

## 不同竹龄灰竹地上部分生物量和氮磷钾含量分析

李晓东

(浙江省丽水市林业局开发区分局, 浙江 丽水 323000)

**摘要:** 灰竹 *Phyllostachys nuda* 是重要的笋用竹种, 研究其地上部氮磷钾含量和积累特性, 可为养分管理提供基础。2017年8月, 在灰竹样地调查的基础上, 采集灰竹不同年龄标准株灰竹叶、枝、秆样品, 分析其氮、磷、钾含量。结果表明, 灰竹不同器官生物量大小为秆>枝>叶, 分别是 14 263.24, 7 752.88, 5 764.56 kg·hm<sup>-2</sup>; 各器官氮磷钾含量大小次序表现为叶>枝>秆。叶、枝、秆平均氮含量分别为 18.65, 4.91, 2.22 g·kg<sup>-1</sup>, 平均磷含量分别为 0.71, 0.50, 0.45 g·kg<sup>-1</sup>, 平均钾含量分别为 6.29, 5.52, 4.81 g·kg<sup>-1</sup>, 随着年龄的增长, 叶片氮磷钾含量呈先下降后上升趋势, 而枝、秆含量则逐渐下降; 营养元素的积累量大小顺序为氮>钾>磷, 其积累量分别为 175.61, 144.40, 14.27 kg·hm<sup>-2</sup>。叶、枝、秆中氮磷钾3种营养元素积累量分别为 143.26, 83.75, 107.28 kg·hm<sup>-2</sup>, 氮素在叶片中的分配率为 60.2%, 磷、钾在秆中的分配比率分别为 45.8%, 47.7%。

**关键词:** 灰竹; 器官; 营养元素; 含量

中图分类号: S795

文献标识码: A

文章编号: 1001-3776(2018)06-0065-04

## Above-ground Biomass and N, P and K Content in Different Aged *Phyllostachys nuda*

LI Xiao-dong

(Lishui Forestry Bureau of Zhejiang, Lishui 323000, China)

**Abstract:** Establishment of 4 sample plots was implemented at 1-3-year *Phyllostachys nuda* forest in Lishui, Zhejiang province in August of 2017. Determinations were carried out on above ground biomass and N, P and K content. The results showed that above ground biomass of every aged *Ph. nuda* was ordered by culm > branch > leaf. Mean N, P and K content in above ground parts was followed by leaf > branch > culm of nutrient elements in different organs distribution of patterns indicated that the leaf > branch > culm. The mean content of N, P, K in leaf, branch and culm was 18.65, 4.91 and 2.22 g·kg<sup>-1</sup>, 0.71, 0.50, 0.45 g·kg<sup>-1</sup> and 6.29, 5.52, 4.81 g·kg<sup>-1</sup>. With increase age, the N, P and K content in leaves decreased first and then increased, while that content in branch and culm decreased gradually. Distribution rate of N was 60.2% in the leaf, of P and K was 45.8%, 47.7% in culm.

**Key words:** *Phyllostachys nuda*; organ; biomass; content

灰竹 *Phyllostachys nuda*, 又名石竹, 是禾本科 Gramineae 竹亚科 Bambusoideae 刚竹属 *Phyllostachys* 的散生竹种。竹壁厚、坚韧、富弹性, 是制作竹器的良好竹材; 竹笋壳薄肉厚、味香脆, 可供鲜食, 是加工笋干的天然优质原料。分布于陕西、江苏、安徽、浙江、江西、台湾及湖南<sup>[1]</sup>, 面积达  $2.21 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>, 大多处于野生状态, 是有待开发利用的小径竹种。对灰竹笋生长、退笋<sup>[2-3]</sup>, 地下茎生长<sup>[4]</sup>, 灰竹竹材特征<sup>[5-6]</sup>, 密度及施肥

收稿日期: 2018-02-24; 修回日期: 2018-08-11

基金项目: 浙江省丽水市林业局开发区分局项目 (L2017001)

作者简介: 李晓东, 工程师, 从事林业技术推广研究; E-mail: lxd7688@163.com。

效益<sup>[7-8]</sup>等已经有了研究,对于其营养元素的研究仅限于石笋中的矿质元素<sup>[9]</sup>,但对于不同年龄叶、枝、秆中氮、磷、钾的研究还未涉及。因此本研究在生物量调查的基础上,采样分析了不同年龄不同器官氮、磷、钾营养元素的含量和积累特征,为灰竹林的养分管理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于浙江省丽水市莲都区,地理位置 119°56'16" E, 28°29'47" N, 海拔 490 m, 坡度 21°, 西南坡。灰竹为天然起源的单纯林, 面积 10 hm<sup>2</sup>。该区域属亚热带季风气候, 年均气温 18℃, 年均无霜期 255 d, 年均降水量 1 413 mm。试验地土壤 pH 5.5, 有机质 30.7 g·kg<sup>-1</sup>, 碱解氮、有效磷和速效钾含量分别为 127.5, 11.5, 89.2 mg·kg<sup>-1</sup>。灰竹林分密度为 45 625 株·hm<sup>-2</sup>, 平均胸径 2.1 cm, 平均高 4.5 m。

1.2 样品采集与分析

1.2.1 生物量调查与样品采集 2017 年 8 月, 在全面踏查的基础上, 选择由 1 ~ 3 年生灰竹组成、生长状况良好、立地条件基本相似灰竹林分, 建立 20 m×20 m 的标准地 4 个。

在标准地内对每株竹子测量其胸径, 并按不同年龄计录, 同时计算不同竹龄灰竹平均胸径。在每个标准地选取不同年龄标准株(平均胸径植株)各 3 株, 采用全收获法砍伐。将不同标准植株按叶、枝、秆不同分开, 在野外用杆称称出各器官鲜质量, 并在不同器官中分别均匀取样组成相应器官的混合样品 500 ~ 1 000 g (准确称质量)于样品袋中, 带回实验室分析。地上部生物量按样地中各年龄标准株生物量和各年龄株数计算<sup>[10]</sup>。

1.2.2 分析方法和数据处理 植株样品在实验室内用去离子水清洗后, 于 105℃ 杀青 30 min, 80℃ 烘干至恒重, 用 4 000 r·min<sup>-1</sup> 的高速粉碎机将样品粉碎后待用。将处理好的样品分为 2 份, 1 份用 ElementarVario MAX CN 碳氮元素分析仪(德国 Elementar 公司)测定氮(N)含量; 另 1 份用 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 凯氏消煮法溶样, 火焰光度计法测定钾(K)含量; 钼蓝比色-分光光度法测定磷(P)含量<sup>[11]</sup>。

数据处理使用 Microsoft Excel 2003 和 DPS 分析软件进行。文中数据均为 4 块标准地, 即 4 个重复的平均值。

2 结果与分析

2.1 灰竹不同器官生物量

灰竹地上部分生物量为 27 780.68 kg·hm<sup>-2</sup> (表 1), 不同器官生物量大小表现为秆(14 263.24 kg·hm<sup>-2</sup>) > 枝(7 752.88 kg·hm<sup>-2</sup>) > 叶(5 764.56 kg·hm<sup>-2</sup>)。随着年龄的增长, 不同器官生物量先增大而后降低, 2 年生植株的生物量显著大于 1 年生、3 年生 ( $P<0.05$ )。叶、枝、秆生物量分别占地上部比例为 20.8%, 27.9%, 51.3%。

表 1 灰竹地上部分生物量  
Table 1 Above-ground biomass of different aged *Ph. nuda*

竹龄	生物量/(kg·hm <sup>2</sup> )			
	叶	枝	秆	合计
1	740.06±80.21c	1 468.96±167.45b	4 466.73±473.98b	6 675.74
2	3 899.93±401.22a	4 601.26±432.81a	5 610.05±582.12a	14 111.24
3	1 124.57±135.37b	1 682.67±178.64b	4 186.46±452.31b	6 993.70
合计	5 764.56	7 752.88	14 263.24	27 780.68

注: 同一列中不同字母, 表示不同年龄间有显著性差异 ( $P<0.05$ )。

2.2 不同年龄灰竹叶枝秆氮含量

从图 1 可知, 不同年龄灰竹氮含量大小顺序为叶 > 枝 > 秆, 叶、枝、秆中平均氮含量分别为 18.65, 4.91, 2.22 g·kg<sup>-1</sup>。叶片中平均氮含量分别是枝、秆的 3.6 和 8.5 倍, 枝中氮含量是秆的 2.2 倍。1 年生、3 年生灰竹叶片氮略高于 2 年生, 枝、秆氮含量则随着年龄的增大而减少, 不同年龄间没有显著性差异 ( $P>0.05$ )。

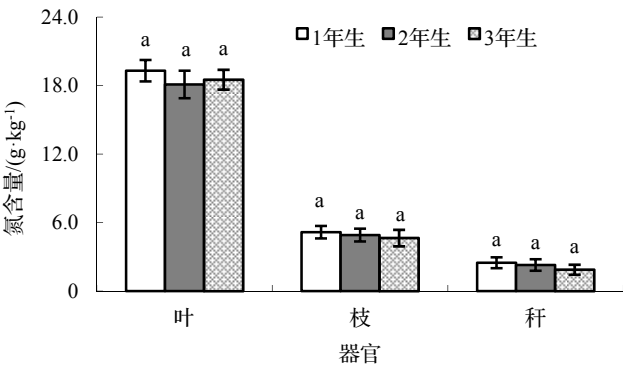


图 1 不同年龄灰竹各器官氮含量

Figure 1 Nitrogen content in different organs of *Ph.nuda* with different age

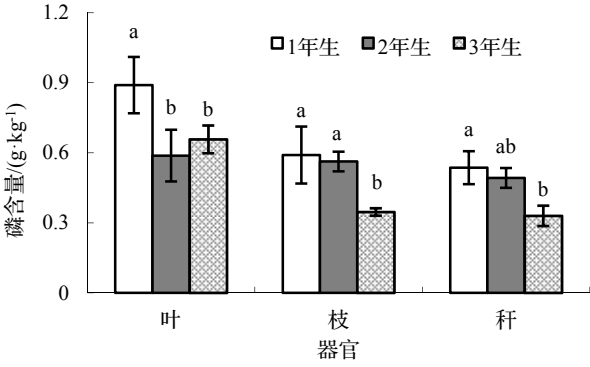


图 2 不同年龄灰竹各器官磷含量

Figure 2 Phosphorus content in different organs of *Ph.nuda* with different age

2.3 不同年龄灰竹叶枝秆磷含量

从图 2 可知, 不同年龄灰竹磷含量大小顺序也表现为叶>枝>秆, 叶、枝、秆中平均磷含量分别为 0.71, 0.50, 0.45 g·kg<sup>-1</sup>。叶片磷含量表现为 1 年生显著大于 2 年生 ( $P<0.05$ ), 随着竹龄的增大, 枝、秆磷含量均降低, 其中 1, 2 年生枝磷含量显著高于 3 年生 ( $P<0.05$ ), 1 年生秆中磷含量显著高于 3 年生 ( $P<0.05$ )。

2.4 不同年龄灰竹叶枝秆钾含量

从图 3 可知, 灰竹钾含量大小顺序为叶>枝>秆, 叶、枝、秆中平均钾含量分别为 6.29, 5.52, 4.81 g·kg<sup>-1</sup>。1 年生、3 年生叶片钾含量高于 2 年生, 其中 1 年生、2 年生间的差异达显著水平 ( $P<0.05$ ); 枝、秆钾含量随着年龄的增大而减少, 其中 1 年生枝钾含量显著高于 2 年生、3 年生 ( $P<0.05$ ), 秆中钾含量在不同年龄间没有显著性差异 ( $P>0.05$ )。

从表 2 可知, 灰竹地上部氮、磷、钾的积累量为 334.29 kg·hm<sup>-2</sup>, 大小顺序为氮 (175.61 kg·hm<sup>-2</sup>) > 钾 (144.40 kg·hm<sup>-2</sup>) > 磷 (14.27 kg·hm<sup>-2</sup>)。3 种营养元素在不同器官中积累量大小为叶 (143.26 kg·hm<sup>-2</sup>) > 秆 (107.28 kg·hm<sup>-2</sup>) > 枝 (83.75 kg·hm<sup>-2</sup>)。3 种营养元素在叶、枝、秆中的分配比率不同, 氮素集中分配在叶片中, 其比率达 60.2%, 磷、钾在秆中的分配比比较大, 分别为 45.8%, 47.7%。

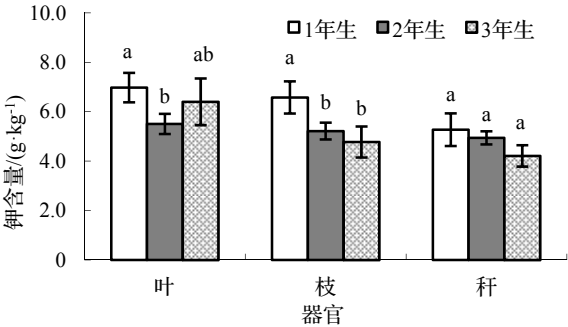


图 3 不同年龄灰竹各器官钾含量

Figure 3 Potassium content in different organs of *Ph.nuda* with different age

表 2 不同年龄灰竹不同器官氮磷钾积累量										
Table 2 Accumulation of N, P and K content in the above-ground part of different aged <i>Ph.nuda</i>										
竹龄/a	氮/(kg·hm <sup>-2</sup> )			磷/(kg·hm <sup>-2</sup> )			钾/(kg·hm <sup>-2</sup> )			合计/(kg·hm <sup>-2</sup> )
	叶	枝	秆	叶	枝	秆	叶	枝	秆	
1	14.29	7.59	11.11	0.66	0.87	2.40	5.16	9.66	23.53	75.25
2	70.62	22.60	12.85	2.29	2.59	2.76	21.46	23.99	27.72	186.89
3	20.83	7.83	7.89	0.74	0.58	1.38	7.20	8.04	17.65	72.14
小计	105.74	38.02	31.85	3.69	4.04	6.54	33.82	41.69	68.90	334.29
合计	175.61			14.27			144.40			

3 结论与讨论

植物生长过程中不同器官的生理机能和生物学特性各不相同, 对氮、磷、钾等营养元素的需要量也不同,

灰竹叶、枝、秆各营养元素含量的差异也较大,3种营养元素含量在灰竹植株中均表现为叶>枝>秆。叶片是植物光合作用的重要营养器官,具有最为活跃的生命活动,因而叶片中的氮、磷、钾含量也是最高的,这与叶晶等在青皮竹 *Bambusa textilis* 上的研究结果相一致<sup>[12]</sup>。

灰竹枝、秆中营养元素含量随着竹子年龄增大而减小,这与刘欢等在粉单竹 *Bambusa chungii* 上的研究结果基本一致<sup>[13]</sup>,表明代谢强盛的幼竹需要积累更多的营养元素,从而有利于其生长,而后随着竹子年龄的增大,氮、磷、钾等营养元素进行再分配,合成新竹逐步消耗而减少。而叶片营养元素含量则随着年龄的增大先下降后升高,以2年生灰竹含量较低,其中磷、钾含量显著低于1年生( $P<0.05$ ),主要是由于竹类植物一般2a换叶1次,更换叶片过程中发生营养元素的转移,这与不同年龄毛竹叶片营养元素含量表现为“大-小-大”的研究结果相似<sup>[14]</sup>,也与雷竹2年生老叶营养元素含量高于3年生的结果一致<sup>[15]</sup>。灰竹地上部氮、磷、钾的积累量为 $334.29\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,不同器官积累量大小排序为叶>秆>枝,按营养元素大小为氮>钾>磷。表明灰竹在生长过程中需要较多的N素供应,合理补充氮肥,可促进灰竹的生长。氮素叶片中的分配比例达60.2%,而磷、钾在秆中的分配则分别为45.8%,47.7%。

#### 参考文献:

- [1] 中国植物志编委会. 中国植物志: 第九卷第一分册[M]. 北京: 科学出版社, 1996, 259.
- [2] 邹政生. 石竹笋生长规律研究[J]. 福建林业科技, 2014, 41(2): 90-94, 102.
- [3] 郑明生. 石竹出笋退笋规律研究[J]. 福建林业科技, 2001, 28(3): 86-88.
- [4] 黄克福, 张春能, 刘春华. 石竹地下茎生长规律研究[J]. 竹子研究汇刊, 1994, 13(4): 14-19.
- [5] 林金国, 黄宗安, 邱晓东, 等. 石竹材材质变异规律的研究[J]. 竹子研究汇刊, 2002, 21(1): 65-68.
- [6] 黄宗安, 林敏, 涂美娇. 石竹材纤维形态变异规律的研究[J]. 竹子研究汇刊, 2003, 22(2): 55-58.
- [7] 黄宗安. 石竹密度效应研究[J]. 竹子研究汇刊, 2000, 19(2): 52-55.
- [8] 于廷义. 新造石竹林施肥试验[J]. 经济林研究, 2007, 25(3): 58-60.
- [9] 李睿, 应菊英. 浙江天目山石竹笋矿质元素营养成分的研究[J]. 广东微量元素科学, 2007, 14(11): 56-59.
- [10] 杨杰, 项婷婷, 姜培坤, 等. 绿竹生态系统植硅体碳积累与分布特征[J]. 浙江农林大学学报, 2016, 33(2): 225-231.
- [11] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000, 146-226.
- [12] 叶晶, 葛高波, 应雨骐, 等. 青皮竹地上部营养元素的吸收、积累和分配特性研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2015, 21(1): 154-160.
- [13] 刘欢, 王超琦, 冯莹, 等. 粉单竹地上部营养元素的积累和分配规律[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(5): 284-286.
- [14] 吴家森, 周国模, 徐秋芳, 等. 不同年份毛竹营养元素的空间分布及与土壤养分的关系[J]. 林业科学, 2005, 41(3): 171-173.
- [15] 陈珊, 陈双林, 郭子武, 等. 林地覆盖经营对雷竹叶片主要养分特征的影响[J]. 浙江农林大学学报, 2014, 31(2): 272-279.