

# 神农箭竹开花前后植物体内 N、P、K 元素的动态

詹爱军, 李兆华

(湖北大学生命科学学院, 武汉 430062)

**摘要:** 对神农箭竹(*Fargesia murielae*)N、P、K 的含量进行分析,结果表明:N、P、K 在竹子植物体内呈非均匀分布。N 和 P 在各器官中的分布规律为:叶 > 鞣、根 > 竿;K 在未开花竹和正开花竹中分布规律为:鞭 > 根 > 叶 > 竿,在已开花竹中分布规律为:叶 > 鞣 > 竿 > 根。随着开花过程的进行,N 的含量在叶、竿、鞭和根等器官中逐渐减少;P 的含量在竿、鞭和根等器官中逐渐降低,在叶片中先升高后降低;K 的含量在鞭和根中呈下降趋势,在竿和叶中先降低后升高。

**关键词:** 神农箭竹; 开花; 营养元素; 器官

中图分类号: Q946.91; S795.2

文献标识码: A

文章编号: 1000-470X(2007)02-0213-04

## The Nutrition Dynamic of N, P, K in Umbrella Bamboo (*Fargesia murielae*) before and after Flowering

ZHAN Ai-Jun, LI Zhao-Hua

(College of Life Science, Hubei University, Wuhan 430062, China)

**Abstract:** Based on analysis of the contents of N, P, K in *Fargesia murielae*, the results showed that the distribution of N, P, K varied significantly from periods to organs. The contents of N, P in different organs were ranked as follows: leaf > rhizome, root > culm. The potassium contents in descending order were rhizome, root, leaf, culm both in non-flowering bamboos and flowering bamboos, and were leaf, rhizome, culm, root in blossomed bamboos. In the process of flowering, the contents of nitrogen decreased; the contents of phosphorus reduced in organs such as culm, rhizome, root, and appeared a changing trend of ascend-descend in leaf; the contents of potassium reduced both in rhizome and root, and appeared a changing trend of descending first and then ascending both in culm and leaf.

**Key words:** *Fargesia murielae*; Flowering; Nutrition elements; Organs

竹类植物营养周期长达 30 年,甚至上百年,大部分竹子一旦开花即死亡,从而造成了巨大的经济损失和生态灾难。关于竹类植物开花机理的假说有很多,如病理学说、营养学说、周期学说、个体变异和突变学说、气候学说等<sup>[1-3]</sup>,但没有哪种假说能很好地解释其缘由。目前国内已有学者对雷竹、毛竹、苦竹等散生竹的营养动态进行了研究<sup>[4-10]</sup>,但对神农箭竹等丛生竹类开花过程中主要营养元素的动态研究尚未见报道。

神农架是神农箭竹的原产地,1996 ~ 2000 年该保护区内的神农箭竹大面积开花死亡<sup>[11,12]</sup>。2004 ~ 2005 年,该保护区内金猴岭地区又有大量竹子开花死亡。而目前对神农箭竹的研究主要集中在种群<sup>[13]</sup>、群落的海拔多样性<sup>[14]</sup>、植被的更新<sup>[15]</sup>、种子的萌芽和分布<sup>[16,17]</sup>等方面。为了研究丛生竹开花的原因及开花后竹林衰败的原因,本文从研究神

农箭竹未开花、正开花和已开花期间营养元素的变化规律着手,分析丛生竹类开花与营养元素间的关系,从而为竹子开花的理论研究提供一定的依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验地概况

金猴岭位于神农架自然保护区西部,属中纬度北亚热带季风区,地处北纬 31° 64',东经 110° 47',平均海拔 2500 m,最高海拔 3019 m,面积约 5 km<sup>2</sup>,年平均气温 7.2℃。这里山势高峻,气候寒凉,雨量充沛,土地肥沃,森林茂密。试验地坡度为 30°,坡向为西北 290°,土壤类型为山地黄棕壤,林地植被属巴山冷杉、竹叶林夹杂阔叶树种,群落类型为巴山冷杉—箭竹群落。

#### 1.2 试验材料

在采样地选择 3 个邻近地块,生境一致,分别生

收稿日期:2006-09-23,修回日期:2006-12-29。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30470284)。

作者简介:詹爱军(1980-),女,湖北人,在读硕士研究生,植物生态学专业(E-mail: ajzhan3@163.com)。

长着3年生和4年生的未开花神农箭竹(*Fargesia murielae*)、正开花神农箭竹和已开花神农箭竹。于2006年6月采样。样竹为2~3 cm竿径的中等竹,各采10株,每株竹样同时采集竹叶、竹竿、竹鞭和竹根。竹竿样品在样竹0.8~1.0 m处截得,竹叶样品在按竹冠5等份法采撷的竹枝上摘取,竹根样品在每株挖起的样竹中截得,竹鞭样品在竹根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。

### 1.3 样品处理及测定方法

先将样品在80~90℃鼓风干燥箱中烘15~30 min杀酶,然后降温至65℃烘干;再经粉碎,过60目筛备用。全氮(TN)经H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-HClO<sub>4</sub>消化后用凯氏定氮法测定,全磷(TP)和全钾(TK)用等离子发射光谱仪测定<sup>[18]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 N在神农箭竹体内的分布规律

神农箭竹中N的含量与其发育阶段和器官有关(图1)。在叶、竿、鞭和根等器官中,N素在未开花竹和正开花竹中分布规律为:叶>鞭>根>竿,在已开花竹中分布规律为:叶>根>鞭>竿。开花前后,N在未开花竹叶、竿、鞭中的含量比正开花竹分别高出

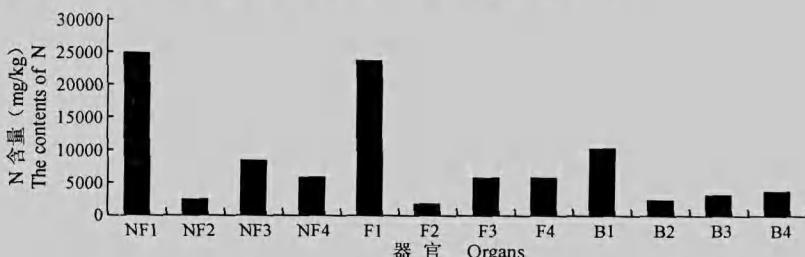
7.30%、31.82%和41.67%,在根中的含量基本不变;正开花竹叶、鞭、根中氮的含量比已开花竹分别高出119.81%、93.55%和50.00%。总的来说,伴随着开花过程的进行,各器官中N的含量总体上呈下降趋势;无论是开花前、开花中还是开花后,竹叶中N的含量始终最高,竹竿中氮的含量始终最低。

### 2.2 P在神农箭竹体内的分布规律

无论是未开花竹、正开花竹还是已开花竹,P在各器官中的分布规律均为:叶>鞭>根>竿。P在竹叶中的含量,特别是幼叶中的含量,明显高于其它部位,这与氮素的变化规律基本一致(图2)。随着开花过程的进行,竿、鞭和根等器官中P的含量均降低,叶片中P的含量在正开花竹中最高,比未开花竹和已开花竹分别高出14.89%和186.24%,这与散生竹类雷竹的变化规律基本一致,只是比率有所下降<sup>[10]</sup>。

### 2.3 K在神农箭竹体内的分布规律

神农箭竹体内的含K量因发育阶段和器官的不同而有存在大差异(图3)。在叶、竿、鞭和根等器官中,K元素在未开花竹和正开花竹中分布规律均为:鞭>根>叶>竿,在已开花竹中分布规律为:叶>鞭>竿>根。开花前与开花后相比,各器官中的含K量均减少。



NF,未开花竹;F,正开花竹;B,已开花竹。1,叶;2,竿;3,鞭;4,根。下同。

NF, Non-flowering bamboo; F, Flowering bamboo; B, Blossomed bamboo. 1, Leaf; 2, Culm; 3, Rhizome; 4, Root. The same below.

图1 N在神农箭竹各器官中的含量

Fig. 1 The contents of nitrogen in different organs of *Fargesia murielae*

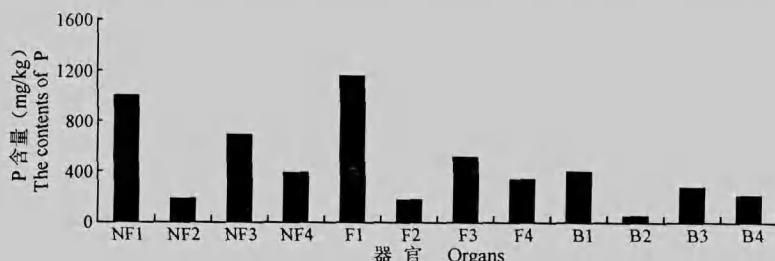


图2 P在神农箭竹各器官中的含量

Fig. 2 The contents of phosphorus in different organs of *Fargesia murielae*

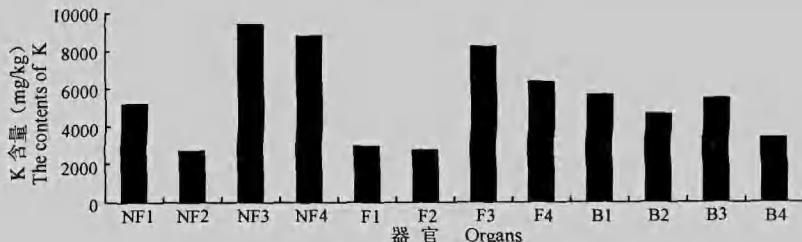


图3 K在神农箭竹各器官中的含量

Fig. 3 The contents of potassium in different organs of *Fargesia murielae*

### 3 讨论及结论

#### 3.1 N在神农箭竹体内的变化规律

神农箭竹叶、竿、鞭和根等器官中N的含量在开花过程中逐渐降低。由于竹叶是光合作用的重要营养器官,生命活动活跃,因而N素在竹叶中的含量,特别是在幼叶中的含量,明显高于其它部位。在开花期间,N素由营养器官向生殖器官种子转移,故叶、竿、鞭和根等营养器官中N的含量有所降低;在开花之后,N素大量流失,蛋白质合成受阻,叶绿素结构遭破坏,光合作用强度减弱,竹子出现了竹叶枯黄脱落、竹竿褪色、竹鞭死亡等现象<sup>[19]</sup>,故正开花竹叶、鞭、根中N的含量远高于已开花竹。

#### 3.2 P在神农箭竹体内的变化规律

P在植物体内是很多代谢中间产物的必要组成元素,也是植物体内能量传递和贮存的重要物质。P在植物体内的分布和运转与植物的代谢和生长中心的转移有密切关系,同时也受磷水平的影响。P在各器官中的分布规律为:叶片高于鞭根,根系高于竿。由于P能抑制植株营养生长,加速繁殖器官成熟<sup>[20]</sup>,所以开花期间神农箭竹体内P含量的升高,加速了各种代谢,从而加速了竹子的衰老死亡。

#### 3.3 K在神农箭竹体内的变化规律

K的变化规律与其在植物体内呈离子状态,易流动、再分配速度快和再利用能力强有很大关系。在开花前和开花中,由于土壤中的离子态K向鞭和根转移,致使鞭和根中K的含量升高,故鞭和根中K元素的含量高于叶和竿。

通过对正开花竹和已开花竹表层土壤(0~20 cm)采样,测得土样中K的平均含量分别为1.60%和1.42%。这说明随着开花过程的进行,在根压和蒸腾拉力的作用下,土壤中的K继续向竹子地上部运输,根鞭中的K向竿和叶片转移,故开花后期竿和叶片中K的含量有所升高。

#### 3.4 结论

N、P、K都是植物生长所必需的大量元素。其

中,N是构成蛋白质、叶绿素、核酸、核蛋白及多种维生素的主要成分,它对植物最显著的作用是加深叶色、加速茎叶生长。P是核蛋白、植素和磷酯的主要成分,能促进光合作用的能量转化、糖的转化以及淀粉、蛋白质、脂肪的形成<sup>[21,22]</sup>。K可作为多种酶的活化剂,促进许多代谢反应和碳水化合物的合成与运输,参与光合作用,活化淀粉和酶,有利于淀粉的合成和糖的代谢<sup>[23]</sup>。对神农箭竹不同器官和发育阶段营养元素的含量进行分析,结果表明:N、P、K等元素在竹子植物体内呈非均匀分布,其含量因发育阶段和器官的不同而有很大差异,但呈现出一定的规律性。神农箭竹在开花过程中,有利于植株营养生长的元素的含量急剧降低(如N、K)和抑制营养生长、加速繁殖器官成熟的P的含量的升高,促使或加速其由营养生长阶段转为生殖生长阶段。这说明N、P、K等营养元素含量的变化确实是竹类植物开花中的一个重要指标,但这种变化究竟是不是竹子开花的驱动力还需要作进一步的研究。此外,尚须研究竹子体内矿质元素的动态、植株体内营养元素与土壤养分的相关关系及内源激素的含量变化等,以便全面分析竹子开花过程中的营养动态。

#### 参考文献:

- [1] 周芳纯.竹类植物开花结实[J].竹类研究,1998(1):93~101.
- [2] 毛高喜,张春霞.竹子开花的原因及预防措施[J].林业科技开发,1996(4):33~34.
- [3] 柴振林,秦玉川,华锡奇,王祖军,王祺.竹子开花原因研究进展[J].浙江林业科技,2006,26(2):54~57.
- [4] 吴家森,周国模,钱新标,杨芳,吴学敏.不同经营类型毛竹林营养元素的空间分布[J].浙江林学院学报,2005,22(5):486~489.
- [5] 吴家森,吴夏华,叶飞.雷竹林营养元素分配与积累[J].竹子研究汇刊,2005,24(1):29~31.
- [6] 吴家森,周国模,徐秋芳,杨芳.不同年分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):172~173.
- [7] 刘力,林新春,金爱武,冯天喜,周昌平,季宗富.苦竹各器官营养元素分析[J].浙江林学院学报,2004,21(2):172~175.

- [ 8 ] 何奇江,汪奎宏,华锡奇.覆盖雷竹林植株氨基酸含量及营养成分分析[J].东北林业大学学报,2005,33(3):49-50.
- [ 9 ] 何奇江,汪奎宏,华锡奇,童晓青.雷竹开花期间内源激素、氨基酸和营养成分含量变化[J].林业科学,2005,41(2):169-173.
- [ 10 ] 柴振林,华锡奇.雷竹花期营养动态研究[J].浙江林业科技,2003,23(1):10-12.
- [ 11 ] 李兆华,赵丽娅,卢进登.“易根”:竹子群体开花的生态诠释[J].世界竹藤通讯,2004,2(4):21-23.
- [ 12 ] Li Z H, Denich M, Borsch T. effects of bamboo *Fargesia murielae* on plant diversity in fir forest on Mountain Shennongjia[J]. *Forest Stud China*, 2004, 6(4):17-22.
- [ 13 ] Li Z H, Deng L, Zhao B Y, Zhu Z Q. Species and distribution of mountain bamboo in Shennongjia, Central China[J]. *J For Res*, 2003, 14(1):35-38.
- [ 14 ] Li Z H, Denich M. Elevational diversity of arrow bamboo (*Fargesia spathacea*) communities on Mount Shennongjia in Central China [J]. *J For Res*, 2002, 13(3):171-176.
- [ 15 ] Li Z H, Denich, M. Post-fire regeneration of umbrella bamboo (*Fargesia murielae*) on Mount Shennongjia in Central China[J]. *Ecol Env & Cons*, 2002, 8:201-205.
- [ 16 ] Li Z H, Deng L, Zhao B Y, Zhu Z Q. Shoot sprouting of arrow bamboo *Fargesia spathacea* along an altitudinal gradient in Central China[J]. *Bam J*, 2003, 20:1-11.
- [ 17 ] Li Z H, Denich M, Deng L. Seed production and dispersal of umbrella bamboo *Fargesia murielae* after mass flowering in central china[J]. *Bam J*, 2004, 21:8-17.
- [ 18 ] 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.
- [ 19 ] Sun G C, Wang W. Leaf water relations and nitrogen content of flowering *Bambusa bambiopsis*[J]. *Selected Papers on Recent Bamboo Research In China*, 1991:211-217.
- [ 20 ] 潘瑞炽.植物生理学[M].北京:北京高教出版社,1998. 32-33.
- [ 21 ] 曹恭,梁鸣早.P-平衡栽培体系中植物必需的大量元素[J].土壤肥料,2002(5):2-3.
- [ 22 ] 陆景陵.植物营养学[M].第2版.北京:中国农业大学出版社,2003. 35-48.
- [ 23 ] 张善彬,彭玉萍.各营养元素在植物营养中的作用[J].吉林农业,2001(11):13.