

4 种除草剂对云杉矮槲寄生的防治试验

李学武¹, 李旭霞², 李 涛³, 田呈明^{4*}

(1. 国家林业和草原局 调查规划设计院, 北京 100714; 2. 门源县森林病虫害防治检疫站, 青海 门源 810300;
3. 门源县林业和草原局, 青海 门源 810300; 4. 北京林业大学, 北京 100083)

摘 要:云杉矮槲寄生害是青海省三江源地区青海云杉林的重要病害。选用 4 种不同的除草剂, 对云杉天然林中的云杉矮槲寄生植物进行防治试验。结果表明, 比例为 1:100 的绿枯和比例为 1:200 的易圃净防治效果最好, 且无明显药害症状; 一把火百草枯的 3 种比例虽然具有防治效果, 但是均产生不同程度药害, 其他几种除草剂及其比例也有一定的防治作用, 但效果显著低于比例为 1:100 的绿枯和比例为 1:200 的易圃净。

关键词:云杉矮槲寄生; 除草剂; 防治效果

中图分类号:S767.5

文献标志码:A

文章编号:1001-7461(2022)01-0172-05

Efficiency of Four Herbicides on Controlling *Arceuthobium sichuanense*

LI Xue-wu¹, LI Xu-xia², LI Tao³, TIAN Cheng-ming^{4*}

(1. Academy of Forestry Inventory and Planning of National Forestry and Grassland Administration, Beijing 100714, China;
2. Forest Pest Control and Quarantine Station of Menyuan County, Menyuan 810300, Qinghai, China;
3. Forestry and Grassland Bureau of Menyuan County, Menyuan 810300, Qinghai, China;
4. Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: *Arceuthobium sichuanense* causes severe damages to *Picea crassifolia* in Qinghai Province. Four kinds of herbicides were tested to treat the *A. sichuanense* in natural *P. crassifolia* forest. The results showed that 100-fold dilution Luku and 200-fold dilution Yipujing were best in controlling the disease. Baicaoku of 100-, 200- and 400-fold dilutions were able to control *A. sichuanense*, but also do harm to the host *P. crassifolia*. The rest herbicide and dilution also had some control effect, but obviously lower than 100-fold dilution Luku and 200-fold dilution Yipujing.

Key words: *Arceuthobium sichuanense*; four herbicide; efficiency

云杉矮槲寄生(*Arceuthobium sichuanense*)是槲寄生科(Viscaceae)油杉寄生属(*Arceuthobium*)一种多年生专性寄生植物, 主要危害松科(Pinaceae)云杉属(*Picea*)的青海云杉(*P. crassifolia*)、紫果云杉(*P. purpurea*)、川西云杉(*P. likiangensis* var. *rubescens*)、西藏云杉(*P. spinulosa*)和青扦(*P. wilsonii*), 有时也能侵染油松(*P. tabulaeformis*)^[1-3]。受害寄主会发生明显的形态和生理病变, 受害部位膨大且大量抽发扫帚状丛枝、树体材质下降、树势变差, 严重时寄主成片死亡^[4-9]。云杉天然

林是青海省三江源地区森林演替的顶级群落, 但云杉矮槲寄生害已经在生态防护林大面积爆发, 严重破坏区域生态安全, 制约社会经济稳定发展^[10-12]。

此前, 对云杉矮槲寄生害的防治研究已开展了人工修枝、乙烯利等植物生长调节剂喷洒, 生防微生物胶孢炭疽菌(*Colletotrichum gloeosporioides*), 以及 33%二甲戊灵乳油、41%草甘膦水剂、72%2,4-滴丁酯乳油、90%乙草胺乳油、10.8%高效氟吡甲禾灵乳油等化学农药在内的一些防治措施, 并取得较好的防效^[11,13-18]。本研究为了增大防治药剂的可选

收稿日期: 2021-03-02 修回日期: 2021-03-23

基金项目: 林业公益性行业科研专项(201204503); 国家“十二五”林业科技支撑项目(2012BAD19B0702)。

第一作者: 李学武, 工程师。研究方向: 林业有害生物相关研究。E-mail: 346537914@qq.com

* 通信作者: 田呈明, 教授。研究方向: 森林病理学。E-mail: chengmt@bjfu.edu.cn

择性,针对 4 种国产除草剂(25%易圃净可溶性粉剂,48%绿枯可溶性粉剂,41%草甘膦异丙胺盐水剂和 20%一把火百草枯水剂)进行天然青海云杉林的防治试验。考虑到部分除草剂可能会对寄主青海云杉产生药害,在筛选过程中综合评估了病原和寄主两方面对药剂的响应,以期筛选出既对青海云杉没有药害且对云杉矮槲寄生具有较高防除效果的除草剂,为控制云杉矮槲寄生提供科学技术指导。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验地选设在位于青海省门源县的仙米林场(37°02′—37°50′N,101°46′—102°39′E),总面积 14.62 万 hm²,森林总面积 6.73 万 hm²,森林覆盖率 46.03%。海拔 2 388~4 949 m,平均海拔 2 700 m,属高原寒温湿润性气候。年均气温 2.3℃,年平均降水量 520 mm,年平均蒸发量 100 mm,无绝对无霜期^[19]。木本植物以青海云杉为主,兼有白桦

(*Betula platyphylla*)、祁连圆柏(*Juniperus przewalskii*)、山杨(*Populus davidiana*)、金露梅(*Potentilla fruticosa*)、银露梅(*P. glabra*)、杜鹃(*Rhododendron simsii*)等^[11,19]。

1.2 供药试剂

试验中供筛选的 4 种除草剂分别是 25%易圃净、48%绿枯灭草松、41%草甘膦异丙胺盐、20%一把火百草枯。25%易圃净除草剂,有效成分为敌草胺粉剂,苗后茎叶喷雾方式施药,是苗圃花卉草坪专用树木除草剂,对树木安全性高,不易产生药害。48%绿枯灭草松有效成分是氟磺胺草醚,一种具有选择性的触杀型苗后除草剂,用于杂草苗期茎叶处理,加速了离层形成,导致器官脱落;41%草甘膦异丙胺盐是一种非选择性、无残留灭生性除草剂,对多年生根杂草非常有效;20%一把火百草枯是一种快速灭生性除草剂,具有触杀作用和一定内吸作用,能迅速被绿色植物组织吸收,叶片变黄,逐渐枯死。供试除草剂见表 1。

表 1 供试除草剂种类
Table 1 Herbicides used in this study

药剂名称	剂型	作用方式	生产厂家
25%易圃净	可溶性粉剂	触杀型	河南易护园林绿化有限公司
48%绿枯	可溶性粉剂	触杀型	河南易护园林绿化有限公司
41%草甘膦异丙胺盐	水剂	内吸性	安徽华星股份有限公司
20%一把火百草枯	水剂	触杀型	上海泰禾集团

1.3 试验方法

试验地位于仙米林场云杉矮槲寄生害发生区,地势陡峭,坡度约 30°,而且云杉矮槲寄生主要分布在云杉树冠的中部和顶部,树冠底部分布相对较少,现有的条件无法进行整棵树喷雾防治试验和数据采集。先采用离体试验,从试验地采集云杉矮槲寄生多的枝条,在室内用手持式压缩喷壶对枝条分别喷施用清水稀释成低(1:100)的 4 种除草剂,每种除草剂选择 4 个枝条,在施药后 7 d 观察防治效果,然后在林间进行不同比例的防治试验。

试验时间为 2014 年 7 月,选择 24 株树高 6~13 m、胸径 10~25 cm 的青海云杉,并根据云杉矮槲寄生害分级系统^[11,20],选择受云杉矮槲寄生危害等级为 3~4 级的单株,并且树冠下部枝条上的云杉矮槲寄生株数多的,便于试验和数据统计。施药方式采用茎叶喷雾。用手持式压缩喷壶对树冠下部枝条分别喷施用清水稀释成高(1:100)、中(1:200)、低(1:400)3 个不同比例的易圃净、绿枯灭草松、草甘膦异丙胺盐、一把火百草枯,共 12 个处理,另外喷施清水作为对照。每个处理选择 2 株树,每株树在树冠的下部随机选择 3 个枝条作为重复,每个处理

6 次重复,记录每个枝条上云杉矮槲寄生株数和云杉针叶数量。施药前调查枝条上的云杉矮槲寄生株数和针叶数量,在施药后每 7 d 调查 1 次云杉矮槲寄生株数和观察云杉针叶的颜色变化及是否产生药害,连续调查 4 次。第 28 天调查云杉矮槲寄生的株数和枝条上云杉针叶数量。

1.4 评价方法

除草剂是否对寄主云杉产生药害,通过调查分析云杉枝条上针叶的数量,参照云杉针叶药害等级标准^[18](表 2)。

表 2 云杉针叶药害等级
Table 2 Spruce needle phytotoxicity rating

等级	危害程度	云杉针叶症状
0	健康	针叶绿色,10%以下的针叶脱落
+	轻度	针叶轻度黄化,并有 10%~30%的针叶枯死或脱落
++	中度	30%~60%针叶枯死或脱落
+++	重度	60%以上针叶枯死或脱落

1.5 数据统计分析

因云杉矮槲寄生分布不均匀,生长速度和长势依据自然因素和生态因素处于动态状态,故采用校

正株防效计算防治效果。

$$\text{校正株防效} = [1 - (\text{CK}_0 \times A_1) / (\text{CK}_1 \times A_0)] \times 100\% \quad (1)$$

式中: CK_1 为对照组云杉矮槲寄生数量; CK_0 为对照组云杉矮槲寄生基数; A_1 为处理组施药后云杉矮槲寄生数量; A_0 为处理组施药前云杉矮槲寄生基数。

$$\text{针叶脱落率} = (\text{处理前基数} - \text{处理后数量}) / \text{处理前基数} \times 100\% \quad (2)$$

通过调查统计云杉矮槲寄生植株脱落数量, 计算不同处理的防治率, 用 SPSS18.0 对试验数据方差分析进行显著性检验, 采取 Duncan 对试验新复极差法比较不同处理均值之间显著性, 评价不同除

草剂的防治效果, 筛选出合适药剂及其比例。

2 结果与分析

2.1 药剂安全性分析

观察 4 种除草剂喷雾云杉针叶后的表现。发现易圃净、绿枯、草甘膦异丙胺盐在 1:400、1:200 和 1:100 这 3 种比例下, 28 d 后与对照组没有显著差异, 说明此 3 种药剂在最高 1:100 比例下不会对云杉针叶产生药害, 具备防治安全性能。而一把火百草枯在 28 d 时最低比例 1:400 时, 云杉脱叶率显著高于对照组, 更高比例的 1:200 和 1:100 的药害更为显著, 说明一把火百草枯不具有安全性 (图 1)。

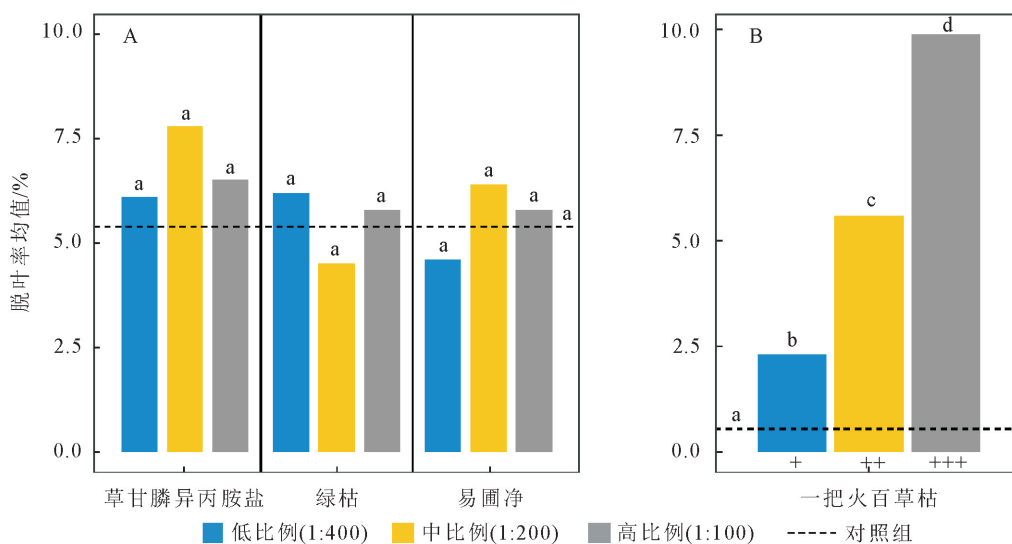


图 1 4 种除草剂 28 d 后对云杉针叶的脱落数的影响

Fig. 1 Effects on spruce needles of falling number after 4 weeks by four herbicides

施药第 7 天, 3 种比例的一把火百草枯处理的云杉针叶颜色与清水对照组相比针叶开始发黄, 比例 1:100 的试验组药害症状最明显, 而其他 3 种药剂处理无异常。施药后 14 d, 3 种比例的一把火百草枯处理的云杉针叶出现不同程度的针叶脱落, 比例 1:100 的试验组更严重, 表现为枝条颜色发黄, 水分逐渐减少造成枝条慢慢干枯, 其他 3 种药剂处理无异常。施药后 21 d, 3 种比例的一把火百草枯处理的云杉枝条药害更明显, 其中比例 1:100 的试验组针叶几乎全部发黄, 枯死脱落, 枝条内部组织遭到破坏不能进行正常的生理活动而枯死, 其他 3 种药剂处理无异常。施药后 28 d, 一把火百草枯比例 1:400 处理的云杉枝条出现药害相对较轻, 少数针叶枯死脱落, 多数针叶虽然没有脱落, 但是针叶的颜色出现轻微的发黄; 一把火百草枯比例 1:200 处理的云杉枝条, 多数针叶产生明显, 出现针叶颜色严重发黄枯死脱落, 部分枝条也逐渐失去生活力; 一把火

百草枯比例为 1:100 处理的云杉枝条, 药害最严重, 枝条针叶几乎全部枯死脱落, 没有存活正常的针叶, 而且枝条枯死。此时易圃净、绿枯、草甘膦异丙胺盐对云杉针叶没有显著影响, 与对照组相比较无差异, 无药害产生, 云杉针叶生长正常, 颜色为绿色, 针叶为正常脱落, 而非因药害导致。

云杉矮槲寄生为多年生寄生性植物, 从种子感染枝条、萌发、长成植株, 开花结果实, 到种子弹射至少需要 6 a, 因此被感染的云杉枝条至少为 6 年生。云杉矮槲寄生从枝条上获取水分和营养物质等, 造成枝条营养不良, 不能进行正常的生长生活, 从而受感染的枝条针叶提前会脱落, 缩短针叶寿命。施用 20% 一把火百草枯 AS 的比例为 1:400、1:200、1:100 时与对照组和其他药剂存在显著差异性, 对青海云杉造成明显的药害。比例为 1:400 处理的云杉枝条, 受害程度为 1 级, 针叶脱落率均值为 23.1%; 比例为 1:200 处理的云杉枝条, 受害程度

为 2 级,针叶脱落率均值为 56.1%;比例为 1 : 100 处理的云杉枝条,受害程度最严重为 3 级,针叶脱落率均值为 99.4%,针叶与枝条分离,造成针叶脱落。所以考虑到药剂对云杉的影响,20%一把火百草枯 AS 不能用于矮槲寄生防治。

2.2 不同除草剂对云杉矮槲寄生防治效果

在喷施 4 种除草剂 1 : 400、1 : 200 和 1 : 100 这 3 种比例后,观察云杉矮槲寄生的表现。随着施药时间的推移和比例的升高,云杉矮槲寄生植株发黄、萎蔫、脱落的程度更高。其中云杉矮槲寄生芽对除草剂的药效最敏感,直接从云杉寄主枝条上脱落,而成熟云杉矮槲寄生对除草剂药效敏感性低,首先表现的症状是颜色发黄,萎蔫,从植株茎上节间脱落,最终整个植株从寄主云杉枝条上脱落。

通过茎叶喷雾施药后调查 4 种除草剂对云杉矮槲寄生的校正防治效果(图 2),可以看出不同药剂对云杉矮槲寄生都具有一定的防治效果,同种除草剂不同比例之间也存在显著性差异。在施药后 7 d,1 : 100 比例的一把火百草枯防治效果最明显,校正株防效达到 73.8%;其他药剂中防效最好的是比例为 1 : 100 的绿枯,防效为 65.6%。防治效果最差的是 1 : 400 的草甘膦异丙胺盐,校正株防效仅仅达

到 2.5%,效果显著低于其他药剂。

施药后 14 d,比例为 1 : 100 的一把火百草枯对云杉矮槲寄生防效最高达到 99.5%,效果显著高于其他药剂;防治效果达到 90%以上的有 1 : 100 的绿枯、1 : 200 的一把火百草枯,它们之间不存在差异性;效果最差的是比例为 1 : 400 的草甘膦异丙胺盐,防效仅 7%,其次是比例为 1 : 400 的绿枯,防治效率是 11.5%。

施药后 21 d,比例为 1 : 100 的易圃净和绿枯,校正株防效达到 100%,比例为 1 : 100、1 : 200 的一把火百草枯株株防效也为 100%,三者之间没有显著差异性;防治效果最低的是比例为 1 : 400 的易圃净,其防治率为 16.7%。

施药后 28 d,除草剂药效的时间达到最大,不同除草剂的不同比例防治云杉矮槲寄生的效果差异性显著,防治效果最好的是比例为 1 : 100 的绿枯、易圃净、一把火百草枯,比例为 1 : 200 的易圃净,校正株防效达到 100%,相互之间没有显著差异性。防效最差的是比例为 1 : 400 的绿枯,校正株防效为 16.8%,其次是比例为 1 : 400 的草甘膦异丙胺盐,校正株防效是 18.0%,两者之间无显著性差异。

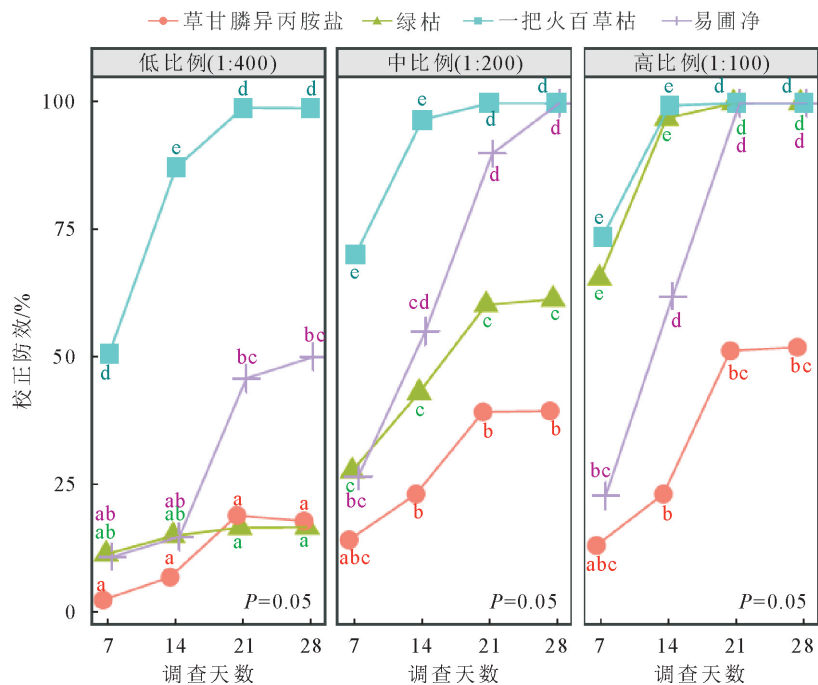


图 2 4 种除草剂对云杉矮槲寄生的防治效果

Fig. 2 Correction control effect of *A. sichuanense* by four herbicides

3 结论与讨论

选择除草剂防治云杉矮槲寄生首先要考虑安全性,除草剂药效具有广谱性,有些除草剂高效但是对非目标植株也可能具有伤害性,产生不同程度的药

害。因此,在筛选除草剂时,应该在除草剂对非目标植物的安全性基础上去考虑除草剂的效果。除草剂的安全性是筛选除草剂的前提条件,安全系数低的除草剂在生产实践中容易产生药害,轻度药害造成植物叶片发黄,严重时会造成植物枯死。本研究表

明:比例为 1 : 100 的绿枯在第 21 天防效接近 100%, 28 d 时比例为 1 : 100 和 1 : 200 的易圃净防治效果一样, 都是 100%, 但是从生产实践中, 1 : 200 的可以节约用药量, 减少成本, 更经济实惠。一把火百草枯的 3 种比例最终防治效果达到 100%, 但是对寄主云杉产生药害, 造成针叶黄化, 严重时脱落或者枯死。其他药剂和比例也具有一定的防除效果, 但是防治效率低, 不适宜用来林间云杉矮槲寄生防治。虽然这些除草剂在防治云杉矮槲寄生具有效果, 但是农药残留对环境和云杉的影响, 还需要进一步研究论证。

参考文献:

- [1] 丘华兴, 任伟. 西藏油杉寄生属一新种[J]. 云南林学院学报, 1982(1): 42-45.
- [2] 田呈明, 胡阳, 等. 中国矮槲寄生[M]. 北京: 中国林业出版社, 2020: 16-22.
- [3] MA Q J, JIANG N, GAO F M, *et al.* First report of *Arceuthobium sichuanense*, a dwarf mistletoe, on *Pinus tabulaeformis* in Qinghai Province, China [J]. Plant Disease, 2019, 103 (6): 1436.
- [4] HAWKSWORTH F G, WIENS D. Dwarf mistletoes: biology, pathology, and systematics [M]. Washington, DC: Diane Publishing, 1998: 73-85.
- [5] MATHIASSEN R L, NICKRENT D L, SHAW D C, *et al.* Mistletoes: pathology, systematics, ecology, and management [J]. Plant Disease, 2008, 92(7): 988-1006.
- [6] MEINZER F C, WOODRUFF D R, SHAW D C. Integrated responses of hydraulic architecture, water and carbon relations of western hemlock to dwarf mistletoe infection [J]. Plant, Cell & Environment, 2004, 27(7): 937-946.
- [7] ALEXANDER M E, HAWKSWORTH F G. Fire and dwarf mistletoes in north American coniferous forests [J]. Journal of Forestry, 1976, 74(7): 446-449.
- [8] 顾文毅, 刘小利, 朱春云, 等. 云杉矮槲寄生对云杉生长及生理指标的影响 [J]. 青海大学学报: 自然科学版, 2015, 33(1): 14-17.
GU W Y, LIU X L, ZHU C Y, *et al.* The influence of dwarf mistletoe on spruce growth and physiological indicators [J]. Journal of Qinghai University: Natural Science Edition, 2015, 35(7): 1342-1348. (in Chinese)
- [9] 朱宁波, 陈磊, 白云, 等. 云杉矮槲寄生内寄生系统的解剖学研究 [J]. 西北植物学报, 2015, 35(7): 1342-1348.
ZHU N B, CHEN L, BAI Y, *et al.* Anatomical study on endophytic system of dwarf mistletoe (*Arceuthobium sichuanense*) [J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2015, 35(7): 1342-1348. (in Chinese)
- [10] MATHIASSEN R L. Dwarf mistletoe in forest canopies [J]. North-west Science, 1996, 70: 61-71.
- [11] 姜宁, 孙秀玲, 李学武, 等. 青海云杉矮槲寄生害的危害评估——以青海省仙米林场、麦秀林场为例 [J]. 西北林学院学报, 2017, 32(1): 190-196.
JIANG N, SUN X L, LI X W, *et al.* Risk assessment of *Arceuthobium sichuanense* to *Picea crassifolia*——take Xianmi forest farm and Maixiu forest farm in Qinghai Province for example [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2017, 32(1): 190-196. (in Chinese)
- [12] 孙秀玲, 许志春, 才让丹周, 等. 云杉矮槲寄生种子雨的时空分布格局 [J]. 西北林学院学报, 2014, 29(4): 65-68.
SUN X L, XU Z C, CAIRANG D Z, *et al.* Spatiotemporal patterns of the seed rain of *Arceuthobium sichuanense* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2014, 29(4): 65-68. (in Chinese)
- [13] WANG Y L, XIONG D G, JIANG N, *et al.* High-resolution transcript profiling reveals shoot abscission process of spruce dwarf mistletoe *Arceuthobium sichuanense* in response to ethephon [J]. Scientific Reports, 2016, 6(1): 38889.
- [14] 胡岳, 马明呈, 张晶晶. 乙烯利对云杉矮槲寄生的防治 [J]. 青海大学学报: 自然科学版, 2015, 32(6): 15-19.
HU Y, MA M C, ZHANG J J. Prevention of ethephon on dwarf mistletoe of spruce [J]. Journal of Qinghai University: Natural Science Edition, 2015, 32(6): 15-19. (in Chinese)
- [15] 夏博, 田呈明, 骆友庆, 等. 云杉矮槲寄生开花特性及化学防控 [J]. 林业科学, 2010, 46(4): 99-102.
XIA B, TIAN C M, LUO Y Q, *et al.* Flowering characteristics and chemical control of the buds of *Arceuthobium sichuanense* [J]. Scientia Silvae Sinicae, 2010, 46(4): 99-102. (in Chinese)
- [16] 赵敏. 云杉矮槲寄生生防微生物的筛选 [D]. 北京: 北京林业大学, 2016.
- [17] 周在豹, 许志春, 田呈明, 等. 促使云杉矮槲寄生果实提前脱落药剂筛选 [J]. 中国森林病虫, 2007, 26(3): 39-41.
ZHOU Z B, XU Z C, TIAN C M, *et al.* Screening of the plant hormones causing the fruit pre-abscission of *Arceuthobium sichuanense* [J]. Forest Pest and Disease, 2007, 26(3): 39-41. (in Chinese)
- [18] 周在豹, 许志春, 田呈明, 等. 除草剂防治云杉矮槲寄生效果初报 [J]. 植物保护, 2014, 40(4): 198-200.
ZHOU Z B, XU Z C, TIAN C M, *et al.* Preliminary report on efficiency of herbicides on controlling *Arceuthobium sichuanense* [J]. Plant Protection, 2014, 40(4): 198-200. (in Chinese)
- [19] 李涛, 马明呈, 谭建萍. 仙米林区云杉矮槲寄生为害状况及防治 [J]. 青海大学学报: 自然科学版, 2010, 28(3): 69-72.
LI T, MA M C, TAN J P. Damage situation and control of *Arceuthobium sichuanense* in Xianmi forest area [J]. Journal of Qinghai University: Natural Science Edition, 2010, 28(3): 69-72. (in Chinese)
- [20] HAWKSWORTH F G, WIENS D. Biology and classification of dwarf mistletoes (*Arceuthobium*) [M]. Washington, DC: US Forest Service, 1972: 42-45.