

文章编号: 1000-5692(2004)02-0172-04

## 苦竹各器官营养元素分析

刘力<sup>1</sup>, 林新春<sup>2</sup>, 金爱武<sup>2</sup>, 冯天喜<sup>3</sup>, 周昌平<sup>4</sup>, 季宗富<sup>2</sup>

(1. 浙江林学院 理学院, 浙江 临安 311300; 2. 浙江林学院 竹类研究所, 浙江 临安 311300; 3. 浙江省杭州市余杭区中泰乡人民政府, 浙江 余杭 311100; 4. 浙江省安吉竹种园, 浙江 安吉 313300)

**摘要:** 分析了不同年龄苦竹 *Pleioblastus amarus* 各器官的主要营养元素含量。结果表明: 苦竹竹秆、竹枝和竹鞭中的氮、磷、钾元素含量随竹龄增大而减少, 硅元素含量随竹龄增大而增大; 在苦竹不同器官中, 氮、磷、钾及硅元素含量以竹叶最高, 其次是竹枝和竹鞭, 竹秆最低; 与毛竹 *Phyllostachys pubescens* 和光箬篌竹 *Ph. nidularia* 相比, 苦竹竹秆、竹枝和竹叶的氮、钾、硅元素含量较高, 而磷元素含量相当。表 6 参 6

**关键词:** 植物学; 苦竹; 器官; 营养元素

**中图分类号:** Q946.91; S718.43 **文献标识码:** A

苦竹 *Pleioblastus amarus* 秆材通直坚硬, 是制作高档乐器和体育用品的上乘材料。苦竹笋有清热解毒的功效, 是夏季良好的菜肴, 当前国内外市场对该产品的需求与日俱增, 为此亟须提高苦竹林的经营管理水平, 使之高产稳产<sup>[1]</sup>。氮 (N)、磷 (P)、钾 (K) 和硅 (Si) 等元素在苦竹生命活动中起着重要的作用, 营养元素的生物循环和积累是苦竹有机物质生产的主要过程之一, 对苦竹生物产量的形成尤为重要。周芳纯<sup>[2]</sup>、黄伯惠<sup>[3]</sup>、张喜等<sup>[4]</sup>、姜培坤等<sup>[5]</sup> 曾对毛竹 *Phyllostachys pubescens*、光箬篌竹 *Ph. nidularia* 和雷竹 *Ph. praecox* 的矿质营养元素做过研究, 但苦竹的相关报道尚未见。本研究通过对苦竹体内主要营养元素的分析, 了解苦竹的不同部位和不同年龄的营养元素的变化规律, 为苦竹科学施肥和营养生理研究提供参考。

### 1 材料和方法

苦竹分析样品采自浙江省杭州市余杭区中泰乡铜岭桥村仙洞坞苦竹林内, 竹林密度 4.6 万株·hm<sup>-2</sup>。样地海拔 300~500 m。土壤多为石灰岩发育而成的油黄泥土, 土层厚度为 30~100 cm, 有机质含量 18.3~37.4 mg·g<sup>-1</sup>, pH 值 5.4~6.8, 全氮 0.83~2.13 mg·g<sup>-1</sup>, 全磷 0.35~0.62 mg·g<sup>-1</sup>, 速效钾 42~123 mg·kg<sup>-1</sup>。年平均气温为 15.8℃, 绝对最高气温 39.9℃, 绝对最低气温 -10.8℃, 10℃以上年积温 5 000℃。年无霜期为 235 d, 年降水量 1 500 mm, 年平均日照时数 1 800 h。2001 年 8 月选择生长良好, 无病虫害的苦竹作为样竹。样竹限定在 2~3 cm 秆径的中等竹, 按竹龄 1~4 年生各采 3 株, 每株竹样同时采集竹秆、竹枝、竹叶、竹笋和竹鞭。竹秆样品取其纵向十字破开的一整条, 竹枝样品按竹冠 5 等份法各采其 1 枝, 竹叶样品在采撷的竹枝上摘取, 竹笋样品在每株挖起的样竹中截得, 竹鞭样品在竹笋连接的来去鞭上采集。所有样品均经蒸馏水刷洗, 除尽尘埃等污染物。

收稿日期: 2003-10-29; 修回日期: 2004-03-01

基金项目: 浙江省科学技术厅资助项目(001102204)

作者简介: 刘力(1958-), 女, 江苏南京人, 副教授, 硕士, 从事林产化工与分析研究。E-mail: liuli582003@yahoo.com.cn

全氮测定采用  $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$  蒸馏法, 全磷测定采用  $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$  火焰光度计法, 全钾测定采用  $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$  钼锑抗比色法, 全硅测定采用  $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$  重量法<sup>[6]</sup>。

## 2 结果与分析

竹子生长不同于树木, 不靠秆高与秆径持续生长来实现, 而是依靠竹鞭的生长, 由鞭芽分化萌发成竹笋, 再生长成竹株, 完全通过无性繁殖不断产生新的个体而成竹株。由于苦竹各器官在苦竹生命活动中所起的作用不同, 营养元素在不同竹龄竹株及不同部位的分布和积累的量也有所差异, 从而形成有规律的变化。

### 2.1 不同年龄苦竹各器官营养元素分析

#### 2.1.1 竹秆营养元素分析 不同年龄竹秆氮、磷、钾及硅元素含量测定结果见表 1。

由表 1 可知, 不同竹龄的竹秆中, 氮、磷、钾元素含量随着竹龄增大而减少, 硅元素含量正相反, 随竹龄增大而增加。表明氮、磷、钾元素积累在代谢强的幼竹上, 并随竹龄增大体内营养进行再分配和继续利用, 合成新竹株逐步消耗而减少。硅元素不能在苦竹体内参与循环, 不再被继续利用, 因此越老积累的量越多。

#### 2.1.2 竹枝营养元素分析 不同年龄竹枝氮、磷、钾及硅元素含量测定结果见表 2。

由表 2 可知, 不同竹龄的苦竹枝中, 氮、磷、钾元素含量随竹龄增大而减少, 硅元素含量随竹龄增大而增加, 营养元素的循环与积累的规律与竹秆相一致, 只是量的差异。

#### 2.1.3 竹叶营养元素分析 不同竹龄的苦竹叶氮、磷、钾及硅元素含量测定结果见表 3。

由表 3 可见, 不同竹龄的竹叶中, 氮、磷元素含量随竹龄增大呈 2 个波峰, 这是因为叶龄生长周期比秆龄短, 会定期发生换叶, 当竹叶老化时, 营养元素进行再分配, 被陆续输送到其他生长部位, 此时竹叶内营养元素绝对量减少, 而新叶展放时, 吸收营养元素的速度和量都比成长的竹叶快而大, 其含量为最高, 所以营养元素时随竹叶老化程度增加而减少。

硅元素在竹叶中积累的量随叶龄老化程度增加而增加。

#### 2.1.4 竹鞭营养元素分析 不同年龄竹鞭氮、磷、钾及硅元素含量测定结果见表 4。

由表 4 可见, 不同年龄竹鞭氮、磷元素含量随鞭龄的增大而呈减少趋势, 钾及硅元素含量变化无规律可循, 可能受其他原因的影响。

#### 2.1.5 竹蔸营养元素分析 不同年龄竹蔸氮、磷、钾及硅元素含量测定结果见表 5。

表 1 不同龄苦竹秆氮、磷、钾及硅元素含量

Table 1 The concentration of N, P, K and Si in stems of *Pleiblastus amarus* in different age

竹龄/a	营养元素含量/ ( $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ )			
	氮	磷	钾	硅
1	6.26	1.47	48.28	11.00
2	2.88	0.33	21.72	20.60
3	2.14	0.34	7.20	22.00
4	2.60	0.26	2.35	28.70

说明: 表中含量均以干质量计, 下同

表 2 不同龄苦竹枝条氮、磷、钾及硅元素含量

Table 2 The concentration of N, P, K and Si in branches of *Pleiblastus amarus* of different age

竹龄/a	营养元素含量/ ( $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ )			
	氮	磷	钾	硅
1	9.58	2.38	65.91	16.90
2	5.16	0.84	23.02	41.20
3	5.60	1.15	16.01	42.70
4	5.27	0.69	3.53	44.60

表 3 不同龄苦竹叶氮、磷、钾及硅元素含量

Table 3 The concentration of N, P, K and Si in leaves of *Pleiblastus amarus* of different age

竹龄/a	营养元素含量/ ( $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ )			
	氮	磷	钾	硅
1	21.10	2.90	45.55	30.90
2	18.62	1.81	51.16	55.80
3	22.98	2.16	62.88	64.30
4	17.73	1.88	41.39	54.50

表 4 不同龄竹鞭氮、磷、钾及硅元素含量

Table 4 The concentration of N, P, K and Si in rhizomes of *Pleiblastus amarus* of different age

竹龄/a	营养元素含量/ ( $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ )			
	氮	磷	钾	硅
1	6.16	0.99	34.32	41.20
2	5.69	0.58	42.35	13.64
3	6.04	0.85	47.51	52.60
4	5.72	0.51	34.64	24.90

由表5可知,不同竹龄笋中氮、磷、钾元素含量随笋龄增大而减少,而硅元素含量随笋龄的增大而增大,其变化规律与竹秆、竹枝营养元素变化规律相一致。

## 2.2 苦竹不同部位各器官营养元素分析

苦竹不同部位各器官氮、磷、钾及硅元素含量测定结果见表6。

由表6可知,氮、钾元素含量以竹叶最高,竹枝和竹鞭次之,竹秆含量最低。磷元素含量以竹秆和竹叶为最高,竹鞭最低。硅元素含量以竹鞭和竹叶为最高,竹枝次之,竹秆最低。由于苦竹各器官在生命过程中所起的作用不同,各部位的分布和积累的量,也就各有差异。代谢旺盛的竹叶中氮、磷、钾及硅元素积累最多,是营养代谢源。同样道理,代谢较强的地下贮藏和繁殖器官竹鞭,也有较多的营养元素。竹秆代谢活动较弱,积累量较少。

将苦竹竹秆、竹枝和竹叶的营养元素含量与毛竹<sup>[3]</sup>和光箨篌竹<sup>[4]</sup>进行对比可知:3种竹子各器官营养元素的含量基本上以竹叶为最

高,其次为竹枝,而竹秆最低;苦竹各器官的氮元素含量略高于毛竹和光箨篌竹,磷元素含量略低于毛竹,而高于光箨篌竹,钾、硅元素含量均高于毛竹和光箨篌竹(除叶的硅元素含量外)。

## 3 讨论

从苦竹不同器官和不同竹龄的营养元素分析结果看,苦竹体内氮、钾、硅元素含量较高,占干物质质量的4%~20%。在苦竹生命活动中,所需要的大量元素除氮、磷、钾外,还应包括硅元素,补充适量的硅肥有助于苦竹林增产。

苦竹整个生长发育期以营养生长为主,尤其在出笋成竹和抽枝展叶时期,应提供以氮为主的营养元素,进一步提高苦竹的生物量。

苦竹体内氮、钾、硅元素含量比毛竹和光箨篌竹体内相应元素含量高,磷元素含量相当,表明苦竹生长需肥量比毛竹和光箨篌竹生长需肥量大,因而其增产潜力更大。

不同年龄竹株中均含有大量的营养元素,它的存在既不会使林地土壤肥力消耗过度,又能提高土壤肥力的利用率,因此苦竹经营采用连年作业,改变大小年,有利于提高竹林产量。

致谢:在研究过程中得到了浙江林学院生命科学学院钱新标老师的大力支持,沈洪杰、张佳俊、孙汪钧等参与了部分工作,特此致谢。

## 参考文献:

- [1] 张琼珊, 罗龙发, 吴宏业, 等. 苦竹是个优良的经济竹种[J]. 竹子研究汇刊, 1998, 17(4): 51-53.
- [2] 黄伯惠. 毛竹矿质营养元素动态的研究[J]. 竹子研究汇刊, 1983, 2(1): 87-111.
- [3] 周芳纯. 竹林培育学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1998. 397-399.
- [4] 张喜, 张信民, 王建平. 光箨篌竹林的物质分配与养分循环[J]. 竹子研究汇刊, 1996, 15(3): 67-81.
- [5] 姜培坤, 俞益武. 雷竹叶营养元素含量与土壤养分的关系[J]. 浙江林学院学报, 2000, 17(4): 360-363.
- [6] 中国土壤学会. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.

表5 不同龄竹笋氮、磷、钾及硅元素含量

Table 5 The concentration of N, P, K and Si in roots of *Pleiblastus amarus* of different age

竹龄/a	营养元素含量/(mg·g <sup>-1</sup> )			
	氮	磷	钾	硅
1	8.49	2.37	48.18	28.70
2	4.90	0.89	30.31	38.60
3	4.34	0.59	19.26	23.70
4	2.44	0.34	4.98	53.10

表6 不同器官氮、磷、钾及硅元素含量

Table 6 The concentration of N, P, K and Si in various organs of *Pleiblastus amarus*

器官	营养元素含量/(mg·g <sup>-1</sup> )			
	氮	磷	钾	硅
秆	3.47	2.42	19.89	20.58
枝	6.40	1.26	27.12	36.35
叶	20.10	2.19	50.24	51.37
鞭	5.90	0.73	39.70	63.77
笋	5.04	0.97	25.68	36.02

# Analysis of nutrient elements in various organs of *Pleioblastus amarus*

LIU Li<sup>1</sup>, LIN Xin-chun<sup>2</sup>, JIN Ai-wu<sup>2</sup>, FENG Tian-xi<sup>3</sup>, ZHOU Chang-pin<sup>4</sup>, JI Zong-fu<sup>2</sup>

(1. School of Sciences, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. Bamboo Research Institute Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 3. Zhongtai Township Government of Yuhang District, Hangzhou City, Hangzhou 311100, Zhejiang, China; 4. Bamboo Garden of Anji County, Anji 313300, Zhejiang, China)

**Abstract:** Main nutrient elements in various organs of *Pleioblastus amarus* at different ages were analyzed. The results showed that the contents of N, P and K in the stem, branch and subterranean stem decrease with the increasing age; the content of Si increased with the age. And the contents of N, P, K and Si in various organs were ranked as follows: leaf > branch > subterranean stem > root > stem. Compared with *Phyllostachys pubescens* and *Ph. nidularia*, the contents of N, K and Si in stem, branch and leaf were higher while the contents of P in three bamboos had no difference. [Ch, 6 tab. 6 ref.]

**Key words:** botany; *Pleioblastus amarus*; organ; nutrient element

## 2003 年版《中国科技期刊引证报告》中浙江期刊 总被引频次和影响因子

期刊名称	总被引频次	排名	期刊名称	影响因子	排名
水处理技术	522	1	中国水稻科学	0.677	1
中国水稻科学	429	2	水处理技术	0.626	2
中华急诊医学杂志	337	3	浙江林学院学报	0.443	3
中国现代应用药学	325	4	中华急诊医学杂志	0.421	4
材料科学与工程	314	5	高校化学工程学报	0.391	5
浙江大学学报农业与生命科学版	311	6	材料科学与工程	0.328	6
环境污染与防治	293	7	高校应用数学学报	0.267	7
浙江林学院学报	248	8	环境污染与防治	0.264	8
高校化学工程学报	196	9	化学反应工程与工艺	0.220	9
浙江大学学报医学版	170	10	竹子研究汇刊	0.187	10
化学反应工程与工艺	158	11	中国现代应用药学	0.184	11
浙江大学学报理学版	158	11	浙江大学学报理学版	0.184	11
浙江中医学院学报	141	13	浙江工业大学学报	0.169	13
高校应用数学学报	137	14	浙江农业学报	0.158	14
丝绸	133	15	东海海洋	0.145	15
浙江农业学报	118	16	浙江农业科学	0.126	16
浙江农业科学	116	17	丝绸	0.115	17
东海海洋	109	18	浙江工程学院学报	0.113	18
浙江林业科技	105	19	科技通报	0.104	19
竹子研究汇刊	95	20	浙江中医学院学报	0.099	20
浙江海洋学院学报	72	21	浙江海洋学院学报	0.089	21
浙江工业大学学报	66	22	浙江大学学报医学版	0.072	22
科技通报	66	22	浙江林业科技	0.072	22
浙江工程学院学报	40	24	浙江大学学报农业与生命科学版	0.070	24
浙江师大学报	37	25	深冷技术	0.069	25
深冷技术	36	26	浙江师大学报	0.062	26
浙江大学学报工学报	26	27	浙江大学学报工学报	0.038	27
中国计量学院学报	12	28	中国计量学院学报	0.034	28