

文章编号: 1000-5692(2003)02-0111-04

# 不同栽培历史雷竹林土壤养分与重金属含量的变化

杨 芳, 徐秋芳

(浙江林学院 生态环境研究所, 浙江 临安 311300)

**摘要:** 为了解集约化经营雷竹栽培过程中土壤化学、生物化学性质和重金属含量的变化, 分析了不同栽培历史的雷竹林土壤。结果表明: 随着雷竹栽种历史的延长, 土壤性质发生了明显变化。主要是: ①土壤有机质含量增加, 碳氮比升高, 土壤磷素高水平积累; ②土壤过氧化氢酶和磷酸酶活性呈明显下降趋势; ③土壤中重金属锌、铜和铅含量有增加的趋势, 在土壤中活性明显增加。表 3 参 11

**关键词:** 雷竹; 土壤养分; 重有色金属; 酶; 活度

**中图分类号:** S714. 8      **文献标识码:** A

雷竹 *Phyllostachys praecox* 是优良的笋用竹种。近年来, 通过集约化经营, 采用冬季地表覆盖技术, 使雷笋实现了反季节生产, 并使产量上升, 从而取得了很高的经济效益<sup>[1,2]</sup>。目前, 雷竹在江南各省得到大面积推广。在雷竹生产中为了追求高产值, 竹林地肥料投入量很大。雷竹推荐施肥量中, 每年施入化肥超过  $3 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 有机肥(厩肥)达  $100 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 而有些笋农施肥量更大。大量的施肥加上冬季地表稻草、砻糠等覆盖, 势必造成雷竹林土壤性质的变化。为了解雷竹栽培过程中土壤性质尤其是化学性质的演化规律, 对不同年龄的雷竹林土壤进行了研究。

## 1 样品与方法

### 1.1 采样区概况

本次采样区设在浙江省临安市高虹乡。地理坐标为  $30^{\circ}14'N$ ,  $119^{\circ}42'E$ 。该地年平均气温  $15.9^{\circ}\text{C}$ , 年最高气温  $41.3^{\circ}\text{C}$ , 年最低气温  $-13.3^{\circ}\text{C}$ , 年降水量  $1420 \text{ mm}$ 。土壤为发育于凝灰岩的红壤土类, 土壤质地为中壤-重壤质, pH 在  $4.5 \sim 5.5$  之间, 有机质及养分含量丰富。该地是雷竹主产区, 也是最早大面积推广冬季地表覆盖技术的地区, 雷竹集约化栽培已有 10 a 以上的历史。本次选择的采样地, 种植雷竹前均有 10 a 左右的茶叶栽培历史。地势均为丘陵坡地, 坡度小于  $10^{\circ}$ 。

### 1.2 采样分析与方法

在选择好的采样区内, 按雷竹栽培历史 4 a, 6 a, 8 a 和 10 a 4 个年龄级布置采样地。每个年龄级设 4 个样地, 样地面积控制在  $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$  左右。样地选好后, 在每块样地中蛇型法多点采样 0~30 cm 土层的混合样一个。土样经风干后去杂、过筛后备用。测定项目和方法如下: 土壤有机质, 重铬酸钾外加热法; 全氮, 凯氏法; 水解氮, 扩散法; 有效磷, HCl-NH<sub>4</sub>F 浸提, 钼锑抗比色法; 重金属锌、铜、铅全量, 三酸消煮, 有效态用 DTPA 浸提, 待测液均采用原子吸收光谱法<sup>[3]</sup>; 土壤酶, 全部

收稿日期: 2002-10-28; 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)

作者简介: 杨芳(1969—), 女, 浙江临安人, 讲师, 从事环境科学与土壤生态研究。

采用关松荫等方法<sup>[4]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 雷竹栽培过程中土壤养分的变化

从表1可以看出,由于雷竹地普遍采用冬季地表覆盖,输入土壤有机物料增多,因而随着栽种时间的延长,土壤有机质含量呈明显上升的趋势,从4年生到10年生竹林土壤有机质含量共增加了 $11.19 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,提高了38.89%。并且10年生竹林土壤机质显著高于6年生的和8年生的,6年生和8年生的又显著高于4年生的。相比之下,土壤全氮含量随种植历史的变化不明显。由于随着种植历史变化土壤有机质明显增加,全氮量变化不大,因而土壤碳氮比(C/N)随种植历史出现明显上升趋势。表1显示6~10年生雷竹林地土壤C/N显著高于4年生竹林地。土壤C/N增高造成微生物活动碳源和氮源失衡,随着微生物大量繁衍土壤中大量有效态氮被微生物夺取并成为有机态氮,因而农户虽然在雷竹林地的肥料投入量较大,虽土壤水解氮随着种植年龄增加,无显著差异,但随栽培历史延长,含量有下降态势。

由于本采样区农户均

大量施用复合肥( $m_N:m_P:m_K = 15:15:15$ )。

氮磷钾输入量均衡,但雷竹对氮磷钾需求比例为6:1:2<sup>[5]</sup>,因而随种植历史增长,土壤磷的残留量增多,10年生竹林地全磷和有效磷显著高于8年生

表1 不同栽培历史雷竹土壤养分含量

Table 1 Nutrients content of soil under *Phyllostachy praecox* stands with different cultivation history

栽培时间/a	有机质/ $(\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$	全氮/ $(\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$	C/N	水解氮/ $(\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1})$	全磷/ $(\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1})$	有效磷/ $(\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1})$
4	28.77c	1.33a	12.54b	208.75a	0.299c	28.14c
6	35.45b	1.28a	16.02a	183.14a	0.315b	58.77b
8	37.75b	1.34a	16.34	180.13a	0.403b	117.45a
10	39.96a	1.40a	16.56a	191.30a	0.511a	156.43a

说明: 表中数据为4个样地平均值,同列中不同英文字母表示差异达显著水平( $P<0.05$ ),下同

和6年生,而8年和6年生又显著高于4年生林地(表1)。并且本次采集到的土壤磷含量比一般农林地磷水平高出许多。土壤磷的过量积累一方面会造成环境的污染,另一方面将也可能会对雷笋品质产生影响。

### 2.2 雷竹林土壤酶活性变化

从表2可以看出,随着雷竹种植历史变长,土壤过氧化氢酶和磷酸酶活性呈明显的下降趋势,土壤脲酶活性则有增加的迹象,而土壤蛋白酶活性保持不变。过氧化氢酶是衡量土壤生物学活性强弱的理想酶类,活性随种植历史下降说明长期的重施肥和覆盖总体上使土壤生物学活性变得不良。由于雷竹林地磷素投入过大,土壤磷酸酶活性受到抑制,这一点和姜培坤等的研究有相同结果<sup>[6]</sup>。表现出的是随着种植历史变化,磷酸酶活性明显降低。这与尿素大量输入土壤刺激土壤脲酶有关<sup>[6]</sup>。

### 2.3 雷竹栽培过程中土壤重金属含量的变化

重金属对人类健康有严重影响,重金属一旦积累又不易在生物物质循环和能量交换中分解,因而重金属污染日益引起关注。来自畜禽的有机肥和施用的化肥(主要指磷肥)都含有可观的重金属,而且,有机肥还可以通过螯合作用提高重金属的植物有效性,促进植物吸收<sup>[7,8]</sup>,因而,长期大量施肥有可能造成重金属在土壤中积累。

从分析的结果来看(表3),随种植历史变长,土壤中锌、铜和铅的含量均有不同程度的增加,10年生雷竹林地比4年生雷竹林地土壤全锌增加了59.92%,有效锌增加了30.96%,全铜增加了91.38%,有效铜增加了311.11%,全铅增加了

表2 不同栽培历史雷竹土壤酶活性

Table 2 Enzymatic activity of soil under *Phyllostachy praecox* stands with different management cultivation history

栽培时间/a	过氧化氢酶	蛋白酶	脲酶	磷酸酶
4	113.75a	0.086a	0.171c	22.84a
6	73.14b	0.088a	0.183b	21.02a
8	70.13b	0.089a	0.199b	18.07b
10	62.33c	0.093a	0.264a	5.58c

说明: 过氧化氢酶:  $\text{KMnO}_4 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ; 蛋白酶:  $\text{NH}_3\text{-N mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ; 磷酸酶:  $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$

$\text{N mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ; 脲酶:  $\text{NH}_3\text{-N mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ; 磷酸酶:  $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$

13.16%, 有效铅增加了18.21%。从分析的3种重金属含量来看, 它们离国家允许标准相差尚远<sup>[9]</sup>, 虽然高效栽培措施使土壤中一些重金属含量增加, 但从目前来看还不足以形成污染。但这3种重金属在土壤中有效态含量并不低, 有效态占全量百分率总体上都较高(表3)。并且, 本次分析的土壤重金属有效态占全量的百分率高于中国一般菜园土。这说明长期覆盖输入的有机物料在分解时产生了大量水溶性有机物, 而水溶性有机物能明显增加重金属在环境中的活性和迁移速度<sup>[10,11]</sup>。土壤重金属有效性增加, 给雷竹林地土壤重金属积累带来了潜在危险性, 对雷笋品质的长期良性保持十分不利。

表3 不同栽培历史雷竹林土壤重金属含量

Table 3 Heavy metals content of soil under *Phyllostachys praecox* stands with different cultivation history

栽培时间/a	锌/ (mg·kg <sup>-1</sup> )			铜/ (mg·kg <sup>-1</sup> )			铅/ (mg·kg <sup>-1</sup> )		
	全量	有效态	有效态占全量/%	全量	有效态	有效态占全量/%	全量	有效态	有效态占全量/%
4	57.23b	9.85a	17.20	2.90c	0.45b	15.52	50.90a	6.70b	13.16
6	79.60a	11.75a	14.70	3.75b	0.49b	13.07	65.95a	9.01a	13.66
8	81.21a	11.70a	14.41	3.58b	0.60b	16.73	69.41a	10.11a	14.56
10	91.52a	12.90a	14.10	5.55a	1.85a	33.33	57.60a	7.92a	13.75

### 3 结论与问题

从上面分析不难发现, 随着雷竹栽种历史的延长, 林地土壤性质发生了明显变化。主要是: ①土壤有机质含量增加, 碳氮比升高, 土壤磷素高水平积累; ②土壤过氧化氢酶和磷酸酶活性呈明显下降趋势; ③土壤重金属锌、铜和铅含量有增加的趋势, 并随着种植历史增长, 这些重金属在土壤中活性明显增加。

造成上述结果的原因是雷竹林地大量不合理施肥和连年冬季地表覆盖。作者以为, 为了使雷竹生产可持续发展, 也为了保持雷笋的优良品质, 在雷竹笋生产中亟需解决的有: ①根据雷竹笋对氮、磷和钾的需求比例和土壤养分状况进行合理科学的平衡施肥, 包括土壤测定, 目标定产和专用肥开发等; ②在春季气温回升后(一般在3月中下旬), 应及时揭去地表覆盖材料, 尽量减少稻草和砻糠等覆盖材料输入土壤。

### 参考文献:

- [1] 汪祖潭, 方伟, 何钧潮. 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—56.
- [2] 方伟, 何钧潮, 卢可学. 雷竹早产高效栽培技术 [J]. 浙江林学院学报, 1994, 11(2): 121—128.
- [3] 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. 106—226.
- [4] 关松荫. 土壤酶及其研究法 [M]. 北京: 农业出版社, 1986. 206—239.
- [5] 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.
- [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] 同延安, 高宗, 刘杏兰, 等. 有机肥及化肥对土壤中微量元素平衡的影响 [J]. 土壤学报, 1995, 32(3): 315—319.
- [8] Raven K P, Loepert R H. Trace element composition of fertilizers and soil amendments [J]. *J Environ Qual*, 1997, 26: 551—557.
- [9] 孟凡乔, 史雅娟, 吴文良. 我国无污染农产品重(类)金属土壤环境质量标准的制定与研究进展 [J]. 农业环境保护, 2000, 19(6): 356—359.
- [10] Ross D C, Bartlett R J. Field-extracted spodosol solutions and soils: aluminum, organic carbon, and pH interrelationships [J]. *Soil Sci Soc Am J*, 1996, 60: 589—595.
- [11] 姜培坤, 周国模, 徐秋芳. 雷竹高效栽培措施对土壤碳库的影响 [J]. 林业科学, 2002, 38(6): 6—11.

# Changes in nutrients and heavy metal contents in soils under *Phyllostachys praecox* stands with different cultivation histories

YANG Fang, XU Qiu-fang

(1. Institute of Ecology and Environment, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

**Abstract:** Soils under *Phyllostachys praecox* stands with different cultivation histories are selected to study their content changes in chemical properties and heavy metal elements. The findings show that with the prolonging history of *Phyllostachys praecox* cultivation, the properties of soil have changed greatly. ①The content of organic matter and the ratio of C/N in soil increase, and phosphorus is accumulated greatly; ②The activities of hydrogen peroxidase and phosphatase in soil decline sharply; ③The contents of heavy metal elements such as Zn, Cu and Pb in soil tend to increase and they become more active. [Ch, 3 tab. 11 ref.]

**Key words:** *Phyllostachys praecox*; soil nutrients; heavy non-ferrous metal; enzymes; activity

## 《浙江林学院学报》荣获第二届国家期刊奖百种重点期刊奖

由国家新闻出版总署和国家科学技术部共同主持的第二届国家期刊奖评选结果已经揭晓,《浙江林学院学报》在此次评选中荣获百种重点期刊奖。

为了进一步繁荣期刊出版事业,2002年9月,经中共中央宣传部同意,新闻出版总署决定举办第二届国家期刊奖评选活动。各地、各有关部门十分重视第二届国家期刊奖的评选工作,经过反复审核和认真筛选,全国共推荐出参评期刊971种(其中社科类期刊449种,科技类期刊522种)。这些参评期刊经过评选办公室的参评资格审查、出版规范审查、编校质量审查和广告内容审查后,由专家组和评选工作委员会进行评选。2002年12月初产生初评入围期刊,并将初评结果在《光明日报》《科技日报》《中国新闻出版报》和《中国图书商报》上公示,接受全社会的监督,最终评出国家期刊奖60种,国家期刊奖提名奖97种,国家期刊奖百种重点期刊奖189种。2003年1月17日,新闻出版总署召开了第二届国家期刊奖颁奖大会。这些获奖期刊是我国9000种正式期刊的优秀代表,体现了我国期刊业目前的总体发展水平,反映了我国期刊业近年来深化改革、促进繁荣取得的丰硕成果。

国家期刊奖是目前我国期刊业的唯一政府奖,也是我国期刊界的最高奖项。《浙江林学院学报》此次获奖实现了浙江省科技期刊界零的突破。