

立地条件对寿竹生物量的影响

甘小洪¹, 唐翠彬¹, 温中斌², 高勇军²

(1 西华师范大学 生命科学学院, 四川 南充 637009; 2 重庆市林业科学研究院 竹子研究所, 重庆 梁平 405200)

[摘要] 【目的】探讨立地条件对寿竹生物量的影响, 确定寿竹生长的适宜立地条件, 为寿竹的营林生产提供理论依据。【方法】在重庆市梁平县寿竹分布区选取 16 块样地, 对样地的立地条件(坡度、坡位、坡向、海拔、土层厚度和腐殖质层厚度等)及寿竹标准竹的生物量进行调查, 采用 SPSS 数理统计软件的 t 检验和多元回归分析方法, 研究不同立地因子对寿竹生物量的影响。【结果】寿竹的生物量随坡度的增大而减小, 平坦地和缓坡适宜寿竹生长; 上坡不适宜寿竹的生长, 中、下坡寿竹生物量差异不明显; 坡向对寿竹生物量的影响不明显; 海拔 800 m 是寿竹生长的一个分界线; 土层越厚越有利于寿竹生物量的积累; 腐殖质层厚度小于 2 cm 时不利于寿竹生长。上述立地因子中, 坡位、土层厚度、腐殖质层厚度对寿竹生物量影响较大, 海拔、坡度、坡向对寿竹生物量影响较小。【结论】影响寿竹生物量积累的主要立地因子是坡位、土层厚度、腐殖质层厚度。在寿竹营林生产中, 林地应选择在海拔 800 m 以下的平缓坡地, 坡位宜选择中、下坡; 林地内应有一定厚度的土层和腐殖质层。

[关键词] 寿竹; 生物量; 立地条件

[中图分类号] S718.5; S759.1⁺5

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2010)02-0140-07

Effects of site conditions on the biomass of *Phyllostachys bambusoides* f. *shouzhu* Yi

GAN Xiao-hong¹, TANG Cui-bin¹, WEN Zhong-bin², GAO Yong-jun²

(1 College of Life Science, China West Normal University, Nanchong, Sichuan 637009, China;

2 Bamboo Research Institute, Academe of Forestry Science of Chongqing, Liangping, Chongqing 405200, China)

Abstract: 【Objective】The study explored the effects of site conditions on the biomass of *Phyllostachys bambusoides* f. *shouzhu* Yi in order to ascertain the optimum site condition for the growth of *P. bambusoides* f. *shouzhu* Yi and provide theoretical foundation for forestation of the bamboo. 【Method】The site conditions of slopeness, slope position, slope aspect, altitude, soil thickness and humus thickness, and the biomass of standard bamboo of *P. bambusoides* f. *shouzhu* Yi were investigated in 16 sample spots of bamboo forest of *P. bambusoides* f. *shouzhu* Yi in Liangping county, and then the effects of site conditions on the biomass of the bamboo were analyzed by the methods of t test and quantity regression by SPSS software. 【Result】The biomass of *P. bambusoides* f. *shouzhu* Yi would decrease with the increase of slopeness, and the flat ground and the gentle slope were more suitable for its growth. The upper of a hill was not suitable for the bamboo growth, and the biomass difference of the bamboo was not significant between the mid and lower of a hill. The effect of slope aspect on the biomass of the bamboo was significant. The altitude of 800 m could be the boundary for the bamboo growth. The thicker soil was good for the accumulation of the bamboo biomass. The humus thickness less than 2 cm was not suitable for the bamboo growth. The site factors of slope position, soil thickness and humus thickness had significant effect on the biomass of *P. bambusoides* f. *shouzhu* Yi, but the effects of other factors on the bamboo biomass were lower. 【Conclusion】

* [收稿日期] 2009-07-28

[基金项目] 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD19B02); 四川省教育厅青年基金项目(2006B038)

[作者简介] 甘小洪(1974—), 男, 重庆璧山人, 副教授, 博士, 主要从事竹子资源保护与利用研究。E-mail: bhgan@163.com

The main site factors affecting the biomass of *P. bambusoides* f. *shouzhu* Yi are slope position, soil thickness and humus thickness. The forestation site of *P. bambusoides* f. *shouzhu* Yi should be selected at the flat ground and the gentle slope of the hills below altitude of 800 m, and the slope position of the forestation site should be selected at the mid and lower position of a hill. Soil thickness and humus thickness should be kept at a suitable level in the forestation site.

Key words: *Phyllostachys bambusoides* f. *shouzhu* Yi; biomass; site condition

寿竹 (*Phyllostachys bambusoides* f. *shouzhu* Yi) 是禾本科 (Gramineae) 竹亚科 (Bambusoideae) 刚竹属 (*Phyllostachys*) 的一种优良笋材两用大径竹种^[1-2], 主要分布于四川东部、重庆以及湖南南部^[3]。寿竹单轴散生, 秆高达 20 m, 直径 4~13 cm, 秆的节间很长, 最长可达 50 cm; 寿竹全身是宝, 竹秆的加工性能较优, 笋味鲜美, 箨壳是制作高档包装品的上佳材料, 具有较好的开发和利用价值。发展笋材两用的寿竹林, 前景广阔, 效益明显。

生物量既是竹类研究的一项重要内容, 也是研究竹林生态系统物质循环的基础。研究寿竹的生物量, 对评价寿竹的生产力及提高营林水平和综合利用其产品有重要意义^[4]。目前对寿竹的研究较少^[3,5], 尚未见不同立地条件对寿竹生物量影响的系统报道, 在寿竹的实际营林生产中, 尤其是在林地选择时还存在一定的盲目性。为此, 本研究通过对重庆市梁平县 16 个寿竹林地的立地条件和生物量进行调查, 分析比较了不同立地条件下寿竹的生物量, 旨在确定最适宜寿竹生长的立地条件, 为寿竹的营林生产提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地自然概况

试验地选在重庆市梁平县明月山中段百里槽的竹山区, 该区位于北纬 30° 39' ~ 30° 51'、东经 107° 30' ~ 107° 41'。生境海拔 500~1 100 m, 土壤为山地黄壤, 年均气温 14~16 °C, 无霜期 250 d 左右, 年均降水量 1 200~1 400 mm, 相对湿度 85%^[3]。试验区寿竹林主要为笋材两用竹林, 而且多为寿竹纯林, 调查地点包括大垭口管护站、竹山镇、袁驿镇等寿竹主产区, 覆盖的范围为北纬 30° 40' 24. 68" ~ 30° 44' 27. 27"、东经 107° 29' 50. 20" ~ 107° 35' 15. 87"。

1.2 立地因子的划分

根据实地调查结果, 并参考苟光前^[6]和鲁顺保等^[7]的立地条件划分方法, 将试验地的立地条件划分为以下不同等级:

坡度 (X_1): 平坦地 ($X_1 < 5^\circ$, X_{11})、缓坡 ($5^\circ \leq$

$X_1 < 15^\circ$, X_{12})、斜坡 ($15^\circ \leq X_1 < 25^\circ$, X_{13})、陡坡 ($X_1 \geq 25^\circ$, X_{14}); 坡位 (X_2): 上坡 (X_{21})、中坡 (X_{22})、下坡 (包括山脊, X_{23}); 坡向 (X_3): 阳坡 (南、西南、东南和西面, X_{31})、阴坡 (北、东北、西北和东面, X_{32}); 海拔 (X_4): $X_4 < 600$ m (X_{41})、 $600 \leq X_4 < 700$ m (X_{42})、 $700 \leq X_4 < 800$ m (X_{43})、 $X_4 \geq 800$ m (X_{44}); 土层厚度 (X_5): 薄层 ($X_5 < 30$ cm, X_{51})、中层 ($30 \leq X_5 < 60$ cm, X_{52})、厚层 ($X_5 \geq 60$ cm, X_{53}); 腐殖质层厚度 (X_6): $X_6 < 2$ cm (X_{61})、 $2 \leq X_6 < 3$ cm (X_{62})、 $3 \leq X_6 < 4$ cm (X_{63})、 $X_6 \geq 4$ cm (X_{64})。

1.3 调查与分析方法

主要根据坡位和坡向 2 个立地因子, 于 2009-03 选取面积为 10 m × 10 m 的样地共 16 块。对各样地中每株寿竹的胸径进行检测。根据苏文会等^[8]的方法, 选择胸径与该样地寿竹平均胸径误差不超过 5% 的竹子作为标准竹, 每一样地选取 3 株标准竹。将选好的标准竹连箨挖起, 在秆基处锯断。洗净箨上泥土并自然晾干, 取胸径的 2/5 为用材小头直径, 在该秆径处去掉小头, 剩余部分为秆部, 枝加小头部分为枝; 称量各部分鲜质量, 计算寿竹单株生物量 (单株生物量为各部分鲜质量之和)。

参考苟光前^[6]的方法, 采用 SPSS 统计软件对各立地因子不同等级样地寿竹生物量的平均值进行 t 检验, 并进行多元统计分析, 研究不同立地因子对寿竹生物量的影响。

2 结果与分析

2.1 不同立地因子对寿竹生物量的影响

分析各立地因子的不同等级对寿竹生物量的影响时, 为使研究结果更加准确, 在对每一立地因子进行 t 检验时, 应使另外 5 个立地因子尽量保持一致, 故将不一致的样地剔除。

2.1.1 坡 度 坡度是影响寿竹生物量的重要立地因子之一。由表 1 可知, 坡度对寿竹的生物量有一定影响, 随着坡度的增大, 寿竹各器官生物量逐渐减小。 t 检验结果显示, 平坦地 (X_{11}) 寿竹各器官 (除叶外) 生物量和总生物量与缓坡 (X_{12}) 间差异不显

著;平坦地、缓坡寿竹各器官生物量和总生物量与陡坡(X_{14})间的差异大多达显著或极显著水平,但缓坡叶生物量与陡坡差异不显著;平坦地与斜坡(X_{13})间

寿竹的秆、箨和单株总生物量有极显著差异。上述结果表明,平坦地、缓坡较斜坡、陡坡更适宜寿竹生长。

表 1 坡度对寿竹生物量的影响及 t 检验结果

Table 1 t -test result and effect of slopeness on the biomass of *P. bambusoides* f. *shouzhu* Yi

坡度等级 Slopeness degree	器官 Organ	生物量平均值/(g·株 ⁻¹) Biomass	t 检验 t test		
			X_{12}	X_{13}	X_{14}
X_{11}	秆 Culms	17 450.00	0.771	3.603**	8.370**
	枝 Branches	2 211.17	1.316	1.631	4.936**
	叶 Leaves	2 310.93	2.556*	1.930	2.740*
	箨 Stumps	957.17	0.725	3.735**	7.132**
	总值 Total	22 929.26	1.244	3.406**	7.642**
X_{12}	秆 Culms	15 955.00		2.581*	4.608**
	枝 Branches	1 934.67		0.774	4.398**
	叶 Leaves	1 030.70		-1.001	0.500
	箨 Stumps	916.00		4.992**	13.371**
	总值 Total	19 836.36		1.971	4.403**
X_{13}	秆 Culms	11 640.00			2.808*
	枝 Branches	1 689.72			1.549
	叶 Leaves	1 466.13			2.208
	箨 Stumps	724.28			7.165**
	总值 Total	1 5520.30			5.192**
X_{14}	秆 Culms	5 770.00			
	枝 Branches	1 010.00			
	叶 Leaves	834.14			
	箨 Stumps	387.33			
	总值 Total	8 001.47			

注: * . 表示差异显著($\alpha=0.05$); ** . 表示差异极显著($\alpha=0.01$)。下表同。

Note: * . The difference is significant at the 0.05 level; ** . The difference is most significant at the 0.01 level. The tables below followed.

2.1.2 坡 位 由表 2 可知,不同坡位对寿竹各器官生物量及总生物量均有影响,寿竹各器官生物量在上坡(X_{21})均最小。 t 检验结果显示,除上坡叶生物量与下坡差异不显著外,上坡(X_{21})与中坡(X_{22})、

下坡(X_{23})其他器官的生物量均存在极显著差异;中坡寿竹生物量与下坡差异均不显著。可见,上坡不适宜寿竹生长。

表 2 坡位对寿竹生物量的影响及 t 检验结果

Table 2 t -test result and effect of slope position on the biomass of *P. bambusoides* f. *shouzhu* Yi

坡位等级 Slope position degree	器官 Organ	生物量平均值/(g·株 ⁻¹) Biomass	t 检验 t test	
			X_{22}	X_{23}
X_{21}	秆 Culms	7 316.67	-4.696**	-4.608**
	枝 Branches	917.50	-4.601**	-4.149**
	叶 Leaves	861.88	-4.129**	-1.696
	箨 Stumps	492.50	-5.937**	-4.198**
	总值 Total	9 588.54	-5.250**	-4.878**
X_{22}	秆 Culms	14 708.33		0.571
	枝 Branches	1 836.42		-0.984
	叶 Leaves	1 898.24		1.359
	箨 Stumps	845.08		0.381
	总值 Total	19 288.07		0.605
X_{23}	秆 Culms	13 790.00		
	枝 Branches	2 051.87		
	叶 Leaves	1 399.69		
	箨 Stumps	822.80		
	总值 Total	18 064.36		

2.1.3 坡 向 表 3 结果显示,坡向仅对寿竹叶的

生物量有显著影响,阳坡(X_{32})较适宜叶生物量积

累,这可能是由于阳坡光照较为充分,叶片积累光合作用产物较多;秆、枝、箨等器官的生物量及总生物量均以阴坡较大,但与阳坡差异不显著。

表 3 坡向对寿竹生物量的影响及 t 检验结果Table 3 t -test result and effect of slope aspects on the biomass of *P. bambusoides* f. *shouzhu* Yi

坡向等级 Slope aspect degree	器官 Organ	生物量平均值/(g·株 ⁻¹) Biomass	t 检验 t test	
			X_{32}	
X_{31}	秆 Culms	11 952.50	-0.932	
	枝 Branches	1 760.75	-0.042	
	叶 Leaves	1 927.11	2.119*	
	箨 Stumps	770.17	-0.013	
	总值 Total	16 410.78	-0.407	
X_{32}	秆 Culms	13 515.71		
	枝 Branches	1 771.00		
	叶 Leaves	1 229.39		
	箨 Stumps	771.24		
	总值 Total	17 287.34		

2.1.4 海拔 从表 4 可以看出,海拔对寿竹的生物量有一定影响,寿竹各器官生物量及总生物量均在 X_{44} 时最小。 t 检验结果显示,海拔 ≥ 800 m 时寿竹的生物量与 800 m 以下海拔各等级之间有显著或极显著差异(X_{41} 的枝、叶和总值及 X_{42} 的枝、叶除外),表明海拔 800 m 为一条明显的分界线,海拔高

于 800 m 不利于寿竹生物量的积累。

寿竹的各器官生物量及总生物量均在 X_{43} 时达到最大值,与其他海拔等级(X_{41} , X_{42} , X_{44}) 的差异大多达显著或极显著水平。结果表明,700~800 m 是最适合寿竹生物量积累的海拔高度。

表 4 海拔对寿竹生物量的影响及 t 检验结果Table 4 t -test result and effect of altitudes on the biomass of *P. bambusoides* f. *shouzhu* Yi

海拔等级 Altitude degree	器官 Organ	生物量平均值/ (g·株 ⁻¹) Biomass	t 检验 t test		
			X_{42}	X_{43}	X_{44}
X_{41}	秆 Culms	11 650.00	0.039 0	-2.306 0*	2.669 0*
	枝 Branches	1 389.17	-1.058 3	-2.615 8*	0.898 2
	叶 Leaves	1 521.85	0.861 5	-1.791 5	1.201 6
	箨 Stumps	682.17	-1.296 6	-3.990 7**	3.578 7**
	总值 Total	15 243.18	0.033 2	-2.531 9*	2.259 7
X_{42}	秆 Culms	11 587.50		-3.164 0**	3.274 0**
	枝 Branches	1 704.75		-1.965 4	2.130 1
	叶 Leaves	1 102.35		-3.023 2**	0.452 1
	箨 Stumps	775.42		-2.789 8*	7.009 8**
	总值 Total	15 170.01		-3.524 7**	3.003 8*
X_{43}	秆 Culms	16 700.00			6.766 0**
	枝 Branches	2 130.33			4.515 1**
	叶 Leaves	2 263.23			3.465 5**
	箨 Stumps	944.11			7.584 2**
	总值 Total	22 038.01			4.669 1**
X_{44}	秆 Culms	5 770.00			
	枝 Branches	1 010.00			
	叶 Leaves	834.14			
	箨 Stumps	387.33			
	总值 Total	8 001.47			

2.1.5 土层厚度 由表 5 可知,土层厚度对寿竹生物量有一定影响。除箨外,其他器官生物量和总生物量均随土层厚度的增加而增大。 t 检验结果显示,厚土层(X_{53}) 寿竹生物量与薄土层(X_{51})、中土层(X_{52}) 的差异均达显著或极显著水平(除 X_{52} 的枝

外);薄土层寿竹生物量与中土层之间差异不显著。上述结果表明,厚土层最适宜寿竹生物量积累,而薄土层和中土层均不太适宜寿竹生物量积累。

2.1.6 腐殖质层厚度 由表 6 可知,除箨外,寿竹其他器官生物量总体上随腐殖质层厚度的增加而增

大;从秆生物量来看, X_{61} 与 X_{63} 间差异显著,而在其他腐殖质层厚度等级之间差异不显著;从枝和筍的生物量来看,各腐殖质层厚度等级之间差异均不显著,说明腐殖质层厚度对枝和筍的生物量影响不明显;从叶的生物量来看,腐殖质层厚度 < 2 cm (X_{61}) 与其他腐殖质层厚度之间均存在极显著差异,而 2

cm 以上的腐殖质层厚度各等级之间差异不显著;从总生物量来看, X_{61} 与 X_{63} 和 X_{64} 的差异分别达极显著和显著水平,其他等级之间差异不显著。上述结果表明,腐殖质层厚度小于 2 cm 时不适宜寿竹生长。

表 5 土层厚度对寿竹生物量的影响及 t 检验结果

Table 5 t -test result and effect of soil thickness on the biomass of *P. bambusoides* f. *shouzhuyi*

土层厚度等级 Soil thickness degree	器官 Organ	生物量平均值/(g·株 ⁻¹) Biomass	t 检验 t test	
			X_{52}	X_{53}
X_{51}	秆 Culms	11 736.67	-0.780 9	-3.620 6**
	枝 Branches	1 602.11	-0.985 0	-2.392 2*
	叶 Leaves	1 244.48	-0.759 0	-2.963 0**
	筍 Stumps	769.56	1.053 0	-4.857 0**
	总值 Total	15 352.98	-0.836 0	-3.921 0**
X_{52}	秆 Culms	12 975.00		-5.136 5**
	枝 Branches	1 839.83		-1.477 8
	叶 Leaves	1 494.83		-2.598 0*
	筍 Stumps	699.59		-2.965 0*
	总值 Total	17 009.25		-5.298 0**
X_{53}	秆 Culms	20 100.00		
	枝 Branches	2 468.00		
	叶 Leaves	2 868.00		
	筍 Stumps	1 063.67		
	总值 Total	26 499.67		

表 6 腐殖质层厚度对寿竹生物量的影响及 t 检验结果

Table 6 t -test result and effect of humus thickness on the biomass of *P. bambusoides* f. *shouzhuyi*

腐殖质厚度等级 Humus thickness degree	器官 Organ	生物量平均值/ (g·株 ⁻¹) Biomass	t 检验 t test		
			X_{62}	X_{63}	X_{64}
X_{61}	秆 Culms	10 975.00	-0.767	-2.814 *	-1.733
	枝 Branches	1 398.17	-1.274	-1.701	-0.858
	叶 Leaves	575.40	-2.968**	-3.730**	-3.491**
	筍 Stumps	739.34	0.140	-0.903	-1.711
	总值 Total	13 687.90	-1.244	-3.282**	-2.229*
X_{62}	秆 Culms	12 328.00		-1.345	-0.934
	枝 Branches	1 859.60		-0.398	0.411
	叶 Leaves	1 514.08		-0.925	-0.693
	筍 Stumps	724.07		-1.122	-1.925
	总值 Total	16 425.95		-1.277	-0.853
X_{63}	秆 Culms	14 615.00			-0.085
	枝 Branches	1 953.83			0.897
	叶 Leaves	1 953.97			0.242
	筍 Stumps	808.67			-1.105
	总值 Total	19 331.47			0.035
X_{64}	秆 Culms	14 800.00			
	枝 Branches	1 719.00			
	叶 Leaves	1 842.52			
	筍 Stumps	881.50			
	总值 Total	19 243.02			

2.2 立地因子与生物量的多元回归分析

根据综合-主导因子原则,在全面分析各立地因子与寿竹生长关系的基础上,找出几个起主要作用

的因子。将坡度(X_1)、坡位(X_2)、坡向(X_3)、海拔(X_4)、土层厚度(X_5)、腐殖质层厚度(X_6)作为自变量,以寿竹各器官生物量为因变量进行多元回归分

析,结果见表 7。由表 7 可知,寿竹秆、枝、叶、箨等器官的生物量及总生物量与立地因子的复相关系数分别为 0.848,0.894,0.750,0.916 和 0.841,经检验均呈极显著相关。从各个立地因子偏相关系数可知,对秆、枝的生物量及总生物量影响达显著或极显著水平的是坡位、土层厚度和腐殖质层厚度,坡度对

枝生物量的影响也达显著水平;除坡位外,其他立地因子对叶生物量均有显著影响;除坡度和土层厚度外,其他立地因子对箨生物量均有显著或极显著影响。综合分析可知,坡位、土层厚度、腐殖质层厚度对寿竹生物量的影响较大,而海拔、坡度、坡向的影响较小。

表 7 立地因子与寿竹生物量的多元回归分析

Table 7 Quantity regression results of biomass of *P. bambusoides* f. *shouzhu* Yi to the site factors

生物量 Biomass	偏相关系数 Partial correlation coefficient						复相关系数 Multiple correlation coefficient
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	
秆 Culms	0.201	0.654*	0.071	-0.064	0.580*	0.549*	0.848**
枝 Branches	0.307*	0.885**	-0.117	-0.162	0.695*	0.549*	0.894**
叶 Leaves	-0.452*	-0.084	-0.600*	-0.436*	0.403*	0.667*	0.750**
箨 Stumps	-0.239	0.757**	-0.642*	-0.393*	-0.281	0.526*	0.916**
总值 Total	0.090	0.639*	-0.104	-0.155	0.573*	0.591*	0.841**

3 讨论

一般而言,坡度、坡位会引起土层和腐殖质层厚度的差异,从而影响土壤水分、有机质及其他养分的总储量和根系分布范围^[9-10],进而对竹子的生物量积累产生影响。本研究结果表明,坡位、土层厚度、腐殖质层厚度、坡度对寿竹生物量有一定影响,这与前人对毛竹(*Phyllostachys pubescens*)^[7,11]、撑绿竹(*Bambusa pervariabilis* × *Dendrocalamopsis daii*)^[6]、慈竹(*Neosinocalamus affinis*)^[12]等的研究结果相似,说明以上 4 个立地因子对不同竹种生物量的积累具有相似的影响结果。

坡向会影响立地的光、热、水分等环境因子^[9],从而对植物的生长产生影响。一般来说,阳坡较阴坡光照好,更有利于植物光合作用的进行和生长。而本研究发现,坡向对寿竹的生物量积累没有显著影响,表明寿竹对光照要求并不严格,这与前人对撑绿竹^[6]的研究结果相似,其原因还有待进一步研究。

海拔会影响林地的气温、光照等环境因素,从而对植物的生长产生影响。高海拔地区气温偏低,寒流持续时间较长,导致大量退笋和嫩竹损伤,影响成竹和竹林质量^[7]。本试验对寿竹的研究结果表明,800 m 以上海拔不适宜寿竹生长,而在 800 m 以下海拔,寿竹生物量随海拔的升高而增大,这与苟光前^[6]的研究结果相似。海拔 800 m 恰好是低山和中山的分界线^[13],这说明寿竹是一种适应低山生长的竹种。

4 结论

影响寿竹生物量积累的主要立地因子是坡位、

土层厚度、腐殖质层厚度,而海拔、坡度、坡向等立地因子的影响较小。在寿竹的营林生产中,林地的选择应注意以下几点:海拔应不高于 800 m;坡度不能太陡,以平坦地、缓坡为宜;坡位以中、下坡位为佳;土层应较厚;腐殖质层厚度应大于 2 cm。

[参考文献]

- [1] 中国科学院中国植物志编写委员会. 中国植物志第九卷第一分册 [M]. 北京:科学出版社,1996:295.
The Editor Committee of Flora of China, Chinese Academy. Flora of China, Tomus 9(1) [M]. Beijing: Science Press, 1996: 295. (in Chinese)
- [2] 易同培,史军义,马丽莎,等. 中国竹类图志 [M]. 北京:科学出版社,2008:320.
Yi T P, Shi J Y, Ma L S, et al. Atlas of bamboo in China [M]. Beijing: Science Press, 2008: 320. (in Chinese)
- [3] 齐辉荣. 寿竹林的花后复壮 [J]. 竹类研究, 1989(2): 60-63.
Qi H R. Rejuvenation after blossom of 'Shouzhu' forest [J]. Bamboo Research, 1989(2): 60-63. (in Chinese)
- [4] 金爱武,周国模,马跃,等. 雷竹各器官生物量模型研究 [J]. 浙江林业科技, 1999, 19(2): 7-8.
Jin A W, Zhou G M, Ma Y, et al. Studies on biomass of various organ of *Phyllostachys praecox* [J]. Journal of Zhejiang Forest Science and Technology, 1999, 19(2): 7-8. (in Chinese)
- [5] 温中斌,黄珍富,丁红云. 寿竹丰产高效栽培技术 [J]. 世界竹藤通讯, 2008, 6(6): 30-31.
Wen Z B, Huang Z F, Ding H Y. Effective cultivation technology for high yielding *Phyllostachys bambusoides* [J]. World Bamboo and Rattan, 2008, 6(6): 30-31. (in Chinese)
- [6] 苟光前. 撑绿竹 3 号无性系种群生物学研究 [D]. 江苏南京:南京林业大学, 2007: 24-33.
Gou G Q. Studies on biology of Chenglü bamboo No. 3 clonal population [D]. Nanjing, Jiangsu: Nanjing Forestry University, 2007: 24-33. (in Chinese)
- [7] 鲁顺保,饶玮,彭九生,等. 立地条件对毛竹生物量的影响研

- 究 [J]. 浙江林业科技, 2008, 28(4): 22-24.
- Lu S B, Rao W, Peng J S, et al. Effect of site conditions on biomass of *Phyllostachys heterocycla* var. *pubescens* [J]. Journal of Zhejiang Forest Science and Technology, 2008, 28(4): 22-24. (in Chinese)
- [8] 苏文会, 顾小平, 官凤英, 等. 大木竹种群生物量结构及其回归模型 [J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2006, 30(5): 51-54. Su W H, Gu X P, Guan F Y, et al. Biomass structure and its regression models of *Bambusa wenchouensis* population [J]. Journal of Nanjing Forestry University: Natural Sciences Edition, 2006, 30(5): 51-54. (in Chinese)
- [9] 蒲晓兰. 巨龙竹生物学特性研究 [D]. 江苏南京: 南京林业大学, 2003. Pu X L. Studies on the biological characteristics of *Dendrocalamus sinicus* [D]. Nanjing, Jiangsu: Nanjing Forestry University, 2003. (in Chinese)
- [10] 陈定国, 李春惠. 立地因子与土壤肥力状态的关系研究 [J]. 福建林学院学报, 1996, 16(3): 261-263. Chen D G, Li C H. Research into relationship between site factors and soil fertility conditions [J]. Journal of Fujian College of Forestry, 1996, 16(3): 261-263. (in Chinese)
- [11] 黄礼祥. 坡位对毛竹生长的影响 [J]. 广东林业科技, 2005, 21(1): 66-68. Huang L X. Effect of vertical location on the growth of *Phyllostachys pubescens* [J]. Journal of Guangdong Forest Science and Technology, 2005, 21(1): 66-68. (in Chinese)
- [12] 段春香, 董文渊, 刘时才, 等. 慈竹无性系种群生长与立地条件关系 [J]. 林业科技开发, 2008, 22(3): 42-44. Duan C X, Dong W Y, Liu S C, et al. Study on the relationship between the growth of *Neosinocalamus affinis* clonal population and site condition in Kunming region [J]. China Forestry Science and Technology, 2008, 22(3): 42-44. (in Chinese)
- [13] Bian M. Mapping the distribution and biomass of bamboo in the forest under-storey of Qinling mountains, a remote sensing approach [D]. Wuhan, Hubei: Wuhan University, 2006: 22-26.

(上接第 139 页)

- [20] 李轶修, 周宝利, 刘 娜, 等. 邻苯二甲酸二丁酯对 3 种蔬菜作物种子萌发及幼苗生长的影响 [J]. 西北农业学报, 2009, 18(2): 217-220, 224. Li Y X, Zhou B L, Liu N, et al. Effect of different concentration dibutyl phthalate (DBP) on the germination and seedlings growth of three vegetable seeds [J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica, 2009, 18(2): 217-220, 224. (in Chinese)
- [21] 甄文超, 曹克强, 代 丽, 等. 利用药用植物源土壤添加物控制草莓再植病害的研究 [J]. 中国农业科学, 2005, 28(4): 730-735. Zhen W C, Cao K Q, Dai L, et al. Management of strawberry (*Fragria ananassa* Duch) replanting problem by soil amendments of medicinal herbs [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2005, 28(4): 730-735. (in Chinese)
- [22] 张淑红, 周宝利, 张 磊, 等. 不同提取条件对植物提取物抑制茄子黄萎病菌活性的影响 [J]. 沈阳农业大学学报, 2006, 37(4): 645-647. Zhang S H, Zhou B L, Zhang L, et al. Effects of plant extracts with different methods against *Verticillium Albo-atrum* [J]. Journal of Shenyang Agricultural University, 2006, 37(4): 645-647. (in Chinese)
- [23] 张树生, 胡 蕾, 刘忠良, 等. 植物体内抗病相关酶与植物抗病性的关系 [J]. 安徽农学通报, 2006, 12(13): 48-49. Zhang S S, Hu L, Liu Z L, et al. Relationship between the disease defense-related enzymes and the disease resistance of plants [J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2006, 12(13): 48-49. (in Chinese)