

温度对四川小金县岷江柏种子发芽的影响

徐亮^{1,2}, 包维楷^{1,①}, 庞学勇¹

(1. 中国科学院成都生物研究所, 四川 成都 610041; 2. 四川省环境保护科学研究院, 四川 成都 610041)

摘要: 通过对采自四川小金县的岷江柏(*Cupressus chenggiana* S. Y. Hu)种子发芽特征的研究,分析不同温度对种子发芽的影响。结果表明,采自四川小金县的岷江柏种子发芽周期为20 d,其中0~5 d为萌动期,5~15 d为高峰期;发芽温度为5℃~30℃,适宜发芽温度为10℃~25℃,种子最适发芽温度在2003年1、4、7和10月分别为25℃、15℃、20℃和20℃。岷江柏种子的最适发芽温度和贮藏过程中的发芽特征与环境温度有着密切的关系。

关键词: 岷江柏;种子;发芽;温度

中图分类号: Q945.6⁺5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2005)03-0021-05

Effect of temperature on the germination of *Cupressus chenggiana* seeds from Xiaojin County, Sichuan Province XU Liang^{1,2}, BAO Wei-kai^{1,①}, PANG Xue-yong¹ (1. Chengdu Institute of Biology, the Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China; 2. Sichuan Research Institute of Environmental Protection, Chengdu 610041, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2005, 14(3): 21-25

Abstract: The germination characteristics of *Cupressus chenggiana* S. Y. Hu seeds from Xiaojin County of Sichuan Province were studied. The effects of different temperatures on the seed germination were tested. The results showed that the germination cycle was 20 d, which included 0-5 d called the prepared period and 5-15 d called the logarithm period. The germination temperature of *C. chenggiana* seeds was 5 °C - 30 °C, the fitted temperature 10 °C - 25 °C. The optimum temperatures of seed germination were 25 °C, 15 °C, 20 °C and 20 °C in January, April, July and October, 2003 respectively. The optimum temperatures and germination characteristics of *C. chenggiana* seeds during the seed storage are closely concerned with the environment temperature.

Key words: *Cupressus chenggiana* S. Y. Hu; seed; germination; temperature

岷江柏(*Cupressus chenggiana* S. Y. Hu)是柏木科(Cupressaceae)柏木属(*Cupressus* L.)植物,为中国川甘地区特有种,主要分布于四川省岷江上游的茂县、理县、汶川,大渡河上游的马尔康、金川、小金、丹巴,以及甘肃省白龙江上游的武都、舟曲等县的干旱河谷地带。岷江柏具耐寒、耐旱、根深等特性,适应干旱贫瘠的环境,是中国西南高山峡谷地区干旱河谷段水土保持的重要树种和荒山造林的先锋树种,一般分布于海拔1 200~2 900 m的地段^[1,2]。目前岷江柏已被列为重点保护植物^[3]。岷江柏相关研究仅见于对其分布、生存环境、个体生长过程以及种群结构的描述性分析^[1-6],对其种子的发芽特征及其影响因子均缺乏必要的研究,尤其缺少对不同岷江柏居群种子萌发特性差异的研究。在种子发芽过程中,温度是重要的影响因子^[7-9],对种子发芽率和发芽速度有极大的影响^[10-12]。本文以采自四

川小金县的岷江柏种子为实验材料,研究了不同贮藏条件下及不同温度下岷江柏种子的发芽特征,以期为岷江柏的人工繁育和就地保护提供一定的理论依据。

1 材料和方法

1.1 种子采集区域的自然概况

岷江柏球果采集时间为2002年11月底,采集地点为四川省阿坝羌族藏族自治州小金县双柏乡。

收稿日期: 2004-12-17

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向性项目(KSCX2-SW-104)、西部行动计划项目(KSCX1-07-01)以及国家攻关项目(2001BA606A-05-03)共同资助

作者简介: 徐亮(1978-),男,吉林省吉林市人,硕士,主要从事种子生理生态学研究。

① 通讯作者 E-mail: baowk@cib.ac.cn

该地点位于小金河支流抚边河边,年均温 12℃, 10℃以上的年积温 3 494℃,年降水量 613.9 mm,年日照时间 2 242 h,干燥度 1.52;岷江柏分布于坡度 36°、坡向 SW10°、海拔 2 420 m 的地段;被调查的岷江柏林靠近耕地和村庄,人为干扰现象严重。群落中乔木优势种为岷江柏,伴生有忍冬 (*Lonicera japonica* Thunb.)、栒子 (*Cotoneaster* B. Ehrhart spp.)、野花椒 (*Zanthoxylum simulans* Hance) 等小乔木,并居于乔木第2层;岷江柏种群密度 5 050 株·hm⁻²,平均株高 5.32 m,平均地径 11.98 cm;林下土壤为褐土,土壤有机质含量 74.97 g·kg⁻¹,土壤容重 0.95 g·cm⁻³,土壤自然含水量 14.47%。

1.2 种子贮藏方法

种子贮藏方法为室温贮藏、-20℃密封贮藏和干燥贮藏。室温贮藏方法:将种子放入塑料网袋中,于通风处保存,室内温度变化范围 10℃~35℃(2003年1月—10月);-20℃密封贮藏方法:将种子密封放入-20℃的冰箱中;干燥贮藏方法:将种子与变色硅胶混合,置室温密封贮藏,当硅胶由蓝色变成无色时,更换硅胶。

1.3 种子大小特征和含水量的测定

种子长、宽、厚度用游标卡尺(0.01 mm)测定,4个重复,每个重复随机选取 20 粒完整种子,测定时间为 2003 年 1 月。种子千粒重的测定采用百粒重法,6个重复,每个重复随机选取 100 粒完整种子;种子含水量测定参照《国际种子检验规程》(ISTA),温度 105℃,烘干 12 h,6个重复,每个重复随机选取 100 粒完整种子。种子千粒重和含水量的测定分别于 2003 年 1、4、7 和 10 月发芽实验开始前进行。

1.4 种子萌发实验

发芽实验开始前,室温贮藏的种子用 1%~2% 次氯酸钠溶液浸泡杀菌 30 min,然后用蒸馏水洗净,再均匀的放入垫有滤纸的 9 mm 培养皿中,加入少量蒸馏水,恒温培养箱培养,培养箱的温度误差为 ±1℃。2003 年 1 月和 4 月设定温度梯度为 10℃、15℃、20℃和 25℃,7 月和 10 月设定温度梯度为 5℃、10℃、15℃、20℃、25℃和 30℃。各个温度均设定 3 个重复,每个重复随机选取 100 粒完整种子。当种子胚根长至 1 mm 时视为发芽,将发芽种子挑出,每 24 h 记录 1 次发芽情况,实验时间 40 d。按下列公式分别计算发芽率 G 和发芽指数 I_g :

$$G = N/D \times 100\%;$$

$$I_g = \sum G_i/D_i.$$

式中: N 为发芽种子总数; D 为种子总数; G_i 为不同时间的发芽量; D_i 为不同的发芽实验天数。

1.5 统计分析方法

种子发芽实验结束后,分别对不同贮藏时间的种子的千粒重和含水量进行多重方差检验(F 检验),对不同温度下种子的发芽率和发芽指数进行多重方差检验(F 检验),所用软件为 Excel 2000 和 SPSS 10.0。

2 结果和分析

2.1 种子大小特征和含水量

岷江柏种子为椭圆形,长(3.58 ± 0.14) mm,宽(3.10 ± 0.18) mm,厚(0.96 ± 0.03) mm。种子的千粒重和含水量的变化见表 1。种子的千粒重在贮

表 1 贮藏过程中岷江柏种子的千粒重和含水量变化($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

Table 1 The changes of the thousand kernel weight and the moisture content of *Cupressus chenggiana* S. Y. Hu seeds during the storage ($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

测定时间 Experimental time	不同贮藏条件下的千粒重/g Thousand kernel weight			不同贮藏条件下的含水量/% Moisture content		
	室温 Room temperature	-20℃	干燥保存 Stored in dryer	室温 Room temperature	-20℃	干燥保存 Stored in dryer
2003-01	3.14 ± 0.11	3.14 ± 0.11	3.14 ± 0.11	14.6 ± 0.7 a	14.6 ± 0.7 a	14.6 ± 0.7 a
2003-04	3.07 ± 0.10	3.23 ± 0.24	3.11 ± 0.09	11.4 ± 0.5 b	12.8 ± 0.6 b	5.8 ± 6.2 b
2003-07	2.99 ± 0.16	3.19 ± 0.19	3.21 ± 0.13	10.1 ± 0.5 c	9.8 ± 0.6 c	6.2 ± 0.2 b
2003-10	2.95 ± 0.13	2.96 ± 0.12	3.03 ± 0.11	10.2 ± 0.6 c	10.3 ± 0.9 c	5.7 ± 0.3 b
F	$P > 0.05$	$P > 0.05$	$P > 0.05$	$P < 0.01$	$P < 0.01$	$P < 0.01$

¹⁾ 同列不同字母不同表示显著差异达到 1% 或 5% 水平 Different letters in the same column indicate the significant difference at 1% or 5% levels.

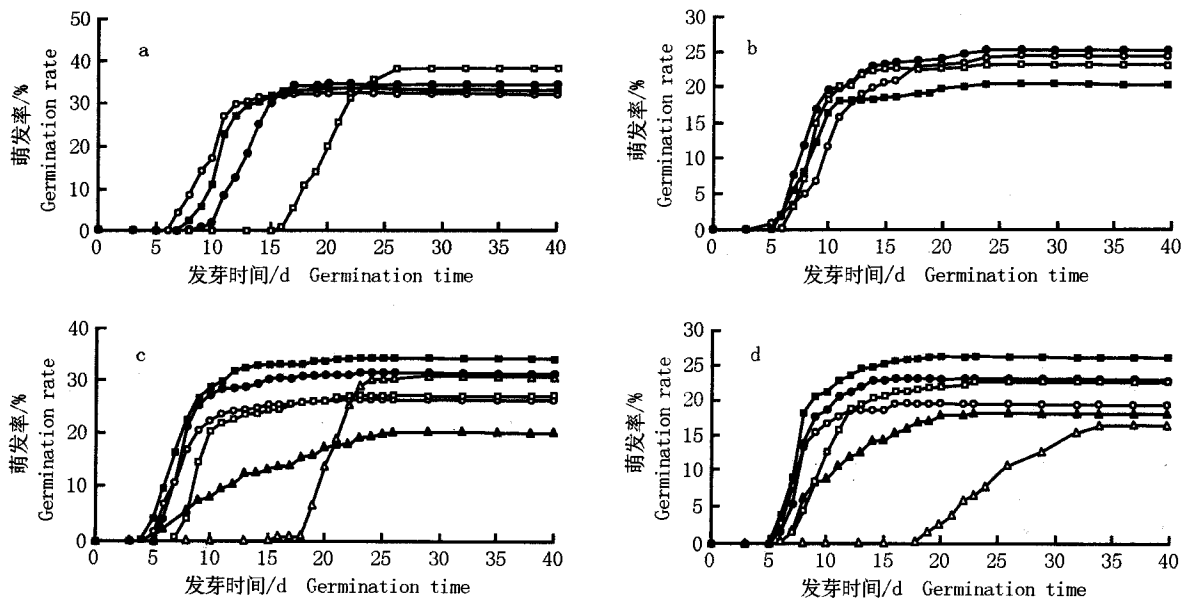
藏过程中没有显著变化,说明种子在贮藏过程中呼吸消耗较小。在室温和低温条件下,种子的含水量在采集初期较高,随着自然风干,含水量逐渐下降,最后趋于稳定;在干燥条件下,种子的含水量明显低于其他2种贮藏方法。

2.2 不同温度下岷江柏种子发芽过程的基本特征

从4个时间的发芽实验可以看出(图1),采自四川小金县的岷江柏种子发芽温度范围较广,5℃~30℃均可发芽,但不同温度条件下,种子的萌发过程有差异。岷江柏种子的适宜发芽温度为10℃~25℃,发芽周期为20 d,0~5 d是萌动期。2003年10月在25℃温度下(图1-d)第5天时种子萌发率仅为发芽率的1%;2003年7月种子发芽萌动期应为4 d,因为第5天时在10℃~30℃条件下种

子均已发芽;5~15 d是发芽高峰期,种子萌发率达到发芽率的84%~99%。2003年1月在10℃温度下(图1-a),0~15 d种子不发芽;而15~20 d的萌发率达发芽率的53%。5℃和30℃(图1-c,d)条件下,岷江柏种子的发芽周期较其他温度条件下长,主要因为种子发芽速度放缓,种子发芽高峰期和发芽末期的种子萌发率较其他温度明显下降。同时,5℃条件下岷江柏种子发芽萌动期延长,达到10~15 d,因此低温和高温都不利于岷江柏种子发芽。

发芽实验中,所有温度条件下岷江柏种子的最高发芽率仅为30%~40%(图1),由于种子均选用完整且无虫蛀种子,因而岷江柏种子可能存在着休眠和后熟过程,需深入研究。



—△—5℃; —□—10℃; —●—15℃; —■—20℃; —○—25℃; —▲—30℃
a: 2003年1月的实验结果 The result in Jan. 2003; b: 2003年4月的实验结果 The result in Apr. 2003;
c: 2003年7月的实验结果 The result in Jul. 2003; d: 2003年10月的实验结果 The result in Oct. 2003.

图1 不同温度下四川小金县岷江柏种子的发芽过程

Fig. 1 Germination course of *Cupressus chenggiana* S. Y. Hu seeds from Xiaojin County in Sichuan Province at different temperatures

2.3 岷江柏种子的最适发芽温度

采自四川小金县的贮藏时间不同的岷江柏种子在不同温度条件下的发芽指数见表2。2003年1、4、7和10月种子最适发芽温度分别为25℃、15℃、20℃和20℃。岷江柏种子的最适发芽温度随贮藏时间的增加而变化:贮藏初期(2003年1月),种子最

适发芽温度较高,为25℃;贮藏时间延长到2003年4月时,最适发芽温度降低到15℃;当贮藏时间继续增加时(2003年7和10月),种子的最适发芽温度又升高到20℃。岷江柏种子最适发芽温度波动的产生可能与岷江柏的环境适应性有关,受到生境降水和气温的影响。从整体上来说,采自四川小金县的

岷江柏种子的最适发芽温度为20℃。

从表2中还可以看出,在5℃和30℃时,岷江柏

种子的发芽受到明显的抑制,与其他温度处理间存在着显著性差异,尤其是5℃条件下差异更为显著。

表2 贮藏时间不同的岷江柏种子在不同温度条件下的发芽指数比较($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

Table 2 Comparison of germination indexes (I_g) of *Cupressus chengiana* S. Y. Hu seeds at different temperatures for different storage time ($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

贮藏时间 Storage time	不同温度条件下的发芽指数 Germination index at different temperatures					
	5℃	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃
2003-01		1.9 ± 0.4 b	2.7 ± 0.3 ab	3.1 ± 0.9 a	3.4 ± 0.3 a	
2003-04		2.5 ± 0.2 a	2.8 ± 0.3 a	2.3 ± 0.8 a	2.4 ± 0.6 a	
2003-07	1.2 ± 0.3 b	3.0 ± 0.6 bc	3.6 ± 0.2 ab	4.3 ± 0.7 a	3.5 ± 0.8 ab	2.2 ± 0.4 c
2003-10	0.7 ± 0.1 d	2.2 ± 0.1 bc	2.8 ± 0.2 ab	3.3 ± 0.7 a	2.5 ± 0.5 bc	1.8 ± 0.2 c

¹⁾ 同列不同字母代表显著差异达到1%或5%水平 Different letters in the same column indicate the significant difference at 1% or 5% levels.

3 讨 论

植物种子的发芽温度与植物居群所在的气候和生境条件密切相关,是植物对自然环境的一种适应^[13-15]。野外调查发现岷江柏种子成熟于头年11月至翌年4月,小金县时处冬季,11月至翌年2月的平均气温低于10℃,3月的平均气温为10.10℃,不利于岷江柏种子发芽和幼苗存活。发芽实验显示:贮藏初期(2003年1月),岷江柏种子在10℃条件下发芽能力受到抑制,而贮藏一段时间后,10℃与15℃~25℃条件下种子发芽能力差异不显著,这正是岷江柏对当地环境温度的一种适应。

种子发芽温度存在着最适值,但不同物种种子之间的最适发芽温度有很大差异,有些种子的最适发芽温度是一个定值^[16-18],而有些种子的最适发芽温度则为一个固定的温度范围^[15,19]。本实验结果显示,在短期贮藏过程中(1~10月),岷江柏种子最适发芽温度随着环境温度的变化而变化。在岷江柏种子成熟初期,当地正处于冬季,气温较低(平均2.20℃),种子最适发芽温度(25℃)远大于当地实际气温,不利于种子的发芽;岷江柏种子贮藏4~7个月后,种子的最适发芽温度(分别为15℃和20℃)与当地气温(分别为13.70℃和19.90℃)几乎完全吻合,这样就可以保证种子在适宜的条件下迅速发芽,为幼苗存活和在适宜条件下生长创造有利条件;当岷江柏种子贮藏10个月后,种子的最适发芽温度(20℃)高于实际气温(12.30℃),不利于种子发芽。通过对小金县岷江柏种子的实验以及已有研究结果的相互印证^[20,21]显示:在短期贮藏过程中(1~10个

月),岷江柏种子最适发芽温度不是固定的,而是随着环境温度的变化而变化,这样可以有效的保护种子资源,提高种子的发芽率和幼苗的存活率,这是岷江柏自身保护种子资源、防止物种濒危的一种环境适应。

岷江柏种子发芽后能否生长成幼苗及幼树,与当地综合气候条件有关系,这也是岷江柏濒危的原因之一。在干旱和半干旱地区,植物生境的水分条件是其生长的重要限制因子之一^[8,12,22],可能是比温度更为重要的因子^[23],对种子发芽和幼苗生长产生巨大影响。岷江柏的生活区域地处干旱河谷地带,5月—6月,小金县降水丰富,可以保证种子顺利发芽,为发芽后的幼苗和幼树的生长创造有利条件。7月—9月,小金县有一次间歇性干旱,月平均降水量维持在90~100mm,但是8月的降水量只有66.60mm,这时当地气温较高,蒸发量维持在一个较高的水平,有可能对种子发芽和幼苗生长产生不利影响。头年的10月至翌年的4月,由于气温较低,蒸发量远远高于降水量,不利于种子发芽。从种子的最适发芽温度和当地气温以及当地降水和蒸发情况可以看出,在四川小金县,岷江柏种子野外适宜播种时间为5月—6月。7月—9月由于存在间歇性干旱,对岷江柏种子发芽和幼苗生长有什么影响,还有待进一步研究。

在10℃~25℃的温度范围内,岷江柏种子发芽周期都为20d,并且萌动期仅为5d,当生境条件适宜时,种子吸水后,迅速发芽,从而可以减少因为环境(腐烂、虫食等)和人为(放牧、践踏等)因素对种子发芽带来的危害,同时也是对当地干旱、降雨量小等环境因素的适应。

参考文献:

- [1] 四川森林编辑委员会. 四川森林 [M]. 成都: 中国森林出版社, 1990.
- [2] 四川植被协作组. 四川植物 [M]. 成都: 四川人民出版社, 1980.
- [3] 傅立国. 中国植物红皮书——稀有濒危植物 [M]. 北京: 科学出版社, 1992.
- [4] 傅立国, 陈潭清, 郎楷永, 等. 中国高等植物 (第三册) [M]. 青岛: 青岛出版社, 2000.
- [5] 高宝莼. 四川珍稀濒危植物 (第1卷) [M]. 成都: 四川民族出版社, 1989.
- [6] 刘庆. 亚高山针叶林生态学研究 [M]. 成都: 四川大学出版社, 2002.
- [7] Aitken J. Flowering Time, Climate and Genotype [M]. Carlton, Victoria: Melbourne University Press, 1974.
- [8] Leprince O, Vertucci C W. A calorimetric study of the glass transition behaviors in axes of bean seeds with relevance to storage stability [J]. Plant Physiol, 1995, 109(4): 1471-1481.
- [9] Salisbury F B, Ross C W. Plant Physiology [M]. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company, 1992.
- [10] Godwin K S A, Gregory P J, Froud-Williams R J. Effect of temperature on seed germination rate of *Striga hermonthica* (Del.) Benth. [J]. Crop Prot, 1998, 17(2): 129-133.
- [11] Probert R J, Thompson P A. Effects of temperature and seed coat treatments on germination of sweet pea [J]. Sci Hort, 1976, 5(2): 139-151.
- [12] Tobe K Z, Zhang L P, Guo Y, et al. Characteristics of seed germination in five non-halophytic Chinese desert shrub species [J]. J Arid Environ, 2001, 47(1): 191-201.
- [13] 黄振英, 张新时, Gutterman Y, 等. 光照、温度和盐分对梭梭种子萌发的影响 [J]. 植物生理学报, 2001, 27(3): 275-280.
- [14] Huang Z Y, Zhang X S, Zheng G H, et al. Influence of light, temperature, salinity and storage on seed germination of *Haloxylon ammodendron* [J]. J Arid Environ, 2003, 55(3): 453-464.
- [15] Maria S O, Leticia P L G, Rosaura G, et al. Germination of four species of the genus *Mimosa* (Leguminosae) in a semi-arid zone of Central Mexico [J]. J Arid Environ, 2003, 55(1): 75-92.
- [16] Carberry P S, Abrecht D G. Germination and elongation of the hypocotyl and radicle of kenaf (*Hibiscus cannabinus*) in response to temperature [J]. Field Crop Res, 1990, 24(3-4): 227-240.
- [17] Flannigan M D, Woodward F I. A laboratory study of the effect of temperature on red pine seed germination [J]. Forest Ecol Manag, 1993, 62(1-4): 145-156.
- [18] Grimstad O, Frimanslund E. Effect of different day and night temperature regimes on greenhouse cucumber young plant production, flower bud formation and early yield [J]. Sci Hort, 1993, 53(3): 191-204.
- [19] Cony M A, Trione S O. Germination with respect to temperature of two *Argentinian prosopis* species [J]. J Arid Environ, 1996, 33(2): 225-236.
- [20] 徐亮, 包维楷, 庞学勇. 不同温度下四川马尔康岷江柏种子的发芽特征 [J]. 应用与环境生物学报, 2005, 11(2): 141-145.
- [21] 徐亮, 包维楷, 庞学勇. 不同温度下四川全川县岷江柏种子的发芽特征 [J]. 西北植物学报, 2005, 25(4): 733-739.
- [22] Wiegand K, Jeltsch F, Ward D. Analysis of the population dynamics of *Acacia* trees in the Negev desert, Israel with a spatially explicit computer simulation model [J]. Ecol Mod, 1999, 117: 203-224.
- [23] Birch C J, Hammer G L, Rickert K G. Temperature and photoperiod sensitivity of development in five cultivars of maize (*Zea mays* L.) from emergence to tassel initiation [J]. Field Crop Res, 1998, 55(1-2): 93-107.

(责任编辑:张垂胜)



植物园学. 贺善安, 张佐双, 顾姻等著. 国际标准书号: ISBN 7-109-09110-4, 中国农业出版社出版, 大16开本, 1 000千字, 彩照2 145幅, 2005年4月第1版。

本书首次系统地论述了世界植物园发展过程中的理论、方法、技术和成就, 以及任务、性质的变迁和这些变迁的内外原因, 是具有原创性意义的著作, 为“植物园学”学科的形成奠定了基础。全书共分11章, 1~8章相当于总论, 9~11章相当于各论, 全面阐述了植物园的专业定位、专业内容和发展方向。作者还根据多年的研究心得, 提出了植物引种驯化理论上的创新、药用植物迁地保护和栽培的综合研究以及城市生物多样性利用和保护的新思想。全书的2 145幅珍贵精品彩照比较直观地反映了国内外各著名植物园的特色, 其中许多图片是国内外植物园特别为本书提供的。本书主要读者包括: 植物园工作者; 园林风景区、自然保护区工作者; 农林、园艺、经济植物、药用植物科研和生产者; 城市建设和园林艺术工作者; 对植物和园林有兴趣的各界人士以及制定政策的领导者。

有关购书事宜请与夏如红女士联系, 地址: 南京市中山门外江苏省·中国科学院植物研究所; 邮编: 210014; 电话: 025-84347048