

东革阿里在海南的初期物候观察和生长规律研究

杨胜莲, 董晓娜, 陈培, 陈显臻

(海南省林业科学研究院, 海南省红树林研究院, 海南 海口 571100)

摘要: 为了解东革阿里 *Eurycoma longifolia* 在海南的引种适应情况, 为东革阿里在海南的规模化种植提供技术支持, 于2019年2月至2020年3月对东革阿里1年生实生苗进行物候、苗高生长量、地径生长量的动态观测和研究, 并分析苗高、地径年生长量与气象因子的相关性。结果表明, 东革阿里在海口云龙地区可全年生长, 全年可抽梢2~5次, 抽梢期主要集中在3—11月; 花序为顶生圆锥花序, 开花时间为5—7月; 苗高年增长量为48.72 cm、地径年增粗有11.61 mm; 苗高年生长呈现“慢—快—慢”的“S”形趋势, 全年有1次生长高峰(2019年11月), 月净苗高生长量占全年苗高生长量的21.63%; 地径亦有1次生长高峰期(2019年12月), 月净生长量占全年地径生长量的18.70%; 苗高生长量和地径生长量均与月平均光照强度呈显著负相关($P < 0.05$), 与其他气象因子的相关程度不显著, 但是苗高生长量与地径生长量之间呈极显著相关($P < 0.01$)。

关键词: 东革阿里; 物候; 生长量; 气候因子; 海南

中图分类号: Q945.3 文献标识码: A 文章编号: 1001-3776(2021)03-0087-06

Observation on Growth and Phenology of *Eurycoma longifolia* in Hainan

YANG Sheng-lian, DONG Xiao-na, CHEN Pei, CHEN Xian-zhen

(Hainan Academy of Forestry, Hainan Academy of Mangrove, Haikou 571100, China)

Abstract: In December 2017, purchased *Eurycoma longifolia* seeds were sowed in Haikou, Hainan province in non-woven containers. From February 2019 to March 2020, observations were carried out on phenology, seedling height and ground diameter of the above seedlings. The results showed that *E. longifolia* could grow in Haikou all year round and shoot 2-5 times, and the sprouting period was mainly from March to November. The inflorescence was terminal panicle, the flowering time was from May to July. The annual increment of seedling height was 48.72 cm, and that of ground diameter was 11.61 mm. The growth of seedling height was slow-fast-slow with one peak in November, when the net growth accounted for 21.63% of the whole year growth. The ground diameter also had one growth peak in December with the net growth accounted for 18.70% of the whole year. The seedling height and ground diameter growth had evidently negative correlation with the average monthly light intensity ($P < 0.05$).

Key words: *Eurycoma longifolia*; phenology; growth; climate factor; Hainan

东革阿里 *Eurycoma longifolia* 又称马来人参^[1-4], 为无患子目 Sapindales 苦木科 Simaroubaceae 马来参属 *Eurycoma*^[1-3] 的高大细长灌木, 主要分布于马来西亚、印度尼西亚、越南等东南亚国家, 为东南亚民间传统药材^[2]。常以根入药, 为马来西亚和印度尼西亚等地的传统壮阳药材, 具有提升体力与活力、减轻疲劳、杀菌抗溃疡、解热的效能, 亦有改善高血压、糖尿病以及抗癌和抗艾滋的药性^[3]。目前, 国内对东革阿里的研究主

收稿日期: 2021-01-03; 修回日期: 2021-04-16

基金项目: 海南省重点研发计划-科技合作方向(ZDYF2018215), 海南省热带林业工程技术研究中心资助

作者简介: 杨胜莲, 林业高级工程师, 从事热带植物培育等研究; E-mail: ysl001@163.com。通信作者: 董晓娜, 林业高级工程师, 从事方向为木材鉴定、热带植物培育研究; E-mail: 893035656@qq.com。

要集中在药用成分分析、有效成分提取及药理药性等方面^[4-10]。近年来,海南和广东开展了东革阿里的引种栽培和组织培养等研究^[11-16]。海南与马来西亚气候相似,是国内相对适合东革阿里生长的地区^[17]。本研究通过对东革阿里幼苗在海南的物候、生长节律进行系统观察和研究,分析苗高、地径年生长量与气象因子的相关性,总结其在海南的生长适应表现,为东革阿里在海南及相似地区的推广种植提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验地位于海南省林业科学研究院云龙苗圃基地,地理坐标为 110°10′~110°41′E,19°32′~20°05′N,属于热带海洋性气候,年平均温度为 24.2℃,年平均降水量为 1 664 mm,年平均湿度为 85%。春季温暖少雨多旱,夏季高温多雨,秋季多台风暴雨,冬季干旱时有冷空气流侵袭。降水时期集中,雨季分明,主要集中在 5—10 月,此期降水量占年降水量的 81.9%,水热同期,11 月至翌年 4 月是少雨季节,常有冬春旱发生^[17]。地势平缓,土壤为砖红壤,偏酸性,土壤营养成分见表 1。

表 1 试验区土壤营养成分
Table 1 Nutrient composition of soil in the experimental area

全氮/(g·kg ⁻¹)	全磷/(g·kg ⁻¹)	全钾/(g·kg ⁻¹)	硝态氮/(g·kg ⁻¹)	铵态氮/(g·kg ⁻¹)	速效钾/(g·kg ⁻¹)	有效/(g·kg ⁻¹)	有机质/(g·kg ⁻¹)	pH 值
0.99	1.7	0.5	4.99×10 ⁻³	7.30×10 ⁻³	28.51×10 ⁻³	7.17×10 ⁻³	17.74	4.66

1.2 试验材料

试验材料为 2017 年 12 月播种的东革阿里实生苗。该批种子来自马来西亚。马来西亚属于热带海洋性气候,年平均温度在 25~27℃。经常在午后有阵雨,雨量充沛。将种子以点播入 10 cm×12 cm 无纺布袋的方式播种于云龙基地黄胆木 *Nauclea officinalis* 林下的育苗棚内,育苗基质为云龙红壤土:火烧土=3:1。经过一年的管护,选择 10 株生长基本一致的实生苗作为样株就地进行物候观察。

1.3 试验方法

1.3.1 物候观测时间和内容 按照木本植物物候观测方法^[18]于 2019 年 2 月至 2020 年 12 月进行物候观测,观测东革阿里的萌动期、展叶期、花期、果期和绿叶期。

1.3.2 生长量调查 于 2019 年 2 月至 2020 年 3 月进行苗高(H)、地径(D)生长指标的测量,苗高、地径均取样株平均值。苗高采用直尺测量,精确值 0.1 cm;地径采用电子游标卡尺测量,精确值 0.01 mm。苗高月净生长量(ΔH)为当月苗高生长量减去上月苗高生长量;地径月净生长量(ΔD)为当月地径生长量减去上月地径生长量。

1.3.3 气象数据收集 利用托普云农小型气象仪记录试验区的气象因子,包括大气温度、湿度、露点温度、风向、光照强度等因子。

1.4 数据处理与分析

试验数据采用 Excel 2017 进行统计,采用 SPSS 软件对气象因子进行偏相关分析。

2 结果与分析

2.1 试验区气象数据

由表 2 可以看出,在 2019 年 2 月—2020 年 3 月观测期间,试验区的月平均温度在 19.00~28.75℃,低温集中在 12 月—翌年 2 月,高温为 6—7 月。月平均湿度在 75.45%~88.42%,年平均湿度为 83.11%,全年湿度除 5—7 月外,均在 80%以上。月平均降雨量在 2.70~517.20 mm,降雨量最大值为 2019 年 8 月,最小值为 2019 年 12 月。降雨量分布两极化明显,旱季为 2019 年 1 月至 2020 年 4 月,雨季为 2019 年 5—10 月。月平均光照强度为 1 841.21~14 425.54 lx,全年光照强度呈几字形,1—2 月逐渐增强,3 月达到最大值,3—5 月光照强度

相对较大，5 月后光强逐渐减弱，10 月光照强度最弱，11—12 月略有增强。

表 2 试验区气候观测结果
Table 2 Observation on climate at the experimental area

观测日期/(年.月)	月平均温度/℃	月平均湿度/%	月平均露点温度/℃	月平均光照强度/lx	月平均降雨量/mm
2019.02	21.65	85.94	19.41	6 024.89	21.10
2019.03	23.10	84.67	21.04	14 357.13	9.60
2019.04	24.20	83.45	16.41	12 312.83	39.70
2019.05	26.88	76.85	23.25	13 729.19	385.80
2019.06	28.75	77.54	25.92	9 307.54	150.40
2019.07	28.16	75.45	24.22	9 703.83	151.40
2019.08	27.67	82.49	24.51	5 173.45	517.20
2019.09	26.05	84.67	24.14	2 891.59	263.80
2019.10	23.84	85.00	20.97	1 841.21	261.12
2019.11	21.86	84.41	18.90	3 094.48	8.40
2019.12	19.00	83.80	15.86	2 805.43	2.70
2020.01	19.13	88.42	16.97	4 583.85	18.74
2020.02	19.98	87.52	17.69	6 126.58	11.90
2020.03	24.38	83.31	21.07	14 425.54	16.80
平均值	23.90	83.11	20.74	7 598.40	132.76

2.2 东革阿里萌芽、展叶和开花物候期

对东革阿里实生苗物候观测结果表明，东革阿里在云龙地区全年都会有萌芽、展叶、抽梢的营养生长（见表 3）。2020 年有 3 株进入生殖生长（图 1A 至图 1C），花期主要集中在 5—7 月。开花期包括花蕾期（图 1A）、展花期（图 1B）和盛花期（图 1C）。花蕾期出现在 5 月中旬，在 5 月下旬开始展花，每朵花逐渐开放，6 月中旬进入盛花期，一直持续到 7 月上旬。始花期和末花期较短，整个花期以盛花期为主。

东革阿里全年均可抽梢（图 1D、E），无封顶期。一年可抽梢 2~5 次，抽梢期主要集中在 3—11 月，整个新梢生长期大约持续 10~15 d。新枝梢长度为 3~5 cm。

东革阿里芽为裸芽，新芽为浅红紫色。萌芽期持续为 15~20 d。整个萌动期生长速度较快，快速进入枝条伸张期。嫩叶呈红色，新枝梢呈紫红色，成熟叶呈深绿色。

东革阿里的花序为顶生圆锥花序，每个分枝为总状花序。圆锥花序的开花尚未观测到规律，分枝的总状花序是从花序顶部开始，依次向下开放。

单花的开花进程：单朵花的花期为 6~9 d，花序的花期为 15~20 d。单花开放过程中，一般为单片花瓣打开，其余花瓣依次打开。萼片 5 枚，合生。花被片 5 枚，合生。花瓣为紫红色。

东革阿里抽梢后，新叶颜色变化过程可以划分为五个阶段。刚抽梢未展叶时和展叶初期，为紫红色（图 1G）；完全展开后红色素含量减少，绿色加深，为绿中带红（图 1H），且叶色不均；随着绿色逐渐加重，叶片呈新绿

表 3 2019—2020 年东革阿里生长发育物候观测结果
Table 3 Phenology of *Eu. longifolia* from 2019 to 2020

序号	物候阶段	物候期	发生时间或持续时间	序号	物候阶段	物候期	发生时间或持续时间
1	萌芽期	芽膨大期	全年	6		始花期	5 月 23 日—6 月 15 日
2		芽开放期	全年	7		盛花期	6 月 15 日—7 月 12 日
3	展叶期	展叶始期	全年	8		末花期	7 月 15 日—7 月 28 日
4		展叶盛期	全年	9	果期	结实初期	☆
5	花期	花序/蕾出现期	5 月 16 日—5 月 21 日	10	绿叶期		全年

注：☆3 株开花的植株未结果。

色(图 1I), 成熟叶为深绿色(图 1J)。



A—花蕾期; B—盛花期; C—圆锥花序; D—抽梢; E—展叶; F—茎段不同颜色; G—J 为不同叶色变化。

图 1 东革阿里不同物候期图片

Figure 1 Phenology of *Eu. longifolia*

2.3 东革阿里苗高、地径的年生长动态

从 2019 年 2 月开始对东革阿里的苗高、地径进行观测, 2019 年 3 月—2020 年 2 月苗高、地径的净生长量曲线见图 2。由图 2 可知, 东革阿里苗高全年都处于生长中, 属于全年生长类型。2019 年 3—9 月苗高生长较为缓慢, 为缓慢生长期, 其高生长量占全年高生长量的 51.81%, 月均高增长量为全年高生长量的 7.40%; 10—11 月苗高生长加快, 为快速生长期, 其高生长量占全年生长高生长量的 34.63%, 月均高增长量为全年高生长量的 17.31%; 12 月苗高增长趋势下降, 高生长量占全年高生长量的 6.18%。苗高年生长过程呈现出“慢—快—慢”的“S”形趋势。整个观测周期内, 苗高生长出现一次高峰(2019 年 11 月), 30 d 的净高生长量达 10.54 cm。

地径的生长趋势与苗高生长趋势相反, 在苗高

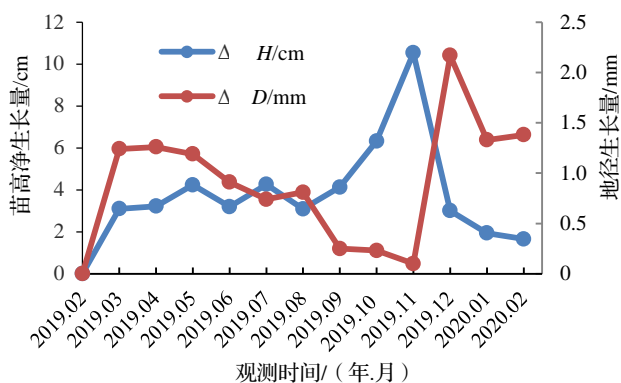


图 2 东革阿里 1 年生实生苗苗高、地径年净生长量示意图

Figure 2 Annual seedling net height and ground diameter increment of *Eu. longifolia*

快速生长期, 地径呈缓慢生长。2019 年 3—4 月, 地径生长平缓, 为平缓生长期, 其地径生长量占全年地径生长量的 21.53%, 月均地径增长量为全年地径生长量的 10.77%; 5—11 月, 地径生长逐渐减缓, 11 月生长进入停滞, 11 月的地径生长量达到最低值, 仅为 0.10 mm, 5—9 月的地径生长量占全年地径生长量的 33.60%, 月均地径地量为全年地径生长量的 6.72%; 11 月后地径生长加快, 12 月的地径生长量为全年最高, 达到 2.17 mm, 地径生长量占全年地径生长量的 18.70%; 2020 年 1—2 月, 生长复下降进入平缓期, 其生长量占全年生长量的 23.34%, 月均地径生长量为全年地径生长量的 11.67%。

2.4 苗高、地径生长与气象因子的相关性分析

对苗高、地径生长量与气象因子数据进行相关性程度分析, 结果见表 4。

由表 4 可知, 东革阿里的苗高、地径生长量均与月平均光照强度之间呈显著负相关 ($P<0.05$), 与其他气象因子的相关程度均不显著。苗高生长量和地径生长量之间的相关系数为 0.947, 呈极显著相关 ($P<0.01$)。

表 4 苗高、地径生长量与气象因子的相关性
Table 4 Correlation analysis on growth index and meteorological factors

指标	月平均温度	月平均湿度	月平均露点温度	月平均光照强度	月平均降雨量	<i>H</i>	<i>D</i>
<i>H</i>	-0.507	0.409	-0.386	-0.418*	-0.267		0.947**
<i>D</i>	-0.321	0.284	-0.227	-0.216*	-0.163	0.947**	
月平均温度		-0.801**	0.902**	0.364	0.678**	-0.507	-0.321
月平均湿度			-0.669**	-0.443	-0.428	0.409	0.284
月平均露点温				0.194	0.682**	-0.386	-0.227
月平均光照强					0.085	-0.418	-0.216
月平均降雨量						-0.267	-0.163

注: **在 0.01 水平 (双侧) 上显著相关。*在 0.05 水平 (双侧) 上显著相关。

3 结论与讨论

3.1 结论

(1) 观测结果表明, 东革阿里在海南海口云龙地区全年均可以生长, 一年可抽梢 2~5 次。萌芽期持续为 15~20 d。整个萌动期生长速度较快, 快速进入枝条伸张期。抽梢期主要集中在 3—11 月, 整个新梢生长期持续为 10~15 d。花期为 5—7 月, 始花期和末花期较短, 整个花期以盛花期为主。花蕾期在 5 月中旬, 5 月下旬开始展花, 6 月中旬进入盛花期, 花期持续至 7 月上旬。

(2) 东革阿里芽为裸芽, 新芽为浅红紫色。花序为顶生圆锥花序, 每个分枝为总状花序。萼片 5 枚, 合生。花被片 5 枚, 合生。花瓣为紫红色。

(3) 整个观测周期内, 苗高生长呈现“慢—快—慢”的“S”形趋势, 苗高生长出现一次高峰 (2019 年 11 月), 30 d 的净高生长量达 10.54 cm; 地径的生长与苗高生长规律相反, 在苗高快速生长时, 地径增粗缓慢。地径生长也出现一次高峰, 高峰期 (2019 年 12 月) 30 d 内净地径生长量达 2.17 mm。

(4) 东革阿里的苗高、地径生长均与月平均光照强度呈显著负相关 ($P<0.05$), 与其他气象因子相关程度不高, 但是苗高生长量和地径生长量之间极显著相关 ($P<0.01$)。

3.2 讨论

东革阿里在马来西亚被称为马来西亚人参, 是马来西亚三大国宝之一, 可全株可入药, 药用部位主要在根部。对于我国海口种植的东革阿里所含药用成分及药用价值情况, 与原产地差异度等方面尚需进一步分析。

周兆德等^[17]对海南省各县市与世界 21 个国家的农业气候相似性进行分析, 结果表明, 海南岛与马来西亚吉隆坡的相似等级为三级, 属于次相似区, 农业气候条件有明显差异, 可作为间接引种和驯化区。本试验初步表明, 东革阿里在海南海口云龙试验地表现出较好的适应性, 已经完成了从种子到开花的生长过程, 全年均可生长。但是因为目前尚未观测到果实, 对东革阿里的物候和适应性还需要做进一步观测和研究。

结合试验地的气候条件, 11 月至翌年 4 月为云龙地区的干旱少雨季, 此时东革阿里高生长进入缓慢期, 但地径生长却相反, 进入最大增长期。分析其原因为, 当雨水充沛时苗木快速抽条生长, 11 月后进入干旱季节后, 同时气温降低, 枝条萌发抽条减缓, 树木开始横向生长, 地径变粗。依照东革阿里幼苗生长规律, 建议在株高、地径的生长高峰期前进行施肥抚育, 即 11 月和 11 月至翌年 3 月前, 可促进东革阿里的快速生长。

参考文献:

- [1] 中国自然标本馆 (Chinese Field Herbarium, 简称 CFH) [DB/OL]. <http://www.cfh.ac.cn/7014462.sp>
- [2] 张弘. 东革阿里繁殖技术研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2017.
- [3] 李滢, 董艳萍, 王恒禹. 药用植物东革阿里的研究新进展[J]. 保山学院学报, 2019 (5): 5-9.
- [4] 张丽华, 张月芬, 唐小蛮. 双水相体系提取东革阿里及滴丸的制备[J]. 中国医院药学杂志, 2020, 40 (22): 2308-2312.
- [5] TSAI C H, FANG T C, LIAO P L, et al. The powdered poot of *Eurycoma longifolia* Jack improves Beta-Cell number and pancreatic Islet performance through PDX1 induction and shows Antihyperglycemic activity in db/db Mice[J]. Nutrients, 2020, 12 (7): E2111.
- [6] 陈秀明, 周璟明, 林斌, 等. 超高效液相色谱-串联四极杆飞行时间质谱法快速分析东革阿里化学成分[J]. 分析测试学报, 2020, 39 (4): 449-460.
- [7] ZHANG Y, ZHAO W, RUAN J Y, et al. Anti-inflammatory canthin-6-one alkaloids from the roots of Thailand *Eurycoma longifolia* Jack[J]. J Nat Med, 2020, Vol.74 (4): 804-810.
- [8] 贺萍, 王倩, 张猛猛, 等. 东革阿里多糖对红细胞氧化溶血的保护作用[J]. 现代食品科技, 2019, 35 (06): 30-38.
- [9] RAJEEV B, KARIM A A. Tongkat Ali (*Eurycoma longifolia* Jack): a review on its ethnobotany and pharmacological importance[J]. Fitoterapia, 2010, Vol.81 (7): 669-679.
- [10] 陈秀明, 周璟明, 林斌, 等. HPLC 法测定东革阿里中宽络酮的含量[J]. 福建分析测试, 2019, 28 (03): 10-14.
- [11] 杨胜莲, 董晓娜, 陈培, 等. 不同基质比对东革阿里种子萌芽及苗期生长的影响[J]. 热带林业, 2020, 48 (2): 21-24.
- [12] 李彭生, 何春梅, 王洪峰. 东革阿里引种育苗技术研究[J]. 热带林业, 2016, 44 (02): 14-16.
- [13] 徐佩玲. 东革阿里组织培养初报[J]. 热带林业, 2014, 42 (03): 6-7.
- [14] 李彭生, 何春梅, 等. 东革阿里种子生物学特性研究[J]. 林业与环境科学, 2016, 32 (03): 66-69.
- [15] 凌敏, 何春梅, 高健敏, 等. 药用植物东革阿里的研究进展[J]. 广东林业科技, 2013, 29 (06): 66-73.
- [16] 杨雪艳, 徐建民, 朱映安, 等. 卡西亚松家系幼林的生长节律[J]. 热带亚热带植物学报, 2019, 27 (4): 399-407.
- [17] 周兆德, 郑剑非. 海南岛各县与世界热带国家农业气候相似性研究[J]. 热带作物学报, 1988 (2), 33-42.
- [18] 夏林喜, 牛永波, 李爱萍, 等. 浅谈木本植物物候观测要求及各物候期观测标准[J]. 山西气象, 2006 (02): 47-48.