

文章编号: 1000-5692(2000)04-0360-04

雷竹叶营养元素含量与土壤养分的关系

姜培坤, 俞益武

(浙江林学院 资源与环境系, 浙江 临安 311300)

摘要: 材料采自浙江省临安市高虹乡立地条件不同的竹园。对竹叶和土壤的样品分析结果表明, 雷竹叶氮 (N), 磷 (P), 钾 (K), 钙 (Ca), 镁 (Mg), 铁 (Fe) 和硅 (Si) 的平均含量分别为 $15.14 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, $2.33 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, $14.71 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, $2.92 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, $1.30 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, $0.13 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $18.45 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。7 种元素中磷含量的变异最小, 变异系数为 5.837%, 而硅变异最大, 变异系数达 26.684%。竹叶氮含量与土壤全氮及水解氮含量有显著相关性, 相关系数分别为 0.639* 和 0.669*。竹叶钾含量与土壤有机质和速效钾含量的相关性也达到显著和极显著水平, 相关系数分别为 0.635* 和 0.789**。竹叶钙含量与土壤有效磷含量和竹叶镁含量与土壤速效钾含量均表现出显著负相关, 相关系数分别为 -0.657^* 和 -0.638^* 。当年生雷竹叶氮、磷、钾和镁 4 种元素含量显著高于 3 年生竹叶, 分别是 3 年生竹叶的 1.08 倍、1.11 倍、1.33 倍和 1.15 倍, 而钙和硅 3 年生竹叶高于当年生竹叶, 是当年生竹叶的 1.08 倍和 1.36 倍。表 6 参 9

关键词: 雷竹; 叶; 营养元素; 土壤化学分析

中图分类号: Q946.91; S151.9 文献标识码: A

植物体的营养元素含量主要决定于植物的种类和品质, 同时也决定于它们的生长环境^[1]。了解植物体营养元素含量对掌握该植物营养状况, 从而科学合理地施肥具有十分重要的意义。雷竹 (*Phyllostachys praecox* f. *preveynalis*) 是近年来发展起来的优良笋用竹种, 高产栽培技术方面的研究报道很多^[2,3], 而对营养规律方面的研究鲜见报道。本文对雷竹主产区有代表性的雷竹园进行叶片采样分析, 比较了不同年龄竹叶的营养元素含量, 旨在这方面作一些探讨。

1 样品与方法

1.1 样地概况

本次采样地设在浙江省临安市高虹乡。该乡是雷竹主产乡, 农户有雷竹高产栽培经验。该乡年平均温度为 $15.9 \text{ }^{\circ}\text{C}$, 年降水量 1 440 mm, 土壤为发育于凝灰岩的红壤。采样地竹林已有 8 a 栽培历史, 竹林密度 $900 \sim 1\,000 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。本次采样点设在高虹乡马岭村和高虹乡第一林场。采样时间为 1999 年 10 月 16 日。

1.2 采样与分析方法

在 2 个采样点确定土壤养分含量不同的 10 个地块。其中第一采样点, 在每个地块中选择 2 株生

修稿日期: 2000-04-06; 修回日期: 2000-05-20

基金项目: 浙江省教育厅基金资助项目(990285)

作者简介: 姜培坤(1963-), 男, 浙江桐乡人, 副教授, 从事森林土壤与植物营养研究。

长正常、大小中等的当年生新竹, 在每株竹子中上部取 2 轮小枝, 摘下全部竹叶装入塑料袋中。10 个地块共取 20 个竹样。同时, 在每个地块中蛇型法多点采集 0~30 cm 土层土壤混合样。在第二采样点即高虹乡第一林场选择土壤肥力水平中等的地块, 在该地块中分别确定 4 株当年生新竹和 4 株 3 年生壮竹, 在每株竹子中上部取 2 轮小枝, 摘下全部竹叶装入塑料袋, 带回室内。

竹叶样带回室内后, 先用自来水洗去所附菌斑和灰尘, 再用蒸馏水冲洗干净。然后, 样品被分成两部分。其中一部分鲜样作测定叶绿素含量用^[4], 另一部分先杀青, 再在 60~70 °C 下烘干, 磨碎后备用。竹叶营养元素和土壤养分含量测定均采用森林土壤国家标准^[5]。10 个地块土壤养分含量见表 1。采集不同竹龄竹叶样品点 (高虹第一林场) 的土壤养分含量见表 2。

2 结果与分析

2.1 雷竹叶营养元素含量及相互关系分析

从 20 株雷竹叶的营养元素分析结果来看 (表 3), 竹叶氮 (N), 磷 (P), 钾 (K), 钙 (Ca), 镁 (Mg), 铁 (Fe) 和硅 (Si) 的平均含量分别为 15.14 g·kg⁻¹, 2.33 g·kg⁻¹, 14.71 g·kg⁻¹, 2.92 g·kg⁻¹, 1.30 g·kg⁻¹, 0.13 g·kg⁻¹ 和 18.45 g·kg⁻¹。这和郑郁善等在毛竹上的研究结果类似^[6]。所不同的是雷竹叶各元素含量值和毛竹叶元素含量有一定的差异, 表现在雷竹叶氮素稍低于毛竹^[6]。含硅量比毛竹叶低得多, 本试验中 20 个样品含硅 (Si) 量平均只有 18.45 g·kg⁻¹, 相当于含 SiO₂ 39.54 g·kg⁻¹, 比毛竹叶平均含 SiO₂ 量 61.35 g·kg⁻¹, 低了 21.81 g·kg⁻¹, 但和竹亚科 SiO₂ 的平均含量 39.10 g·kg⁻¹ 十分接近^[7]。磷素含量则雷竹叶比毛竹叶含量稍高。而钙、镁和铁元素的含量均和毛竹叶含量十分接近。从各元素含量的相对值来看, 如果以氮素为 100 的话, 那么磷 (P), 钾 (K), 钙 (Ca), 镁 (Mg), 铁 (Fe) 和硅 (Si) 分别为 15.39, 97.16, 19.29, 8.59, 0.86 和 121.86。7 种元素中磷的变异性最小, 变异系数为 5.837%, 而硅的变异性最大, 达 26.684%, 钾和铁的变异系数也达到了 15.738% 和 16.538%。

7 种营养元素单相关分析显示, 竹叶含氮量和含钾量的相关性达到显著水平。竹叶铁和镁与竹叶钙和硅的相关性均

表 1 10 个地块土壤养分含量

Table 1 Nutrient content of 10 plots of soil

地块	有机质/ (g·kg ⁻¹)	全氮/ (mg·kg ⁻¹)	水解氮/ (mg·kg ⁻¹)	有效磷/ (mg·kg ⁻¹)	速效钾/ (mg·kg ⁻¹)
1	35.11	1.67	98.73	59.83	154.75
2	30.43	1.36	75.74	74.67	143.84
3	28.75	0.99	60.01	33.45	99.78
4	28.99	1.68	95.75	51.67	113.00
5	26.37	1.03	70.03	70.35	105.74
6	31.75	1.47	78.64	43.15	160.66
7	20.67	0.85	50.15	40.66	134.73
8	26.34	1.35	75.63	39.74	109.60
9	37.19	1.11	70.33	50.03	163.40
10	29.45	1.19	80.01	48.76	151.19

表 2 高虹第一林场土壤养分含量

Table 2 Nutrients content of soil in No. 1 Tree Fam of Gaohong Town

有机质/ (g·kg ⁻¹)	全氮/ (g·kg ⁻¹)	水解氮/ (mg·kg ⁻¹)	有效磷/ (mg·kg ⁻¹)	速效钾/ (mg·kg ⁻¹)
27.63	1.08	73.45	21.66	84.78

表 3 20 株雷竹叶营养元素统计分析

Table 3 Statistic analysis on leaf nutrient content of 20 bamoo plants

元素	平均值/ (g·kg ⁻¹)	标准差	变异系数/ %	相对值
氮 (N)	15.14	1.098	7.252	100.00
磷 (P)	2.33	0.136	5.837	15.39
钾 (K)	14.71	2.315	15.738	97.16
钙 (Ca)	2.92	0.302	10.342	19.29
镁 (Mg)	1.30	0.215	16.538	8.59
铁 (Fe)	0.13	0.018	13.846	0.86
硅 (Si)	18.45	4.923	26.684	121.86

达极显著水平。竹叶钙含量和磷含量呈现极显著负相关。氮和钾同是植物体中最易再分配和再利用的元素^[7]，在毛竹叶的元素季节变化中表现出同步性^[6]。特别是钾具有促进氮的吸收和体内蛋白质的合成的作用^[8]，因而氮和钾含量表面出正相关性。镁和铁都是形成叶绿素不可缺少的营养元素。它们在竹叶中的相关性也表现在它们和竹叶叶绿素含量均有显著关联这一点上（表4）。钙和硅是植物体中2种不易移动的元素，但都和细胞膜的正常形成有关。

表4 雷竹叶各元素相关系数

Table 4 Correlation coefficients between leaf nutrients contents

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Si	叶绿素含量
N	1							
P	0.046	1						
K	0.523 *	0.344	1					
Ca	0.150	-0.972 **	-0.160	1				
Mg	-0.101	0.384	-0.049	-0.323	1			
Fe	-0.006	0.153	-0.158	0.058	0.833 **	1		
Si	-0.371	-0.226	0.028	0.724 **	0.272	0.007	1	
叶绿素含量	0.599 **	-0.266	0.035	0.230	0.566 *	0.475	-0.113	1

$r_{0.01} = 0.561; r_{0.05} = 0.444$

2.2 雷竹叶营养元素与土壤养分的相关分析

分别把不同地块上的2个竹样的分析结果平均，得到10个样本，再和土壤养分进行相关分析（表5）。结果显示，竹叶氮含量和土壤全氮及水解氮均有显著相关性，相关系数分别为0.638 **和0.669 *。竹叶钾含量和土壤有机质及速效钾含量的相关性也达到了显著和极显著水平，相关系数分别为0.635 *和0.789 **。竹叶钙含量与土壤有效磷，竹叶镁含量与土壤速效钾，都表现出显著的负相关，相关系数分别为-0.657 *和-0.638 *。

一般来说，在土壤养分含量未达到奢侈以前，有效养分甚至全量会明显地影响植物体内的含量。土壤水解氮和竹叶中氮的关系及土壤速效钾和竹叶钾含量的关系就说明了这一点。至于土壤速效钾与竹叶镁含量的负相关性，可否从钾和镁金属元素的拮抗作用去解释^[8]。

2.3 不同年龄雷竹叶营养元素比较

从表6可以看出，氮、磷、钾和镁4种元素含量均是当年生竹叶大于3年生竹叶，当年生竹叶分别是3年生的1.08倍、1.11倍、1.33倍和1.15倍。钙和硅2种元素3年生竹叶含量高于当年生竹叶，分别是当年生竹叶的1.08倍和1.36倍。铁则不同年龄竹叶间差异不大。这和毛竹上研究也有相同的趋势^[9]。钙和硅是植物体老化的标志。随着植物器官的衰老，这2种元素的含量会逐渐增加，而氮、磷、钾和镁4种元素幼嫩组织含量较高，并且随着组织的老化它们

表5 雷竹叶营养元素与土壤养分的相关系数

Table 5 Correlation coefficients between nutrient content of soil and leaf

项目	竹 叶						
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Si
土壤有机质	0.311	0.103	0.635 *	0.110	0.216	-0.146	0.337
土壤全氮	0.638 *	0.215	0.233	-0.145	-0.126	0.038	0.045
土壤水解氮	0.669 *	-0.051	-0.387	0.316	0.075	0.114	-0.177
土壤有效磷	-0.345	0.103	0.450	-0.657 *	-0.003	0.159	0.543
土壤速效钾	0.103	0.343	0.789 **	-0.234	-0.638 *	0.099	0.195

$r_{0.01} = 0.765; r_{0.05} = 0.632$

表6 不同年龄竹叶营养元素含量比较

Table 6 Comparison on leaf nutrient content at different ages

竹龄	样株	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Si
当 年 生	1	15.20	2.311	14.66	2.91	1.50	0.13	17.98
	2	14.98	2.304	14.83	2.87	1.23	0.15	18.66
	3	15.13	2.279	14.70	2.98	1.30	0.12	18.50
	4	15.03	2.308	14.69	2.88	1.28	0.12	18.60
	\bar{x}	15.08	2.300	14.72	2.91	1.33	0.13	18.44
3 年 生	1	13.78	2.036	10.75	3.18	1.20	0.12	24.37
	2	13.65	2.015	11.37	3.22	1.13	0.16	25.66
	3	14.16	2.144	11.08	3.03	1.18	0.13	24.13
	4	14.03	2.110	10.93	3.14	1.11	0.14	26.38
	\bar{x}	13.90	2.076	11.03	3.14	1.16	0.14	25.14

说明：N、P、K、Ca、Mg、Fe、Si的单位为 $g \cdot kg^{-1}$

会逐渐转移。

3 讨论

一般情况下, 从春末经夏至秋季竹叶中营养元素含量会不断上升^[6], 而进入冬季营养累积停止, 到了出笋期则有一部分营养元素会从叶子中转移出(例如 N, P, K 和 Mg 等)以供应笋体。雷竹由于采用冬季覆盖技术, 在 11 月份就开始覆盖, 12 月份就可出笋, 因而 10 月份是竹叶营养元素积累高峰期, 选择这时采样能反映竹叶营养元素的真实状况。另外, 本次选择的采样地块土壤养分含量具有目前雷竹主产区的典型性^[9]。因而本文分析结果具有较好的代表性, 对我们掌握雷竹营养规律, 指导雷竹科学施肥具有一定的意义。

参考文献:

- [1] 史瑞和. 植物营养原理[M]. 上海: 江苏科学技术出版社, 1989. 217—398.
- [2] 方伟, 何钧潮, 卢学可, 等. 雷竹早产高效栽培技术[J]. 浙江林学院学报, 1994, 11(2): 121—128.
- [3] 姜培坤, 徐秋芳, 钱新标. 雷竹林地覆盖增温过程中土壤酶活性的动态变化[J]. 林业科学研究, 1999, 12(5): 548—551.
- [4] 华东师范大学生物教研室. 植物生理学实验指导书[M]. 北京: 人民教育出版社, 1980. 87—90.
- [5] 中华人民共和国国家标准局. GB7848-7858-87 森林土壤分析方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 1988.
- [6] 郑郁善, 洪伟. 毛竹经营学[M]. 厦门: 厦门大学出版社, 1998. 45—105.
- [7] 何念祖, 孟赐福. 植物营养原理[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1987. 310—320.
- [8] 邹邦基, 何雪晖. 植物的营养[M]. 北京: 农业出版社, 1985. 94—160.
- [9] 姜培坤, 俞益武, 金爱武. 丰产雷竹林地土壤养分分析[J]. 竹子研究汇刊, 2000, 19(4): (待刊)

Nutrition elements contained in leafs of *Phyllostachys praecox* f. *preveynalis* and soil nutrients

JIANG Pei-kun, YU Yi-wu

(Department of Resources and Environment, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang China)

Abstract: This paper studies the relations between nutritions in leaf of *Phyllostachys praecox* f. *preveynalis* and soil nutrients. Samples concerned are collected from different sites of bamboo forest in Gaohong town, Lin'an, Zhejiang. Nutrition elements are Si, N, K, Ca, P, Mg and Fe in order of the average content. They are respectively 18.45, 15.14, 14.71, 2.92, 2.33, 1.30 and 0.13 g · kg⁻¹. The variation coefficients of phosphorus is among the least (5.83%), and that of silicon is among the biggest (26.284%). Nitrogen content in leaf has a good relation to the total nitrogen and hydrolysable nitrogen in soil, and correlation coefficients are 0.639* and 0.669* respectively. Potassium content in leaf is also good related to organic matter and rapid potassium of soil and correlation coefficients are 0.635* and 0.789* respectively. However, calcium content of leaf to soil available phosphorus and magnesium content of leaf to soil rapid potassium are negative related (correlation coefficients are -0.657* and -0.638*). Nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium contents in 1-year-old bamboo leaf are more than that in 3-year-old bamboo leaf, and the times are 1.08, 1.11, 1.33 and 1.15 respectively. But calcium and silicon are quite the contrary, and times are 1.08 and 1.36 respectively.

Key words: *Phyllostachys praecox* f. *preveynalis*; leaves; nutrition elements; soil chemical analysis