

蕤衣油杉和云南油杉的幼苗生长特征



马士祝¹, 罗日凤^{2,4}, 郑丹仪^{3,4}, 牟凤娟^{4,*}

¹大理州林业和草原科学研究所, 云南大理 671000

²昆明滇池国家级风景名胜区西山景区服务中心, 云南昆明 650111

³深圳市水务工程质量安全监督站, 广东深圳 518000

⁴西南林业大学林学院, 云南昆明 650224

摘要: 云南油杉(*Keteleeria evelyniana*)及其变种蕤衣油杉(*K. evelyniana* var. *pendula*)的种子与其他松科(Pinaceae)油杉属(*Keteleeria*)植物一样具有发达的种翅, 且富含油脂, 极易丧失生活力, 不耐贮藏。本研究通过调查分析两种油杉实生幼苗2年内株高、叶片数、叶长和分枝数等指标, 探讨其幼苗生长特征, 为其种群扩繁、保护和开发等研究提供依据。结果表明, 在幼苗第一年, 蕤衣油杉长势稍优于云南油杉; 第二年, 云南油杉幼苗长势明显优于蕤衣油杉。蕤衣油杉和云南油杉幼苗的株高和叶片数的生长量均在次年6-9月期间达到最高值, 而在11月至次年4月冬春旱季时则处于生长缓慢期强。两种油杉的株高、叶片数和叶长间基本呈正相关。气候变化尤其是温度和降水量对蕤衣油杉和云南油杉的幼苗生长有着明显的影响。

关键词: 蕤衣油杉; 云南油杉; 幼苗; 生长特性

DOI: 10.57237/j.jaf.2024.01.001

The Growth Characteristics of Young Seedlings of *Keteleeria evelyniana* var. *evelyniana* and *K. evelyniana* var. *pendula*

Ma Shizhu¹, Luo Rifeng^{2,4}, Zheng Danyi^{3,4}, Mou Fengjuan^{4,*}

¹Dali Forestry and Grassland Science Research Institute, Dali 671000, China

²Xishan Scenic Spot Service Center of Kunming Dianchi State-leveled Scenic Area, Kunming 650111, China

³Shenzhen Water Engineering Quality and Safety Supervision Station, Shenzhen 518000, China

⁴Forestry Faculty, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China

Abstract: Like other species of the genus *Keteleeria* (Pinaceae), the seeds of *Keteleeria evelyniana* and its variety *K. evelyniana* var. *pendula* have developed seed wings, and both are rich in oil and prone to loss of vitality. By investigating and analyzing the plant height, number of leaves, length of leaves, and number of branches of seedlings within 2 years of two *Keteleeria* varieties, this study explores their growth characteristics, providing a basis for many studies, such as population propagation, protection and development. The results showed that the growth of *K. evelyniana* var. *pendula* is slightly better than that of *K. evelyniana* var. *evelyniana* in the first year of the seedlings, while the growth of *K. evelyniana* var. *evelyniana* was significantly better than that of *K. evelyniana* var. *pendula* in the second year. The growth

*通信作者: 牟凤娟, moufengjuan@126.com

of plant height and leaf number of the seedlings of *K. evelyniana* var. *evelyniana* and *K. evelyniana* var. *pendula* reached their peaks between next June and September, while they were in a slow growth period during the winter and spring dry season from November to next April; There is a positive correlation between the plant height, number of leaves, and leaf length of two *Keteleeria* varieties. Climate change, especially the level of temperature and precipitation, has a significant impact on the growth of young seedlings of *K. evelyniana* var. *evelyniana* and *K. evelyniana* var. *pendula*.

Keywords: *Keteleeria evelyniana* var. *evelyniana*; *K. evelyniana* var. *pendula*; Seedling; Growing Characteristics

1 引言

云南油杉 (*Keteleeria evelyniana* Mast.) 隶属松科 (Pinaceae) 油杉属 (*Keteleeria* Carrière), 为第三纪残遗植物, 具有较高的经济价值和重要生态保护价值[1]。该树种有两个变种, 即原变种云南油杉 (*Keteleeria evelyniana* Mast. var. *evelyniana*) 和变种蕤衣油杉 (*K. evelyniana* var. *pendula* Hsueh)。云南油杉 (滇油杉) 为中国特有种, 广布云南高原, 并以此为中心, 向邻近地区扩散分布, 包括云南、贵州西部及西南部、四川西南部海拔 700-2600 m 区域[2], 同时还延伸分布至中南半岛, 常混生于云南松 (*Pinus yunnanensis* Franch.) 林或组成小片纯林, 亦有人工林。云南油杉喜暖、耐干旱, 具有强阳性、抗旱、耐瘠薄等特点, 且树皮的栓皮层较厚, 耐火性强, 对森林火灾的抗逆能力较强[3]; 嫩叶是营养和保健价值较高的新资源食品, 具有良好的食用价值[2]。而蕤衣油杉目前主要分布在云南省华宁县平地和吗咩等山区村寨周边地区, 该树种长到一定高度后, 即形成结顶, 并从顶端开始全部枝条下垂, 形似蕤衣, 树形极为奇特优美[4], 具有较高的观赏价值。前期研究发现, 现有的蕤衣油杉为极小种群, 表现出高群集分布特征; 种群年龄结构不合理, 处于不稳定阶段; 加之其可育种子比率极低, 有性繁殖严重受阻, 由种子向幼苗转化较困难, 导致自然繁殖能力低, 是导致该树种濒危的重要内因。加之蕤衣油杉自然生境被严重破坏, 成年植株被过度采挖, 造成其野生种群个体数量急剧减少, 整个种群生存正遭受严重威胁, 这是其濒危的主要外因[5]。因此, 研究蕤衣油杉的种子萌发及其种苗生长特性有利于该濒危树种的种质保护及资源利用。

云南油杉可通过实生苗更新和萌生更新两种方式进行种群更新[1]。在实际生产中, 油杉属树种一般利用种子进行有性繁殖, 但存在种子来源复杂的问题, 以致林分分化大。部分种类也可利用扦插或萌蘖枝进行无性繁殖, 如铁坚油杉 [*Keteleeria davidiana* (Bertr.) Beissn.]、

黄枝油杉 [*K. davidiana* var. *calcareosa* (W. C. Cheng & L. K. Fu) Silba] 和柔毛油杉 (*K. pubescens* Cheng et L. K. Fu) [6-8]。嫁接技术的研究对蕤衣油杉的无性繁衍具有深远的意义[9], 但通过无性繁殖培育的苗木存在如苗木的适应性和抗逆性不够强, 自然寿命较短等缺陷。

蕤衣油杉和云南油杉的种子大小决定其散布格局, 种翅占的比例越高, 越利于种子的远距离传播[10-12]; 云南油杉种子的种翅较发达, 散布能力好, 能迅速占领空地及林窗[1]。但播种时, 要去除种翅, 以减少对种子萌发的影响。还有研究表明, 油杉属植物的种子富含油脂, 含油率最高达 52% [13], 以致种子极易失活, 不耐贮藏, 要求采集后及时播种, 且种子萌发对温度要求严格[14-15], 如江南油杉 [*K. fortunei* var. *cyclolepis* (Flous) Silba] 种子在 25 ℃ 下萌发效果最佳[16]。云南油杉的种子不宜久藏, 宜随采随播, 也可混沙贮藏[14]。播种前宜用温水浸种催芽, 播种适合在清明前 3-4 月间进行; 栽苗成活的关键技术在穴大根舒展、深浅适当、根土密接。油杉 [*K. fortunei* (Murr.) Carr.] 种子饱满度低, 且不耐贮藏[17]; 同样, 蕤衣油杉可育种子比例极低, 仅有 9.04%, 虽然可育种子的萌发率较高 (95.25%), 但出苗率则较低, 仅有 20.53% [5]。对蕤衣油杉和云南油杉幼苗初期的生长发育特征进行分析, 有利于进一步提高两种油杉的有性繁殖能力, 以及保护蕤衣油杉这一濒危树种提供相关依据。

2 材料与方法

2.1 实验材料

云南油杉和蕤衣油杉种子均于 2021 年 11 月球果成熟期采自云南省玉溪市华宁县, 自然风干后 4 ℃ 低温短时保存。选取大小均一、饱满的种子, 剪去种翅,

温水浸泡 24 h 后进行沙藏催芽。于翌年 3 月底选用胚根伸出的种子, 将其转入沙土: 红土: 腐殖土 (1:1:1) 的营养袋中, 每袋播 4 粒种子, 塑料薄膜保温保湿, 并覆盖遮阳网进行遮阴, 后期幼苗常规管理。

2.2 数据测定与计算

待幼苗出土长到一定高度后, 分别随机选择蕤衣油杉与云南油杉幼苗各 30 株, 定期对幼苗的株高、叶片数、叶长和分枝数等多项生长指标进行观察测量。分别采用软件 SPSS 和 Excel 处理和计算数据。

3 结果与分析

3.1 两种油杉株高生长特征

云南油杉和蕤衣油杉幼苗的株高均持续增长(图 1),

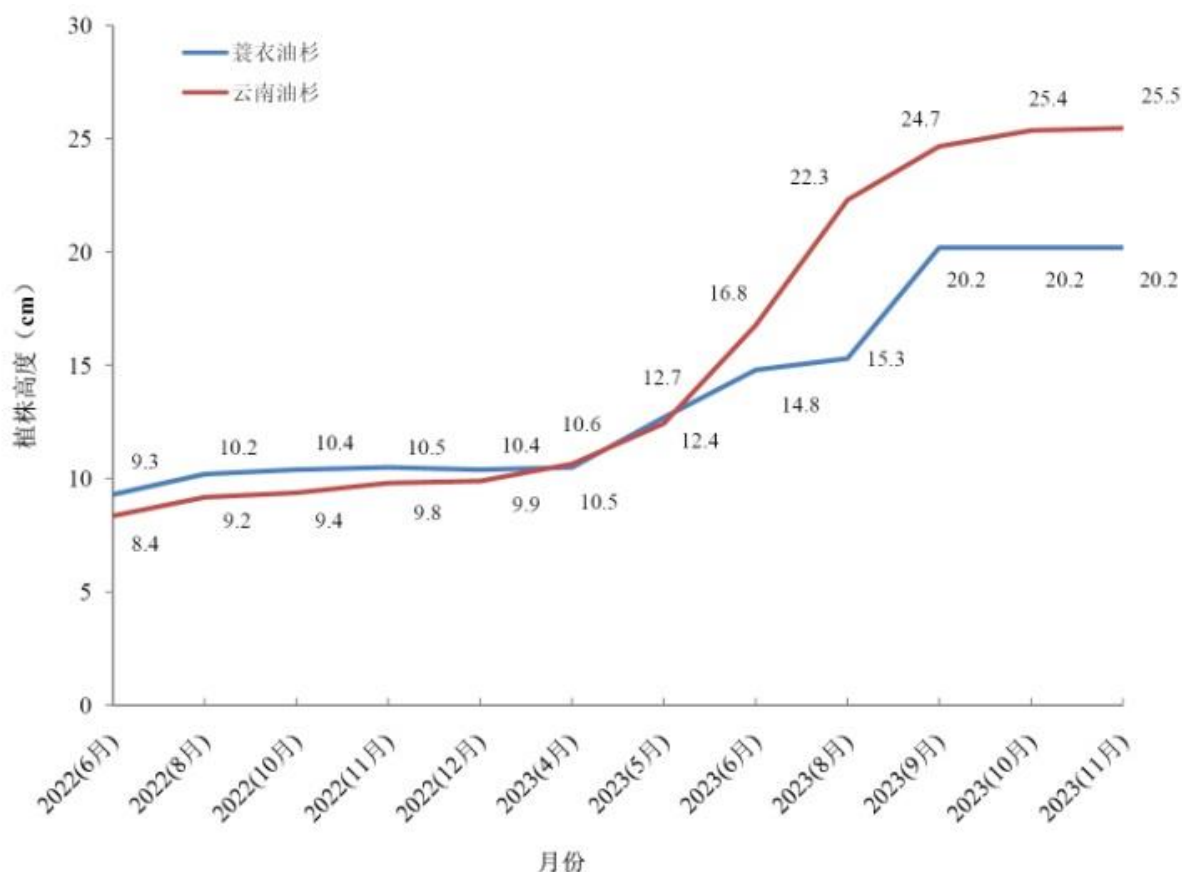


图 1 两种油杉的株高生长变化

Figure 1 The growth change of plant height of two *Keteleeria* varieties

说明两种油杉的株高生长正常, 符合生长规律, 且长势良好。在第一年, 蕤衣油杉的平均株高均大于云南油杉; 但在第二年 5 月后, 云南油杉的平均株高 (25 cm) 明显高于蕤衣油杉 (20 cm)。由此可以推断, 在幼苗生长第二年, 云南油杉的长势普遍强于蕤衣油杉。

图 1 和图 2 均显示在 6-9 月期间, 两种油杉的株高均呈明显上升趋势, 而图 2 显示蕤衣油杉在 7-9 月期间株高增长迅速, 且增长量达到最高值 (3.60 cm); 而云南油杉也在 6-7 月间株高增长量达到最高值 (5.53 cm)。可能的原因是实验地所处的昆明 6-8 月这 3 个月为降水量最多的月份, 约占全年降水量的 60%, 因而在雨季期间云南油杉与蕤衣油杉生长得最快, 处于生长旺盛期。而在 11 月至次年 4 月的冬春季, 由于温度明显下降, 且干燥少雨, 两种油杉的株高增长都没有明显的变化, 株高增长值均未超过 1 cm, 处于生长缓慢期。

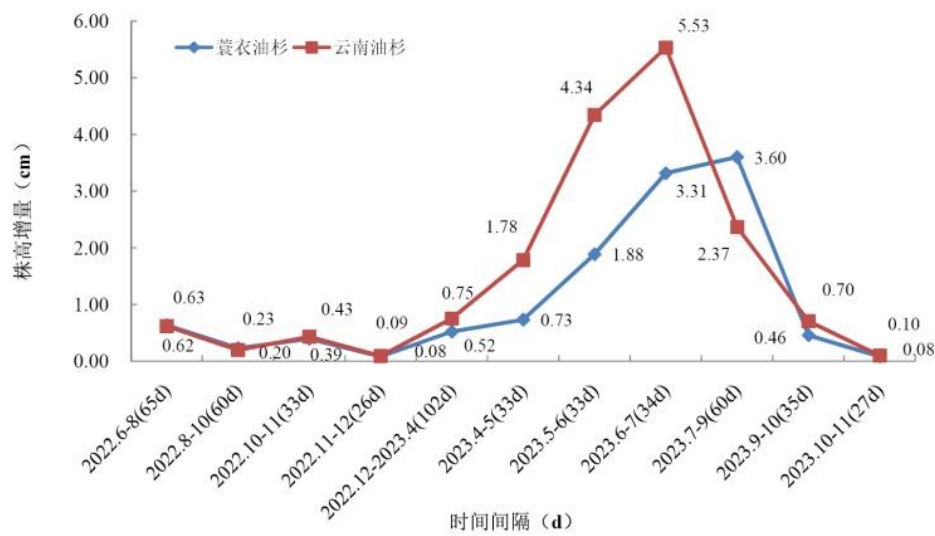


图 2 两种油杉的株高增量变化

Figure 2 Incremental change of plant height of two *Keteleeria* varieties

3.2 两种油杉叶片数生长规律

云南油杉和蕤衣油杉的叶片数随着时间持续增加（图 3），表明两种油杉树种的叶生长正常，符合生长规律，并且长势良好。在第一年 11 月之前，蕤衣油杉

的叶片数稍多于云南油杉；但在此之后，云南油杉的叶片数明显多于蕤衣油杉；在观察结束时，云南油杉的叶片数平均值高达 65，而蕤衣油杉的叶片数平均值也达到了 58，云南油杉叶片数明显多于蕤衣油杉。由此可以判断，云南油杉的叶长势一般较蕤衣油杉更高。

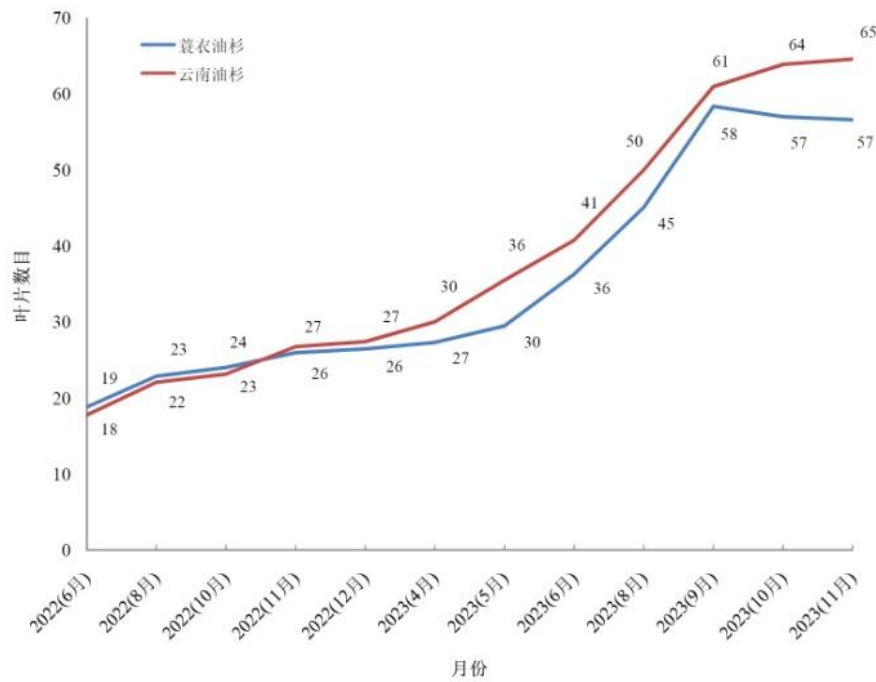


图 3 两种油杉的叶片数生长变化

Figure 3 The growth change of leaf number of two *Keteleeria* varieties

由图 4 可知，两种油杉的叶片数增长量在播种后次年的 7-9 月间最多，蓑衣油杉在这期间叶片数的增长量达到最高值 12 片，而云南油杉的增长量也达到最高值 11 片。然而，两种油杉叶片数增长在 10-11 月期间却呈现为负数，换言之，在此期间叶片数非但没有增长反而减少了。可能是其中有少数几株苗木顶枯或其他原因导致部分叶片掉落，致使叶片增长数为负数。这种现象可能是由于更替旱季疏于水分管理导致，亦或是低温导致的落叶。

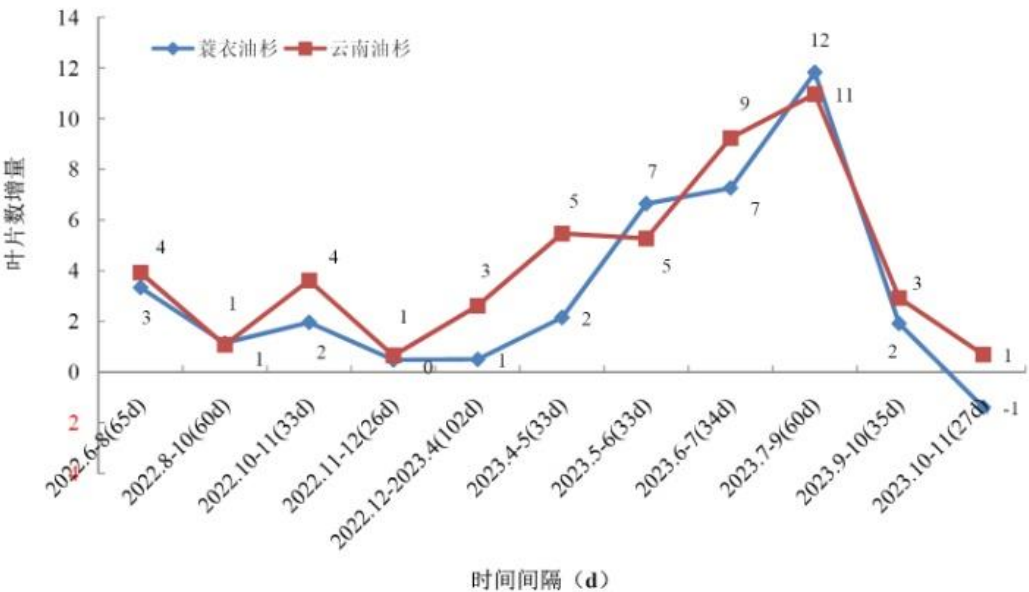


图 4 两种油杉叶片数增量变化
Figure 4 Incremental change of leaf number of two *Keteleeria* varieties

3.3 两种油杉幼苗生长指标的相关分析

通过不同生长期蓑衣油杉和云南油杉幼苗的株高、叶片数、叶长和分枝数等生长指标的相关性分析(表 1)，蓑衣油杉和云南油杉的株高与叶片数在本研究期间内均具有相关性。叶片数随着株高增加，两者呈正相关，说明幼苗的株高越高，其叶片数也越多；而株高和叶长，叶片数和叶长则并不是在每个时间段都均有显著

相关性，但大体呈现出正相关。
与蓑衣油杉相比，在各阶段云南油杉幼苗的各生长指标均表现出了显著的相关性，而蓑衣油杉株高与叶片数的相关性相对与叶长的相关性显著。

表 1 两种油杉各生长指标相关系数
Table 1 Correlation coefficients of growth indexes of two *Keteleeria* varieties

苗龄 (d)	指标	蓑衣油杉			云南油杉		
		株高	叶片数	叶长	株高	叶片数	叶长
102	叶片数	0.79**			0.88**		
	叶长	0.71**	0.56**		0.27	0.18	
388	叶片数	0.60**			0.57**		
	叶长	0.31	0.37		0.56**	0.68**	
488	叶片数	0.65**			0.94**		
	叶长	0.53**	0.61**		0.85**	0.78**	
610	叶片数	0.82**			0.87**		
	叶长	0.83**	0.71**		0.83**	0.64**	
	分枝数	0.14	0.47*	0.01	0.48*	0.67**	0.26

注：** 显著水平在 $P=0.01$ 下，认为标记的相关系数为显著；* 显著水平在 $P=0.05$ 下，认为标记的相关系数为极显著。

4 讨论

云南油杉和蕤衣油杉这两种油杉树种幼苗的株高和叶片数生长随季节(月份)的变化而变化, 两者的变化趋势相对一致, 在苗高增长高峰期的时候其叶片也增长最多。在此期间, 蕤衣油杉的苗高和叶片数都进入了高速率增长阶段。从整个生长时期看, 云南油杉幼苗的生长状况更优, 可能与其种子品质有关, 云南油杉的种子较蕤衣油杉的更饱满, 富含营养物质, 为种子萌发及幼苗发育提供物质保障。

本属的黄枝油杉种子自然萌发率高, 幼苗幼树的生长不仅需要适度的庇荫, 其生长发育也需要充足的光照[18]。油杉幼苗表现出“单根性强、苗期长”的特点[17]。云南油杉幼苗幼树具有一定耐荫性, 能利用基部营养物质产生萌蘖苗[1]; 野生云南油杉种群中的实生苗和萌蘖枝能少量存活于林下阴蔽缺光照的环境, 当山火焚林或人为砍伐时, 获得光照的实生苗和萌生枝能够迅速生长以完成种群更新[1]。光照对江南油杉幼苗生长具有一定影响, 种子在滤纸基质条件下萌发效果最好, 而在细沙基质条件下幼苗生长最好[19]。江南油杉人工林的幼苗生长期, 应及时抚育除草, 避免遮挡光照, 从而提高造林成活率[20]。云南油杉和蕤衣油杉人工育苗时, 在干燥少雨的季节, 要利用塑料薄膜对苗床进行保温, 以减少水分蒸发, 再覆盖遮阳网对其进行遮阴[14], 还要适当增加浇水频率, 使幼苗在生长缓慢的情况下仍可保持较高的存活率; 而在夏季高温和雨量集中时, 可以适当施肥, 让其各项生长量达到顶峰。

在生长初期, 两种油杉的苗高和叶片数变化幅度都比较小, 增长缓慢, 该变化受气候的影响显而易见。由此可知, 气候变化尤其是温度的高低和降水量的多少对于蕤衣油杉及云南油杉的生长有显著的影响, 蕤衣油杉在云南雨季 6-9 月时处于生长旺盛季, 甚至可以达到生长高峰, 而在 10 月至次年 4 月干旱季的时候则处于生长缓慢期。因此, 蕤衣油杉种苗繁殖应依据季节变化来调整育苗管理, 最好选择于 3 或 4 月时播种, 这样在 6 月雨季来临时有利于其幼苗生长, 成活率也相对较高。

5 结论

在幼苗第一年, 蕤衣油杉长势稍优于云南油杉;

第二年, 云南油杉幼苗长势明显优于蕤衣油杉。蕤衣油杉和云南油杉幼苗的株高及叶片数的生长量均在次年 6-9 月间达到最高值, 而在 11 月至次年 4 月冬春旱季时则处于生长缓慢期。在各个统计时期, 两种油杉的株高、叶片数和叶长间基本呈正相关。结果说明, 气候变化尤其是温度和降水量对蕤衣油杉和云南油杉的幼苗生长有着明显的影响。

参考文献

- [1] 杜敏瑞. 中国云南油杉林的森林类型、结构及更新动态 [D]. 昆明: 云南大学, 2022.
- [2] 张雪辉, 徐芳, 杨叶梅, 等. 云南油杉嫩叶营养成分及总黄酮分析评价 [J]. 食品研究与开发, 2014, 35(20): 109-111.
- [3] 朱家诺, 张金玲, 陈静, 等. 森林火灾对云南松和滇油杉的影响初探 [J]. 中国林业产业, 2023(10): 75-77.
- [4] 薛纪如. 云南油杉一新变种 [J]. 植物分类学报, 1983, 21(3): 253.
- [5] 牟凤娟, 戴兴芬, 马士祝, 等. 珍稀植物蕤衣油杉濒危机制的初步研究 [J]. 植物研究, 2013, 33(2): 214-219.
- [6] 吴际友, 程勇, 王旭军, 等. 铁坚油杉无性系嫩枝扦插繁殖效应 [J]. 林业科学, 2007, 23(12): 133-135.
- [7] 蒋柏生, 文桂喜, 唐芸, 等. 不同处理对濒危植物黄枝油杉扦插育苗的影响 [J]. 广西植物, 2008, 28(4): 549-552, 436.
- [8] 廖德志, 吴际友, 程勇, 等. 柔毛油杉无性系嫩枝秋季扦插繁殖试验 [J]. 中国农学通报, 2009, 25(15): 91-94.
- [9] 赵明荣, 黄海飞. 蕤衣油杉苗木繁殖技术 [J]. 云南林业, 2015, 36(1): 66.
- [10] 陈美卿, 王崇云, 张宗魁, 等. 云南油杉种子散布的生态适应特征研究. 云南大学学报 (自然科学), 2010, 2: 233-238.
- [11] 潘燕, 王帅, 王崇云, 等. 云南松与云南油杉种子风力传播特征比较 [J]. 植物分类与资源学报, 2014, 36(3): 403-410.
- [12] 牟凤娟, 段胜芝, 字雪松, 等. 旱地油杉种子形态及散布特征研究 [J]. 西南林业大学学报, 2016, 36(6): 29-33.
- [13] 袁艳超, 肖文发, 刘逸夫, 等. 油杉属的地理分布及其分类学研究 [J]. 西部林业科学, 2023, 52(4): 137-143.
- [14] 邢付吉. 云南油杉“百日苗”培育及人工栽培技术 [J]. 林业调查规划, 2002, 27(B12): 116-117.
- [15] 江海都, 谢伟玲, 柴胜丰, 等. 喀斯特地区珍贵树种黄枝油杉的种子萌发特性 [J]. 广西植物, 2022, 42(6): 951-960.

- [16] 王鸿彬, 刘雄盛, 李志辉, 等. 温度对江南油杉种子萌发特性的影响 [J]. 种子, 2018, 37(1): 46-51.
- [17] 韦增建, 丘小军. 油杉采种育苗试验研究 [J]. 广西林业科技, 1993, 22(1): 17-20.
- [18] 沈燕, 曹基武, 刘春林, 等. 湖南濒危植物黄枝油杉的资源现状及人工栽培技术 [J]. 福建林业科技, 2009, 36(3): 107-116.
- [19] 王鸿彬, 刘雄盛, 蒋焱, 等. 光照、水分、基质对江南油杉种子萌发的影响 [J]. 广西林业科学, 2018, 47(2): 170-174.
- [20] 张烨, 韦铄星, 蒋焱, 等. 27年生江南油杉人工林天然更新及其幼苗生长特征 [J]. 广西林业科学, 2016, 45(3): 334-337.