

经营措施对青檀人工林生物量及檀皮产量的影响

方升佐¹, 李光友¹, 李同顺², 惠超²

(1. 南京林业大学, 江苏 南京 210037; 2. 安徽省青阳县林业局, 安徽 青阳 242800)

摘要: 调查了青檀(*Pteroceltis tatarinowii* Maxim.)人工林不同经营措施对林分地上部分生物生产力及檀皮产量的影响。结果表明:(1) 在密度及墩龄相同条件下,单位面积檀皮产量与年龄成正比,出皮率与年龄成反比;(2) 单位面积檀皮产量年增长以第3年为最高,分别是第2年和第4年年增长量的1.58倍和4.12倍;(3) 在密度、留萌数及萌发年龄相同条件下,单位面积檀皮产量以条墩年龄12年为最高,分别是6年生和9年生的3.32倍和1.11倍;(4) 四种造林密度类型(2 500、3 333、4 200和5 350墩/hm²)中,檀皮产量大小顺序为4 200>3 333>5 350>2 500。4 200墩/hm²(株行距1.4m×1.7m)的林分檀皮产量是2 500墩/hm²(株行距2m×2m)林分檀皮产量的1.68倍;(5) 在密度、墩龄相同条件下,每墩留萌数为10时,单位面积檀皮产量最高。从收获经济生物量(檀皮)的角度考虑,青檀人工林密度应在3 333~4 200墩/hm²之间,轮伐期为3年;在条墩年龄为9年以上的人工林中,留萌数以10条为好。

关键词: 青檀;人工林;生物生产力;檀皮产量;经营措施

中图分类号: S759.3⁺9 文献标识码: A 文章编号: 1004-0978(2001)01-0021-04

The effects of management practice on above-ground biomass production and phloem production of *Pteroceltis tatarinowii* Maxim. plantations FANG Sheng-zuo¹, LI Guang-you¹, LI Tong-shun², HUI Chao² (1. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 2. Forestry Bureau of Qingyang County, Anhui Province, Qingyang 242800, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2001, 10(1): 21-24

Abstract: Based on the investigation of 33 plots in Jing County and Qingyang County, the effects of management practice on above-ground biomass and phloem yields were analysed. The results indicated that: (1) In the *Pteroceltis tatarinowii* Maxim. plantations with same density and same stump age, phloem production (kg/hm²) increased, but the rate of phloem to above-ground biomass (%) decreased with the increasing of sprout age. (2) For the sprouts with different age, the highest annual increment of phloem to above-ground biomass occurred in the third year, which is 1.58 times of the second year, 4.12 times of the fourth year. (3) In the same density but different stump age, the phloem production (kg/hm²) of *P. tatarinowii* plantations increased with the increasing of stump age and the highest productivity of phloem occurred in the stands with 12-year-old stump, which is 3.32 times of the stand with the 6-year-old stump, and 1.11 times that of the 9-year-old stump. (4) Within four planting densities (2 500, 3 333, 4 200 and 5 350 stumps/hm²), the highest production of phloem took place in the stand with 4 200 stumps/hm², reaching 3 765 kg/hm², which is 1.68 times of the stand with 2 500 stumps/hm². The ranking of phloem production was in the order 4 200 > 3 333 > 5 350 > 2 500 stumps/hm². (5) In the stands with 3 333 stumps/hm² and 9-year-old stump, the highest production of phloem was achieved in the stand with 10 sprouts on each stumps. On the basis of the results, we suggest that 3 333 ~ 4 200 stumps/hm² should be chosen as a planting density, 3 years should be chosen as a harvesting cycle and 10 sprouts on each stump should be an option for the stands with over 9-year-old stumps in the practice so that high phloem production can be obtained.

Key words: *Pteroceltis tatarinowii* Maxim.; plantation; biomass productivity; phloem production; management practice

青檀(*Pteroceltis tatarinowii* Maxim.)是我国特有的纤维树种,也是我国三级重点保护植物。近年来,许多学者对青檀种子活力、幼年期生长、叶生理特性、育苗方式和叶的营养成分作了一些研究^[1-6],但对青檀人工林生物生产力和檀皮质量影响方面研究

较少。刘仁庆等^[7]对以檀皮为原料所生产宣纸的润

收稿日期: 2000-07-06

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(39970608)的部分研究内容

作者简介: 方升佐(1963-),男,安徽歙县人,博士,副教授,主要研究方向为人工林定向培育和持续生产力维护。

墨性研究表明,宣纸润墨性好、耐久性佳与檀皮质量有关,特别是润墨性与青檀皮细胞壁上皱纹间积留 CaCO_3 有关。据此刘仁庆认为,深入研究青檀的栽培、生长环境和砍伐技术,对于宣纸生产发展具有重要意义。本文主要调查研究了不同经营措施对青檀人工林生物生产力及檀皮产量的影响,探讨青檀人工林的管理措施,旨在为今后青檀人工林经营、管理和发展提供理论依据。

1 调查区概况

调查区位于安徽省泾县铜山乡、北贡乡、苏红乡、蔡村镇以及青阳县西华乡。地理位置为东经 $118^{\circ}0' \sim 118^{\circ}40'$, 北纬 $30^{\circ}20' \sim 30^{\circ}50'$, 地处中亚热带北部, 属亚热带湿润季风气候区。年平均气温 15°C , 年降水 $1\,300 \sim 1\,600\text{ mm}$, 全年蒸发量 $1\,400 \sim 1\,600\text{ mm}$ 。无霜期 230 d 左右, 相对湿度 79%, 太阳辐射总量为 $484.6 \sim 500.4\text{ kJ/cm}^2$, 年日照时数 2 000 h 以上, 日照率为 42% ~ 49%, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 年积温 $5\,699.3^{\circ}\text{C}$, $> 10^{\circ}\text{C}$ 的年积温 $4\,954.4^{\circ}\text{C}$; 调查地海拔 $100 \sim 600\text{ m}$ 。青阳县标准地土壤均为钙质土, 且石灰岩裸露。泾县标准地土壤母质类型相对复杂, 成土母岩有千枚岩、石灰岩、板岩和砂岩等。

2 调查研究方法

样地设在安徽青阳县和泾县。依据青檀人工林栽培面积和成土母质确定调查量, 标准地均匀分布, 共计 33 块。标准地大小按条墩数控制, 一般为 100 墩, 测定条墩的行距和株距, 然后测算面积。对标准地上条墩数及每条墩的条数进行统计记录, 并测定条墩基部直径和条墩年龄。因青檀人工林各条墩上萌条数经统计平均数低于 10 条, 故依阶数 2、4、6、8、10 和 12 条/墩取样, 选条墩取样调查。测定项目包括萌条长、萌条基径、萌条重和生物量。青檀人工林轮伐期一般为 3 a, 对 3 年生萌条调查时按 1、2 和 3 年生部位截取(萌条上不同年龄段的区分是按檀皮颜色并结合年轮进行), 并取檀皮、木质部、叶, 实测木质部、檀皮和叶鲜重。在实验室 75°C 烘至恒重后测干重。

3 结果与分析

3.1 留萌数量与萌条生长及檀皮产量的关系

在立地条件相似, 条墩年龄为 9 a, 墩上萌条为 3 年生, 密度 $3\,333\text{ 墩/hm}^2$ 的林分中, 青檀人工林留萌数量与生长和檀皮产量的关系见表 1。可以看出, 留萌数在 2~12 条/墩范围内, 留萌数量为 6 时, 萌条最长, 萌条基径最大, 萌条最重; 留萌数量为 2 时, 上述指标均最小, 前者分别是后者的 1.24、1.51 和 1.73 倍。从单根萌条的生长量看, 每墩留萌数为 6 根时生长量最大(散生状除外)。相关分析显示, 平均高与平均基径、平均高与每根萌条平均重、每根萌条平均重与基径相关都达到极显著水平 ($\alpha = 0.01$)。散生于路边、沟渠旁的青檀, 萌条量远高于 10 条/墩, 平均高与平均基径以及每根萌条的生物产量均比集中栽培的青檀片林高, 分别是片林中最好生长状态的 1.06、1.51 和 1.64 倍, 这与路边较空旷、光合作用强、竞争较小有关。调查结果显示, 散生留萌 17 条/墩的平均高与平均基径比留萌 24 和 26 条的好, 是否由此得出散生青檀留萌以 17 条/墩最好的结论, 还有待进一步调查研究。

表 1 留萌数量与生长和檀皮产量的关系(3 年生萌条)
Table 1 The relationship between sprout number in one stump and phloem production (3-year-old sprout) of *Pterocelis tatarinowii*

留萌数量 ¹⁾ Sprout number ¹⁾ (sprouts/ stump)	萌条长 Sprout height (m)	萌条基径 Basal diameter (cm)	平均重 Mean dry weight (g/sprout)	平均产皮量 Mean phloem dry weight (g/stump)	檀皮产量 Phloem production (kg/hm ²)	出皮率 Rate of phloem to above-ground biomass (%)
2	3.32	1.68	326.5	73.57	245.2	11.27
4	3.72	2.28	561.4	254.22	847.3	11.32
6	4.13	2.54	563.7	416.02	1 386.5	12.30
8	4.05	2.32	544.5	531.34	1 770.9	12.20
10	4.09	2.37	557.0	626.29	2 087.4	11.24
12	2.60	2.13	425.5	568.81	1 895.8	11.14
17	5.14	2.60	600.0	1 181.77	-	11.59
24	4.18	2.90	850.0	2 386.39	-	11.70
26	3.60	2.29	925.0	2 860.51	-	11.89

¹⁾ 17, 24, 26: 散生每墩萌条 scattered sprouts per stump

由表 1 还可以看出, 留萌数在 2~10 条/墩范围内, 随着留萌数增加, 每墩檀皮产量也增加, 但到 12 条/墩时, 檀皮产量减少。这个结果说明在一定密度范围内 ($3\,333\text{ 墩/hm}^2$), 青檀檀皮产量均以留萌数为

10 最高,达 2 087.4 kg/hm², 分别为每墩 12、8 和 2 条的 1.1、1.2 和 8.5 倍。

3.2 青檀萌条年龄与檀皮产量的关系

在密度相同的标准地, 萌条年龄与青檀生物产量及檀皮产量关系的分析结果见表 2。可以看出, 轮伐过 2 次的青檀条墩(条墩年龄为 9 a), 其上萌条实际年龄与檀皮产量存在一定关系, 平均出皮率在 9.24%~18.75%之间。4 年内的平均出皮率大小顺序为: 1 年生 > 2 年生 > 3 年生 > 4 年生。青檀地上生物生产力年增长以第 3 年为最高, 达 14 071 kg/hm², 分别为 4 年生、2 年生和 1 年生的 1.27、1.93 和 5.40 倍; 从檀皮产量(经济产量)的年增长量分析也可以看出第 3 年檀皮产量增长量最高, 达 1 465 kg/hm², 分别是 2 年生、1 年生和 4 年生的 1.58、3.00 和 4.12 倍。同时作为造纸原料, 在 3 年后收获, 纤维素含量和质量均降低^[7]。3 年生青檀皮纤维长、宽及长宽比值已经稳定, 因而, 在生产实践中确定青檀每 3 年收获 1 次檀皮是比较合理的。

表 2 萌条年龄与地上生物生产力及檀皮产量的关系
Table 2 The relationship between sprout age and above-ground biomass production or phloem production of *Pteroceltis tatarinowii*

萌条年龄 Sprout age (a)	地上生物量 Above-ground biomass (kg/hm ²)	生物量年增长量 Annual biomass increment (kg/hm ²)	经济产量 Phloem production (kg/hm ²)	经济产量年增长 Annual increment of phloem production (kg/hm ²)	平均出皮率 Rate of phloem to above-ground biomass (%)
1	2 608	2 608	489	489	18.75
2	9 909	7 301	1 415	926	14.28
3	23 980	14 071	1 880	1 465	12.01
4	35 021	11 041	3 236	356	9.24

3.3 青檀条墩年龄与地上部分生物量及檀皮产量的关系

在立地条件相似、萌条为 3 年生的青檀人工林内条墩年龄与地上部分生物量及檀皮产量关系的研究结果见图 1。可以看出, 随着条墩年龄的增长, 单位面积檀皮产量和地上部分生物量也随着增大, 单位面积檀皮产量和地上部分生物量均以条墩年龄 12 a 为最高, 分别达到 3 233 kg/hm² 和 28 842 kg/hm²。条墩年龄 3~6 a、6~9 a 时间段, 檀皮产量的增长幅度较大, 但 9~12 a 这一时间段, 增长幅度明显减缓, 说明青檀人工林到了该条墩年龄段时, 产量已基本稳定, 至下一次砍伐时, 檀皮产量增长不大。由于未调查到墩龄超过 12 a 的青檀人工林, 因

此墩龄超过 12 a 的青檀生物生产力及檀皮产量变化是否与实际相符, 还需要继续调查。

单位面积青檀人工林檀皮产量的最大值为 3 233 kg/hm², 最小值为 378 kg/hm², 条墩年龄为 12 年生人工林的檀皮产量是条墩年龄为 3 年生人工林的檀皮产量的 8.55 倍。12 年生条墩人工林的平均檀皮产量分别是 6 年生和 9 年生的 3.31 和 1.11 倍。地上部分生物产量最大值为 28 842 kg/hm², 最小值为 3 182 kg/hm²。最大产量值是最小产量值的 9.06 倍。12 年生条墩的平均单位面积生物产量分别是 6 年生和 9 年生的 3.46 倍和 1.21 倍。随着年龄的增加, 出皮率降低, 但变化幅度不大, 出皮率范围在 11.21%~12.24%之间。

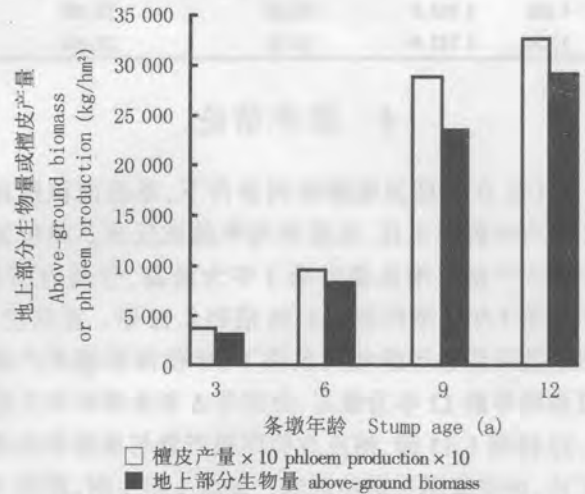


图 1 条墩年龄与地上部分生物量及檀皮产量的关系
Fig. 1 The relationship between stump age and above-ground biomass production and phloem production of *Pteroceltis tatarinowii*

3.4 造林密度对地上部分生物生产力及檀皮产量的影响

造林密度与青檀生物生产力、檀皮产量之间的关系见表 3。可以看出, 不同密度(墩/hm²)檀皮产量大小的顺序为 4 200 > 3 333 > 5 350 > 2 500。其中最大檀皮产量是最小檀皮产量的 1.68 倍。单位面积青檀地上部分生物产量与檀皮产量结构表现出类似的趋势, 但地上部分生物产量最大值是出现在 3 333 墩/hm² 的林分中, 为 32 924 kg/hm², 分别比 2 500、4 200 和 5 350 墩/hm² 的林分高出约 61%、2% 和 47%。从造林密度对檀皮产量和地上部分生物产量综合影响考虑, 可以认为在 3 333~4 200 墩/hm² 密度条件下, 地上部分生物生产力及檀皮产量均较高, 所以该密度是培育青檀人工林的最适密度范围。

出皮率(檀皮产量与地上部分生物量干重之比)有着随着密度增加而增大的趋势,即在 5 350 墩/hm² 林分中最高,为 12.31%,说明在高密度林分中有更多的干物质分配到檀皮中。但方差分析结果表明,4 种密度级在平均出皮率上不存在显著差异($\alpha = 0.01$)。

表3 造林密度与青檀地上部分生物量生产及檀皮产量的关系
Table 3 The effect of planting density on above-ground biomass production and phloem production of *Pteroceltis tatarinowii* plantations

密度 Planting density (stumps/hm ²)	檀皮产量 Phloem production (kg/hm ²)	平均出皮率(%) Mean rate of phloem to above- ground biomass	地上部分生物量 Above-ground biomass (kg/hm ²)
2 500	2 247.3	10.99	20 449
3 333	3 451.5	10.48	32 934
4 200	3 765.0	11.64	32 345
5 350	2 757.9	12.31	22 404

4 初步结论

(1) 在密度及墩龄相同条件下,单位面积檀皮产量与年龄成正比,出皮率与年龄成反比。单位面积檀皮产量年增长量以第3年为最高,分别为第2年和第4年年增长量的1.58倍和4.12倍。在密度、留萌数及萌条年龄相同条件下,单位面积檀皮产量以条墩年龄12年为最高,分别是6年生和9年生的3.32倍和1.11倍,檀皮单位面积产量与条墩年龄成正比,出皮率不受墩龄影响。条墩9年生时,青檀人工林产量进入相对稳定期。

(2) 4种造林密度类型(2 500、3 333、4 200和5 350 墩/hm²)中,不同密度(墩/hm²)檀皮产量大小

顺序为 4 200 > 3 333 > 5 350 > 2 500。4 200 墩/hm² (株行距 1.4 m × 1.7 m) 的林分檀皮产量是 2 500 墩/hm² (株行距 2m × 2m) 林分的 1.68 倍。

(3) 在密度、墩龄相同条件下,每墩留萌数为 10 时,单位面积檀皮产量最高。从收获经济生物量(檀皮)的角度考虑,经营青檀人工林造林密度以 3 333 ~ 4 200 墩/hm²,轮伐期 3 a 为宜;在条墩年龄为 9 a 以上的人工林中,留萌数以 10 条为好。

致谢 外业调查中得到安徽省宣城地区林业局汪祥顺高工及安徽省泾县林业局吕家驹高工的大力支持,在此深表谢意。

参考文献

- [1] 姜立楠,李尚积. 青檀栽培试验初报[J]. 广西林业科技,1992, 21(1):29-31.
- [2] 刘桂华. 青檀耐荫性的初步研究[J]. 经济林研究,1994, 14(2):7-10.
- [3] 詹森梁,戴爱君,郑文达. 青檀育苗造林技术初步研究[J]. 浙江林业科技,1994,14(1):29-31.
- [4] 丁佐龙,何去核,高 慧,等. 青檀叶的营养成分分析[J]. 安徽农业大学学报,1997,24(1):18-20.
- [5] 方升佐,朱 梅,唐罗忠,等. 不同种源青檀种子的营养成分及种子活力的差异[J]. 植物资源与环境,1998,7(2):16-21.
- [6] 方升佐. 青檀的栽培及檀皮采集加工技术[J]. 林业科技开发,1996,(4):40-42.
- [7] 刘仁庆,胡玉燕. 宣纸润墨性的研究[J]. 中国造纸,1985,(3): 23-29.

(责任编辑:宗世贤)