桦木后岷江冷杉+桦木混交林林下岷江冷杉苗木密度及变化率

处理模式	My(株· hm^{-2})	Mc(株· hm^{-2})	变化率(%)
CK	2 250	19 50	-13.33
S1	3 600	2 725	-24.31
S2	2 825	3 250	15.04

注:My:未进行试验前,岷江冷杉+桦木混交林林下岷江冷杉苗木初始密度;Mc:去除桦木的疏伐处理 1 a 后,岷江冷杉+桦木混交林林下岷江冷杉苗木密度

如图 1 所示,与疏伐桦木处理前相比,处理后的幼苗、小树和苗木总数均有所降低,仅幼树数量有所增加,但均未达到显著水平。

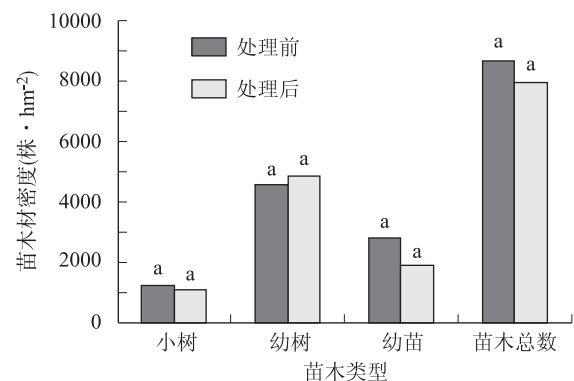


图 1 疏伐桦木前后苗木组成对比图

如图 2 所示,S2 处理模式的幼苗和幼树密度显著高于 CK 处理模式,但与 S1 模式间差异无显著差异;而对于小树而言,S1 处理模式显著高于 CK 和 S2 处理模式,后两者间亦无显著差异;就苗木总数而言,S2 处理模式显著高于 CK,但前两者与 S1 处理模式间无显著差异。

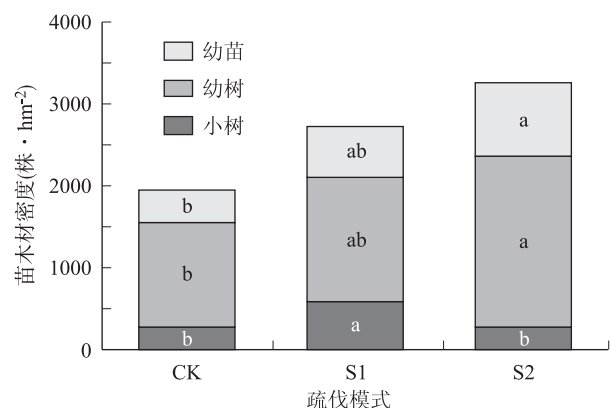


图 2 不同强度疏伐桦木后岷江冷杉+桦木混交林林下岷江冷杉苗木组成

如表4所示,在不同程度去除桦木的疏伐处理作用下,岷江冷杉+桦木混交林林下岷江冷杉苗木的生长量在不同类型苗木间有所差异,对于幼树和小树而言,虽然疏伐桦木在一定程度上促进了其基

径和高度的增长,但均未达到显著程度。S1和S2处理模式均显著促进了幼苗的基径生长,S2处理模式还显著地促进了幼苗的高度生长。

表4 不同强度疏伐桦木后岷江冷杉+桦木混交林林下岷江冷杉苗木年生长量

处理模式	幼苗		幼树		小树	
	基径(cm)	高度(m)	基径(cm)	高度(m)	基径(cm)	高度(m)
CK	0.42 ± 0.14b	0.02 ± 0.01b	0.27 ± 0.11a	0.07 ± 0.01a	0.16 ± 0.02a	0.02 ± 0.01a
S1	0.53 ± 0.08a	0.02 ± 0.02b	0.22 ± 0.02a	0.08 ± 0.04a	0.18 ± 0.02a	0.02 ± 0.01a
S2	0.59 ± 0.16a	0.04 ± 0.02a	0.28 ± 0.01a	0.10 ± 0.01a	0.17 ± 0.08a	0.03 ± 0.02a

2.3 不同强度疏伐桦木对岷江冷杉+桦木混交林林下岷江冷杉更新结构的影响

如图3所示,不同程度去除桦木后,岷江冷杉+桦木混交林林下岷江冷杉幼苗呈现的分布格局比较类似,大体均以Ⅲ级为主,其次为Ⅳ级、Ⅲ级、Ⅴ级、Ⅵ级和Ⅰ级。但在不同处理之间仍有一些差别,即桦木疏伐处理后的岷江冷杉+桦木混交林中,岷江冷杉苗木在小径级中的比例有所上升,尤其是S2处理最为明显。

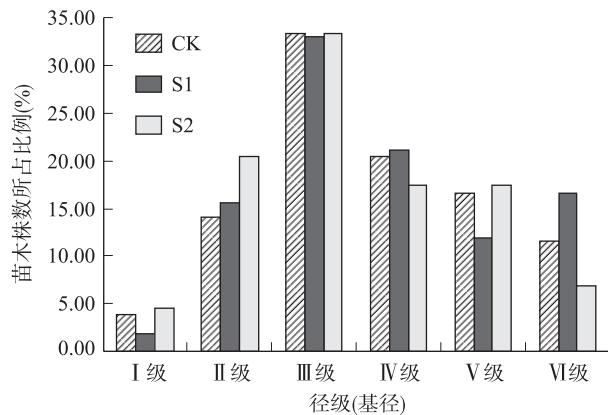


图3 不同强度疏伐桦木后岷江冷杉+桦木混交林林下岷江冷杉苗木径级结构图

3 讨论

前人研究表明,林分疏伐不但可以促进林分的生长^[9,13-14],还可以在不同程度上促进林下更新^[15,16]。本研究也发现了类似的结果,即通过去除25%(S1)和50%(S2)桦木疏伐,不但促进了岷江冷杉+桦木混交林林分乔木的胸径断面积,而且还在不同程度上改变了林下更新的状况。S2处理模式显著促进了岷江冷杉+桦木混交林林下冷杉幼树和幼苗的成活率,而对小树生长成活的影响不大,S1

处理模式显著促进了小树的成活情况,而对幼苗和幼树影响不显著。

本研究还发现,不同程度去除桦木对岷江冷杉+桦木混交林林下岷江冷杉苗木的基径和高度均产生了一定的影响,这与前人研究结果类似^[13,17],然而苗木所受影响随着苗木类型的变化也有所差异,相比之下,幼苗所受影响最为显著,幼树和小树虽然也受疏伐桦木的影响,但均未达到显著水平。经过疏伐桦木的林分,其林下幼苗的基径均显著高于对照,特别是在S2处理模式下,幼苗的高度显著高于其他两种处理,表明S2处理对林下冷杉幼苗的更新有显著促进作用。

综上所述,不同程度去除桦木疏伐处理均在不同程度上影响了岷江冷杉+桦木混交林的林分生物量生长量、林下岷江冷杉更新率、更新个体的生长状况以及组成。即,疏伐桦木显著促进了林分乔木胸径断面积和林下岷江冷杉幼苗的基径生长,50%疏伐桦木处理模式不但显著促进了以幼苗和幼树为主的岷江冷杉苗木成活率,还显著促进了幼苗的高度生长;25%疏伐桦木处理模式显著促进了岷江冷杉小树成活率和幼苗的基径生长。经过疏伐处理后,林下岷江冷杉幼苗的径级结构变化不大,但小径级苗木所占比例呈现上升趋势。本研究仅为对1a疏伐效应的研究,然而作为生长周期较长的森林生态系统,长期的效应监测研究无疑更为重要,本研究将持续关注。

参考文献:

- [1] 蒋有绪. 川西亚高山冷杉林枯枝落叶层的群落学作用[J]. 植物生态学与地植物丛刊, 1981, 6(2): 89~98.
- [2] 马姜明, 刘世荣, 史作民, 等. 川西亚高山暗针叶林恢复过程中岷江冷杉天然更新状况及其影响因子[J]. 植物生态学报, 2009, 33(4): 646~657.
- [3] 冯秋红, 刘兴良, 卢昌泰, 等. 不同经营模式对川西亚高山天然

- 次生林林地水文效应的影响[J]. 生态学报, 2016, 36 (17): 5432 ~ 5439.
- [4] 彭闪江, 黄忠良, 彭少麟, 等. 植物天然更新过程中种子和幼苗死亡的影响因素[J]. 广西植物, 2004, 24 (2): 113 ~ 121.
- [5] 马姜明, 李昆, 张昌顺. 元谋干热河谷苏门答腊金合欢, 新银合欢人工林天然更新初步研究[J]. 应用生态学报, 2006, 17 (8): 1365 ~ 1369.
- [6] 李贤伟, 罗承德, 胡庭兴, 等. 长江上游退化森林生态系统恢复与重建刍议[J]. 生态学报, 2001, 21 (12): 2117 ~ 2124.
- [7] 蔺菲, 郝占庆, 叶吉. 苔藓植物对植物天然更新的影响[J]. 生态学杂志, 2006, 25 (4): 456 ~ 460.
- [8] Liu SR, Wang JX, Chen LW. Ecology and restoration of sub-alpine ecosystem in western Sichuan, China. *Informare Botanico Italiano*, 2003, 35 (1): 29 ~ 34.
- [9] 李媛, 陶建平, 王永建, 等. 亚高山暗针叶林缘华西箭竹对岷江冷杉幼苗更新的影响[J]. 植物生态学报, 2007, 31 (2): 283 ~ 290.
- [10] 张远彬, 王开运, 鲜骏仁. 岷江冷杉林林窗小气候及其对不同龄级岷江冷杉幼苗生长的影响[J]. 植物生态学报, 2006, 30 (6): 941 ~ 946.
- [11] 张万儒, 许本彤. 森林土壤定位研究方法[M]. 北京: 中国林业出版社, 1986: 30 ~ 36.
- [12] 冯宗炜, 王效科, 吴刚. 中国森林生态系统的生物量和生产力[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [13] 童雀菊, 张述垠. 抚育间伐对北美短叶松的生长及材质的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2005, 29 (6): 73 ~ 75.
- [14] 李莲芳, 李卫冲, 郑树宏, 等. 滇中云南松低质低效人工林疏伐的密度及生长动态研究[J]. 西南林业大学学报, 2014, 34 (5): 1 ~ 7.
- [15] 赵庆霞. 亚高山云杉人工林林窗疏伐的林木生长效应与驱动机制[M]. 成都: 中国科学院大学, 2016.
- [16] 杨运来, 刘凤玉, 杨旭, 姜宗辉, 王大明. 对近、成熟油松纯林天然更新措施的探讨[J]. 辽宁林业科技, 2003 (5): 45 ~ 46.
- [17] 杜洪波. 改造方式对人工更新幼树高生长的影响[J]. 牡丹江师范学院学报(自然科学版), 2011, 77 (4): 19 ~ 21.

(上接第 23 页)

综合以上结果与分析, 红叶石楠在不同干旱胁迫下的膜透性与丙二醛含量、净光合速率、蒸腾速率、根生长系特性与活力有显著差异, 轻度干旱胁迫下红叶石楠各项指标显著优于其他处理, 表明红叶石楠能够适应一定的水分亏缺环境, 对轻度干旱有较强耐受能力。

参考文献:

- [1] 张卫华, 张方秋, 张守攻, 等. 马占相思抗旱性生理指标的选择研究[J]. 中南林学院学报, 2005, 25 (6): 56 ~ 59.
- [2] 张玲, 王华, 汪天, 等. 不同桉树品种在低温胁迫下的生理反应[J]. 安徽农业大学学报, 2014, 41 (3): 456 ~ 461.
- [3] 王红梅, 包维楷, 李芳兰. 不同干旱强度胁迫下白刺花幼苗叶片的生理生化反应[J]. 应用环境生物学报, 2008, 14 (6): 757 ~ 762.
- [4] 赵和文, 崔金腾, 王杰, 等. 干旱胁迫下常春藤响应的生理生化机制[J]. 中国农学通报, 2013, 29 (7): 12 ~ 19.
- [5] 孔艳菊, 孔明高, 胡学俭, 等. 干旱胁迫对黄栌幼苗几个生理指标的影响[J]. 中南林学院学报, 2006, 26 (4): 43 ~ 46.
- [6] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 1990: 165 ~ 681.
- [7] 袁晓华, 张中汉. 植物生理生化实验[M]. 北京: 高等教育出版社, 1983, 128 ~ 133.
- [8] 朱新强, 张新颖, 师尚礼, 等. 干旱胁迫下 4 个苜蓿品种根系抗旱性的比较[J]. 甘肃农业大学学报, 2012, 47 (1): 103 ~ 107.
- [9] Damiano R, Rossano M. Comparison of water status indicators for young peach tree[J]. *Irrigation Science*, 2003, 22 (1): 39 ~ 46.
- [10] Feanaasez R J, Reynold J F. Potential growth and drought tolerance of eight desert grasses[J]. *Oncologic*, 2000, 123: 90 ~ 98.
- [11] Egert M, Tevini M. Influence of drought on some physiological parameters symptomatic for oxidative stresses in leaves of onions (*Allium schoenoprasum*) [J]. *Environmental and Experimental Botany*, 2002, 48: 43 ~ 49.
- [12] Hodges D M, DeLong J M, Fomey C F, et al. Improving the thiobarbituric acid - reactive - substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds[J]. *Planta*. 1999, 207: 604 ~ 611.
- [13] 曾凡江, 张希明, 李小明, 等. 柽柳的水分生理特性研究进展[J]. 应用生态学报, 2002, 13 (5): 611 ~ 614.
- [14] Wilson JB. Shoot competition and root competition[J]. *Journal of Applied Ecology*, 1988, 25 (1): 279 ~ 296.
- [15] Guow H, Li B, Zhang X S. Architectural plasticity and growth responses of *Hippophae rhamnoides* and *Caragana intermedia* seedlings to simulated water stress[J]. *Journal of Arid Environments* 2007, 69 (3): 385 ~ 399.
- [16] 束良佐, 刘英慧. 硅对盐胁迫下玉米幼苗生长的影响[J]. 农业环境保护, 2001, 20 (1): 38 ~ 40.
- [17] 赵忠, 李鹏. 渭北黄土高坡主要造林树种根系分布特征及抗旱性研究[J]. 水土保持学报, 2002, 16 (1): 96 ~ 99.
- [18] 宋海星, 李生秀. 玉米生长空间对根系吸收特性的影响[J]. 中国农业科学, 2003, 36 (8): 899 ~ 904.