

研究报告
A Letter

版纳甜龙竹发笋及幼竹高生长规律

李荣¹ 何明霞² 刀定伟¹ 向明欢¹ 孙安礼³ 杨清^{4*}

¹ 云南勐象竹业有限公司, 景洪, 666100; ² 思茅师范高等专科学校, 普洱, 665000; ³ 云南西双版纳州林业局, 景洪, 666100; ⁴ 中国科学院西双版纳热带植物园, 勐腊, 666303

* 通讯作者, yq@xtbg.org.cn

摘 要 本研究通过观测和统计学分析软件探讨版纳甜龙竹(*Dendrocalamus hamiltonii*)的发笋规律与幼竹生长节律。研究表明,版纳甜龙竹从 7 月上旬开始发笋,10 月上旬结束,笋期长达 100 d 左右,期间可将版纳甜龙竹出笋过程定量地划分为 3 个时期:初期(7 月 27 日以前)、盛期(7 月 28 日至 9 月 15 日)和末期(9 月 16 日以后)。出笋盛期笋体较大,个体平均重量 1.40 kg,笋产量最大,达 8 208 kg/hm²,占总笋产量的 66.75%。幼竹高生长历时 105 d,生长节律遵循“慢 - 快 - 慢”的趋势,盛期高生长量占全总量的 60.4%。版纳甜龙竹在一天之内有 2 个生长高峰,分别是 4:00~8:00 时和 18:00~22:00 时两个时间段,而在 14:00~16:00 时为高生长的低谷,夜间生长比较均匀。同时,昼夜生长差异较大,夜间总生长量是昼总生长量的 1.817 倍。本研究初步掌握了版纳甜龙竹的发笋及幼竹高生长的基本规律,为版纳甜龙竹笋用林丰产栽培提供了一定的理论依据。

关键词 版纳甜龙竹, 发笋, 幼竹高生长, 规律

The Bamboo Shooting and Young Bamboo Growth Rhythm of *Dendrocalamus hamiltonii*

Li Rong¹ He Mingxia² Dao Dingwei¹ Xiang Minghuan¹ Sun Anli³ Yang Qing^{4*}

¹ Mengxiang Bamboo Industry Co. Ltd, Jinghong, 666100; ² Simao Normal School, Pu'er, 665000; ³ Technology Bureau of Xishuangbanna Dai Autonomous Prefecture, Jinghong, 666100; ⁴ Xishuangbanna Tropical Botanic Garden, Chinese Academy of Science, Mengla, 666303

* Corresponding author, yq@xtbg.org.cn

DOI: 10.3969/gab.029.000735

Abstract In this paper, we have analyzed the bamboo shooting and young bamboo height-growth rhythm of *Dendrocalamus hamiltonii*. The results showed that shooting time of *D. hamiltonii* was from July to October, which lasting about 100 days, and the process of shooting of *D. hamiltonii* can be quantitatively divided into three stages, including initial phase (before July 27th), abundant phase (from July 28th to September 15th) and final phase (after September 16th). At abundant phase the single average weight of shoots was 1.40 kg, and the yield was 8 208 kg/hm², which account was 66.75% of the bamboo shoot output. The height-growth of young bamboo lasted 105 d, which exhibited a tendency of “slow-fast-slow”. At the abundant phase the height-growth accounts was 60.40% of the total. There are 2 growth peaks within 24 hours of height-growth, which were during 4:00~8:00 and 18:00~22:00, and at a low ebb was during 14:00~16:00. There was large difference between day and night growth, the growth amount at night was 1.817 times than that at the day. This study basically revealed the bamboo shooting and young bamboo height-growth rhythm of *D. hamiltonii* which should provided the theory guidance for the high-yielding and cultivating techniques for shoot forestry of *D. hamiltonii*.

Keywords *D. hamiltonii*, Shooting, Young bamboo growth, Growth rhythm

版纳甜龙竹(*Dendrocalamus hamiltonii*)又叫甜龙竹(西双版纳)、甜笋竹(中国竹谱),在西双版纳当地傣族称之为埋弯(耿伯介和王正平, 1996; 中国科学院昆明植物研究所, 1996),是大型合轴丛生竹类,直径 10~18 cm,秆高 12~18 m,节间长 30~50 cm。产于云南西双版纳、思茅等地,国外分布于印度、不丹、缅甸、老挝、尼泊尔及锡金。其笋体洁白粗大,清香鲜甜可口,肉质细嫩,生熟均可食用,风味独特,是东南亚国家和我国西双版纳、思茅等地广受欢迎的笋用竹,在民间已广泛栽培食用,是全世界公认的三大甜龙竹之一(朱石麟等, 1994)。竹材通直、坚韧、弹性强,可供编织、家具,大径材可加工成竹胶合板、竹装饰板及竹浆造纸等,是极具开发利用价值的优良笋材用竹(李金泽, 2003, 生态经济, (12): 77-79; 杜凡, 2003; 杨清等, 2007)。

版纳甜龙竹发笋及生长发育既有一般竹类植物的共性,又有其自身的特点。有关麻竹(周本智, 1999)、黄甜竹(郑清芳等, 1997)、四季竹(潘寅辉等, 2006)、台湾桂竹(黄克福和马炳杨, 1994)、箬竹(董文渊等, 2002)和撑绿竹(付建生等, 2007)等竹种的发笋、退笋及幼竹生长规律的研究较多。根据出笋量划分为 3 个时期,即出笋初期、出笋盛期和出笋末期,认为出笋及幼竹生长发育主要与年平均温度、年降水量、温暖指数、日均温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温以及笋期的月平均温度和月平均降水量等 6 个气象因子有明显的相关性。同时,退笋原因主要是养分供应不足和虫害,这些研究

结果为生产上掌握其出笋时期和水肥管理提供了研究基础。而目前,有关版纳甜龙竹的发笋及幼竹高生长的研究比较缺乏。作者对版纳甜龙竹的发笋与幼竹生长规律进行研究,为提高版纳甜龙竹笋用林的经营管理水平提供理论依据。

1 结果与分析

1.1 发笋成竹规律

在低海拔地区的勐仑,版纳甜龙竹从 7 月上旬开始零星发笋,8 月下旬达到发笋的最高峰,平均每天发笋 1.86 头/丛,9 月中旬以后发笋数急速下降,到 10 月上旬以后基本不再发笋。

退笋一般在笋萌发后 7~15 d 就开始出现,7 月下旬开始零星退笋,到 8 月中旬为退笋高峰期,此后退笋数量快速下降,到 9 月初,几乎所有发笋都成为退笋,不能成竹。总体说来,成竹规律和发笋与退笋规律息息相关,成竹数随着发笋数的变化而变化。

从第 1 个竹笋萌发出土的日期开始,按每 10 d 为一时间段对发笋总数、退笋数和成竹数进行统计。由图 1 可知,不同发笋时间段之间的发笋总数、退笋数和成竹数的差异性都达到极显($F_{\text{发}}=3.813>F_{0.01}(9, 20)=3.45$; $F_{\text{退}}=3.115>F_{0.05}(9, 20)=2.40$; $F_{\text{成}}=3.145>F_{0.05}(9, 20)=2.40$)。其中,发笋总数和成竹数最高的时间是 8 月 17 日~8 月 26 日,每天平均分别为 0.71 株/丛和 0.39 株/丛;发笋总数和成竹数最少的时间是 9 月

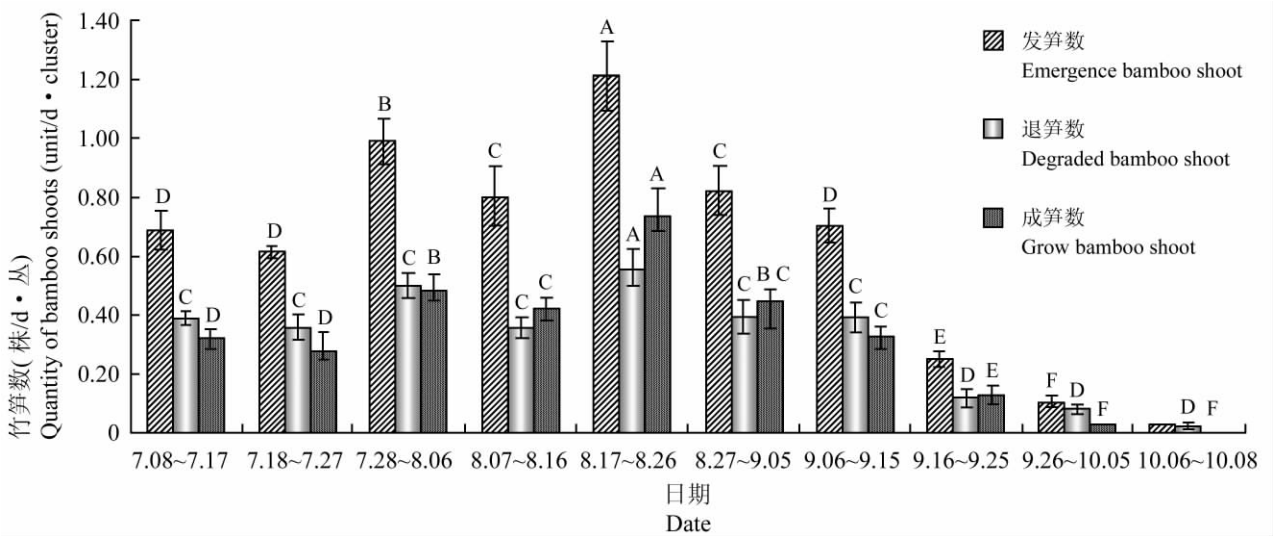


图 1 不同发笋时期发笋总数、退笋数和成竹数
注: 柱上不同字母表示不同时间段间差异极显著($P<0.01$, 最小显著差法(LSD 法); 数据为同一处理 3 次重复的平均值 \pm SD)
Figure 1 Numbers of emergence, degraded and growing bamboo shoots in different stages
Note: Different letters above the bar indicate a extremely significant different time ($P<0.01$, lowest-attained variance (LSD method); Data are mean value \pm SD of three repetitions in the same treatment)

26日~10月5日和10月5日~10月8日,每天分别只有0.006株/丛和0.03株/丛。其退笋数和成竹数的变化规律与发笋总数基本一致。

根据不同时期的发笋总数、退笋数和成竹数的变化规律,可明显将版纳甜龙竹的发笋时间分为发笋初期、盛期和末期3个阶段(图2),即发笋初期为7月27日以前,发笋盛期为7月28日~9月15日,发笋末期为9月16日以后,不同发笋阶段的发笋总数和成竹数的差异性都达到极显著。同时,不同发笋

阶段的发笋总数和竹笋产量的差异性也达到极显著(表1)。发笋盛期的发笋数量每天达5846株/hm²,约占整个发笋期总发笋数的63.71%,竹笋产量达8208kg/hm²,占整个发笋期竹笋产量的66.75%,末期的发笋数和竹笋产量最少,只占整个笋期的17.74%和15.37%。

1.2 版纳甜龙竹高生长规律

1.2.1 幼竹生长规律

一般竹笋萌发出土后,其竹节的居间分生组织分裂继续,各节开始伸长生长,即幼竹的高生长。版纳甜龙竹幼竹高生长历期约105d,杆高可达12m,其生长规律为“慢-快-慢”,即生长前期(发笋后1~30d)生长较为缓慢,随着生长时间的延长,杆高生长量逐渐加大,30d以后进入持续快速生长阶段,此阶段可持续35d左右(31~66d),此阶段虽然杆高生长天数只占总生长天数的1/3,但其生长量却占总生长量的62.7%。此后又进入缓慢生长阶段,到105d以后杆高生长基本停止。

版纳甜龙竹不同笋期幼竹的杆高生长历期和生长量差异比较大(图3)。发笋初期(7月28日以前)、发笋盛期(7月28日~9月15日)萌发笋的杆高生长历期都在105d左右,杆高超过9m;而发笋后期(9月16日以后)萌发笋的杆高生长历期只有75d,杆高也略高于5m。发笋初期、盛期的笋-幼竹高生长的高峰期都出现在发笋后的30~70d,持续时间约40d,其日平均高生长量为21.26cm,最大日生长量高达28.3cm。发笋末期的笋-幼竹高生长的高峰期出现在发笋后的18~50d,持续时间只有32d,其日平均高生

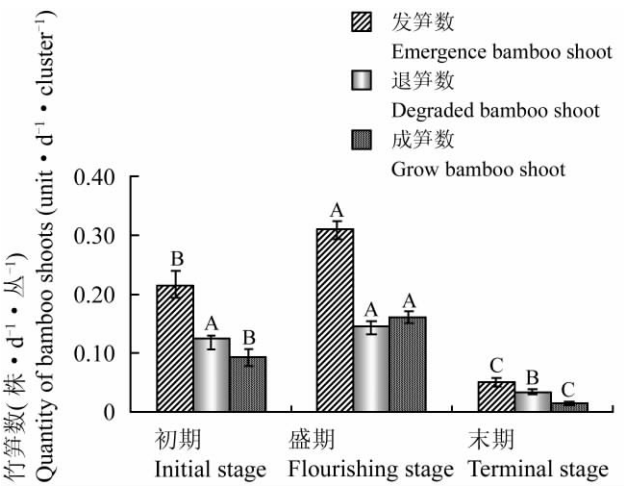


图2 不同发笋阶段发笋总数、退笋数和成竹数比较
注: 柱上不同字母表示不同时间段间差异极显著(P<0.01, 最小显著差法(LSD 法); 数据为同一处理3次重复的平均值±SD)
Figure 2 The comparison of the umbers of emergence, degraded and growing bamboo shoots at initial, fluoric and terminal stages
Note: Different letters above the bar indicate a extremely significant different time (P<0.01, lowest-attained variance (LSD meth od); Data are mean the value±SD of three repetitions in the same treatment)

表1 不同阶段发笋总数和产量比较

Table 1 Number and output of bamboo shoots in different shooting period

时期	笋数(株 /hm²)	百分比(%)	产量(kg/hm²)	百分比(%)
Stages	No. of bamboo shoots (unit/hm²)	Percent (%)	Weight of bamboo shoots (kg/hm²)	Percent (%)
初期	1 702 B	18.55	2 199 B	17.88
Initial stage				
盛期	5 846 A	63.71	8 208 A	66.75
Fluoric stage				
末期	1 628 B	17.74	1 889.3 B	15.37
Terminal stage				
合计	9 176	100.00	12 296.3	100.00
Total				

注: 表中不同字母表示不同时间段间差异极显著(P<0.01, 最小显著差法(LSD 法); 数据为同一处理3次重复的平均值±SD)
Note: Different letters in the table indicate a extremely significant different time (P<0.01, lowest-attained variance (LSD method); Data are mean value±SD of three repetitions in the same treatment)

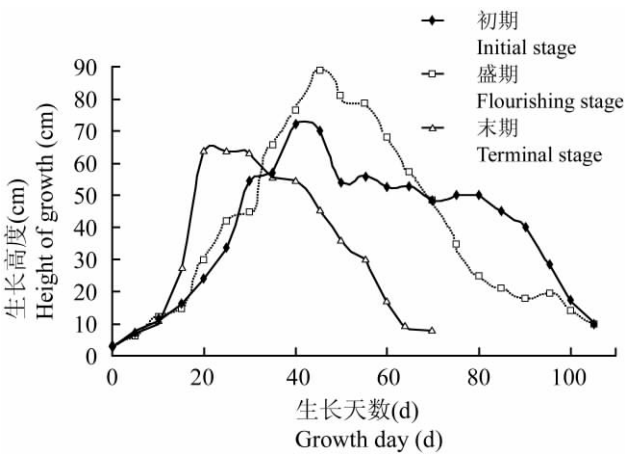


图3 版纳甜龙竹不同笋期幼竹的高生长比较
Figure 3 Growth comparisons of young bamboo in different emergence bamboo shoots

量为 10.13 cm 最大日生长量可达 20.6 cm。说明 版纳甜龙竹的发笋初期和盛期萌发笋的杆高生长历期和生长量明显高于发笋后期的萌发笋 因此 在留笋养竹时 最好选择发笋盛期和初期的萌发笋为宜。

1.2.2 版纳甜龙竹笋 - 幼竹昼夜高生长量的比较

通过对所选的 10 株版纳甜龙竹样竹经过 60 d 的观测 结果表明 在 60 d 内杆高生长量为 620 cm , 其中夜间的高生长量为 399.90 cm , 占总生长量的 64.5% , 夜间平均高生长量为 6.67 cm , 最大的夜间高生长量可达 13.76 cm。昼间杆高生长量为 220.10 cm , 占总生长量的 35.5% , 昼间平均杆高生长量为 2.67 cm , 占夜间杆高生长量的 40% , 最大的杆高生长量只有 11.32 cm。说明 版纳甜龙竹的夜间高生长明显高于昼间生长 这可能与当地的白天气温高、晚上气温低的气候有关 气温高 竹子的蒸腾作用和林地的蒸发作用大 减小了笋 - 幼竹体内吸水膨胀 导致居间分生组织分裂伸长活动受到影响 从而影响了竹笋 - 幼竹的高生长。夜间气温下降 居间分生组织分裂加快 其高生长也加快。在我们观测过程中 如出现持续降雨几天后 笋 - 幼竹的昼间和夜间的高生长差别不大 其原因主要是持续降雨几天后 昼间和夜间的气温比较接近 且水份比较充足 其幼竹的居间分生组织的分裂基本一致 高生长的速度也就基本一致。

版纳甜龙竹的高生长在昼夜 24 h 内存在一定的节律变化。4:00~8:00 时是一个生长高峰 高生长量占当天的 25.17%。随后逐渐下降 在 14:00~16:00 时达到最低值 高生长量仅占当天的 4.52% 之后又开始上升 到 18:00~22:00 时又达到一个高峰 此后便进入较均匀的快速生长 直到翌日 4:00 时。

版纳甜龙竹高生长的这种节律变化可能与光照强度和气温有关。早上 4:00 时左右为当地气温的最低时刻 之后随着光照的增强 温度升高 到下午 2:00 时左右 气温达到最大值 之后光照强度逐渐减弱 气温逐渐下降 直至达到最低温。光照强度和气温的这种节律变化基本与版纳甜龙竹高生长的节律变化相吻合 至于其中的生理原因 则有待于更深入的研究。

2 结论与讨论

版纳甜龙竹在湿热地区 7 月上旬开始发笋 , 一直持续到当年的 10 月上旬 历时约 90 d。从发笋数量和竹笋产量可明显划分为初期、盛期和末期 3 个阶段 7 月 28 日至 9 月 15 日为发笋盛期 其发笋总数和竹笋产量占整个笋期的 75% 以上。退笋一般在发笋后 7~15 d 就开始出现 9 月 15 日以后的所有发笋几乎都成为退笋 不能成竹。在发笋盛期具有笋体较大、成竹率较高的特点 发笋末期则笋体小、生活力弱、成竹率也较小。其退笋数、成竹数与发笋的规律基本一致。这一结果和麻竹、毛竹、黄甜竹、台湾桂竹和箬竹等竹种的发笋、退笋规律基本一致。竹子所有萌发出土的笋都成竹是不可能的 笋能否成竹受诸多因素的影响 其主要原因可能与营养供给有关 在初、盛期竹笋获得的养分充足 发育健壮 故成竹率高 而末期竹笋由于营养不足 竹笋弱小 成竹率相应下降。其次土壤肥力、气候状况、母竹的年龄、健康状况、自然灾害和病虫害等都可能引起退笋的重要因素。

版纳甜龙竹幼竹生长较快 一般生长历期约 105 d 显著大于其它中大型丛生竹种 如麻竹幼竹生长期约 90 d 撑绿竹为 65 d 四季竹 43 d 黄甜竹 45 d (郑清芳等, 1997) 台湾桂竹约需 35 d。其生长规律与其它竹种如麻竹、黄甜竹、石竹、台湾桂竹、撑绿竹和箬竹等竹种一样 在整个生长过程中其高生长依时间表现为“慢 - 快 - 慢”的特性。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 对版纳甜龙竹而言 影响竹笋与幼竹高生长的主要因子是营养条件和气候条件 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。

版纳甜龙竹幼竹昼夜生长量差异较大 长达 50 d 的观测结果表明 夜间总生长量是昼间总生长量的 1.817 倍。但持续降雨后 其昼夜高生长量相差不大 我们认为空气的温度和湿度是影响笋 - 幼竹高生长的关键因子。这一研究结果与麻竹、斑苦竹和撑绿竹 (付建生等, 2007) 等夜间生长量多于白天生长量的规

律类似,而与箬竹(董文渊等, 2002)白天生长量大于夜间生长量的研究结果相反。由于版纳甜龙竹和麻竹、斑苦竹及撑绿竹一样,都是在夏秋季出笋,日间高温干燥加强了竹子的蒸腾作用,从而影响生长,夜间温度适当下降,湿度相应增加,因此夜间生长量常大于白天生长量。

3 材料与方法

3.1 试验地概况与材料

本试验地点位于云南省勐腊县境内的低山缓坡地(21°41'N, 101°25'E)。土壤为砖红性土壤, pH 4.6; 海拔高度 600 m, 属典型的热带季风气候, 干湿季分明, 11~4 月为干旱季, 5~10 月为雨季, 年降雨量 1 454 mm, 年平均相对湿度 85%, 年均温 21.8℃。本试验林于 1997 年按照株行距 8 m×5 m, 采用分篦育苗的方式进行造林, 造林后进行适当的人工抚育, 3 年以后不再进行人工经营管理。

3.2 发笋规律

选择具有代表性的竹丛 90 丛, 以丛为单位分别编号, 从 2006 年 7 月初开始, 在无人工干预的条件下, 每 3 d 观测 1 次并记录发笋、成竹和退笋情况, 包括每个萌发笋的出土日期、退笋日期和地径等。

3.3 高生长节律

在立地条件、林分条件相似的地点, 于 2006 年 8~9 月, 选择同期萌发(出土约 3~5 cm)的竹笋 10 株, 作为观测的标准样株, 每天上午 6:00, 晚上 6:00, 测量样竹的杆高高度, 在杆高达 6 m 以后, 改为每 3 d 观测一次, 直到杆高生长停止。同时, 于 2006 年 8 月 20 日和 21 日选择其中 3 株, 从 8:00 时开始, 每隔 2 h 测量杆高, 以揭示其昼夜生长规律。对所收集的数据, 利用 SPSS13.0 软件进行数据的显著性分析。

参考文献

- Di B.J., and Wang Z.P., eds., 1996, Flora of China, Vol.9 (The First Part) (in Chinese), Science Press, Beijing, China, pp. 208-209 (耿伯介, 王正平, 主编, 1996, 中国植物志第九卷(第一分册), 科学出版社, 中国, 北京, pp.208-209)
- Dong W.Y., Huang B.L., Xie Z.X., Xie Z.H., and Liu H.Y., 2002, The study on the growth and development rhythm of *Qiongzhuea tumidinoda*, Nanjing Linye Daxue Xuebao (Ziran Kexue Ban) (Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition)), 26(3): 43-47 (董文渊, 黄宝龙, 谢泽
- 轩, 谢周华, 刘厚源, 2002, 箬竹生长发育规律的研究, 南京林业大学学报(自然科学版), 26(3): 43-47)
- Du F., 2003, The characteristics of important economic bamboo species of Yunnan and problems in plantation, Xinan Linxueyuan Xuebao (Journal of Southwest Forestry College), 23 (2): 26-30 (杜凡, 2003, 云南重要经济竹种特性及其生产中存在问题, 西南林学院学报, 23(2): 26-30)
- Fu J.S., Dong W.Y., Han M., Tan B.M., and Qin J.Y., 2007, A study on the bamboo shoots emergence rhythm of *Bambusa pervariabilis* × *Dendroca lamopsis grandis*, Linye Keji Kaifa (China Forestry Science and Technology), 21(3): 42-44 (付建生, 董文渊, 韩梅, 谭帮敏, 秦嘉云, 2007, 撑绿竹出笋规律探析, 林业科技开发, 21(3): 42-44)
- Huang K.F., and Ma B.Y., 1994, Growth of bamboo shoots and the young bamboo of *Phyllostachys makinoi*, Fujian Linxueyuan Xuebao (Journal of Fujian College of Forestry), 14(4): 291-294 (黄克福, 马炳杨, 1994, 台湾桂竹笋——幼竹生长规律研究, 福建林学院学报, 14(4): 291-294)
- Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, ed., 1996, List of plants in Xishuangbanna, Yunnan Nationalities Publishing House, Kunming, China, pp.325 (中国科学院昆明植物研究所, 主编, 1996, 西双版纳高等植物名录, 云南民族出版社, 中国, 昆明, pp.325)
- Pan Y.H., Gao L.D., Yu M.Z., and Sheng F.Q., 2006, A study on the shooting and height growth of *Oligostachyum. lubricum*, Zhuzi Yanjiu Huikan (Journal of Bamboo Research), 25(1): 27-29, 36 (潘寅辉, 高立旦, 虞敏之, 盛方清, 2006, 四季竹发笋及幼竹高生长规律研究, 竹子研究汇刊, 25(1): 27-29, 36)
- Yang Q., Su G.R., Xu C.H., Han L., Sun Q.X., and Peng Z.H., 2007, A study on the chemical composition and pulping performance of *Dendrocalamus hamiltonii* Nees et Arn. ex Munro, Zhonghua Zhiye (China Pulp & Paper Industry), 28 (6): 83-86 (杨清, 苏光荣, 许丛恒, 韩蕾, 孙启祥, 彭镇华, 2007, 版纳甜龙竹化学成分与制浆性能研究, 中华纸业, 28(6): 83-86)
- Zheng Q.F., Liu Y.B., Weng J.S., Chen M.R., and Wu Z.C., 1997, Study on growth regularity during shooting period of *Acidosasa edulis*, Fujian Linxueyuan Xuebao (Journal of Fujian College of Forestry), 17(3): 218-222 (郑清芳, 刘玉宝, 翁金山, 陈美荣, 吴志灿, 1997, 黄甜竹笋用林出笋成竹生长规律研究, 福建林学院学报, 17(3): 218-222)
- Zhou B.Z., 1999, Rule of shooting and height-growth of *Dendrocalamus latiflorus*, Linye Kexue Yanjiu (Forest Research), 12 (5): 461-466 (周本智, 1999, 麻竹出笋和高生长规律的研究, 林业科学研究, 12(5): 461-466)
- Zhu S.L., Ma N.X., and Fu M.Y., eds., 1994, A compendium of Chinese bamboo, China Forestry Publishing House, Beijing, China, pp.110-117 (朱石麟, 马乃训, 傅懋毅, 编著, 1994, 中国竹类植物图志, 中国林业出版社, 中国, 北京, pp. 110-117)