



周祥斌, 周 玮, 林 玮, 等. 14 个香椿种源生长节律的观测与分析[J]. 华南农业大学学报, 2016, 37(5): 84-90.

# 14 个香椿种源生长节律的观测与分析

周祥斌<sup>1,2</sup>, 周 玮<sup>2</sup>, 林 玮<sup>2,3</sup>, 周 鹏<sup>2,4</sup>, 陈晓阳<sup>2</sup>

(1 广东省连山林场, 广东 清远 513200; 2 华南农业大学 林学与风景园林学院/广东省森林植物种质资源创新与利用重点实验室, 广东 广州 510642; 3 佛山市林业科学研究所, 广东 广州 528222; 4 广东生态工程职业学院, 广东 广州 510520)

**摘要:**【目的】掌握我国特有珍贵速生用材树种香椿 *Toona sinensis* 的苗期生长节律, 提高苗木培育质量和幼林抚育效果。【方法】从香椿分布区选择有代表性的 14 个地点采种, 对苗木生长进行为期 1 年的连续观测, 并利用 Logistic 方程拟合其苗高和地径生长过程, 划分苗木生长阶段。【结果】香椿各种源苗高生长在 1—4 月为缓慢生长期, 5 月中旬—9 月末为快速生长期, 之后生长趋于缓慢, 呈“S”型, 即表现为“慢—快—慢”的生长过程。地径的生长节律也呈“S”型, 但地径速生期起始时间普遍早于苗高, 持续时间也普遍比苗高长, 可持续至 10 月中、下旬。不同种源间苗木生长节律差异明显。南方种源苗高快速生长期为 4—9 月, 持续时间长, 而北方种源苗高快速生长期集中在 6—7 月, 持续时间短。南方种源地径在 8、9 月还能快速生长, 而北方种源在 7 月或 8 月进入缓慢生长期, 9 月中旬后基本停止生长。各种源苗高、地径 Logistic 方程拟合精度高。【结论】北方种源不适合广东栽培。根据生长曲线, 将香椿各种源划分为 3 个生长阶段; 速生期是关键, 应抓住速生期加强水肥管理, 促进香椿的快速生长。

**关键词:** 香椿; 种源; 苗木; 生长节律  
**中图分类号:** S722.3      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1001-411X(2016)05-0084-07

## Observation and analysis on growth rhythms of *Toona sinensis* of 14 provenances

ZHOU Xiangbin<sup>1,2</sup>, ZHOU Wei<sup>2</sup>, LIN Wei<sup>2,3</sup>, ZHOU Peng<sup>2,4</sup>, CHEN Xiaoyang<sup>2</sup>

(1 Guangdong Lianshan Forestry Farm, Qingyuan 513200, China; 2 College of Forestry and Landscape Architectural, South China Agricultural University/Guangdong Key Laboratory for Innovative Development and Utilization of Forest Plant Germplasm, Guangzhou 510642, China; 3 Foshan Municipal Forestry Research Institute, Foshan 528222, China; 4 Guangdong Ecology Vocational College, Guangzhou 510520, China)

**Abstract:**【Objective】To find out the growth rhythms of the seedlings of Chinese unique precious fast-growing timber species *Toona sinensis*, for raising seedling quality and tending effect of young stand. 【Method】The seeds were collected from 14 representative locations of *T. sinensis* distribution area. Seedling growth was observed continuously for one year. Logistic equations were used to fit the growth in seedling height and ground diameter, and seedling growth stages were divided. 【Result】The growth in seedling height of different provenances had three stages. Slow growth period was from January to April. Rapid growth period was from mid-May to the end of September, followed with another slow growth period. The "Slow-Fast-Slow" growth process showed "S" type rhythm. The growth rhythm of the ground diameter also showed as "S" type, whereas the beginning time of rapid growth period was generally earlier than that of height growth, and the duration of rapid growth was generally longer by continuing until mid- or late October. There were significant differences in growth rhythms among seedlings of different provenances. The rapid growth period of southern provenances was from April to September, lasting for a long

time. The rapid growth period of northern provenances was relatively short and was mainly in June and July. The ground diameters of southern provenances continued to grow fast in August and September. However, the northern provenances step into a slow growth period in July or August, and in general stopped growing after mid-September. 【Conclusion】Northern provenances are not suitable for cultivation in Guangdong. There are high precisions in the logistic equations used to fit growth in height and ground diameter for seedlings of different provenance. According to the seedling growth curves, the growth process of *T. sinensis* provenances can be divided into three stages. Rapid growth stage is the key time for seedling growth. During this stage the management of water and fertilizer should be reinforced to promote *T. sinensis* growth.

**Key words:***Toona sinensis*; provenance; seedling; growth rhythm

香椿 *Toona sinensis* 为楝科 Meliaceae 香椿属 *Toona* 树种,又名椿、椿芽、春甜树、春阳树等。香椿属于落叶乔木,雌雄异株,偶数羽状复叶,圆锥花序,两性花白色,椭圆形蒴果,翅状种子,种子可以繁殖,在我国其分布区北至辽宁,南到海南,西至甘肃,西南至滇黔,东到台湾。香椿为我国特有珍贵速生用材树种,在我国的栽培历史已有 2 000 多年,山东、河南、安徽、河北等省为香椿主产区。香椿生长迅速,木质坚硬,纹理细致美观,耐水湿,不翘不裂,为家具和建筑的优良用材树种。香椿又是我国著名的药食两用木本植物,其嫩叶营养丰富,可生食、熟食和腌食,叶、根、皮、果实等均可入药。

目前,有关香椿研究报道集中在香椿食用、药用价值和香椿栽培技术等方面<sup>[1-3]</sup>。有关遗传改良报道较少。孙鸿有等<sup>[4]</sup>报道了香椿种源试验林的调查结果,有研究者观测了不同种源种子性状的变异<sup>[5]</sup>,开展了不同种源、家系的性状观测与变异分析<sup>[6-9]</sup>。

在香椿苗木生长节律研究方面,仅见林兴春<sup>[10]</sup>对 5 个香椿无性系嫁接苗期生长节律进行了分析。观测分析香椿不同种源苗期生长节律,对于预测不同种源在栽培地区的适应性和生长潜力,准确掌握苗木生长规律,提高苗木培育质量和加强幼林抚育具有重要意义。本研究从香椿分布区选择有代表性的 14 个地点采种,对苗木生长进行为期 1 年的连续观测,并利用 Logistic 方程拟合其苗高和地径生长过程,划分苗木生长阶段。

1 材料与方法

1.1 材料

从我国福建漳州、广东乐昌、广西那坡、广西南宁、广西兴安、贵州独山、湖北建始、湖南常德、湖南凤凰、陕西安康、云南建水、重庆彭水、四川蓬安、甘肃武都和福建漳州共 11 个省(市、区)14 个县采集香椿种子。采种点地理位置和气候条件见表 1。

表 1 香椿采种点地理位置和气候因子

Tab.1 Geographic locations and climatic information of the seed collection sites of *Toona sinensis* of different provenances

| 编码   | 种源   | 经度(E)/(°) | 纬度(N)/(°) | 海拔/m  | 年均温/℃ | 年降水量/mm | 无霜期/d | 年均日照/h |
|------|------|-----------|-----------|-------|-------|---------|-------|--------|
| fh   | 湖南凤凰 | 109.58    | 27.93     | 343   | 15.9  | 1 308   | 277   | 1 266  |
| lcs  | 广东乐昌 | 113.33    | 25.12     | 98    | 19.6  | 1 522   | 300   | 1 500  |
| nn   | 广西南宁 | 108.35    | 22.82     | 100   | 21.6  | 1 304   | 365   | 1 537  |
| np   | 广西那坡 | 105.82    | 23.38     | 794   | 18.0  | 1 422   | 332   | 1 754  |
| pa   | 四川蓬安 | 106.41    | 31.03     | 346   | 17.6  | 1 032   | 291   | 1 271  |
| xa   | 广西兴安 | 110.67    | 25.60     | 226   | 17.8  | 1 842   | 293   | 1 281  |
| ynjs | 云南建水 | 102.82    | 23.63     | 1 323 | 18.7  | 800     | 307   | 2 302  |
| ak   | 陕西安康 | 109.02    | 32.68     | 370   | 16.0  | 1 050   | 253   | 1 610  |
| cd   | 湖南常德 | 111.68    | 29.02     | 234   | 9.2   | 1 899   | 272   | 1 510  |
| ds   | 贵州独山 | 107.53    | 25.82     | 1 000 | 15.0  | 1 346   | 294   | 1 200  |
| js   | 湖北建始 | 109.72    | 30.60     | 1 152 | 15.5  | 1 480   | 260   | 1 332  |
| ps   | 重庆彭水 | 108.15    | 29.28     | 422   | 17.5  | 1 104   | 312   | 1 035  |
| wd   | 甘肃武都 | 104.92    | 33.40     | 1 002 | 14.5  | 500     | 240   | 1 911  |
| zz   | 福建漳州 | 117.63    | 24.50     | 19    | 21.0  | 1 600   | 330   | 2 060  |

1.2 试验地概况

试验地设在华南农业大学林学院教学科研基地苗圃。苗圃位于北纬 23°09′50″,东经 113°21′60″,地处南亚热带,属南亚热带典型的季风海洋气候,全年平均气温 20~22℃,日均气温 0℃以上,年降水量 1 689.3~1 876.5 mm,雨季为 4—9 月,降水量占全年的 85% 左右。

1.3 试验设计

用于生长节律观测的苗木在 2013 年秋定植在苗圃。采用完全随机区组设计种植,5 个区组,每个区组每个种源种植 3 株,株行距 1 m×1 m。从 2014 年 1 月 9 日—11 月 23 日,每隔 15 d(每月的 9 和 24 日)测定苗高、地径,共计观测 22 次。

1.4 生长曲线拟合

利用 SPSS19.0 软件对各种源香椿苗高和地径的生长量作 Logistic 曲线年生长动态拟合:

$$y = \frac{k}{1 + ae^{-bx}}, \tag{1}$$

式中, $y$  为苗高或地径的生长量, $x$  为时间, $a$ 、 $b$  为待定系数,通过 SPSS 非线性回归分析解出。非线性回归过程初始值赋值时, $k$  设定为任意选择距离最大观测值不远的渐近线的值, $a$ 、 $b$  用开始 2 个观测值代入 Logistic 曲线方程求解得到<sup>[11]</sup>。

2 结果与分析

2.1 苗高生长节律

由图 1 可以看出,香椿各种源幼苗高在 1—4 月为缓慢生长期,5 月初—9 月底为快速生长期,之后生长趋于缓慢,表现出“慢—快—慢”的生长过程。生长曲线为典型的“S”型曲线。4 月中旬之前,各种源间苗高生长差异不大,而进入快速生长期,各种源间苗高生长差异逐渐拉大,至 11 月,生长最快的四川蓬安种源(pa)与生长最慢的甘肃武都种源(wd)苗高相差 162.65 cm,前者为后者的 8.06 倍。

从 14 个种源苗高生长动态曲线(图 2)可以看出,香椿种源苗高生长量集中在 6—7 月,占测量期生长总量的 49.95%。但是,不同种源苗高快速生长的持续时间不同。四川蓬安(pa)、广西那坡(np)、广东乐昌(lcs)等南方种源的快速生长期为 4—9 月,持续时间长,在 8—9 月还能快速生长,生长量分别占总量的 23.68%、34.87%、18.80%,“S”型生长曲线特别明显。而甘肃武都(wd)、陕西安康(ak)等北方种源的快速生长期集中在 6—7 月,持续时间短,“S”型生长曲线不明显,整年的苗高生长维持在一个比较低的水平。由此表明,甘肃武都(wd)、陕西安康(ak)等北方种源不适合在广东栽种。

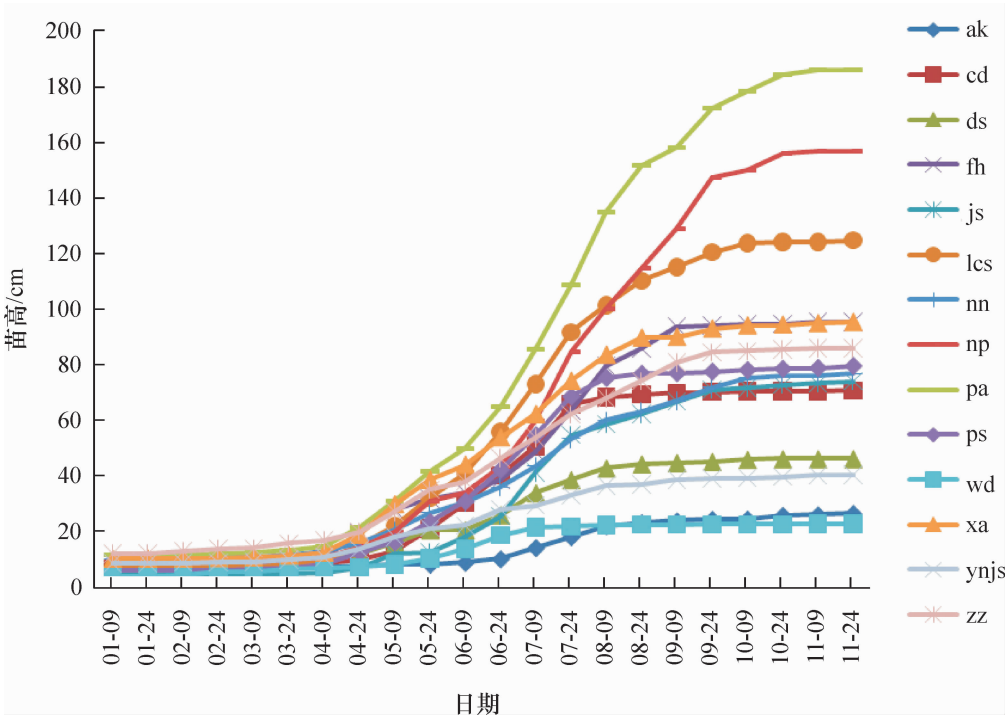


图 1 不同种源香椿苗高累积生长曲线

Fig. 1 The growth accumulation curve of *Toona sinensis* seedling height of different provenance

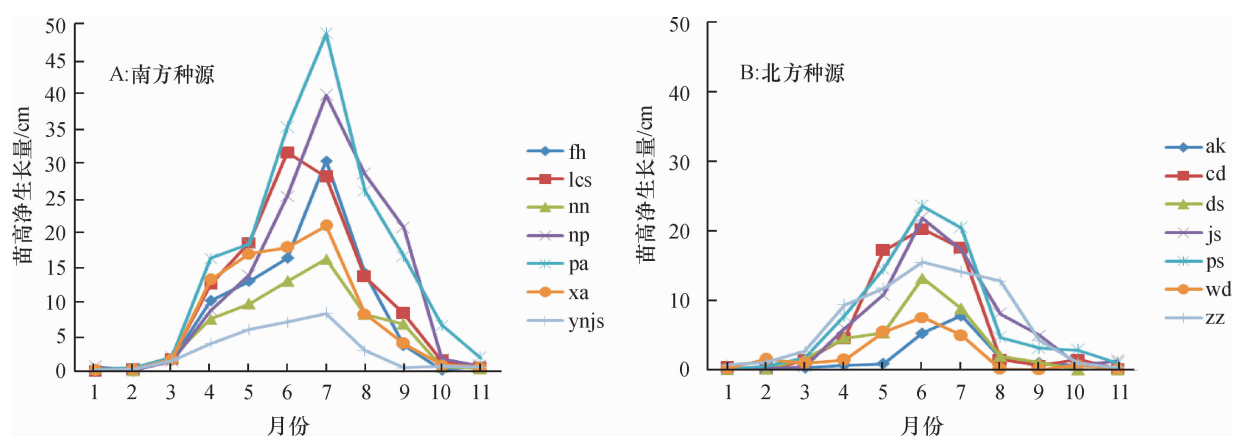


图2 不同种源香椿苗高生长动态

Fig. 2 The growth dynamic curve of *Toona sinensis* seedling height of different provenance

2.2 地径生长节律

香椿地径年生长也呈现“慢-快-慢”的生长过程(图3),香椿各种源幼苗地径1—4月为缓慢生长期,快速生长期从5月初开始,与苗高同期。但快速生长延续至10月中、下旬,之后进入生长缓慢期。持续时间明显长于苗高,整个速生期大约持续5个月左右。5月初之前,不同种源间地径生长差异不大,而从6月初到10月中、下旬,各种源间地径生长差异逐渐拉大,至测量期末,生长最快的四川蓬安种源(pa)与生长最慢的陕西安康种源(ak)地径相差

30.96 mm,前者为后者的5.53倍。

从香椿地径生长动态曲线(图4)可以看出,香椿地径生长量主要集中在6—8月,占测量期生长总量的53.52%。但不同种源地径快速生长持续的时间不同。四川蓬安(pa)、广西那坡(np)、广东乐昌(lcs)等南方种源在8—9月还能快速生长,生长量分别占测量期生长总量的31.29%、32.85%、30.55%,而北方种源在7月或8月进入缓慢生长期,9月中旬后基本停止生长。

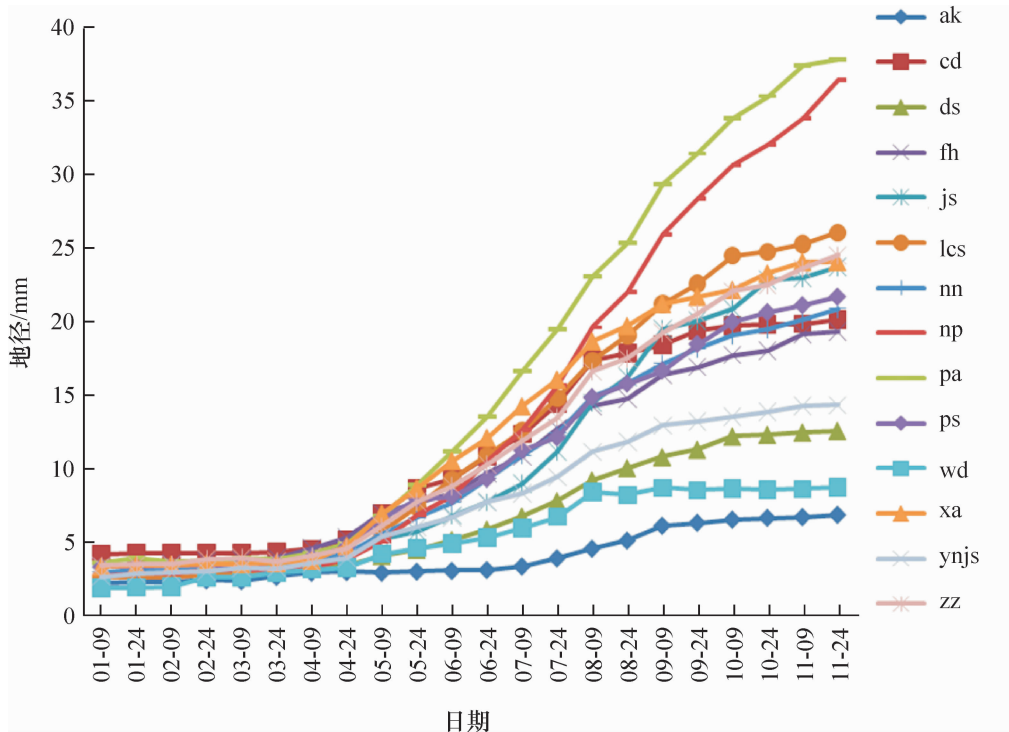


图3 不同种源香椿地径累积生长曲线

Fig. 3 The ground diameter growth accumulation curve of *Toona sinensis* seedling of different provenance

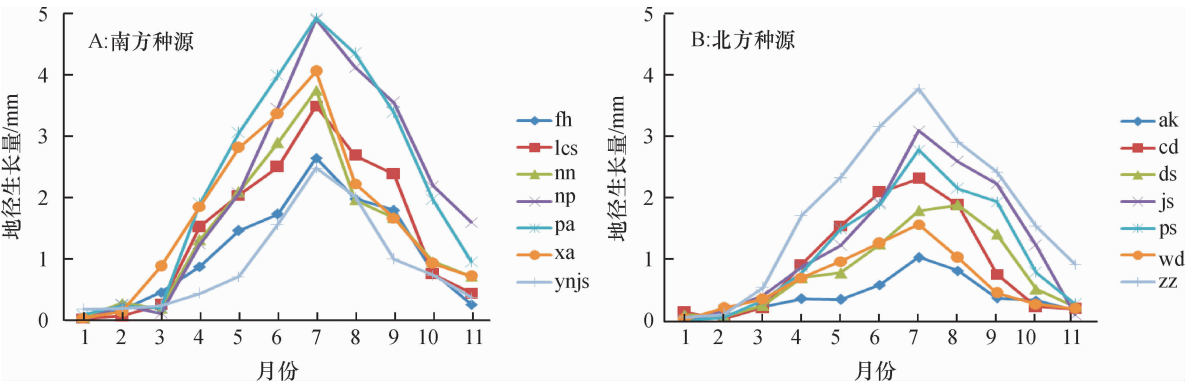


图 4 不同种源香椿地径生长动态

Fig. 4 The ground diameter growth dynamic curve of *Toona sinensis* seedling of different provenance

2.3 香椿苗期生长模型的建立和拟合

利用 Logistic 模型拟合香椿各种源的苗高、地径数据,计算出生长曲线模型各参数(表 2)。各种源苗高、地径拟合方程的决定系数( $R^2$ )分别为 0.945 ~

0.996、0.964 ~ 0.994,达到了极显著相关水平。由此说明,用 Logistic 方程来拟合苗高、地径的生长节律精确度是很高的。

表 2 不同种源香椿苗高、地径的 Logistic 回归曲线参数

Tab.2 The seedling heights and ground diameters logistic regression parameters of *Toona sinensis* of different provenances

| 种源   | 苗高      |         |       |       | 地径     |        |       |       |
|------|---------|---------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
|      | $k$     | $a$     | $b$   | $R^2$ | $k$    | $a$    | $b$   | $R^2$ |
| fh   | 103.949 | 54.020  | 0.023 | 0.983 | 24.140 | 10.769 | 0.012 | 0.990 |
| lcs  | 127.762 | 186.589 | 0.031 | 0.996 | 29.510 | 31.758 | 0.018 | 0.994 |
| nn   | 86.650  | 22.788  | 0.018 | 0.987 | 25.045 | 17.147 | 0.014 | 0.988 |
| np   | 169.190 | 177.076 | 0.026 | 0.993 | 43.436 | 55.327 | 0.018 | 0.994 |
| pa   | 197.018 | 123.377 | 0.026 | 0.995 | 35.629 | 27.035 | 0.015 | 0.990 |
| xa   | 99.676  | 42.662  | 0.024 | 0.990 | 26.581 | 20.622 | 0.017 | 0.988 |
| ynjs | 44.545  | 9.034   | 0.016 | 0.977 | 17.743 | 9.932  | 0.013 | 0.985 |
| ak   | 48.646  | 57.967  | 0.022 | 0.945 | 6.103  | 7.473  | 0.011 | 0.964 |
| cd   | 72.575  | 311.205 | 0.037 | 0.982 | 23.748 | 11.402 | 0.014 | 0.970 |
| ds   | 51.530  | 15.483  | 0.018 | 0.966 | 18.724 | 10.441 | 0.012 | 0.973 |
| js   | 74.788  | 401.802 | 0.034 | 0.990 | 31.100 | 28.928 | 0.015 | 0.983 |
| ps   | 81.019  | 237.353 | 0.034 | 0.988 | 28.477 | 15.037 | 0.013 | 0.989 |
| wd   | 24.724  | 12.653  | 0.020 | 0.950 | 10.132 | 6.513  | 0.013 | 0.973 |
| zz   | 96.739  | 18.054  | 0.017 | 0.987 | 30.955 | 17.927 | 0.014 | 0.989 |

根据不同种源苗高生长曲线的速生拐点、萌动到速生和速生转缓慢的分界点,将不同种源苗高生长划分为 3 个阶段(表 3)。不同种源苗高生长 3 个阶段的节律有所不同。苗高生长前期,生长量最大的是四川蓬安种源(pa),为 29.97 cm,而生长量最小的是云南建水种源(ynjs)为 0.45 cm。各种源苗高速生期起始时间通常在 4—5 月,贵州独山种源(ds)、甘肃武都种源(wd)和云南建水种源(ynjs)速生期起始时间最早,在 3 月份,主要原因是其整年的生长比

较缓慢,以至于生长较缓慢的部分时间划入了速生期,使速生期的起始时间提前 1 个多月。速生期最晚的是广西那坡种源(np),起始时间在 6 月 8 日,主要原因是其整个生长期都生长快速,以至于生长较快的部分时间未划入速生期,使速生期的起始时间较一般情况晚半个月。各种源苗高速生期持续 71.2 ~ 164.6 d,速生期的苗高生长量为 15.62 ~ 112.81 cm,速生期占整个测量周期生长量的 58.84% ~ 87.83%。后期生长量一般比前期生长量大。

表3 各种源香椿苗木不同生长阶段的苗高生长

| 种源   | 生长前期  |       | 速生期    |       |       |            | 生长后期  |       |
|------|-------|-------|--------|-------|-------|------------|-------|-------|
|      | 累计生长  | 占比/%  | 累计生长   | 占比/%  | 起始日期  | 持续时<br>间/d | 累计生长  | 占比/%  |
|      | 量/cm  |       | 量/cm   |       |       |            | 量/cm  |       |
| fh   | 16.00 | 18.49 | 62.71  | 72.50 | 05-05 | 114.5      | 7.79  | 9.01  |
| lcs  | 20.96 | 17.90 | 68.92  | 58.84 | 05-15 | 85.0       | 27.25 | 23.26 |
| nn   | 5.23  | 7.88  | 52.43  | 79.04 | 04-20 | 146.3      | 8.67  | 13.07 |
| np   | 24.43 | 16.55 | 105.15 | 71.24 | 06-08 | 101.3      | 18.02 | 12.21 |
| pa   | 29.97 | 17.23 | 112.81 | 64.85 | 05-24 | 101.3      | 31.17 | 17.92 |
| xa   | 7.94  | 9.38  | 63.05  | 74.45 | 04-21 | 109.7      | 13.70 | 16.18 |
| ynjs | 0.45  | 1.40  | 27.67  | 87.36 | 03-05 | 164.6      | 3.56  | 11.24 |
| ak   | 1.58  | 7.98  | 15.62  | 78.76 | 05-14 | 119.7      | 2.63  | 13.26 |
| cd   | 6.24  | 9.76  | 47.65  | 74.49 | 05-10 | 71.2       | 10.07 | 15.75 |
| ds   | 0.83  | 2.21  | 30.38  | 80.94 | 03-29 | 146.3      | 6.32  | 16.85 |
| js   | 8.77  | 12.64 | 45.46  | 65.54 | 05-27 | 77.5       | 15.14 | 21.83 |
| ps   | 10.84 | 14.80 | 59.39  | 81.11 | 05-11 | 77.5       | 2.99  | 4.08  |
| wd   | 1.83  | 9.77  | 15.92  | 84.83 | 03-11 | 131.7      | 1.01  | 5.40  |
| zz   | 5.17  | 7.04  | 64.52  | 87.83 | 04-12 | 154.9      | 3.77  | 5.13  |

14个香椿种源幼苗地径的生长节律也划分为3个阶段(表4),地径生长前期,生长量最大的是四川蓬安种源(pa),生长量为3.92 mm,而生长量最小的陕西安康种源(ak)生长量为0.03 mm。各种源地径速生期起始时间通常在4—5月,与苗高速生期起始时间相当。甘肃武都种源(wd)起始时间最早,在2月,紧随其后的陕西安康种源(ak)、湖南常德种源(cd)、云南建水种源(js),起始时间在3月,最晚的是广西那坡种源(np),速生期起始时间在6月8日。速生期的持续时间为146.3~239.4 d,速生期的地径生长量为4.30~20.87 mm,速生期占整个测量周期生长量的75.94%~97.16%。生长后期生长量一般比生长前期小。

与苗高生长相比较,同一种源地径速生期起始时间普遍比苗高早。例如,陕西安康种源(ak)和湖南常德种源(cd)的苗高速生期起始时间分别为5月14日和5月10日,而地径速生期起始时间分别为3月13日和3月30日。地径速生期持续时间普遍比苗高长。各种源苗高速生期持续时间平均为114.4 d,而地径速生期持续时间平均为189.2 d。

表4 各种源香椿苗木不同生长阶段的地径生长

| 种源   | 生长前期 |       | 速生期   |       |       |            | 生长后期 |       |
|------|------|-------|-------|-------|-------|------------|------|-------|
|      | 累计生长 | 占比/%  | 累计生长  | 占比/%  | 起始日期  | 持续时<br>间/d | 累计生长 | 占比/%  |
|      | 量/mm |       | 量/mm  |       |       |            | 量/mm |       |
| fh   | 1.06 | 8.35  | 11.50 | 90.94 | 04-07 | 219.5      | 0.09 | 0.71  |
| lcs  | 1.72 | 10.70 | 12.43 | 77.32 | 05-08 | 146.3      | 1.93 | 11.98 |
| nn   | 1.33 | 8.34  | 13.71 | 85.72 | 04-28 | 188.1      | 0.95 | 5.94  |
| np   | 3.65 | 15.81 | 17.52 | 75.94 | 06-08 | 146.3      | 1.90 | 8.25  |
| pa   | 3.92 | 15.70 | 20.87 | 83.58 | 05-21 | 175.6      | 0.18 | 0.72  |
| xa   | 0.99 | 5.23  | 15.18 | 80.26 | 04-20 | 154.9      | 2.74 | 14.51 |
| ynjs | 0.42 | 3.69  | 10.59 | 93.98 | 03-25 | 202.6      | 0.26 | 2.33  |
| ak   | 0.03 | 0.66  | 4.30  | 95.27 | 03-13 | 239.4      | 0.18 | 4.06  |
| cd   | 0.27 | 2.73  | 9.62  | 96.65 | 03-30 | 188.1      | 0.06 | 0.62  |
| ds   | 0.06 | 0.58  | 10.32 | 97.16 | 04-05 | 219.5      | 0.24 | 2.26  |
| js   | 3.26 | 23.57 | 10.52 | 75.96 | 05-26 | 175.6      | 0.07 | 0.47  |
| ps   | 1.03 | 8.14  | 11.42 | 90.13 | 04-26 | 202.6      | 0.22 | 1.74  |
| wd   | 0.30 | 4.64  | 5.31  | 81.54 | 02-21 | 202.6      | 0.90 | 13.82 |
| zz   | 1.51 | 7.27  | 17.95 | 86.65 | 05-01 | 188.1      | 1.26 | 6.08  |

### 3 讨论与结论

香椿各种源苗高和地径生长节律均呈“S”型,即表现出“慢-快-慢”的生长过程。幼苗高生长在1—4月为缓慢生长期,5月中旬至9月末为快速生长期,之后生长趋于缓慢。而地径生长持续至10月中、下旬。据林兴春<sup>[10]</sup>对5个香椿无性系8个月嫁接苗苗高和地径生长的调查,苗高和地径的年生长趋势也均为典型的“S”型曲线,苗高和地径的生长主要集中在8月份以前,8月份以后苗高和地径的生长变化不明显。梁有旺等<sup>[12]</sup>的研究表明,7—9月是香椿苗高生长的主要时期。各地试验结果有关速生期时间有所不同,这可能与地区的气候条件差异有关。

不同种源间苗木生长差异明显。生长最快的四川蓬安种源(pa)与生长最慢的甘肃武都种源(wd)苗高相差162.65 cm,前者为后者的8.06倍。苗高生长主要集中在6—7月,占测量期生长总量的49.95%,南方种源在7月以后的8—9月还能快速生长,四川蓬安种源(pa)、广西那坡种源(np)、广东乐昌种源(lcs)在8—9月的生长量分别占测量期生长总量的23.68%、34.87%、18.80%,而北方的种源则生长缓慢。地径生长最快的四川蓬安种源(pa)与生长最慢的陕西安康种源(ak)地径相差30.96 mm,前者为后者的5.53倍。地径的生长主要集中在6—8月,占测量期生长总量的53.52%,南方种源在9月还能快速生长。从各种源苗木生长节律和总的生长量可以看出,陕西安康(ak)和甘肃武都(wd)等北方种源不适合在广东栽培。

各种源苗高、地径 Logistic 拟合方程的决定系数分别为0.945~0.996、0.964~0.994,达到了极显著相关水平。多数树种苗木生长节律观测分析结果也表明,用 Logistic 方程来拟合苗高、地径的生长节律有很高的精确度<sup>[13-15]</sup>。本研究的各种源苗高速生期起始时间集中在4—5月。速生期的持续时间为71.2~164.6 d,速生期的生长量占整个测量期的58.84%~87.83%。生长后期生长量一般比生长前期大。各种源地径速生期起始时间集中在4—5月,与苗高速生期起始时间相当,持续时间为146.3~239.4 d。

林兴春<sup>[10]</sup>观测结果表明,香椿嫁接后地径比苗高更早进入速生期,地径的速生期也比苗高长。这与本研究结论是一致的。通过对香椿苗木年生长节律的观测研究,对其生长期进行划分,可针对不同的生长阶段,制定不同的栽培技术措施。速生期是植

株生长的关键期,速生期的长短决定了其当年生长量<sup>[16]</sup>,应抓住速生期,加强水肥管理,促进香椿的快速生长。

#### 参考文献:

- [1] SU Y F, YANG Y C, HSU H K, et al. *Toona sinensis* leaf extract has antinociceptive effect comparable with non-steroidal anti-inflammatory agents in mouse writhing test[J]. BMC Comp Altern Med, 2015, 15(1):1-4.
- [2] XIA Q, WU W C, TIAN K, et al. Effects of different cutting traits on bud emergence and early growth of the Chinese vegetable *Toona sinensis*[J]. Sci Hortic, 2015, 190: 137-143.
- [3] ZHANG B B, MA Z Q, ZHANG J, et al. Effects of rehydration conditions on quality of dehydrated *Toona sinensis* [J]. Mod Food Sci Technol, 2015, 31(7):270-276.
- [4] 孙鸿有,王鹏飞,方炳法,等. 香椿地理变异与种源选择[J]. 浙江林学院学报, 1992, 9(3):4-12.
- [5] 周祥斌,周玮,周鹏,等. 香椿种源间种子性状地理变异研究[J]. 华南农业大学学报, 2015, 36(5):105-110.
- [6] 李淑玲,桑玉强,王平,等. 不同种源香椿性状遗传分析[J]. 河南农业大学学报, 2000, 34(4):363-366.
- [7] 潘晓芳,宋志姣,陶思叁,等. 广西香椿种源种苗特性研究[J]. 广东农业科学, 2013, 40(4):20-22.
- [8] 郝明灼,陈德根,彭方仁,等. 8个种源香椿种子性状及芽苗菜产量和品质比较[J]. 浙江农林大学学报, 2012, 29(2):80-184.
- [9] 刘军,陈益泰,姜景民,等. 香椿种源苗期性状变异与原产地生态因子典型相关分析[J]. 东北林业大学学报, 2010, 38(11):27-29.
- [10] 林兴春. 5个香椿无性系嫁接苗苗期生长节律分析[J]. 林业勘察设计, 2015(1):124-127.
- [11] 董江水. 应用 SPSS 软件拟合 Logistic 曲线研究[J]. 金陵科技学院学报, 2007, 23(1):21-24.
- [12] 梁有旺,彭方仁,陈德平. 不同种源香椿苗期生长差异比较[J]. 林业科技开发, 2007, 21(2):38-41.
- [13] 邝雷,邓小梅,陈思,等. 4个任豆种源苗期生长节律的研究[J]. 华南农业大学学报, 2014, 35(5):98-101.
- [14] 陈丽君,刘明骞,廖柏勇,等. 苦楝不同种源苗期生长性状和生长节律研究[J]. 西南林业大学学报, 2014, 34(4):1-7.
- [15] 廖海红,孔小丽,周华,等. 毛红椿九连山种源播种育苗期生长规律研究[J]. 南方林业科学, 2015, 43(1): 11-16.
- [16] 彭玉华,黄志玲,申文辉,等. 台湾桤木引种的生长节律与生物量研究[J]. 2014, 34(6):7-12.

【责任编辑 李晓卉】