

毛竹冬笋生长与生物量积累规律研究

苏文会¹, 许庆标¹, 范少辉^{1*}, 周金明², 封焕英¹

(1. 国际竹藤中心, 国家林业局竹藤科学与技术重点实验室, 北京 100102; 2. 安徽省黄山市黄山公益林场, 安徽 黄山 245706)

摘要:研究了毛竹冬笋生长发育及生物量积累规律。结果表明,早期萌动、膨大的笋芽,笋体大小优于中后期,初期冬笋平均高度、笋径和生物量鲜质量分别为 18.02 cm、5.41 cm 和 266.13 g,随着中后期笋的萌出,各指标略有降低。从林分尺度来看,冬笋生物量保持较快增长速率,1月初林分冬笋生物量鲜质量比上年12月初增加 121.1 kg·hm⁻²,2月初比1月初增加 176.9 kg·hm⁻²。建立了各阶段冬笋生物量与笋高和笋径的拟合模型。研究结果为该时期毛竹养分吸收积累量的核算及科学养分管理提供了数据支持。

关键词:毛竹;冬笋;生长;生物量;积累

中图分类号:S795.701

文献标志码:A

文章编号:1001-7461(2013)02-0032-05

Winter Shoot Growth and Biomass Accumulation of *Phyllostachys edulis*

SU Wen-hui¹, XU Qing-biao¹, FAN Shao-hui^{1*}, ZHOU Jin-ming², FENG Huan-ying¹

(1. International Centre for Bamboo and Rattan, Key Laboratory of Bamboo and Rattan, Beijing 100102, China;

2. Huangshan Public Forestry Farm, Huangshan, Anhui 245706, China)

Abstract: Winter shoot growth and biomass accumulation rules of *Phyllostachys edulis* were studied. The results showed that the shoot sizes developed from early buds were bigger than those from mid and later buds. The average height, diameter and fresh weight of winter shoots from early buds were 18.02 cm, 5.41 cm, and 266.13 g, respectively, and these indices were becoming slightly lower with the eruption of the mid and later shoots. In the stand scale, winter shoots biomass maintained a faster growth rate, and fresh weight in mid period increased 21.1 kg·hm⁻² compared with that in early period, and increased 176.9.1 kg·hm⁻² in later period compared with that in mid period. Based on the analysis of growing and biomass data, the model of shoot fresh and dry weight to shoot height and diameter as winter shoot growing were put forward. The results of this research will lay the foundation for accounting bamboo nutrient accumulation in this period and would provide guidance to scientific nutrient management of *P. edulis* stand.

Key words: *Phyllostachys edulis*; winter shoot; growth; biomass; accumulation

毛竹 (*Phyllostachys edulis*) 是我国最重要的经济和生态竹种^[1-4],对竹资源培育和竹产业的发展起着举足轻重的作用^[5-6],然而由于毛竹“异龄结构”、“大小年”及“地下鞭根系统错综复杂”等特点,迄今,丰产经营的毛竹林肥培仍基本采用全林施肥法,施肥量多凭经验,重点对象不明确,极易造成养分流失、肥力降低和环境污染。在此背景下,笔者及

课题组成员从毛竹生长发育规律出发,对毛竹自冬笋到成熟采伐整个生长(经营)期竹株生长、生物量及养分积累规律进行了长期观测和系统研究,旨在确定毛竹养分高速积累的生长阶段(年龄)和积累量,为科学肥培管理提供理论指导。

冬笋是笋芽在地下生长时期的毛竹。大小年分明的竹林,在小年的夏末,竹鞭上的部分肥壮芽开始

收稿日期:2012-06-01 修回日期:2012-07-17

基金项目:国际竹藤中心基本科研业务专项(1632011006);国家科技支撑计划课题(2012BAD23B04)。

作者简介:苏文会,女,助研,博士,主要研究方向:竹林培育。E-mail:swb612@icbr.ac.cn

*通信作者:范少辉,男,研究员,博士生导师,主要研究方向:竹藤培育。E-mail:fansh@icbr.ac.cn

分化、萌动,并逐渐膨大成“冬笋”,为毛竹的第一生长阶段^[7],其生长和生物量状况决定着来年毛竹林产量和经济效益^[8]。从目前毛竹冬笋的相关研究来看,多围绕冬笋作为食品的营养价值展开^[9-12],而从营养管理和丰产经营目标出发进行研究的较少。因此,探究冬笋的生长和生物量积累规律,从而为核算该阶段养分的吸收积累状况奠定基础,对毛竹林在该时期的科学营养管理具有重要指导意义。

1 研究区概况

本研究试验区位于安徽省黄山市黄山区,地理位置为 118°14′-118°21′E、32°4′-32°10′N,属中亚热带湿润性气候,雨量充沛,季节分明。年降水量 1 376~1 649 mm,年平均气温 15.5℃,无霜期 220 d,年日照时数 2 281~2 453 h,年蒸发量 1 400~1 900 mm,干旱指数 0.4~1.2,相对湿度达 79.0%。

试验样地设置在该区的黄山公益林场,该林场竹类资源丰富,竹林面积 200 hm²,以毛竹为主,立竹蓄积近 50 万株,分布在留东、大坪、下坪 3 个工区,相对集中成片。试验林位于中下坡位,平均海拔

350~500 m,平均坡度 30°~40°,土层厚度 70~90 cm。经营措施为每年劈灌作业,林分立竹度为 160~200 株/667 m²,竹株年龄基本在 IV 度以下,I~III 度竹占林分总株数超过 80%;试验地为酸性土壤,平均有机质含量 31.30 g·kg⁻¹,有效 N 139.55 mg·kg⁻¹,速效 P 为 1.61 mg·kg⁻¹,速效 K 为 85.62 mg·kg⁻¹。林相较好,大小年明显。

2 研究方法

2.1 样地设置与本底值调查

本研究设置标准样地 3 块,样地规格 20 m × 30 m,闭合差控制在 1/200 以内,四周各留 3 m 缓冲带。有研究表明,毛竹林冬笋生物量同母竹年龄有密切关系,2 年生和 4 年生母竹的冬笋产量显著高于 6 年生^[13];另外,林分立竹度、胸径、整齐度(平均胸径/胸径标准差)和均匀度(立竹数/立竹数标准差)对毛竹笋产量和林地生产力也有较大影响^[14-15],因此,本研究试验样地的密度、年龄结构和竹株胸径等指标均力求中等。样地母竹基本情况详见表 1。

表 1 毛竹冬笋生长与生物量积累研究标准地基本状况

Table 1 Standard plots basic conditions for winter-shoot growth and biomass accumulation study of *P. edulis*

项目	年龄/度				平均胸径 /cm	立竹度/ (株/667 m ⁻²)	整齐度	均匀度
	I	II	III	IV				
株数/株	55	50	42	15	9.51	179.8	5.88	10.12
胸径/cm	10.93	9.46	9.62	8.57				

注:I、II、III、IV 表示毛竹龄级,单位为“度”(2 a)。

2.2 调查、取样及数据处理方法

由于生物量动态变化与积累研究中,调查与采样为全量破坏性收获,样品的前一次采集会影响之后的调查结果,为消除该干扰,对样地进行“十”字划分,即每块 20 m × 30 m 的标准地划分为 150 m² 大小的 4 块小样方,分时期按小样方进行调查和采集(每次每样地选择 1 个小样方,共 450 m²)。

根据冬笋生长规律和试验区小气候特点,冬笋样品分 3 次采集,时间分别为出笋小年 12 月 1 日(2011 年)、大年 1 月 3 日(2012 年)和 2 月 3 日(2012 年),每次每块样地选择其中一个小样方,沿竹鞭剖开土壤,采集 0~40 cm 土层、笋高 > 10 cm 的全部笋样,带回实验室,测定其笋径、笋高、鲜质量,计算各测定指标的平均值,作为该时期“标准单笋”的测定值。其中,“笋径”为笋体最粗处直径,“笋高”为笋基至笋尖的高度。剥下笋箨(笋壳),称量笋箨鲜质量;于每次每个小样方的笋样中,分别取笋肉和笋壳新鲜试样各 100 g,测定含水率(水分与绝干重之比)。

数据均值、标准差计算采用 DPS 系统处理软

件^[16]计算,多元回归分析等数据处理通过 SPSS 17.0 统计分析软件进行。

3 结果与分析

3.1 笋径、笋高的动态变化

图 1 为笋高和笋径随冬笋生长的变化图。小年 12 月初,林分中冬笋平均高度和笋径分别达 18.02 cm 和 5.41 cm,随着时间的推移,2 指标并未出现增长,2 月初笋高、笋径分别变为 15.80 cm 和 5.22 cm,表现出略有降低的趋势,说明早期萌动、膨大的笋,其笋体大小优于中后期。因此,对个体而言,笋芽萌动后保持持续增长,但由于中、后期笋的不断萌出,均值反而逐渐降低。从收获数量来看,3 个时期采挖的冬笋分别达 38、81、133 个/667 m²,数量明显增大,说明地下鞭根上的笋芽并不是同时萌动,而是一个持续不断的过程,同一林分中,笋芽萌动时间的早晚可能与着生鞭段的年龄、养分状况、入土深度及芽箨的包被程度有关系^[13]。

3.2 笋体含水率的动态变化

植物器官的水分含量反映了干物质的积累状

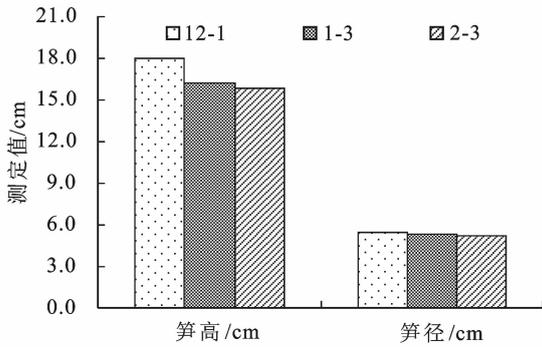


图1 笋高、笋径随冬笋生长的动态变化

Fig. 1 Dynamic changes of shoot height and diameter as winter shoot growing

况。从3个时期笋肉和笋箨含水率测定结果来看(图2),笋肉含水率为371.02%~520.25%,显著高于笋箨。不同时期笋体含水率也有较大变化,随着冬笋生长和不断萌动,笋体内水分先明显升高,然后又回落。该变化受冬笋体积变化和干物质积累的双重影响:笋体内含水量的变化跟笋生长是同步的,12月份至1月份,笋体快速膨大,含水率升高,但随着后期干物质的持续积累,水分比例又下降。

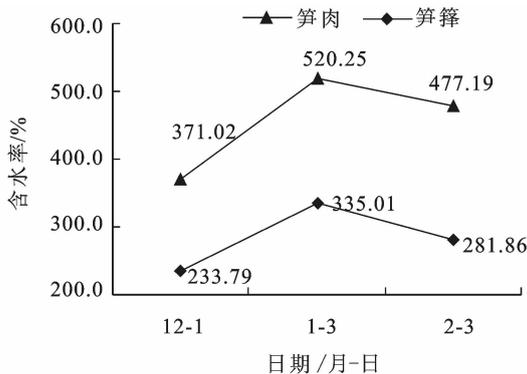


图2 笋肉、笋箨含水率随冬笋生长的动态变化

Fig. 2 Dynamic changes of moisture content of shoot body and sheath as winter shoot growing

3.3 生物量的动态变化与积累

生物量是生态系统研究中最重要生物物理参数之一,是系统结构优劣和功能高低直接表现,反映了生产力的高低。通过测算林木生物量来衡量系统或群落生产力的高低与潜力^[17-18],并与森林碳汇功能研究紧密结合,成为当今新的研究热点^[19]。

冬笋生长中,生物量的积累表现在两个方面,一是个体生物量的增大,二是数量的增加。笋芽萌动成冬笋后,笋体逐渐膨大,干物质持续积累,同时,由于林地地下鞭中笋芽的陆续萌出,冬笋数量不断增多。据此,本研究从单笋生物量动态变化和单位面积林分生物量增大两方面进行讨论。为方便研究和描述,引入“标准单笋”概念,即具有各监测期平均值的笋作为各时期的标准单笋。

3.3.1 标准单笋生物量的动态变化与积累 受竹鞭笋芽持续萌出的影响,同笋、笋径的变化趋势相似,随时间推移,标准单笋生物量鲜质量有所降低(图3),12月初,标准单笋生物量鲜质量为266.125 g,2月初降至225.882 g;其中,笋箨的降低幅度较大,而笋肉因为干物质积累,生物量略有升高。由于含水率在各时期差异较大,因此,标准单笋生物量干质量动态变化跟鲜质量略有不同。笋体的生物量干质量由49.56 g先降低至43.46 g,之后又恢复为49.32 g,其中笋肉表现为持续增长,由12月初的17.17 g增加为2月初的22.09 g(图4),说明1月份之后冬笋中干物质积累速率较快,其作用超过了中后期小笋的萌出使得平均值下降的负面影响。

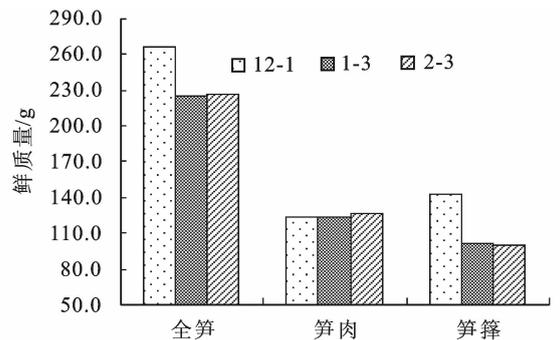


图3 标准单笋鲜质量随冬笋生长的动态变化

Fig. 3 Dynamic changes of fresh weight of standard single shoot as winter-shoot growing

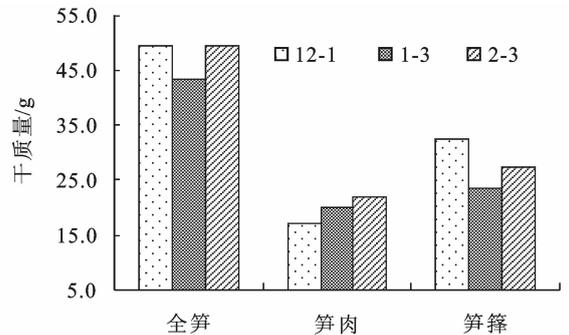


图4 冬笋生长中标准单笋干质量的动态变化

Fig. 4 Dynamic changes of dry weight of standard single shoot while winter-shoot growing

3.3.2 林分冬笋生物量的动态变化与积累 为探讨该时期整个林分冬笋生物量的积累状况,根据调查所得的各时期冬笋收获量,核算了单位面积林分中冬笋生物量的积累量(表2)。

由表2的监测和计算数据可知,研究区12月、1月和2月初地下冬笋的数量分别达578.1 222个· hm^{-2} 和2 000个· hm^{-2} ;1月份林分冬笋生物量鲜质量比上年12月份增加121.1 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,2月份比1月份增加176.9 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,生物量干质量的积累也表现出相同的规律性,12月初,林分冬笋的生物量干

质量已达 $28.65 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 12 月份—1 月份, 冬笋干物质净积累 $24.45 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 1 月份—2 月份净积累

量达 $45.54 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

表 2 林分冬笋生物量的动态变化

Table 2 Dynamic changes of winter-shoot biomass in the *P. edulis* stand

日期/月-日	数量/ (个 $\cdot \text{hm}^{-2}$)	鲜质量/($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)			干质量/($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)		
		笋肉	笋箨	总重	笋肉	笋箨	总重
12-1	578	71.495 7	82.32	153.8	9.924	18.72	28.65
1-3	1 222	150.529 0	124.40	274.9	24.406	28.65	53.10
2-3	2 000	252.039 0	199.70	451.8	44.190	54.45	98.64

3.3.3 笋肉生物量占全笋比例的动态变化 如前所述, 笋体由笋肉和笋箨 2 部分组成, 笋箨, 又称笋壳, 包被在笋肉外层, 相当于叶鞘, 对竹笋的节间生长其保护作用^[7]。冬笋经过春笋—幼竹—成竹等各阶段的生长, 笋肉部分随干物质积累和不断木质化, 分化发育成秆、枝、叶各器官, 而笋箨随竹的生长, 演

变成秆箨, 最终脱落。从冬笋采收利用的角度来看, 笋肉作为可食部分, 其比例大小直接决定利用率和收益。因此, 研究笋肉与笋箨比例的动态变化, 可了解该阶段冬笋生长中生物量分配状况。

由图 5 可知, 随着笋体的膨大, 无论是干质量还是鲜质量, 笋肉在全笋中的比例均呈现明显上升趋势, 说明笋芽萌动后, 笋体生长和干物质的积累主要集中在笋肉部分。由于笋箨含水率远小于肉质部分, 以干质量计, 笋肉所占比例明显降低。

3.4 单笋生物量对笋高和笋径的拟合模型

通过各时期收获样笋的测定数据, 采用多元统计逐步回归的方法, 建立了单笋生物量鲜、干质量对笋高和笋径的拟合模型, 用于估测冬笋生长中不同时期林地冬笋生物量的积累状况(表 3)。从拟合方程的决定系数和显著水平来看, 无论是生物量鲜质量还是干质量, 对冬笋笋高和笋径均具有较好的正相关关系。

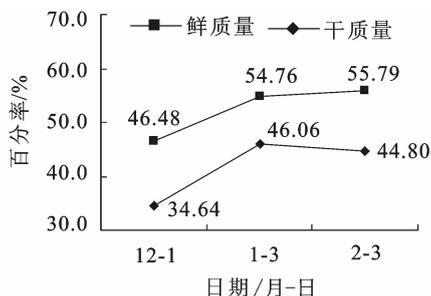


图 5 笋肉占全笋比例随冬笋生长的动态变化

Fig. 5 Dynamic changes of proportion of shoot body accounting for the whole shoot as winter-shoot growing

表 3 冬笋生长中单笋生物量鲜、干质量对笋高和笋径的拟合模型

Table 3 Models of shoot fresh and dry weight to shoot height and diameter while winter-shoot growing

指标	日期/月-日	拟合模型	R^2	F	p
鲜质量	12-1	$W = -498.44 + 17.48 H + 83.11 d$	0.928 1	212.871 8	0.000 0
	1-3	$W = -368.91 + 9.71 H + 82.38 d$	0.945 1	284.168 3	0.000 0
	2-3	$W = -486.50 + 11.64 H + 101.36 d$	0.887 1	129.613 2	0.000 0
干质量	12-1	$W = -92.84 + 3.26 H + 15.48 d$	0.928 1	212.910 7	0.000 0
	1-3	$W = -71.26 + 1.88 H + 15.92 d$	0.945 1	284.249 4	0.000 0
	2-3	$W = -106.20 + 2.54 H + 22.13 d$	0.887 1	129.624 1	0.000 0

注: 拟合方程中, H 、 d 分别为笋高和笋径, 单位 cm; W 为生物量鲜、干质量, 单位 g。

4 结论与讨论

冬笋为毛竹第一生长阶段, 是林分生产力的基础。由于其营养丰富、味道鲜美, 长期以来, 对冬笋的关注多集中在通过灌溉、覆盖保温等方式来提高其产量^[20-23], 而少从生长发育等生物学特性出发对其进行研究和干预, 从而提高林分生产力。从本文的研究结果来看, 冬笋是毛竹生长的关键时期, 生物量亦相当可观, 至发笋大年 2 月初, 林分冬笋生物量鲜质量达 $451.8 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 且初期萌动的冬笋笋体大小和质量明显高于中后期; 从笔者之后对冬笋的养分状况测试结果看, 该阶段冬笋生长对养分的需

求量也较大, 且不同时间萌动的冬笋对养分的需求和吸收量有差异, 因此, 以冬笋生长和生物量积累特性为依据, 可准确核算该时期冬笋生长需要的养分量。但需要特别指出的是, 冬笋阶段尤其是早期冬笋, 自身基本不能从土壤中独立吸收养分, 而主要依靠母竹系统供应, 因此冬笋生长所需养分应该通过给母竹系统施肥进行补充。

另外, 冬笋是毛竹林经济收益的重要部分, 但受市场价格、竹农经验和传统习惯的影响, 冬笋采挖时间、强度和方法差异较大, 如果采用刨鞭挖笋的方法或采挖强度过大, 则会破坏林地或对来年产量产生负面影响^[24]。相关报道中, 冬笋采挖多提倡采

挖末期笋,留养初、盛期笋^[1],但本研究认为,初期冬笋生长快、个体大,养分吸收积累量大,如按一定比例适当采收,可降低对系统的养分争夺,从而刺激中后期笋的萌动和减少退笋,并增加竹林收益,实现双赢,具体采挖时间和采挖量及对林分的影响还有待进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 江泽慧. 世界竹藤[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2002.
- [2] 李智勇, 校建民, 张新萍, 等. 竹林生态环境效益评估探讨[J]. 世界竹藤通讯, 2005, 3(4): 15-17.
LI Z Y, XIAO J M, ZHANG X P, *et al.* Evaluation on eco-environmental benefit of bamboo forest [J]. World Bamboo and Rattan, 2005, 3 (4): 15-17. (in Chinese)
- [3] 王兵, 魏文俊, 邢兆凯, 等. 中国竹林生态系统的碳储量[J]. 生态环境, 2008, 17(4): 1680-1684.
WANG B, WEI W J, XING Z K, *et al.* Carbon storage of bamboo forest ecosystem in china [J]. Ecology and Environment, 2008, 17(4): 1680-1684.
- [4] 陈先刚, 张一平, 张小全, 等. 过去 50 年中国竹林碳储量变化[J]. 生态学报, 2008, 28(11): 5218-5227.
CHEN X G, ZHANG Y P, ZHANG X Q, *et al.* Carbon stock changes in bamboo stands in China over the last 50 years [J]. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(11): 5218-5227. (in Chinese)
- [5] 张齐生. 竹类资源加工及其利用前景无限[J]. 中国林业产业, 2007(3): 22-24.
- [6] 王炳兴, 何国林. 毛竹产业化的探讨[J]. 竹子研究汇刊, 2002, 21(2): 32-35.
WANG B X, HE G L. Research on bamboo industrialization of *Pubescens*[J]. Journal of Bamboo Research, 2002, 21 (2): 32-35. (in Chinese)
- [7] 周芳纯. 竹林培育学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1998.
- [8] 任广国. 毛竹笋期生长规律的研究[J]. 安徽林业科技, 1990 (1): 1-4.
- [9] 胡春水, 余祥威, 骆琴妮. 毛竹冬笋的笋体剖析及营养成分的测定[J]. 竹子研究汇刊, 1998, 17(2): 14-17.
HU C S, SHE X W, LUO Q Y. Dissection of winter bamboo shoots of *Phyllostachys pubescens* and measurement of nutritious components [J]. Journal of Bamboo Research, 1998, 17 (2): 14-17. (in Chinese)
- [10] 刘耀荣. 毛竹笋期的营养动态[J]. 林业科学研究, 1990, 3(4): 363-367.
LIU Y R. Nutrient dynamics in the shoot stage of moso bamboo[J]. Forest Research, 1990, 3(4): 363-367. (in Chinese)
- [11] 郑林水, 周紫球, 陆媛媛, 等. 不同肥料对毛竹冬笋品质特征的影响[J]. 林业科技, 2011, 36(4): 43-45.
ZHENG Q S, ZHOU Z Q, LU Y Y, *et al.* Effect of different fertilization treatment of the quality of winter bamboo and *Phyllostachys pubescens* Shoot[J]. Forestry Science & Technology, 2011, 36(4): 43-45. (in Chinese)
- [12] 徐有明, 郝培应, 费本华. 竹笋形态发育构建过程中解剖结构及化学成分的动态变化[J]. 东北林业大学学报, 2008, 36(4): 8-16.
XU Y M, HAO P Y, FEI B H, *et al.* Dynamic change of anatomical structure and chemical constituents of bamboo shoots for *Phyllostachys pubescens* at developmental stage [J]. Journal of Northeast Forestry University, 2008, 36 (4): 8-16. (in Chinese)
- [13] 陆媛媛, 周紫球, 李玄川, 等. 毛竹冬笋生长特点研究[J]. 浙江林业科技, 2011, 31(1): 59-63.
LU Y Y, ZHOU Z Q, LI X C, *et al.* Analysis on growth characteristics of winter shoot of *Phyllostachys heterocycla* cv. *pubescens*[J]. Jour. Zhejiang For. Sci. & Tech., 2011, 31(1): 59-63. (in Chinese)
- [14] 肖祥希, 罗有鑫, 邱兴荣, 等. 毛竹笋产量的研究[J]. 福建林业科技, 1997, 24(3): 24-27.
XIAO X X, LUO Y A, QIU X R, *et al.* Study on the bamboo shoot yield of *Phyllostachys pubescens* [J]. Jour. Fujian Forestry Sci. & Tech., 1997, 24(3): 24-27. (in Chinese)
- [15] 汪奎宏, 陆松发, 蔡幼秋. 毛竹笋用林产量因素相关分析[J]. 浙江林业科技, 1990, 10(5): 32-38.
WANG K H, LU S F, CAI R Q. Relative analyse for output factor in bamboo shoot producing forests [J]. Jour. Zhejiang Forestry Sci & Tech., 1990, 10(5): 32-38. (in Chinese)
- [16] 唐启义. DPS 数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [17] 秦武明, 何斌, 覃世赢. 厚荚相思人工林生物量和生产力的研究[J]. 西北林学院学报, 2008, 23(2): 17-20.
QIN W M, HE B, QIN S Y. Biomass and productivity in *Acacia crassicarpa* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2008, 23(2): 17-20. (in Chinese)
- [18] 郭永清, 郎南军, 杨旭, 等. 云南膏桐人工幼龄林生物量和生产力的研究[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(2): 1-4.
GUO Y Q, LANG N J, YANG X, *et al.* Biomass and productivity of *Jatropha curcas* plantation in honghe river area [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2010, 25(2): 1-4. (in Chinese)
- [19] 赵林, 殷鸣放, 陈晓非, 等. 森林碳汇研究的计量方法及研究现状综述[J]. 西北林学院学报, 2008, 23(1): 59-63.
ZHAO L, YIN M F, CHEN X F, *et al.* Summary of the research methods of forest carbon sink accounting[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2008, 23 (1): 59-63. (in Chinese)
- [20] 郑经池. 不同喷灌处理对毛竹林冬笋生长和综合效益的影响[J]. 林业勘察设计, 2006(2): 98-101.
- [21] 蓝晓光. 土壤温度对毛竹冬笋-春笋高生长的影响[J]. 浙江林学院学报, 1990, 7(1): 22-28.
LAN X G. Effects of soil temperature on the winter-spring shoot elongation of *Phyllostachys pubescens* [J]. Journal of Zhejiang Forestry College, 1990, 7(1): 22-28. (in Chinese)
- [22] 朱会芸. 不同年份降雨量对毛竹林冬笋生长与经营效益影响[J]. 林业资源管理, 2008(3): 90-92.
ZHU H Y. Study on the influence of rainfall in late august and winter in different years on the bamboo shoot growth and production benefit [J]. Forest Resources Management, 2008 (3): 90-92. (in Chinese)
- [23] 杨金满. 喷灌对毛竹冬笋生长的影响[J]. 林业科技开发, 2010, 24(6): 121-122.
- [24] 童颖国, 杨益高, 陈建法, 等. 竹笋两用山的冬笋挖掘和科学施肥技术[J]. 上海农业科技, 2007(4): 95-96.