

陈璐,苏家乐,李畅,等.贮藏时间、温度及 PEG 胁迫对云南杜鹃种子萌发的影响[J].江苏农业科学,2016,44(10):240-242.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.10.065

# 贮藏时间、温度及 PEG 胁迫对云南杜鹃种子萌发的影响

陈璐,苏家乐,李畅,刘晓青,何丽斯,陈尚平,肖政

(江苏省农业科学院园艺研究所/江苏省高效园艺作物遗传改良重点实验室,江苏南京 210014)

**摘要:**以云南杜鹃种子为材料,研究不同贮藏时间、不同萌发培养温度及不同浓度聚乙二醇(PEG)模拟干旱胁迫对云南杜鹃种子发芽启动时间、萌发高峰期、发芽持续时间、发芽率、发芽势、发芽指数的影响。结果表明,云南杜鹃种子无休眠特性,常温下随贮藏时间的延长,发芽启动时间延迟,发芽持续时间延长,发芽率、发芽势、发芽指数显著下降;温度越低,云南杜鹃种子发芽启动时间越长、发芽持续时间越长,适宜云南杜鹃种子萌发的温度为 20~25℃;5%~25% PEG 浓度范围内,随干旱胁迫程度的加深,云南杜鹃种子的发芽启动时间延迟,发芽持续时间延长,发芽率、发芽势和发芽指数显著降低,25% PEG 胁迫下未现种子萌发;杜鹃种子萌发的 PEG 胁迫半致死浓度为 15.87%。

**关键词:**云南杜鹃;种子萌发;贮藏时间;温度;PEG 胁迫

**中图分类号:** S685.210.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)10-0240-02

云南杜鹃(*Rhododendron yunnanense*)属杜鹃花科杜鹃属灌木或小乔木,主要分布在我国云南、陕西、四川、贵州、西藏及缅甸东北部海拔 2 200~3 600 m 的山坡杂木林、灌丛、松林、松栎林、云杉或冷杉林缘,具有较强的适应性和较广的适应范围<sup>[1]</sup>。云南杜鹃花序伞形或短总状,花 3~6 朵,顶生或同时枝顶腋生;花冠略呈两侧对称,白色、淡红色或淡紫色,内有斑点;着花量大,花色清雅,叶有淡香,极具观赏价值,是杜鹃花不可多得的遗传育种材料<sup>[1-2]</sup>。

种子繁殖是杜鹃花自然条件下最主要的繁殖方式。实践表明,从种子萌发获得幼苗,可以适应当地的气候,是一种行之有效的引种驯化手段<sup>[3-4]</sup>。近年来,有关杜鹃属植物种子萌发的研究有不少<sup>[3-7]</sup>,但未见云南杜鹃种子萌发方面的报道。本试验研究不同贮藏时间、萌发温度及不同浓度聚乙二醇(PEG)胁迫处理对云南杜鹃种子萌发的影响,以期揭示其种子萌发与贮藏时间、温度的关系及对逆境的反应能力,为云南杜鹃的引种栽培及园林应用提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试的云南杜鹃种子采自云南轿子山野生植株,由云南省农业科学院花卉研究所鉴定提供,室温干燥器内保存。种子除干瘪空粒、杂质,净度达到 100%。四分法<sup>[8]</sup>测得云南杜鹃种子千粒质量为(0.096±0.009)g, TTC 法<sup>[9]</sup>测得种子的活力为 64%。

### 1.2 试验方法

收稿日期:2016-03-22

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2013BAD01B070403);江苏省自然科学基金(编号:BK2012789);江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(13)2016]。

作者简介:陈璐(1982—),女,江苏淮安人,硕士,助理研究员,主要从事花卉种质资源与遗传育种研究及科研单位行政管理工作。

Tel:(025)84391695;E-mail:chenlu769@126.com。

1.2.1 种子处理 设置贮藏时间、萌发温度和 PEG 胁迫 3 个试验:(1)不同贮藏时间:室温下,干燥器内分别贮藏 0(即采即播)、90、180、360 d;(2)不同萌发温度:培养温度分别为 15、20、25、30℃;(3)不同浓度 PEG 胁迫:PEG 浓度(m/V)分别为 0(CK)、5%、10%、15%、20%、25%,与之相对应的溶液水势分别约为 0、-0.07、-0.18、-0.35、-0.58、-0.85 MPa<sup>[10]</sup>。每处理 100 粒种子,重复 3 次。

1.2.2 种子萌发测定 采用培养皿滤纸法进行试验。种子经 0.3% KMnO<sub>4</sub> 溶液浸种消毒 15 min,去离子水洗净,吸干,均匀排布于垫有滤纸的培养皿内,其中,不同贮藏时间及不同萌发温度处理的滤纸用去离子水保持湿润,PEG 胁迫处理滤纸以相应 PEG 的溶液保持湿润;恒温培养箱培养,非萌发温度处理组试验的温度设定为 25℃;以胚根长度达种子长度的 1/2 为发芽标准,每 24 h 观察记录种子的发芽数,连续 5 d 无萌发种子视为萌发结束;发芽结束,按李畅等的方法<sup>[8]</sup>计算发芽启动时间、萌发高峰期、发芽持续时间、发芽率、发芽势、发芽指数。

### 1.3 数据统计

测定结果取“平均值±标准差”,采用 SPSS 18.0 软件对数据进行单因素方差分析和相关性分析,采用最小显著差数法(LSD)比较差异显著性,采用 Excel 2003 绘图并拟合回归方程。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同贮藏时间对云南杜鹃种子萌发的影响

由表 1 可见,即采即播(贮藏 0 d)的云南杜鹃种子发芽启动时间为 7.33 d,播种后 10 d 达到萌发高峰期,发芽持续时间为 9.33 d,发芽率、发芽势、发芽指数分别为 52.33%、35.33%、24.82%;随着贮藏时间的延长,云南杜鹃种子发芽启动时间和萌发高峰期延迟,发芽持续时间延长,发芽率、发芽势、发芽指数均较不经贮藏的种子显著降低,且处理间差异显著;与不经贮藏的种子相比,常温贮藏 360 d 的种子发芽启动时间延后 4 d,发芽持续时间增加 2 d,发芽率、发芽势、发芽

表 1 不同贮藏时间对云南杜鹃种子萌发指标的影响

贮藏时间 (d)	发芽启动时间 (d)	萌发高峰期 (d)	发芽持续时间 (d)	发芽率 (%)	发芽势 (%)	发芽指数 (%)
0	7.33 ± 0.58a	10.00 ± 0.00a	9.33 ± 0.58a	52.33 ± 2.31a	35.33 ± 2.08a	24.82 ± 2.87a
90	7.67 ± 0.58a	10.00 ± 0.00a	9.33 ± 0.58a	46.67 ± 1.53b	27.67 ± 1.53b	22.70 ± 2.46b
180	8.33 ± 0.58a	11.00 ± 0.00a	10.33 ± 0.58ab	42.00 ± 3.61c	23.67 ± 2.31c	20.01 ± 1.57c
360	11.33 ± 0.58b	13.00 ± 0.00a	11.33 ± 0.58b	19.67 ± 1.15d	11.00 ± 2.00d	7.03 ± 0.85d

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。下表同。

指数分别降低了 62.41%、68.87%、71.68%,差异显著。

## 2.2 不同温度对云南杜鹃种子萌发的影响

由表 2 可见,15~30℃范围内,随萌发温度的升高,云南杜鹃种子发芽启动时间、萌发高峰期提前,发芽持续时间缩短,发芽率、发芽势、发芽指数 3 个指标呈先增加后降低的趋

势;30℃下云南杜鹃种子的发芽启动时间较 15℃提前 5 d,发芽持续时间缩短 7 d,差异显著;萌发温度为 20℃时,云南杜鹃种子的发芽率、发芽势、发芽指数均达到相对最高,分别为 54.00%、37.00%、28.38%,与 25℃下各相应指标差异不显著,但与 15、30℃下各相应指标差异显著。

表 2 不同温度对云南杜鹃种子萌发指标的影响

萌发温度 (℃)	发芽启动时间 (d)	萌发高峰期 (d)	发芽持续时间 (d)	发芽率 (%)	发芽势 (%)	发芽指数 (%)
15	11.33 ± 0.58a	14.00 ± 0.00a	15.33 ± 1.15a	36.33 ± 2.08a	17.33 ± 2.08a	14.62 ± 1.07a
20	7.67 ± 0.58b	10.00 ± 0.00a	10.67 ± 0.58b	54.00 ± 2.65c	37.00 ± 2.65c	28.38 ± 1.24c
25	7.00 ± 0.00ab	10.00 ± 0.00a	9.67 ± 0.58bc	52.67 ± 2.08c	35.67 ± 1.53c	27.17 ± 0.78c
30	6.33 ± 0.58c	9.00 ± 0.00a	8.33 ± 1.15c	44.67 ± 1.15b	31.67 ± 0.58b	21.06 ± 3.46b

## 2.3 不同浓度 PEG 胁迫对云南杜鹃种子萌发的影响

由表 3 可见,5%~20% PEG 浓度范围内,不同浓度 PEG 胁迫均对云南杜鹃种子的萌发产生一定的延缓、抑制作用,具体表现为发芽启动时间、萌发高峰期推迟,发芽持续时间延长,发芽率、发芽势、发芽指数较 CK 显著下降;随 PEG 胁迫浓度升高,云南杜鹃种子的发芽启动时间推迟越长、发芽持续时间延长越多,发芽率、发芽势、发芽指数下降越明显;PEG 胁迫浓度≥15%时,云南杜鹃种子的发芽启动时间、萌发高峰期、发芽率、发芽势、发芽指数与对照及其他处理间差异显著;15% PEG 胁迫下,云南杜鹃种子的发芽启动时间较 CK 延迟

2 d,发芽率、发芽势、发芽指数分别降至 CK 的 58.61%、50.95%、45.65%,而在 20% PEG 胁迫下,3 个指标分别为 CK 的 22.30%、16.05%、11.02%;PEG 胁迫浓度≥25%时,云南杜鹃种子萌发完全受抑制,27 d 观察期间内未见种子萌发。经 Pearson 相关性分析发现,发芽率、发芽势、发芽指数均与 PEG 胁迫浓度呈极显著负相关。建立云南杜鹃相对发芽率与 PEG 胁迫浓度的回归方程: $y = -1\,064.9x^2 - 135.94x + 98.407$  ( $r^2 = 0.986\,6$ ),进一步推算得出云南杜鹃种子的半致死 PEG 模拟干旱胁迫浓度为 15.87%。

表 3 不同 PEG 胁迫浓度对云南杜鹃种子发芽指标的影响

PEG 浓度 (%)	发芽启动时间 (d)	萌发高峰期 (d)	发芽持续时间 (d)	发芽率 (%)	发芽势 (%)	发芽指数 (%)
0(CK)	7.33 ± 0.58a	9.33 ± 0.58a	10.00 ± 0.00a	52.33 ± 2.52a	35.33 ± 2.08a	27.03 ± 1.16a
5	7.33 ± 0.58a	10.00 ± 1.00a	10.00 ± 0.00a	44.00 ± 2.65b	30.33 ± 1.53b	21.83 ± 3.29b
10	8.00 ± 0.00a	10.33 ± 0.58a	11.00 ± 0.00a	40.33 ± 2.52b	25.33 ± 1.53c	16.76 ± 2.36c
15	9.67 ± 0.58b	11.67 ± 0.58b	12.00 ± 0.00a	30.67 ± 2.08c	18.00 ± 1.00d	12.34 ± 0.63d
20	12.67 ± 0.58c	15.00 ± 1.00c	14.00 ± 0.00a	11.67 ± 1.53d	5.67 ± 0.58e	2.98 ± 0.87e
25	—d	—d	—b	0f	0f	0f

## 3 结论与讨论

在植物生活周期中,种子对外界极端环境的抵抗力最强,而幼苗却极易受到如高温、干旱等不利环境的影响,并有较高的死亡率。温度是影响植物一生中最重要的环境因子,极大地影响着许多温带植物种子萌发的时机和速度<sup>[11]</sup>。本研究中,15℃低温条件下云南杜鹃种子的发芽启动时间、发芽持续时间长,这与陈雪梅等的报道<sup>[12]</sup>相一致;种子萌发适宜温度为 20~25℃,略高于雷山杜鹃、黄杯杜鹃<sup>[12-13]</sup>,与秀雅杜鹃、马缨杜鹃<sup>[5-6]</sup>基本一致,这可能与杜鹃花本身的生境分布有关;云南杜鹃种子随贮藏时间的延长,发芽率、发芽势、发芽指数显著下降,这说明云南杜鹃种子无休眠特性,只要环境条

件适宜就可以萌发,在常温下的耐储性差,这与张乐华等研究结论<sup>[4,6,12]</sup>较为一致。

PEG 是一种具有强亲水性的大分子有机物,采用 PEG 溶液渗透模拟干旱胁迫,简便易行,被广泛应用于植物种子萌发期的耐旱性研究。PEG 模拟水分胁迫是通过抑制种子的吸水过程来抑制种子的萌发,且种子萌发后,其胚根和胚轴的生长对 PEG 胁迫的反应更为敏感<sup>[14]</sup>。本研究中,云南杜鹃种子从 5% PEG 轻度干旱胁迫开始即对其萌发产生明显的延缓、抑制作用,具体表现为随着干旱胁迫强度的加强,发芽启动时间推迟,发芽持续时间延长,发芽率、发芽势、发芽指数显著下降,但对轻度干旱胁迫和 15%~20% PEG 中度干旱胁迫仍具有一定的忍耐能力;25% PEG 重度干旱胁迫下的种子萌

韩艳英,魏丽萍,叶彦辉,等. 西藏色季拉山冷杉林空间结构特征分析[J]. 江苏农业科学,2016,44(10):242-245.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.10.066

# 西藏色季拉山冷杉林空间结构特征分析

韩艳英,魏丽萍,叶彦辉,陆 琪,雷 周,刘云龙

(西藏农牧学院,西藏林芝 860000)

**摘要:**以藏东南色季拉山天然冷杉林为研究对象,利用角尺度、大小比数和混交度 3 个林分空间结构参数,分析了天然冷杉林的空间结构特征。结果表明:在研究区内天然林乔木层树种稀少,冷杉在种群密度、直径分布和蓄积量方面均占有明显的优势,是乔木层的建群种和优势种;林分整体混交程度低,空间隔离程度为零度混交;林分内冷杉具有绝对优势,林分大小比数的均值为 0.481;角尺度曲线成单峰状,林分水平分布格局为均匀分布。

**关键词:**急尖长苞冷杉;色季拉山;角尺度;混交度;大小比数

**中图分类号:** S718.54 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)10-0242-04

林分空间结构是指林木分布格局及其属性在空间上的排列方式,是森林经营和分析的重要因子,是对林分发展过程如更新、竞争、自稀及其经历过干扰的综合反映,体现了林分的稳定性、发展性和经营措施<sup>[1]</sup>。现阶段,国外关于森林空间结构的研究多集中在以择伐为主的森林空间结构调整研究,以及为森林生长和林分动态模拟提供依据的森林空间结构分析;在国内一些学者应用聚集度指数、Ripley's K(D)函数、混交度、角尺度和大小比数等指标对我国一些森林的空间结构进行了分析<sup>[2-7]</sup>。森林空间结构是非常热门的领域,空间结

构分析已然成为国际上的主要研究内容。

本试验研究区内冷杉种群是我国特有种——急尖长苞冷杉(*Abies georgei* var. *smithii*)。急尖长苞冷杉主要分布在我国滇西北、川西南和藏东南海拔 3 600~4 300 m 的高山地带<sup>[10]</sup>。西藏境内,急尖长苞冷杉在藏东南地区冷杉属植物中分布最广,同时也是建群种之一,主要分布在林芝县、察隅县、波密县和米林县境内,组成了藏东南地区亚高山暗针叶林群落,对维系林区生物多样性、涵养水源、保持水土有重要的作用,在维持高海拔地区的生物多样性与生态平衡方面具有不可替代的作用。在西藏高山森林生态系统定位研究中,有关西藏色季拉山冷杉林种群、群落以及生态系统层次的生态学研究已有报道<sup>[8-15]</sup>,但对色季拉山冷杉林的空间结构以及特征评价鲜有研究<sup>[16]</sup>。研究冷杉天然林的空间结构特征,对制定合理的冷杉林经营目标、技术措施和优化种群结构具有重要的意义,此外,不仅能够增加藏东南森林生态效益,而且对实现高海拔地区天然林的保护和可持续利用具有重要意义。

收稿日期:2015-09-19

基金项目:西藏自治区自然科学基金(编号:2015ZR-13-33);国家自然科学基金(编号:31460122、31360119)。

作者简介:韩艳英(1978—),女,河南邓州人,硕士,副教授,主要研究方向为亚高山天然林经营理论与技术。E-mail:hanyanying3554@126.com。

通信作者:叶彦辉,硕士,副教授,主要研究方向为植被恢复理论与技术。E-mail:yeyanhui3554@126.com。

发则完全受到抑制。经回归分析推算,云南杜鹃种子的半致死 PEG 模拟干旱胁迫浓度为 15.87%,对应水势约为 -0.40 MPa,这为云南杜鹃人工栽培土壤墒情及耐旱性育种提供指导。

## 参考文献:

- [1]中国科学院中国植物志编委会. 中国植物志:第五十七卷第一分册[M]. 北京:科学出版社,1994.
- [2]汪玲敏,李世峰,解玮佳,等. 云南杜鹃无菌叶片高频再生体系的建立[J]. 分子植物育种,2015,13(8):1877-1883.
- [3]张长芹,冯宝钧,赵革英,等. 杜鹃花的种子繁殖[J]. 云南植物研究,1992,14(1):87-91.
- [4]张乐华,刘向平,王凯红,等. 不同因子对常绿杜鹃亚属种子萌发及成苗的影响[J]. 武汉植物学研究,2007,25(2):178-184.
- [5]赵 冰,董进英,张冬林. 温度、光照和赤霉素浓度对秀雅杜鹃种子萌发的影响[J]. 种子,2014,33(5):26-30.
- [6]张雪娟,赵雁鸣,李佳蔓,等. 贮藏温度与时间对马缨杜鹃种子萌发的影响[J]. 西南林业大学学报,2014,34(5):59-63.

- [7]苏家乐,李 畅,刘晓青,等. PEG 胁迫对兴安杜鹃和迎红杜鹃种子萌发能力的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(6):177-179,180.
- [8]李 畅,苏家乐,陈 璐,等. 长白山区 6 种杜鹃花属植物种子形态及萌发特性[J]. 扬州大学学报:农业与生命科学版,2011,32(4):59-63.
- [9]张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2003:226-227.
- [10]Michel B E, Kaufmann M R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000[J]. Plant Physiology,1973,51(5):914-916.
- [11]王桔红,张 勇. 贮藏条件和温度对 4 种蕨类植物种子萌发的影响[J]. 草业科学,2009,26(6):110-115.
- [12]陈雪梅,欧 静,陈 训,等. 雷山杜鹃种子特性及萌发试验研究[J]. 江苏农业科学,2014,42(8):184-186.
- [13]刘 林,张良英,牛敬雨,等. 温度和赤霉素浸种对两种高山杜鹃种子发芽的影响[J]. 北方园艺,2016(3):69-71.
- [14]闫兴富,周立彪,思彬彬,等. 不同温度下 PEG-6000 模拟干旱对柠条锦鸡儿种子萌发的胁迫效应[J]. 生态学报,2016,36(7):1989-1996.