

# 不同混农林种植模式下糖胶树生物量与生长规律研究<sup>\*</sup>

刘贵周<sup>1</sup> 蔡传涛<sup>1\*\*</sup> 罗媛<sup>1</sup> 刘宝<sup>2</sup> 孙成逊<sup>2</sup>

(1 中国科学院西双版纳热带植物园昆明分部 昆明 650223 2 云南大唐汉方制药有限公司 普洱 665000)

**摘 要** 通过分析糖胶树在不同种植模式下的生长及生物量变化,探讨了糖胶树不同种植模式的效果。结果表明:在较高种植密度(株行距为 4 m × 6 m)条件下,不同种植坡向间糖胶树生长差异较大,而在低密度条件下,坡向对植株的生长影响不大;在 1 定种植密度范围内,阴坡的种植密度对糖胶树的生长影响不大,且阴坡条件不利于糖胶树的生长,而阳坡则较适宜;不同种植模式下的糖胶树单株生物量不同,荒坡纯种(2 717 kg)较糖胶树 + 茶叶种植模式(2 598 kg)以及糖胶树 + 咖啡模式(2 500 kg)高。移栽定植后 9~ 11 个月是糖胶树生长的最快阶段;用种子进行苗木繁殖的糖胶树,其单株总生物量为 28 41 kg 是营养繁殖的 3 21 倍,在生产上大面积推广时宜采用糖胶树种子进行幼苗繁殖。

**关键词** 糖胶树 生物量 生长规律 混农林种植模式 阳坡 阴坡 种植密度

**中图分类号:** S157 4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671- 3990(2008)01- 0150- 05

## Biomass and growth law of *A. scholaris* under different patterns of agroforestry

LU Guizhou<sup>1</sup>, CAI Chuan-Tao<sup>1</sup>, LUO Yuan<sup>1</sup>, LIU Bao<sup>2</sup>, SUN Cheng-Xun<sup>2</sup>

(1 Division of Tropical Xishuangbanna Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223, China

2 Yunnan Datang Hanfang Pharmaceutical Co. Ltd., Puer 665000, China)

**Abstract** A field experiment was conducted to study growth characteristics and biomass accumulation of *A. scholaris* plants under different systems of agroforestry in order to determine *A. scholaris* plantation optimal pattern. Results show that growth of *A. scholaris* is enhanced when planted in high density at 417 plants per hectare over low density planting and is significantly affected by slope direction. However, in lower density planting, plant growth is not significantly affected by slope direction. Within a certain density range, plant density has no significant effect on the growth of *A. scholaris* in shady-slopes. Sunny-slopes are most favorable to *A. scholaris* growth. Under the system of monoculture, total biomass per plant (2 717 kg) is much higher than that of agroforestry systems such as *A. scholaris* and *Camellia sinensis* (2 598 kg), and *A. scholaris* and *Coffea arabica* (2 500 kg). Nine to eleven months after planting *A. scholaris* trees grow very fast. Total biomass per plant of seed-propagated trees is 28 41 kg, 3 21 times that of vegetatively propagated trees. Therefore, it is recommended that seed-propagated seedlings be used in *A. scholaris* production.

**Key words** *A. scholaris*, Biomass, Growth law, Agroforestry pattern, Sunny slope, Shady-slope, Planting density

(Received June 1, 2006; accepted Sept. 26, 2006)

糖胶树 (*A. scholaris* (L.) R. Br.) 是夹竹桃科 (*Apocynaceae*) 植物, 又名鸭脚木、灯台树、面条树、大树将军、理肺散、灵担别 (傣族名)、盆倒倒 (景颇族名), 枝轮生, 无毛, 嫩枝绿色, 有白色乳汁; 叶 4~ 8 片轮生, 叶片革质, 长圆形, 尖端圆或钝, 全缘; 花白色, 花期 6~ 11 月, 果期 10 月至翌年 4 月<sup>[1]</sup>; 原产于亚洲热带地区和澳大利亚<sup>[2]</sup>, 我国主

要分布于广西南部 and 西部以及云南南部<sup>[3]</sup>, 而云南省主要分布在西双版纳、思茅、红河、文山、临沧、德宏等海拔 160~ 1 000 m 的向阳路旁或杂木林中<sup>[1]</sup>。该植物含吲哚类生物碱<sup>[4- 8]</sup>, 具有驱风、健胃、化痰、退热等功效, 用于治疗哮喘、高血压、肺癌以及肺炎等疾病<sup>[9]</sup>。目前印度、巴基斯坦、泰国、菲律宾、马来西亚以及印度尼西亚等国家开展了对糖胶树吲

<sup>\*</sup> 云南省省校科技合作项目 (200YKS01) 和中国科学院“西部之光”项目资助

<sup>\*\*</sup> 通讯作者, E-mail: caic@xtbg.ac.cn

刘贵周 (1979~), 男, 硕士, 主要从事药用植物种植技术的研究。E-mail: liugz@xtbg.ac.cn

收稿日期: 2006- 06- 01 接受日期: 2006- 09- 26

类生物碱的研究<sup>[5]</sup>。我国云南一些制药厂利用糖胶树的叶、树皮和枝条等作原料生产灯台叶系列药<sup>[3]</sup>,但由于用作生产原料的糖胶树主要来源于野生,若长期依赖于野生资源,将会导致野生糖胶树资源的枯竭。本试验研究了糖胶树在不同种植模式下的生长状况及生物量分配规律,为进一

步开展糖胶树研究及实现糖胶树资源的可持续利用提供依据。

1 试验地概况及研究方法

试验地位于云南省普洱市南屏镇的大开河、曼歇坝以及中国科学院西双版纳热带植物园内,试验地自然条件见表 1<sup>[10]</sup>。

表 1 试验地自然条件  
Tab 1 Natural conditions of experiment sites

| 地点<br>Site                                                      | 东经<br>East<br>longitude | 北纬<br>North<br>latitude | 海拔<br>A ltitude<br>(m) | 年均<br>降雨量<br>M ean<br>annual<br>precip itat ion<br>(mm) | 年均温<br>M ean<br>annual<br>temperat ure<br>(℃) | 极端低温<br>Extrem ely<br>low<br>temperat ure<br>(℃) | 极端高温<br>Extrem ely<br>high<br>temperat ure<br>(℃) | 相对湿度<br>Relative<br>hum idity<br>(%) | 土壤 pH<br>Soil pH | 年日照<br>时数<br>Annual<br>duration<br>of sunsh ine<br>(h) | 土壤<br>类型<br>Soil type |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------|
| 大开河<br>Dakai River                                              | 101°01′                 | 22°36′                  | 1 008                  | 1 655.5                                                 | 20.1                                          | - 0.7                                            | 38.3                                              | 83                                   | 4.3~6.3          | 1 869.6                                                | 赤红壤                   |
| 曼歇坝<br>Marxiba                                                  | 100°56′                 | 22°41′                  | 1 100                  | 1 514.0                                                 | 17.8                                          | - 2.5                                            | 35.7                                              | 82                                   | 4.3~6.1          | 2 131.3                                                | 赤红壤                   |
| 西双版纳<br>热带植物园<br>Xishuangbanna tropical<br>botanical garden CAS | 101°15′                 | 21°55′                  | 570                    | 1 557.0                                                 | 21.5                                          | 2.2                                              | 40.5                                              | 86                                   | 5.5~6.5          | 1 828.0                                                | 砖红壤                   |

2001年 8月分别在曼歇坝咖啡树和大开河茶树地中定植糖胶树,进行不同密度和坡向对其植株生长的影响,即设糖胶树株距均为 4 m,行距分别为 6 m、8 m、10 m,坡向设为阳坡(用 A 表示)、半阴坡(B)、阴坡(C)。A 6 B 6 C 6 分别表示种植在阳坡、半阴坡和阴坡,株距均为 4 m,行距为 6 m 处理;A 8 B 8 C 8 分别表示种植在阳坡、半阴坡

和阴坡,株距均为 4 m,行距为 8 m 处理;A 10 B 10 C 10 分别表示种植在阳坡、半阴坡和阴坡,株距均为 4 m,行距为 10 m 处理。于次年 2~ 11 月分别对不同种植密度和种植在不同坡向的糖胶树植株高度、胸径、分枝对数、分枝长度等指标进行观测,研究不同生长阶段(见表 2)植株的生长情况。

表 2 不同生长阶段的划分  
Tab 2 Partition of different grow ing phases of *Alstonia scholaris*

| 生长阶段<br>Grow ing phases | 阶段 I<br>Phase 1   | 阶段 II<br>Phase 2  | 阶段 III<br>Phase 3 | 阶段 IV<br>Phase 4 | 阶段 V<br>Phase 5  | 阶段 VI<br>Phase 6  |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|
| 时间<br>T ime             | 2月 28日~<br>3月 28日 | 3月 28日~<br>4月 29日 | 4月 29日~<br>5月 29日 | 5月 29日~<br>7月 3日 | 7月 3日~<br>7月 27日 | 7月 27日~<br>11月 4日 |

采用糖胶树种子进行育苗,待幼苗长至 50~ 60 cm 高后根据试验地实际情况,于 2001年 8月在阳坡对糖胶树苗进行定植。种植模式分别为咖啡树+糖胶树、茶树+糖胶树,糖胶树间的株行距均为 4m×5m,种植密度为 495株·hm<sup>-2</sup>;在大开河荒山坡地对糖胶树进行纯种,株行距为 3m×2m,1 665株·hm<sup>-2</sup>;挖塘大小为 30cm×30cm×40cm,每塘施农家肥 3~ 5 kg。

2001年 10月将两种繁殖(即种子繁殖和营养枝繁殖)苗同时定植在西双版纳热带植物园种质园中(具有相同的土壤、地形和气候条件),管理措施相同。

2003年 4月对定植在咖啡地、茶叶地以及纯种的糖胶树的生物量进行测定,包括植株根、茎、分枝以及叶的鲜重和干重。2004年 2月对两种繁殖方式的植株进行生物量统计。生物量测定方法为:对不同种植模式或不同繁殖方式的糖胶树植株从直观上按株型大、中、小 3种类型随机各取 2株,共取 6株·0.067hm<sup>-2</sup>,分别进行生物量测定,再取平均值作为一次重复,共 3次重复。

2 结果与分析

2.1 种植密度和坡向对糖胶树植株生长的影响  
糖胶树生长发育受外界环境的影响较大,以

咖啡树 + 糖胶树种植模式为例, 在试验所设计的密度范围内, 种植在阳坡上的糖胶树株高随种植密度的增加而增加, 即糖胶树株高种植密度  $4\text{m} \times 6\text{m}$  处理高于  $4\text{m} \times 8\text{m}$  及  $4\text{m} \times 10\text{m}$  处理; 而在半阴坡和阴坡种植区域内, 糖胶树株高低密度处理高于高密度处理, 即植株株高种植密度为  $4\text{m} \times 10\text{m}$  处理高于  $4\text{m} \times 6\text{m}$  和  $4\text{m} \times 8\text{m}$  处理 (见图 1)。

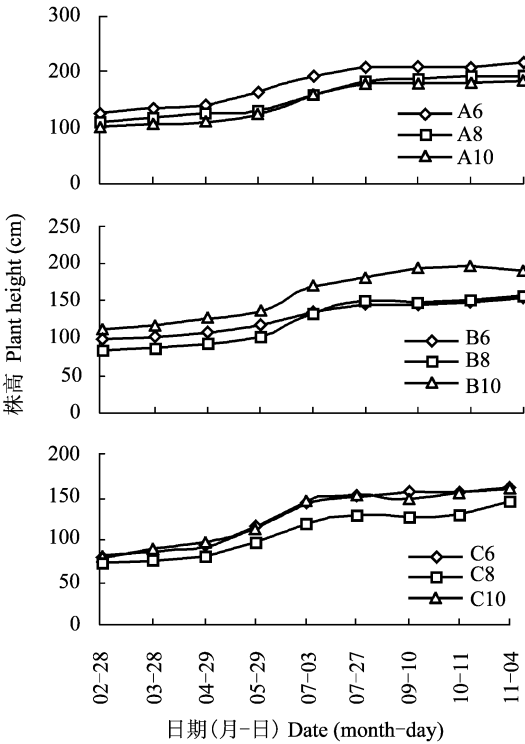


图 1 不同种植密度下糖胶树株高月变化

Fig 1 Monthly changes of plant height of *A. scholaris* under different planting densities

在同一种种植密度下, 生长在阳坡的糖胶树株高较生长在阴坡的高, 尤其以低密度条件下最为明显; 种植 1 年后, 即 7 月底, 糖胶树株高达到较高水平, 之后变化较小 (见图 2)。

不同生长阶段糖胶树株高、分枝长度、胸径以及分枝数的日增长量变化不同, 以第 IV 至第 V 阶段内的日增长量最明显, 例如种植在阳坡、密度为  $4\text{m} \times 8\text{m}$  的糖胶树, 其株高、胸径、分枝长度、分枝数在该阶段的日增长量分别达  $1.14\text{cm}$ 、 $0.0257\text{cm}$ 、 $0.92\text{cm}$ 、 $0.89$  个, 均高于其他生长阶段 (见图 3)。因此认为移栽定植后 9~11 个月是糖胶树生长最明显的时期, 这一阶段要加强对糖胶树的田间管理, 包括肥水管理、病虫害防治等。8 月份后由于病虫害危害, 导致部分植株开始枯死, 至 10 月份后糖胶树生长较为缓慢。

分别对不同种植坡向和密度下糖胶树生长状况进行方差分析发现, A6 与 B6 C6 之间以及 A8

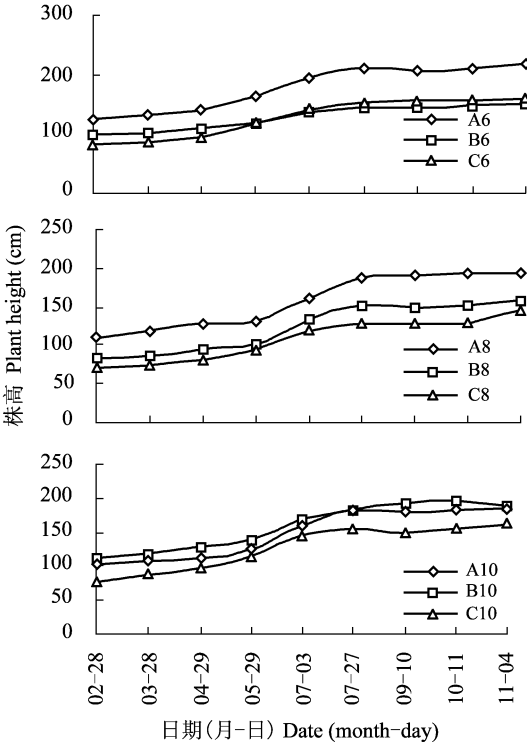


图 2 不同种植坡向下糖胶树株高月变化

Fig 2 Monthly changes of plant height of *A. scholaris* under different planted slope directions

B8 C8 之间在胸径上差异极显著, A6 与 A10 A8 与 A10 间胸径亦达极显著水平; 在株高上 A6 与 B6 间差异极显著, A6 与 C6 间及 A8 与 C8 间差异显著; 在分枝长度上, A6 与 B6 C6 以及 A8 与 C8 间差异显著; 在分枝数上只有 A8 与 C8 间差异显著; 而种植株行距为  $4\text{m} \times 10\text{m}$  的糖胶树, 不论是阳坡、半阴坡还是阴坡, 株高、胸径、分枝数以及分枝长度上的差异均不显著; 种植在阴坡的糖胶树, 种植密度在  $4\text{m} \times 6\text{m} \sim 4\text{m} \times 10\text{m}$  间, 植株的高度、胸径、分枝数以及分枝长度差异均不显著 (见表 3)。

2.2 种植模式对糖胶树生物量的影响

由表 4 可知, 不同种植模式下糖胶树单株生物量相差不大, 依次为纯种 ( $2717\text{kg}$ ) > 糖胶树 + 茶叶 ( $2598\text{kg}$ ) > 糖胶树 + 咖啡 ( $2500\text{kg}$ ); 不同种植模式下各组分的鲜干比也变化不大, 叶、枝、茎、根的鲜干比分别为  $3.5 \sim 3.6$ 、 $1.4 \sim 1.6$ 、 $1.3 \sim 1.4$  和  $3.4 \sim 3.5$ ; 由于不同种植模式中定植的糖胶树密度不同, 故单位面积糖胶树总生物量不同, 依次为纯种糖胶树 ( $4523.805\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ) > 糖胶树 + 茶叶模式 ( $1286.010\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ) > 糖胶树 + 咖啡模式 ( $1237.500\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )。尽管纯种模式糖胶树生物量较与茶叶、咖啡混种模式生物量高, 为合理利用自然资源以及物种间的相互作用, 在生产上应根据当地实际情况进行不同经济植物或作物与糖胶树的混合种植模式, 以获得更高经济效益。

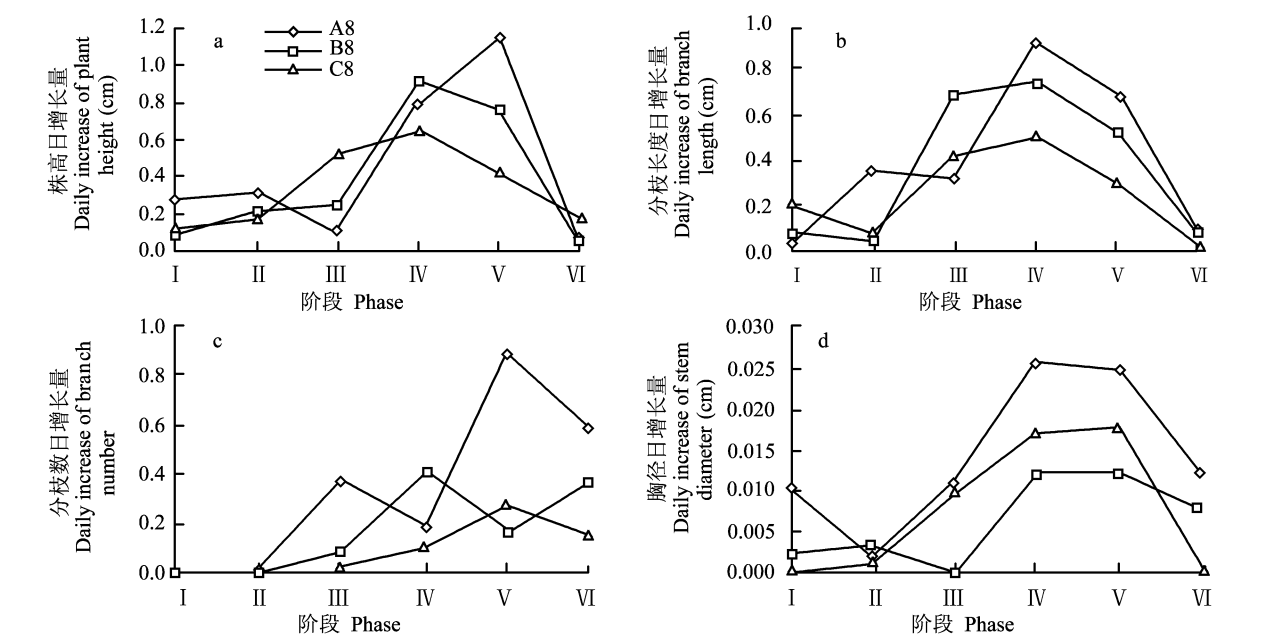


图 3 不同生长阶段糖胶树株高 (a)、分枝长度 (b)、分枝数 (c)及胸径 (d)的日增长量变化  
Fig 3 Daily increase of plantheight (a), branch length(b), branch number(c) and stem diameter(d) of *A. scholaris* at different growth phases

表 3 不同种植密度和坡向对糖胶树植株生长的影响

Tab 3 Growth of *A. scholaris* under different planting densities and slope directions

| 种植坡向及密度<br>Slope direction and planting density | B6       | C6     | B8 | C8       | A10 | B10 |
|-------------------------------------------------|----------|--------|----|----------|-----|-----|
| A6                                              | ** △ △ - | ** △ - |    |          | **  |     |
| A8                                              |          |        | ** | ** △ - + | **  |     |
| B8                                              |          |        |    | **       |     | *   |

\* \*\* 表示胸径的差异显著 极显著, △ /△ △表示株高的差异显著 极显著, -表示分枝长度间的差异显著, +表示分枝数的差异显著; 彼此间差异不显著的未列入此表。\* \*\* stands for significant difference at 5% /1% probability on stem diameter △ /△ △ stands for significant difference at 5% /1% probability on plantheight - stands for significant difference at 5% probability on branch length + stands for significant difference at 5% probability on branch number No significant difference is not in this table

表 4 种植模式对糖胶树生物量的影响

Tab 4 The effect of different agroforestry patterns on *A lstonia scholaris* biomass

| 生物量<br>Bim ass                              | 种植模式 Planting pattern                                  |                                                           |                            |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------|
|                                             | 糖胶树+ 咖啡<br><i>A. scholaris</i> + <i>Coffea arabica</i> | 糖胶树+ 茶叶<br><i>A. scholaris</i> + <i>Camellia sinensis</i> | 糖胶树<br><i>A. scholaris</i> |
| 叶 Leaf(kg plant <sup>-1</sup> )             | 0.460                                                  | 0.488                                                     | 0.521                      |
| 枝 Branch(kg plant <sup>-1</sup> )           | 0.505                                                  | 0.541                                                     | 0.583                      |
| 茎 Stem(kg plant <sup>-1</sup> )             | 0.725                                                  | 0.723                                                     | 0.741                      |
| 根 Root(kg plant <sup>-1</sup> )             | 0.810                                                  | 0.846                                                     | 0.872                      |
| 单株总生物量<br>Bim ass per plant(kg)             | 2.500                                                  | 2.598                                                     | 2.717                      |
| 总生物量<br>Total bim ass(kg hm <sup>-2</sup> ) | 1237.500                                               | 1286.010                                                  | 4523.805                   |

2 3 不同繁殖方式对糖胶树植株生长的影响

在种植时间一致、管理条件相同、土壤与地形及气候条件相同的情况下,种子繁殖和营养繁殖两种繁殖方式的糖胶树植株生长情况和生物量相差极大

(见表 5)。在植株生长外型上,种子繁殖的糖胶树植株高为 5.10 m,距地面 10 cm 处的基径为 14.8 cm,胸径为 12.2 cm,总分枝数为 1453 个,主根长 130 cm;而营养繁殖的糖胶树植株高为 2.35 m,仅为种子繁

殖的 46.08%, 基径为 8.20 cm, 胸径 6.80 cm, 总分枝数为 813 个, 主根长 88 cm。从生物量上看, 营养繁殖的糖胶树总生物量为 8.86 kg·株<sup>-1</sup>, 种子繁殖的糖胶树总生物量为 28.41 kg·株<sup>-1</sup>, 是营养繁殖的 3.21 倍; 且植株各部分生物量均为种子繁殖高于营养繁殖, 尤其是主茎, 种子繁殖的糖胶树主茎

生物量是营养繁殖的 12.82 倍。在各组分生物量比例上, 均为分枝最大, 分别占 36.08% 和 54.18%; 但这两种繁殖方式中各组分的比例不同, 种子繁殖的大小顺序为分枝>主茎>叶>根; 而营养繁殖的为分枝>叶>根>主茎。糖胶树在进行大面积推广生产时适合采用种子繁殖方式。

表 5 不同繁殖方式糖胶树植株生物量比较表  
Tab 5 The *A. scholaris* biomass comparison of different seedling propagations

| 项目<br>Item                     |                         | 叶<br>Leaf | 枝<br>Branch | 茎<br>Stem | 根<br>Root | 全株<br>Total plant |
|--------------------------------|-------------------------|-----------|-------------|-----------|-----------|-------------------|
| 种子繁殖<br>Seed propagation       | 生物量 (A)<br>Bimass( kg ) | 5.42      | 10.25       | 7.69      | 5.05      | 28.41             |
|                                | 所占百分比<br>Percent( % )   | 19.08     | 36.08       | 27.07     | 17.77     | 100               |
| 营养繁殖<br>Vegetative propagation | 生物量 (B)<br>Bimass( kg ) | 2.06      | 4.80        | 0.60      | 1.40      | 8.86              |
|                                | 所占百分比<br>Percent( % )   | 23.25     | 54.18       | 6.77      | 15.80     | 100               |
| A /B                           |                         | 2.63      | 2.14        | 12.82     | 3.61      | 3.21              |

3 小结与讨论

通过不同繁殖方式、种植模式对糖胶树生长的研究分析, 表明种子繁殖是糖胶树苗木繁殖的较佳途径, 用此途径繁殖的糖胶树后期植株生物量较用营养繁殖的高, 是营养繁殖的 3.21 倍; 从单株总生物量而言, 糖胶树+茶叶种植模式略优于糖胶树+咖啡种植模式; 阳坡地较适宜糖胶树的生长; 根据种植地的实际情况, 种植密度可在 4m×6m~4m×10m 范围内调整; 移栽定植后 9~11 个月是糖胶树生长最明显的时期, 这一阶段要加强田间管理, 包括肥水管理、病虫害防治等。

糖胶树生长受多种因子的影响, 包括生长的自然环境条件、栽培管理措施以及人为活动等。尽管纯种糖胶树的总生物量较与茶叶、咖啡的混农林模式高, 但从生物多样性以及生态效益、经济效益和社会效益出发, 进行不同混农林种植模式是糖胶树种植的发展方向, 既不会减少当地主栽作物或植物的产量, 又能很好地维持生态平衡和增加农民收入, 有利于带动当地的经济的发展。

参考文献

[ 1 ] 云南省药物研究所. 云南天然药物图鉴 (第 1 卷) [ M ]. 昆明: 云南科技出版社, 2003  
[ 2 ] 薛聪贤. 观赏树木 185 种 [ M ]. 沈阳: 辽宁科学技术出版

社, 2000  
[ 3 ] 蔡传涛, 兰芹英, 刘宏茂, 等. 灯台树种子萌发特性的研究 [ J ]. 中草药, 2004 35(1): 86- 88  
[ 4 ] Yamauchi T., Abe F., Chen R. F., et al Alkaloids from the leaves of *Alstonia scholaris* in Taiwan Thailand Indonesia and Philippines [ J ]. Phytochemistry 1990 29 ( 11 ): 3547- 3552  
[ 5 ] Macabeo A. P. G., Kohn K., Gehle D., et al Indole alkaloids from the leaves of Philippine *Alstonia scholaris* [ J ]. Phytochemistry 2005, 66( 10 ): 1158- 1162  
[ 6 ] Yamauchi T., Abe F., Padolina W. G., et al Alkaloids from leaves and bark of *Alstonia scholaris* in the Philippines [ J ]. Phytochemistry 1990 29(10): 3321- 3325  
[ 7 ] Kan T. S., Nyeoh K. T., Sin K. M., et al Alkaloids from *Alstonia scholaris* [ J ]. Phytochemistry 1997 45 ( 6 ): 1303- 1305  
[ 8 ] Yamauchi T., Abe F. Regional differences of indole alkaloids in *Alstonia scholaris* and *Alstonia macrophylla* [ J ]. Int Congr Ser, 1998, 1157: 51- 58  
[ 9 ] Channa S., Dar A., Ahmed S., et al Evaluation of *Alstonia scholaris* leaves for broncho-vasodilatory activity [ J ]. Journal of Ethnopharmacology 2005, 97( 3 ): 469- 476  
[ 10 ] 胡宗达, 吴兆录, 闫海忠, 等. 滇西南灯台树种植适宜区规划研究 [ J ]. 云南大学学报 ( 自然科学版 ), 2005 27 ( 1 ): 86- 92