

文章编号: 1000-5692(2003)02-0115-04

雷竹笋营养元素含量及其与土壤养分的关系

徐秋芳¹, 叶正钱², 姜培坤¹, 俞益武¹

(1. 浙江林学院 生态环境研究所, 浙江 临安 311300; 2. 浙江大学 环境与资源学院, 浙江 杭州 310029)

摘要: 为了解实施覆盖促成栽培雷竹笋营养元素状况, 采样分析了竹笋和营养元素含量, 并和自然笋进行了比较。结果表明: 覆盖促成栽培竹园雷竹笋氮、磷、钾、钙、镁、铁和锰的含量分别为 $(4.30 \pm 0.40) \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, $(0.70 \pm 0.10) \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, $(2.98 \pm 0.66) \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, $(28.76 \pm 25.71) \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $(99.14 \pm 37.79) \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $(5.10 \pm 2.80) \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $(4.61 \pm 2.11) \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。同是3月中旬采集的2类竹笋, 自然笋竹园竹笋氮、磷、钾含量分别是覆盖促成栽培竹笋的1.32, 1.77和1.50倍, 差异达显著水平。覆盖促成栽培竹笋钙和镁含量与土壤交换性钙和镁含量呈现显著正相关, 竹笋钙和铁含量与土壤有效磷具有显著负相关。表6参11

关键词: 雷竹; 竹笋; 营养成分; 土壤成分

中图分类号: S714.8 **文献标识码:** A

营养元素含量是评价蔬菜品质的重要指标^[1]。土壤条件和施肥是影响蔬菜营养元素含量的主要因素^[2,3]。雷竹 *Phyllostachys praecox* 笋作为传统蔬菜, 由于它味道鲜美, 营养丰富, 深受人们喜爱。目前, 雷竹栽培面积不断扩大, 特别是以重施肥和冬季地表增温覆盖为核心的覆盖促成栽培技术的大面积推广, 使雷笋实现了反季节生产, 并使产量大幅度上升^[4]。与此同时, 涉及雷竹覆盖促成栽培过程中竹林退化机理和土壤质量演变等方面的研究不断深入^[5~7], 但有关雷竹笋营养元素含量方面的研究则鲜见报道。为了解目前覆盖促成栽培雷竹笋主要营养元素含量的空间变异及土壤养分的相互关系, 作者采集了雷竹主产区竹笋样品进行分析, 现将结果整理如下。

1 样品与方法

1.1 采样区概况

本次竹笋和土壤样品采自浙江省临安市藻溪、高虹、千虹等乡镇。该区是浙江省雷竹主产区之一, 也是覆盖促成栽培推广最早的地区之一。在采样区内建立包括施肥、土壤条件及建园历史不同样点共37个, 其中22个样点布置于近2a采用冬季覆盖促成栽培技术的竹园, 其余15个样点为不覆盖的自然竹园, 并且, 覆盖竹园与自然竹园尽量做到对应可比设置。采样时间为3月中旬, 这时覆盖竹园出笋期尚未结束, 自然笋出笋已经开始, 因而可同时采集2类竹园的竹笋样品。

1.2 采样及分析方法

在每个采样点设立10m×20m的采样区, 在采样区内对角线采集竹笋5株, 同时, 用自制采样器蛇形法多点采集0~0.25m土层混合土样。竹笋样带回室内, 去壳后取可食部分, 并纵向切成4~6

收稿日期: 2002-04-28; 修回日期: 2003-01-13

基金项目: 浙江省自然科学基金资助项目(300209); 浙江省科学技术厅资助项目(013140)

作者简介: 徐秋芳(1963-), 女, 浙江东阳人, 副教授, 从事森林土壤与植物营养研究。

条,称鲜质量后放入纸质样品袋 70 °C 烘干。烘干后先称质量,再在高速粉碎机中磨细,待用。土壤样品凉干后,磨细过筛,备用。笋样分析项目和方法如下:氮, H₂SO₄-H₂O₂ 消煮,蒸馏法;磷, H₂SO₄-H₂O₂ 消煮,钼锑抗比色法;钾、钙、镁、铁、锰, HNO₃-HClO₄ 消煮, ICP 法^[8];土壤有机质,重铬酸钾外加热法;全氮,凯氏法;水解氮,碱解法;有效磷, Bray 法;速效钾,乙酸铵浸提,火焰光度法;交换性钙和镁,乙酸铵浸提, ICP 法;有效铁和锰, 0.1 mol·L⁻¹ HCl 浸提, ICP 法^[8]。

2 结果与分析

2.1 覆盖促成栽培竹园雷笋营养元素含量

2.1.1 营养元素含量分析 从 22 个样品分析结果可以看到(表 1),雷笋营养元素含量依次为氮>钾>磷>镁>钙>铁>锰。7 种营养元素中,氮含量的变异最小,磷和钾的含量变异也不大,但钙、镁、铁和锰 4 种元素变异均较大,特别是钙含量,变异系数达到了 89.93%。氮、磷、钾是影响植物生长最主要的 3 种营养元素,在覆盖促成栽培措施中氮、磷、钾肥的施用十分重视,^[9]并大多数农户都有较为统一的标准,特别是地表覆盖前都要施用数量可观的化肥或有机肥。因而采用覆盖促成栽培措施竹园,土壤氮、磷、钾量输入常常较为稳定,其结果是竹笋中氮、磷、钾含量变异较小。钙元素富集于细胞壁中,因而幼嫩组织钙含量低,老化组织则钙含量会增加^[10]。表 1 中雷笋钙含量变异大,一方面和土壤条件不一有关,另一方面和所采集的雷笋笋体大小不一及不同覆盖物厚度变异造成的笋样老嫩差异也分不开。

表 1 覆盖促成栽培竹园雷笋营养元素含量分析

Table 1 Statistics analysis of nutrition of bamboo under intensive management

项目	氮/(g·kg ⁻¹)	磷/(g·kg ⁻¹)	钾/(g·kg ⁻¹)	钙/(mg·kg ⁻¹)	镁/(mg·kg ⁻¹)	铁/(mg·kg ⁻¹)	锰/(mg·kg ⁻¹)
平均值	4.30	0.70	2.98	28.76	99.14	5.10	4.61
标准差	0.40	0.10	0.66	25.71	37.79	2.80	2.11
变异系数/%	9.30	14.28	22.15	89.39	38.12	54.90	45.77

说明:表中数据以鲜样计(下同)

2.1.2 覆盖促成栽培雷笋各营养元素的相互关系 雷笋各营养元素间相关分析表明(表 2),氮与磷之间相关性达到极显著水平,钾、钙、镁、铁、锰之间则表现为钙与铁、镁、锰之间相关性达极显著水平,锰与铁之间也有极显著相关,但必须指出的是钾与各金属元素不仅相关性不显著,而且相关系数均为负值,这是否说明了钾(高效栽培雷竹土壤钾含量较高)与其他金属元素的拮抗,从而抑制了钙、铁、镁、锰等其他元素的吸收,值得进一步研究。

表 2 覆盖促成栽培雷笋各营养元素间的相关系数

Table 2 Correlation coefficients between bamboo nutritions under intensive management

营养元素	氮	磷	钾	钙	镁	铁	锰
氮	1	0.5441**	0.1998	0.3927	0.3477	0.3798	0.4524*
磷		1	0.4382*	0.4789*	0.3914	0.2763	0.2495
钾			1	-0.3190	-0.1236	-0.0430	-0.1762
钙				1	0.5738*	0.5494*	0.6277*
镁					1	0.4528*	0.3828
铁						1	0.3220
锰							1

$r_{0.01}=0.5370$, $r_{0.05}=0.4230$

2.2 覆盖促成栽培竹林与自然竹林雷笋营养元素含量比较

为了解覆盖促成栽培措施对雷笋营养元素含量造成的总体影响,笔者比较分析了覆盖竹园与自然竹园竹笋营养元素含量。结果发现,同是 3 月中旬采集的 2 类竹笋,自然笋氮、磷、钾含量分别是覆盖笋的 1.32, 1.77 和 1.50 倍,并且差异均达显著或极显著水平(表 3)。

自然笋营养元素含量高于覆盖笋主要与竹鞭营养供应有关。3 月中旬已是覆盖笋末期, 而对自然笋来讲出笋才刚刚开始。覆盖笋每年夏、秋贮存于竹鞭中的营养从 12 月份出笋开始就不断供应给笋芽、笋体, 直到 3 月份贮存营养相对减少, 笋体营养元素含量就会降低。而对自然竹园来讲, 秋季贮存的营养在 3 月份刚开始供应笋体, 因而笋体所需营养元素得到最大限度保证, 其结果是自然笋营养元素含量较高。值得注意的是, 虽然覆盖竹园竹笋氮、磷、钾含量较低, 但覆盖竹园土壤水解氮、有效磷和速效钾含量显著高于自然笋竹园 (表 4)。这一点启示我们, 在覆盖促成栽培中覆盖前大量施肥虽大大补充了土壤养分, 但对竹笋的产量和营养积累影响不大。并且, 覆盖前过多施肥会造成肥料在覆盖物下表土层较长时间积累, 从而影响土壤生物活性, 使土壤质量下降^[6]。

当然, 要客观比较 2 类竹笋营养元素含量, 还必须做 2 类竹园从初笋期到笋末期笋体营养元素含量的动态分析。

2.3 雷竹笋营养元素含量与土壤养分的相关分析

表 5 显示, 采用覆盖促成栽培措施竹园竹笋钙、铁含量和土壤有效磷呈现显著负相关, 这和作者先前研究中发现的覆盖促成栽培雷竹林土壤磷素严重超积累是吻合的^[11]。过多的磷使土壤中可溶性钙和铁产生沉淀。从而使作物吸收钙和铁量减少。因而, 目前覆盖促成栽培竹园土壤磷素积累已影响雷笋的营养品质。从表 5 还发现, 竹笋钙和镁含量与土壤交换性钙和镁具有显著正相关, 这进一步说明了土壤钙和镁等金属元素有效含量是雷笋钙和镁含量的制约因子。

表 5 覆盖促成栽培竹园竹笋营养元素含量与土壤养分间的相关系数

Table 5 Correlation coefficients between bamboo-shoot nutrition and corresponding soil nutrients under intensive management

竹笋营养元素	土 壤 养 分								
	有机质	全氮	水解氮	有效磷	速效钾	交换性钙	交换性镁	有效铁	有效锰
氮	0.068 0	0.057 7	-0.078 3	-0.235 7	-0.179 3	0.198 0	0.295 0	0.182 4	0.042 0
磷	0.219 5	0.226 8	-0.014 0	-0.298 8	0.012 4	0.212 8	0.234 7	0.221 4	0.263 0
钾	-0.057 7	0.004 9	-0.090 1	0.096 7	0.093 5	-0.236 4	-0.318 8	0.180 6	-0.059 2
钙	0.011 9	0.016 1	-0.070 2	-0.559 2**	-0.288 1	0.441 2*	0.465 8*	0.391 6	0.047 6
镁	0.110 6	0.073 9	-0.137 6	-0.156 4	-0.209 9	0.465 7*	0.517 2*	0.379 9	0.295 2
铁	-0.136 6	-0.076 9	-0.077 2	-0.485 3*	-0.262 9	0.279 8	0.384 6	0.344 8	0.079 0
锰	0.0245	0.025 2	0.062 9	-0.337 1	-0.075 3	0.161 8	0.255 8	0.068 7	-0.983 5

$$r_{0.01}=0.537 0, r_{0.05}=0.423 0$$

从表 6 可以看出, 自然笋磷素含量与土壤有效磷含量具有显著正相关。这说明自然竹园磷肥投入量不大, 土壤磷素没有出现超积累 (表 4), 土壤磷素的改善可能会进一步提高竹笋磷含量。

综合表 5 和表 6 可以发现, 总体上雷笋营养元素与土壤养分间的相关性不理想。这一方面和雷竹林特别是覆盖促成栽培雷竹林肥料投入量偏多有关, 另一方面也说明了出笋期土壤养分供应状况对笋体营养元素含量影响不大。换言之, 要改善竹笋营养品质, 必须在壮鞭期或笋芽形成期加强肥水管理, 而后期, 如覆盖前施肥和自然笋出笋前施肥数量上不宜过多, 否则不仅对提高产量和品质作用不大, 而且还会造成土壤质量和环境的损害。

表 3 2 类竹笋营养元素含量比较

Table 3 Comparison of shoot nutrition between non-mulching stands and mulching stands

竹笋类型	氮/ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	磷/ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	钾/ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)
覆盖笋	4.30b	0.70B	2.98B
自然笋	5.69a	1.24A	4.46A

说明: (1) 表中覆盖竹园数据为 22 个样本平均值, 自然笋竹园数据为 15 个样本平均值; (2) 同列中不同大写字母表示差异达极显著水平 ($P < 0.01$), 不同小写字母表示差异达显著水平 ($P < 0.05$)

表 4 2 类竹园土壤氮、磷、钾含量比较

Table 4 Comparison of soil nutrients under stands with different management

竹园类型	水解氮/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	有效磷/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	速效钾/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	有机质/ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)
覆盖竹园	219.52A	436.67A	426.14A	23.92
自然竹园	125.67B	101.70B	288.00B	22.56

说明: 表中同列不同英文字母表示差异达极显著水平 ($P < 0.01$)

3 结论

覆盖促成栽培雷竹笋营养元素含量依次为氮>钾>磷>镁>钙>铁>锰。同是3月中旬采集的2类竹笋,自然笋氮、磷、钾含量分别是覆盖促成栽培竹笋的1.32, 1.77和1.50倍,差异达显著水平。覆盖促成栽培竹笋钙、镁含量与土壤交换性钙、镁含量呈现显著正相关,钙、铁含量与土壤有效磷具有显著负相关。自然笋磷素含量与土壤有效磷相关性达到极显著水平。

参考文献:

- [1] 徐卫红, 何天秀, 杨林. NPK 配施对茭苳产量品质的影响研究 [J]. 西南农业大学学报, 1996, 18 (4): 396-398.
- [2] 徐卫红, 王正银, 刘飞. 不同土壤与施肥对茭苳硝酸盐和营养品质效应 [J]. 西南农业大学学报, 2001, 23 (6): 553-260.
- [3] 周永祥, 袁玲. 小白菜叶片硝酸盐与矿质元素含量的研究 [J]. 西南农业大学学报, 2000, 22 (3): 253-260.
- [4] 汪祖潭, 方伟, 何均潮, 等. 雷竹笋用林高产高效栽培技术 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1995. 5-30.
- [5] 金爱武. 雷竹保护地栽培林地退化机制的初步研究 [J]. 福建林学院学报, 1999, 19 (1): 94-96.
- [6] 姜培坤, 俞益武, 张立钦等. 雷竹林地土壤酶活性研究 [J]. 浙江林学院学报 2000, 17 (2): 132-136.
- [7] 姜培坤, 徐秋芳, 钱新标, 等. 雷竹林地覆盖增温过程中土壤化学性质的动态变化 [J]. 浙江林学院学报, 1999, 16 (2): 123-130.
- [8] 中国土壤学会. 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.
- [9] 方伟, 何均潮, 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.
- [10] 浙江农业大学. 植物营养与施肥 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1991. 123-134.
- [11] 姜培坤, 俞益武, 金爱武, 等. 丰产雷竹林地土壤养分分析 [J]. 竹子研究汇刊, 2000 19 (4): 50-53.

Relationship between bamboo-shoot nutrition and soil nutrients

XU Qiu-fang¹, YIE Zheng-qian², JIANG Pei-kun¹, YU Yi-wu¹

(1. Institute of Ecology and Environment, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. College of Environment and Resources, Zhejiang University, Hangzhou 310029, Zhejiang, China)

Abstract: Intensive management of *Phyllostachys praecox* stands is very popular practice in Lin'an. To check the effect of this practice on bamboo-shoot nutrition, shoots and soils from both traditional and intensive management, *Phyllostachys praecox* stands are collected for analysis shoot nutrition and soil nutrients. It is found that nutrition content of bamboo-shoot, such as total N, P, K, Ca, Mg, Fe and Mn are respective $(4.30 \pm 0.40) \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, $(0.70 \pm 0.10) \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, $(2.98 \pm 0.66) \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, $(28.76 \pm 25.71) \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $(99.14 \pm 37.79) \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $(5.10 \pm 2.80) \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $(4.6 \pm 2.11) \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ under intensive management stands. Nutrition amount of total N, P and K in bamboo shoot under traditional management stands are significantly higher ($P < 0.05$) than those under intensive management stands, they are respective 1.32, 1.77 and 1.50 times. Nutrition content of Ca and Mg are closely related to soil exchangeable Ca and Mg under intensive management stands. Nutrition content of Ca and Fe are negatively related to soil available P (correlation coefficients are -0.5592^* and -0.4853^*). [Ch, 6 tab. 11 ref.]

Key words: *Phyllostachy praecox*; bamboo sprout; nutrition constituents; soil constituents

表6 自然笋竹园竹笋营养元素含量与土壤养分间相关系数

Table 6 Correlation coefficients between bamboo-shoot nutrition and corresponding soil nutrients under traditional management

竹笋营 养元素	土 壤 养 分			
	有机质	水解氮	有效磷	速效钾
氮	0.330 5	-0.343 6	0.332 4	0.274 7
磷	0.423 0	-0.313 3	0.769 9 **	0.428 6
钾	0.144 8	-0.352 4	0.270 1	0.334 5

$r_{0.01} = 0.641 0$, $r_{0.05} = 0.514 0$