

文章编号: 1001-1498(1999) 05-0548-04

# 雷竹林地覆盖增温过程中土壤酶活性的动态变化

姜培坤, 徐秋芳, 钱新标

(浙江林学院资源与环境系, 浙江临安 311300)

关键词: 雷竹; 林地覆盖; 土壤养分; 土壤酶

中图分类号: S714.8 文献标识码: A

雷竹(*Phyllostachys p raecox* C. D. Chu. et C. S. Chao) 是优良的笋用竹种。目前, 生产上栽种面积不断扩大, 许多竹林地采用冬季覆盖技术使出笋时间大大提前<sup>[1,2]</sup>, 从而给广大农户带来了可观的经济收入。但是, 随着连年覆盖竹林出现了退化现象, 包括竹鞭提前死亡, 竹子开花增多, 病虫害严重等<sup>[3]</sup>。这些不良结果与覆盖材料给土壤带来的影响是否有一定的关连呢? 有机物料覆盖增温及分解对土壤的影响, 最直接反映在土壤的生物学性质上, 土壤酶又是生物学性质的主要内容。为此, 本文分析了不同覆盖材料增温过程中土壤酶活性的变化, 旨在对这方面作一些初步探讨。

## 1 样地与方法

试验地设在浙江省临安市郊大马村。该处气候属亚热带季风气候, 年降雨 1 400 mm, 年均温 15.9℃, 大于 10℃ 年积温 2 600℃。试验地土壤属砂、页岩发育的黄红壤。试验用竹林林龄 11 a, 立竹密度 1.55 万株·hm<sup>-2</sup>。该竹林已在 1995、1996 年冬季连续覆盖 2 a, 以往竹林管理措施按常规方法进行<sup>[1]</sup>。1997 年 12 月份在竹林中选择土壤条件一致的地块, 布置覆盖试验。覆盖处理设稻草、稻草+ 苕糠和竹叶 3 种, 厚度均为 25 cm, 同时设不覆盖对照(Ck)。试验小区面积 10 m×20 m, 试验只设 1 个重复。试验地覆盖前施用尿素 1 次, 施用量控制在每公顷 1 200 kg 左右。

试验布置好后, 在每个处理中确定 1 m<sup>2</sup> 的固定采样区。从 1997 年 12 月 26 日开始每隔 25 d 在固定采样区内采集土样。本试验动态观察 100 d, 共采集了 5 次土样, 即从 1997 年 12 月 26 日至 1998 年 4 月 7 日。每次采样均采 0~25 cm 土层内的土壤。为减少分析误差, 每次采集到的土样均放入冰箱冷冻, 待样品采齐后一起风干、处理再测定。土壤养分分析采用国家标准森林土壤分析法<sup>[4]</sup>; 土壤酶分析全部采用关松荫等方法<sup>[5]</sup>。3 种覆盖材料 C/N 分别是稻草 70.0, 苕糠 36.0, 竹叶 20.5。

## 2 结果与分析

### 2.1 覆盖过程中土壤养分的动态变化

从表 1 可以看出, 从试验的第 50 d 开始 3 个覆盖处理的土壤有机质、全氮含量出现明显

收稿日期: 1999-01-28

基金项目: 1997~1999 年浙江省教委资助项目“雷竹笋用林持续丰产经营技术研究(编号: 97127)”部分内容。

第一作者简介: 姜培坤(1963-), 男, 浙江桐乡人, 副教授。

的下降。稻草和稻草+ 荩糠两个处理这种趋势一直保持到试验结束的第 100 d, 整个试验中这两个处理有机质、全氮分别下降了  $7.28$ 、 $9.55 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  和  $0.50$ 、 $0.57 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。竹叶处理则情况不同, 虽然从第 50 d 开始一直到第 75 d 有机质、全氮都有下降, 但到试验第 100 d 又开始上升。整个试验过程中 Ck 处理有机质、全氮变化不大。竹叶处理出现这种上升现象, 笔者认为覆盖使雷竹地土壤温度升高<sup>[2]</sup>, 从而加速了土壤中原有有机质的分解。分解过程从第 50 d 开始。稻草和稻草+ 荩糠两个处理在试验全过程中有机质一直是消耗的, 得不到外来补充。说明这两种覆盖物从覆盖开始一直到次年 3~4 月份都无法分解以补充土壤有机质。竹叶则不同, 到了次年 3~4 月份已有部分分解, 从而使土壤有机质含量仍维持较高水平。从野外试验观察来看, 试验开始至第 75 d, 稻草和稻草+ 荩糠两个处理覆盖物底部只有物料变糊的直感, 到了 100 d 也只有发现部分物料进入半分解期。而竹叶处理, 第 75 d 时已可观察到分解的迹象, 到试验结束时底部物料已失去原形, 进入彻底分解期。以往许多学者认为雷竹冬季覆盖增温主要是覆盖材料分解产生了大量热量来使土壤升温<sup>[6]</sup>。从本次研究来看, 竹叶确有类似情形, 但稻草、荩糠等高 C/N 材料在冬季是难以分解的, 它们增温主要是靠覆盖地表, 使土壤隔绝了外来冷空气的侵入, 保持了土壤内生物活动产生的热量。

表 1 覆盖过程中土壤养分的动态变化

土壤养分	处 理	取样日期(月-日)(覆盖处理时间/d)				
		12-26	01-20(25)	02-15(50)	03-12(75)	04- 07(100)
有机质/( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	Ck	34.21	34.12	33.50	32.72	32.00
	稻草	34.62	34.80	33.03	31.55	27.34
	稻草+ 荩糠	33.02	32.13	30.05	30.56	23.47
	竹叶	35.05	34.51	32.73	32.80	34.38
全氮/( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	Ck	1.51	1.42	1.41	1.33	1.32
	稻草	1.52	1.46	1.33	1.10	1.02
	稻草+ 荩糠	1.48	1.47	1.20	1.03	0.91
	竹叶	1.60	1.56	1.38	1.36	1.42
水解氮/( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	Ck	223.54	220.50	217.88	221.35	205.37
	稻草	231.73	223.45	248.75	228.96	143.48
	稻草+ 荩糠	220.65	219.35	239.55	208.60	133.45
	竹叶	233.17	230.44	249.95	219.37	193.74
有效磷/( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	Ck	51.38	52.64	51.77	50.68	49.89
	稻草	52.10	53.01	53.84	51.92	45.99
	稻草+ 荩糠	49.38	52.35	51.69	50.68	45.27
	竹叶	50.89	51.66	52.74	55.37	56.24

从表 1 还可以看到, 稻草和稻草+ 荩糠两个处理从 75 d 开始, 水解氮、有效磷含量也明显下降, 到第 100 d 下降更大。而 Ck 处理则到试验第 100 d 才有轻度下降。说明覆盖以后温度升高, 使出笋时间提前<sup>[1]</sup>, 从而消耗较多养料。所不同的是由于竹叶分解补充了氮素和磷素, 所以土壤水解氮下降幅度没有稻草和稻草+ 荩糠两个处理大, 有效磷则反而有上升的趋势, 这说明雷竹笋需要较多的氮素和较少的磷素。

## 2.2 覆盖过程中土壤酶活性的动态变化

土壤中一切生化反应实际上都是在酶的参与下进行的,土壤酶活性的强弱反映了土壤中各种生化反应过程的强度和方向。一般情况下土壤酶活性有季节性变化,即一般冬季活性较弱,而春季特别是初夏随着气温升高,酶活性也增强。本试验中由于雷竹林地冬季覆盖了有机物料,使表土地温不完全同步于气温,因而土壤酶活性也较常规(Ck)有较大差别。

表2 土壤中各种酶活性的动态变化

土壤酶	处理	取样日期(月-日)(覆盖处理时间/d)				
		12-26	01-21(25 d)	02-15(50 d)	03-12(75 d)	04-07(100 d)
过氧化氢酶 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} (\text{KMnO}_4)$ $/(\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1})$	Ck	56.5	50.5	42.5	61.5	92.5
	稻草	67.0	67.5	93.0	118.0	97.5
	稻草+ 砵糠	72.0	74.0	90.5	141.0	97.0
	竹叶	57.5	84.0	102.0	147.5	186.5
蔗糖酶( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) $/(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1})$	ck	1.92	2.01	1.55	1.77	2.61
	稻草	1.96	2.01	2.67	3.31	2.86
	稻草+ 砵糠	1.65	1.89	1.93	3.21	2.38
	竹叶	1.88	1.90	2.07	3.70	3.91
磷酸酶( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) $/(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$	Ck	7.92	7.06	6.40	6.54	8.55
	稻草	7.14	7.32	8.76	11.84	9.65
	稻草+ 砵糠	7.81	7.70	9.54	10.48	9.24
	竹叶	6.73	7.74	9.56	13.48	13.52
脲酶( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) $/(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1})$	Ck	0.47	0.48	0.36	0.40	0.61
	稻草	0.49	0.43	0.38	0.40	0.42
	稻草+ 砵糠	0.48	0.41	0.32	0.42	0.33
	竹叶	0.44	0.40	0.48	0.51	0.65
蛋白酶( $\text{NH}_2\text{-N}$ ) $/(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1})$	Ck	0.78	0.73	0.65	0.70	1.23
	稻草	0.84	0.94	1.01	0.97	0.92
	稻草+ 砵糠	0.86	0.97	1.09	0.91	0.88
	竹叶	0.83	1.00	1.87	1.88	1.99

从表2可以看出,Ck处理各类酶活性变化基本上和气温同步。试验的第50d至第75d时气温最低,表土层土壤酶活性也较低,到4月初气温升高,酶活性也增强。覆盖竹叶处理各类酶活性从试验开始到结束均呈上升趋势。到试验结束时过氧化氢酶、蔗糖酶、磷酸酶、脲酶和蛋白酶的活性分别是试验开始时的3.24、2.08、2.01、1.48和2.40倍。说明竹叶覆盖后隔离了冷空气侵入土壤,特别是后期部分竹叶分解产生了更多的热量,因而使土壤温度增高,土壤中生物代谢旺盛。对照表1来看,这种代谢的激发效应是良性的。可见,雷竹林地冬季采用竹叶覆盖增温,一方面可增加土壤温度,提早出笋;另一方面,可改善林地的营养状况和生物学性质。是值得推广的。

从表2还可以看出,覆盖稻草和稻草+砵糠两个处理,从试验开始的第75d土壤过氧化氢酶、蔗糖酶和磷酸酶活性均呈上升趋势,但到试验的第100d这3类酶的活性又重新回落。这显然是由于试验后期这两个处理土壤有机质含量下降,使土壤酶的来源减少所造成的。与这3种酶不同,脲酶和蛋白酶活性在稻草和稻草+砵糠两个处理试验全过程中波动不大,并且,

脲酶在试验结束时还稍有下降。这是否说明了两个处理试验过程中, 覆盖有机物料难以分解, 而雷竹笋又需吸收土壤中氮素, 从而使土壤氮素含量下降(见表1)。研究表明土壤中氮素的减少会使土壤脲酶和蛋白酶下降<sup>[7]</sup>。

综上所述, 可以看出, 雷竹林地冬季覆盖增温过程中, 稻草、苍糠和竹叶覆盖在冬季最冷季节都有明显增加土壤过氧化氢酶、蔗糖酶、磷酸酶和蛋白酶的活性, 提高土壤速效氮的供应能力, 促进提早出笋的作用, 其中尤以竹叶覆盖效果最理想, 因为竹叶在冬季覆盖过程中部分分解, 释放有效养分, 提高土壤酶的活性, 起了保温和增加养分的双重作用; 而稻草、苍糠只起保温作用, 并且因其 C/N 很高, 当进入 4~5 月份, 气温升高是否会带来不利的影响, 是值得进一步研究的。

### 参考文献:

- [1] 汪祖谭, 方伟, 何钧潮, 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.
- [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] 周国模, 金爱武, 郑炳松, 等. 雷竹保护地栽培林分立竹结构的初步研究[J]. 浙江林学院学报, 1998, 15(2): 111~115.
- [4] 中华人民共和国国家标准局. GB 7848-7858-87, 森林土壤分析方法[M]. 北京: 中国标准出版社, 1988.
- [5] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 农业出版社, 206~339.
- [6] 胡超宗, 金爱武, 郇章顺, 等. 早竹保护地栽培覆盖材料的研究[J]. 浙江林学院学报, 1996, 13(1): 5~9.
- [7] 周礼恺. 土壤酶学[M]. 北京: 科学出版社, 1987. 230~250.

## Dynamic Change of Enzyme Activities of Soil under *Phyllostachys praecox* during Covering Organic Material

JIAN G Pei-kun, XU Qiu-fang, QIAN Xin-biao

(Department of Resources and Environment, Zhejiang Forestry College, Linan 311300, Zhejiang, China)

**Abstract:** In winter time, *phyllostachys praecox* forest were covered with different organic material, several enzyme activities were tested regularly. It is concluded that enzyme activities of soil covered with bamboo leaves are rising with the day. At the end of experiment (on the Day 100) the activities of hydrogen peroxidase, sucrase, phosphatase, urease, protease are respectively 3.24, 2.08, 2.01, 1.48, 2.40 times as that of the original. Soil covered with rice straw or rice straw plus rice chaff, enzyme activities of hydrogen peroxidase, sucrase, phosphatase are growing until Day 75, but down afterwards till the end of experiment. As to urease and protease, there is almost no change in activities except a little down during the later experiment period.

**Key words:** *Phyllostachys praecox*; cover of forest land; soil nutrients; soil enzyme