

文章编号: 1000-5692(2006)06-0647-04

小佛肚竹出笋及竹笋-幼竹高生长规律

陈双林¹, 杨清平¹, 汤定钦²

(1. 中国林业科学研究院 亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400; 2. 浙江林学院
浙江省现代森林培育技术重点实验室, 浙江 临安 311300)

摘要: 小佛肚竹 *Bambusa ventricosa* 多用于盆景制作和园林绿化。研究表明: 小佛肚竹出笋能力强, 无大小年之分, 笋期 7~10 月, 达 116 d, 8 月上旬至 9 月上旬的盛期出笋数占总出笋数的 70% 以上, 而末期历时占笋期的 44.8%; 竹笋-幼竹高生长时序变化呈“慢—快—慢”的节律, 以历时 20 d, 平均生长量 $2.60 \text{ cm} \cdot \text{d}^{-1}$ 的高生长盛期最快, 阶段高生长量占新竹高度的 65.4%; 各出笋期的竹笋-幼竹高生长期无显著差异, 平均高生长期为 62 d, 明显少于其他中大型丛生竹种。图 1 表 2 参 11

关键词: 植物学; 小佛肚竹; 出笋期; 幼竹; 高生长
中图分类号: S718.3 **文献标识码:** A

小佛肚竹 *Bambusa ventricosa* 是我国著名的观赏竹种, 自然分布于福建、广东和广西, 现全国各地乃至世界多国有引种^[1], 合轴丛生型, 具正常秆形和畸形秆形 2 种秆形, 后者常用于植物盆景制作和庭院观赏栽培。在人工栽培中常常会出现秆形的变化, 即畸形秆变为正常秆, 影响观赏价值。目前, 国内外就小佛肚竹生物学、生态学的研究少有涉及, 为了给小佛肚竹人工栽培提供科学依据, 结合浙江省人才基金项目“特形竹秆形变异分子机理及人工调控技术研究”, 笔者开展了小佛肚竹出笋及竹笋-幼竹高生长规律研究。

1 试验地概况

试验地位于浙江省富阳市渌渚镇罗桥村, 属中亚热带向北亚热带过渡地带, 为亚热带季风性气候。年平均气温为 16.1°C , 最热月平均气温 28.7°C , 最冷月平均温度 3.6°C , 极端高温 41.2°C , 极端低温 -17.4°C , $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ 的持续天数 182 d, 年均无霜期 230 d。年平均降水量为 1 426 mm, 降水量随季节变化, 7~8 月为季节性干旱期。年平均蒸发量 1 392 mm, 年平均相对湿度 79%。全年日照时数为 1 995 h, 总辐射量 $460 \text{ kJ} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。试验地原为种植水稻 *Oryza sativa*, 油菜 *Brassica campestris* 等农业经济作物的耕作地。土壤为花岗岩发育的砂质黄壤, 土层厚度 80 cm 以上, pH 5.5, 有机质质量分数为 $43.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 水解氮 $176.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 速效磷 $30.1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 速效钾 $307.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

收稿日期: 2006-07-11; 修回日期: 2006-09-05

基金项目: 浙江省人才基金资助项目(R303420); 浙江省科学技术厅重点项目(2003C22025)

作者简介: 陈双林, 副研究员, 从事竹林生态等研究。E-mail: cslbamboo@126.com.

2 试验材料与方法

2.1 试验竹林

试验竹林为 2003 年 3 月移小佛肚竹畸形秆母竹分单株营造, 母竹地径 1.0 cm 以上, 截顶, 留枝 3~4 盘枝, 高度 20 cm 左右。初植密度为 4 500 丛·hm⁻², 面积 0.1 hm²。主要抚育措施为幼林期每年春天和初夏各中耕除草 1 次; 出笋期间每隔 1 月共 3 次环状沟法施入氮磷钾养分含量各占 15% 的复合肥, 每次丛施 0.2 kg; 除退笋外, 其他竹笋均留笋长竹。2004 年笋期后成林, 分出笋前、笋期 2 次环状沟法按丛每次施入 0.4 kg 复合肥; 及时挖除退笋和地径小于 0.5 cm 的弱小笋; 新竹抽枝长叶前, 剪除正常秆形新竹, 立竹不截顶。初冬盖 2 层间隔的塑料膜, 以防低温冻害, 翌年 3 月揭去塑料膜。

2.2 调查与统计方法

2.2.1 出笋期 2004 年和 2005 年在试验竹林中各选取 15 丛立竹数相近的竹丛为样丛, 逐丛挂牌标记。为便于观测, 春季剪除地径小于 1.0 cm 的立竹, 保留样丛立竹数 5~6 株, 立竹分布均匀。笋期每隔 3 d 调查样丛出笋数, 调查过的笋用红漆标点作记号。笋期结束后统计样丛的总出笋数, 按时段出笋数占总出笋数的 15%, 70% 和 15% 划分出笋初期、盛期和末期。

2.2.2 竹笋-幼竹高生长 2005 年出笋初期(7 月 15 日)、盛期(8 月 14 日)和末期(9 月 18 日)各选取 2 样丛, 并在各样丛中分别选取生长健壮的样笋 2 株(共 12 株样笋), 插上用红漆写上初、盛、末的竹签作为标记, 每间隔 5 d 调查样笋高度。高生长期为各出笋期样笋的高生长停止时间和始出笋时间的差的平均值, 以各时段的竹笋-幼竹高度来分析高生长的时序变化规律。

3 结果与分析

3.1 出笋规律

小佛肚竹与其他丛生竹种一样是从秆基芽眼萌发成笋长出新竹的。据调查, 小佛肚竹每一立竹有 4 对芽眼, 交互排列成 2 列, 秆基中下部位的芽眼萌发能力强, 萌发较早。在田间自然条件下笋芽 2 a 内萌发完, 3 年生及以上立竹失去出笋能力。但据笔者对 2001 年室内盆栽的小佛肚竹出笋情况观察(盆栽的瓷质容器为圆柱形, 口径 60 cm, 高度 30 cm, 每盆栽植 1 年生, 平均地径 1.4 cm 的小佛肚竹 5 株, 5 盆), 由于生长空间的限制或受光照等环境因子的影响, 室内盆栽往往不出笋, 然而盆栽 2 a 以上且未出笋的小佛肚竹移栽至田间(2004 年春季移栽), 当年又会重新出笋成竹, 说明其笋芽在较长时间盆栽时并未退掉, 且保持良好的生理性状。这也说明在人工栽培小佛肚竹时, 为达到多出笋、出好笋的效果, 与绿竹 *Dendrocalamopsis oldhami*^[2], 麻竹 *Dendrocalamus latiflorus*^[3], 勃氏甜龙竹 *Dendrocalamus brandisii*^[4] 等丛生型竹种一样, 必须对以丛立竹数为主要因子指标的林分结构进行调控。

从表 1 可知, 2004 年和 2005 年小佛肚竹单株立竹出笋数无显著差异, 分别为 5.2 个·株⁻¹和 4.9 个·株⁻¹(包括剪除立竹蔸部萌发的竹笋), 表明小佛肚竹出笋能力强, 无大小年之分。小佛肚竹出笋期为 7~10 月份, 笋期达 116 d, 其中, 7 月上旬为始出笋期, 7 月上旬至 8 月上旬为出笋初期, 平均历时 31.5 d; 8 月上旬至 9 月上旬为出笋盛期, 平均历时 33.0 d; 9 月上旬至 10 月下旬为出笋末期, 平

表 1 小佛肚竹出笋规律
Table 1 Shooting rule of *Bambusa ventricosa*

年份	样丛平均立竹数/株	样丛平均立竹地径/cm	样丛平均出笋数/个	单株立竹平均出笋数/个	始出笋时间/(月-日)	终出笋时间/(月-日)	出笋持续期/d	出笋初期/(月-日)	出笋盛期/(月-日)	出笋末期/(月-日)
2004	5.3	1.1	27.5	5.2	07-12	10-28	119	07-02~08-04	08-05~09-04	09-05~10-28
2005	7.8	1.4	37.9	4.9	07-06	10-26	113	07-06~08-03	08-04~09-07	09-08~10-26

均历时 51.5 d，10 月底笋终见。出笋初期与出笋盛期持续时间相近，而出笋末期持续时间长，分别为出笋初期、盛期的 1.58 倍和 1.68 倍，而出笋数仅为盛期的 21.4%。

3.2 竹笋-幼竹高生长节律

丛生竹竹笋出土后，竹笋-幼竹的高生长与散生竹有着共同的规律，可以划分为初期、上升期、盛期和末期^[9]。小佛肚竹竹笋-幼竹高生长与时间的关系呈“慢—快—慢”的节律(图 1)。以日平均高生长量(h)、观测时间的竹笋高度(H)为因变量，以阶段时间 t (每隔 5 d, $t = 1, 2, 3, \dots, 13$)为自变量，用 SPSS 统计软件拟合 h, H 与 t 之间的数学模型，得如下方程式：

$$h = 2.287\,0 - 2.447\,6t + 0.841\,3t^2 - 0.090\,25t^3 + 0.002\,994t^4, R = 0.893\,4;$$
 (1)

$$H = 82.553\,8 / (1 + e^{4.863\,7 - 0.7007t}), R = 0.998\,6.$$
 (2)

从偏相关系数分析，上述方程式能较好地体现小佛肚竹日平均高生长量、阶段竹笋高度与时间的变化规律。

以各出笋期样笋的 5 d 间隔时间的高度平均值和日平均生长量分析，初期高生长极为缓慢，日平均生长量为 0.42 cm，历时 15 d，最大日平均生长量仅 0.64 cm；上升期竹笋的高生长逐渐加快，日平均生长量为 0.70 cm，历时 10 d，最大日平均生长量 1.22 cm；盛期竹笋高生长最快，日平均生长量为 2.60 cm，历时 20 d，最大日平均生长量 3.02 cm，盛期高生长量占新竹高生长停止时高度的 65.4%；末期高生长速度变缓，直至停止，日平均生长量为 0.59 cm，历时 17 d，最大日平均生长量 1.44 cm。

3.3 竹笋-幼竹高生长期

从小佛肚竹各出笋期的竹笋-幼竹高生长期比较，出笋初期、盛期和末期间无显著差异，平均高生长期为 62 d(表 2)。这与散生的毛竹有所不同，毛竹初期出土的竹笋完成高生长需 60 d 左右，末期出土竹笋需 40~50 d，各出笋期出土竹笋几乎同时完成高生长。相比其他中大型丛生竹种高生长期，小佛肚竹完成竹笋-幼竹高生长相对较快，明显少于撑篙竹 *Bambusa pervariabilis* (90~115 d)，青皮竹 *Bambusa textiles* (85~100 d)，粉单竹 *Bambusa chungii* (约 85 d)^[9]。

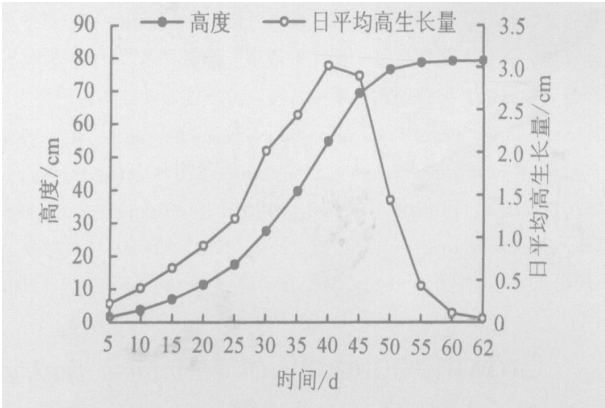


图 1 小佛肚竹竹笋-幼竹高生长变化节律

Figure 1 Change rhythm of height growth of bamboo shoot and young seedling

表 2 小佛肚竹各出笋期竹笋高生长期比较

Table 2 Comparison to height growth periods of bamboo shooting

样笋出笋期	出笋时间/(月-日)	高生长停止时间/(月-日)	高生长期/d
初期	07-15	09-19	67
盛期	08-14	10-12	60
末期	09-18	11-14	58

4 结论与讨论

小佛肚竹笋期达 4 个月左右，可明显分为初期、盛期和末期，其中，以末期历时最长，占笋期持续时间的 44.8%，而出

笋数仅为盛期的 21.4%。小佛肚竹笋芽萌发能力强，田间母竹移栽 2 a 后即可成林，但经常会同时出现两种秆形(畸形秆和正常秆)的立竹^[7]，如何利用竹子以无性系为单元，无性系分株间进行物质和能量交流的强烈生理整合功能特点^[8~10]，通过人工栽培措施来促进径级大、秆形畸状的新竹形成，是一项值得研究的内容，尤其是占总出笋数 70% 的出笋盛期(8 月上旬至 9 月上旬)竹丛林分结构调控和土壤肥管理技术。

小佛肚竹竹笋-幼竹的时序高生长表现为“慢—快—慢”的节律，可分为初期、上升期、盛期和末期 4 个阶段，其中，以历时 20 d，日平均高生长量 2.60 cm，时段高生长量占新竹全高 65% 以上的盛期生长最为迅速。竹笋-幼竹的高生长是居间分生组织逐节分裂伸长的过程，高生长快往往就意味着竹秆节间长度的增大，对小佛肚竹而言，就会导致正常秆形立竹的产生，而影响竹笋-幼竹高生长的主要因子

是营养条件和气候条件^[11]，营养条件中的养分和气候条件中的水分较易通过人工来控制。小佛肚竹各出笋期的竹笋-幼竹高生长期无显著差异，平均高生长期为 62 d，显著少于其他中大型丛生竹种。

小佛肚竹目前多用于盆景观赏。盆栽容器过小或栽植密度过大，往往会出现少发笋或不发笋的现象，但盆栽多年的小佛肚竹移栽大田，“储存”的笋芽又会表现出旺盛的萌发能力。其笋芽到底能“储存”多长时间，其他经济竹种有无该现象？不仅是个有趣的，也是很有应用价值的问题。需通过多竹种竹林分密度调控试验来验证该现象，旨在为笋期的人工控制，特别是出笋盛期的推迟提供科学依据。

参考文献:

- [1] 朱石麟. 中国竹类植物图志[J]. 北京: 中国林业出版社, 1994: 38.
- [2] 陈双林, 萧江华, 邹跃国. 勃氏甜龙竹笋苗兼用林分结构优化模式初步研究[J]. 林业科学研究, 2003, 16(6): 677—683.
- [3] 陈双林, 杨清平, 陈长远, 等. 绿竹笋用林分结构与经济性状关系研究[J]. 四川农业大学学报, 2005, 23(1): 75—80.
- [4] 陈双林, 陈长远, 杨清平, 等. 麻竹笋用林分结构优化模式研究[J]. 江西农业大学学报, 2005, 27(2): 191—194.
- [5] 周芳纯. 竹林培育学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1998.
- [6] 江泽慧, 萧江华, 许煌灿, 等. 世界竹藤[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2002.
- [7] 陈双林, 杨希. 观赏竹种小佛肚竹栽培及形态控制[J]. 福建林业科技, 2001, 28(1): 79—80.
- [8] 李睿, 钟章成. 毛竹的无性系生长与立竹密度和叶龄结构的关系[J]. 植物生态学报, 1997, 21(6): 545—550.
- [9] MARSHALL C. Source-sink relations of interconnected ramets[M]. VAN GROENEDAELE J, DE KROOM H. *Clonal Growth in Plants: Regulation and Function*. The Hague: SPB Scientific Publishing, 1990: 23—41.
- [10] STUEFER J F, DURING H J, DE KROOM H. High benefits of clonal integration in two stoloniferous species in response to heterogeneous light environments[J]. *Ecol*, 1994, 82: 511—518.
- [11] 汪阳东. 毛竹秆形生长和变异规律研究[J]. 林业科学研究, 2001, 14(2): 45—49.

Growth regularity of *Bambusa ventricosa* in shooting period

CHEN Shuang-lin¹, YANG Qing-ping¹, TANG Ding-qin²

(1. The Research Institute of Subtropical Forestry, The Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, Zhejiang China; 2. Key Laboratory for Modern Silvicultural Technology of Zhejiang Province, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: *Bambusa ventricosa* is an excellent bamboo species which is used for garden landscape and potted landscape. The shooting capacity of *B. ventricosa* is strong and no off-year of shooting. The shooting period lasts 116 d ranging from July to October. More than 70% shoots emerge at high emergencing shoot stage ranging from the first ten days of August to the last ten days of September. The latest stage takes the percentages 44.8% of the emergencing shoot stage. The height growth of shoots and seedlings presented the “S” type curve with “rapid-slow-rapid” rhythm. Speedy growth stage lasts 20 d with 2.6 cm height growth per day. The biomass of this period takes the percentages 65.4% of seedlings height. There are no differences on height growth of shoots and seedlings among all shoot stages. The average of height growth time is 62 d, which is shorter than that of other sympodial bamboos. [Ch, 1 fig, 2 tab, 11 ref.]

Key words: botany; *Bambusa ventricosa*; shooting period; bamboo seedling; height growth