

桉树林地酶活性研究初报

周 庆 刘有美 黄锦龙

(华南农业大学林学院, 广州, 510642)

摘要 对桉树林地土壤酶活性与土壤养分性质和林木生长关系的研究表明: 桉树林地土壤酶活性同土壤养分之间存在一定的相关性, 并且有一定的专性特性; 林分蓄积量和生物量同土壤酶活性之间也存在一定相关; 间种菠萝林地较之纯林地具有更适宜的酶活性; 但以土壤酶活性作为桉树林地土壤肥力的评价指标, 还须对其适宜范围作进一步探讨。

关键词 桉树林地; 土壤酶活性; 土壤养分; 林木生长

中图分类号 S 714

土壤酶参与土壤中各种生物化学过程和物质循环, 是各种生化反应的催化剂。因此对土壤酶活性的研究, 对研究土壤肥力及改良土壤意义重大。土壤的供肥能力不仅取决于潜在养分的有效化过程, 同时取决于土壤胶体吸附性离子的有效程度, 而这两方面都和土壤酶活性有关(关松荫, 1986)。因此土壤酶活性被许多学者作为评价土壤肥力方面的指标。

最初的研究主要集中于耕作土壤, 从 1899 年发现到现在, 国外已开展此项工作近一个世纪, 国内已有四五十年历史, 研究的内容包括土壤酶的存在状态及分布特点; 土壤酶活性与土壤其它性质的关系; 土壤酶活性与植物生长的关系; 土壤酶活性的激活与抑制; 酶活性作为评价立地指标的可行性。我国林业科技工作者也逐渐将农业上的做法引用到林业上来, 近年来报道较多(张鼎华等, 1984; 胡建忠, 1992; 张其水, 1992; 杨式雄等, 1993; 1994; 刘爱琴等, 1993; 陈 竣等, 1993; 闫德仁, 1994), 这些研究从土壤酶活性与土壤理化性质的关系出发, 通过探讨酶活性的垂直分布和土壤酶活性与林木生长及理化性质的相关性, 认为酶活性在他们的研究范围内可以作为林业土壤肥力的一个指标。

雷州半岛是我国最大的短轮伐期桉树用材林基地, 几十年来由于纯林连栽, 引起地力衰退, 直接威胁其可持续经营能力。虽然前人对林地土壤酶活性作了较多工作, 但是研究大多集中于马尾松杉木混交林、杉木、落叶松等树种, 虽也有桉树林地土壤酶的报道(廖观荣等, 1995), 但较粗略。本文试图从土壤酶活性与土壤养分性质的关系入手, 探讨桉树林地土壤酶活性与土壤肥力、林木生长的关系。

1 材料与方法

1.1 样地概述

试验地位于雷州林业局河头林场旺基塘林队。试区土壤为浅海沉积物发育的硅质砖红壤, 质地轻 ($< 0.01 \text{ mm}$ 土粒仅占 24%, $< 0.002 \text{ mm}$ 粘粒仅占 9% 左右), 土层虽然深厚, 但淋溶强烈, 土壤酸性强, 养分贫乏(广东省土壤普查办公室, 1993)。试区于 1990 年 3 月造林, 株行距 $1.0 \text{ m} \times 1.0 \text{ m}$ 至 3.0 m , 造林密度 4 950 株 hm^{-2} 。同年 4 月在行间间种 3~4 行菠萝, 株行距 $0.35 \text{ m} \times 0.55 \text{ m}$, 间种面积约占 40%。并且在同一地段设立纯林对照区, 造林规格同上。

1.2 采样分析

标准地面积 33.3 m²× 20 m, 3次重复。1995年 12月分别在间种林地菠萝畦上和纯林地采集土样(0~ 20 cm), 并于 1996年 1月由广东省土壤科学研究所测定养分含量及土壤酶活性。以上工作获得的数据见表 1 表 2

表 1 土壤养分含量

林分	有机质	全氮	全磷	碱解氮	速效钾
		/g·kg ⁻¹		/mg·kg ⁻¹	
纯林 1	11.04	0.300	0.10	42.3	10.8
纯林 2	12.31	0.290	0.10	41.1	10.9
纯林 3	10.69	0.245	0.09	38.3	7.9
间种 1	12.51	0.375	0.26	43.9	20.2
间种 2	10.78	0.295	0.08	39.3	21.9
间种 3	11.06	0.415	0.13	45.8	22.9

表 2 土壤酶活性及土壤呼吸活性¹⁾

林分	过氧化氢酶	蛋白酶	脲酶	转化酶	磷酸酶	呼吸活性
纯林 1	1.95	12.24	0.136	0.934	5.04	26.88
纯林 2	2.01	11.76	0.173	1.206	5.16	25.05
纯林 3	1.92	12.24	0.144	0.990	4.80	31.02
间种 1	2.42	10.80	0.180	1.026	4.32	59.97
间种 2	2.01	9.96	0.143	0.830	3.36	59.97
间种 3	2.13	10.92	0.181	0.878	3.84	41.36

1) 过氧化氢酶(0.100 mol MnO₄)单位 mL⁻¹·g⁻¹·h⁻¹; 蛋白酶(NH₂-N)单位 mg·kg⁻¹·d⁻¹; 脲酶(NH₄)单位 mg·g⁻¹·d⁻¹; 转化酶(葡萄糖)单位 mg·g⁻¹·d⁻¹; 磷酸酶(酚)单位 mg·g⁻¹·d⁻¹; 呼吸活性(CO₂)单位 mg·kg⁻¹·d⁻¹

1.3 数据分析

采用单相关分析法, 分析土壤酶与土壤养分性质之间的关系, 土壤酶之间的关系, 土壤酶与林分蓄积量和平均木生物量的关系, 其中林分蓄积是根据测定的林分平均树高、平均胸径查《雷州林业局窿缘校立木材积表》^{*} 求算; 生物量计算采用谢正生等(1995)方法

2 结果与分析

2.1 桉树林地土壤酶活性与土壤养分状况的相互关系

2.1.1 桉树林地酶活性与土壤养分性质的相关性 桉树林地土壤酶活性与土壤养分性质的相关分析结果见表 3

由表 3可知, 所测土壤酶活性大多只与一二种养分呈相关关系, 说明土壤酶活性在桉树林地中具有一定的专一性, 同陈 竣等(1993)研究结果相似。过氧化氢酶活性与全磷含量呈极显著正相关($r=0.962$), 说明过氧化氢酶活性同桉树土壤 P 的转化关系密切。脲酶

^{*} 该表为广东农林学院与雷州林业局 1975 年合作编制, 生产单位沿用至今

表 3 土壤酶活性与土壤养分含量的相关系数¹⁾

土壤养分	过氧化氢酶	蛋白酶	脲 酶	转化酶	磷酸酶
有机质	0. 679	- 0. 050	0. 690	0. 741 c	0. 323
全 氮	0. 125	- 0. 466	0. 746 c	- 0. 241	- 0. 435
全 磷	0. 962 a ²⁾	- 0. 261	0. 608	0. 118	- 0. 096
碱解氮	0. 629	- 0. 184	0. 701 c	- 0. 082	- 0. 141
速效钾	0. 604	- 0. 910 a	0. 469	- 0. 545	- 0. 880 a

1) $r_{0.01}=0.880$, $r_{0.05}=0.774$; $r_{0.10}=0.697$
2) 数字后标有 a 为极显著相关, b 为显著相关, c 为一定相关

与全氮、碱解氮含量呈一定正相关($r=0.746$, $r=0.701$),说明脲酶活性同土壤中 N 素转化关系密切;转化酶活性与有机质含量呈一定正相关($r=0.741$),说明转化酶活性同土壤中 C 的转化密切相关;蛋白酶、磷酸酶与速效钾呈显著负相关($r=-0.910$, $r=-0.880$),表明桉树林地蛋白酶和磷酸酶的活性有抑制土壤 K 有效性的作用,考虑到蛋白酶和磷酸酶主要参与 N P 的转化,说明桉树林地土壤中 K 与 N P 的转化存在一定关系,但还需进一步研究

2.1.2 桉树林地土壤酶活性之间的相关性 桉树林地土壤酶活性之间的相互关系结果见表 4

表 4 土壤酶活性之间相关系数¹⁾

土壤酶	过氧化氢酶	蛋白酶	脲 酶	转化酶
蛋白酶	- 0. 474			
脲 酶	0. 726 c	- 0. 289		
转化酶	0. 078	0. 473	0. 371	
磷酸酶	- 0. 277	0. 912 a	- 0. 110	0. 751 c

1)数字后标有 a 为极显著相关, b 为显著相关, c 为一定相关

由表 4 可知,桉树林地土壤酶活性之间相关性程度较小,只有个别酶活性之间存在相关性。过氧化氢酶与脲酶存在一定正相关,说明土壤中 N 化合物的水解同土壤中的氧化还原过程相互促进;磷酸酶活性同蛋白酶达到极显著相关、与转化酶活性有一定相关,也说明桉树林地土壤中 P 化合物转化同多糖转化、蛋白质转化关系非常密切。

2.2 桉树林地土壤酶活性与土壤呼吸活性的关系

桉树林地土壤酶活性与土壤呼吸活性之间的相关分析结果见表 5

表 5 土壤酶活性与土壤呼吸活性之间相关系数¹⁾

土壤酶	过氧化氢酶	蛋白酶	脲 酶	转化酶	磷酸酶
呼吸活性	0. 663	- 0. 896 a	0. 228	- 0. 469	- 0. 816 b

1)数字后标有 a 为极显著相关, b 为显著相关, c 为一定相关

表 5 表明,桉树林地土壤的呼吸活性与蛋白酶、磷酸酶活性显著负相关,说明该土壤中含 N 有机质的水解及有机 P 的转化抑制土壤的生物呼吸活性,从 2.1.2 的结果推断这可能是由于磷酸酶促进蛋白酶的水解,使土壤中 C/N 减少,降低了微生物种群的数量,使土壤中呼吸活性受到抑制

2.3 间种菠萝桉树林与纯林土壤酶活性差异

通过 i^2 分析,两种林分土壤酶活性差异结果见表 6

表 6 两种林分土壤酶活性¹⁾

样地	过氧化氢酶 /mL g ⁻¹ h ⁻¹	蛋白酶 /mg kg ⁻¹ d ⁻¹	脲酶 /mg g ⁻¹ d ⁻¹	转化酶 /mg g ⁻¹ d ⁻¹	磷酸酶 /mg g ⁻¹ d ⁻¹	i ²
纯林	1.96	12.08	0.151	1.043	5.000	143.148 a ²⁾
间种林	2.19	10.56	0.168	0.911	3.840	

1) i_{0.05}²= 24.996; 2)数字后标有 a为极显著相关,b为显著相关,c为一定相关

由表 6可知,两种林分下土壤酶活性之间存在显著差异。间种林地的过氧化氢酶、脲酶的活性高于纯林地。一般说来,土壤酶活性高,土壤肥力也较高,但间种林地的蛋白酶、转化酶、磷酸酶活性都比纯林地小,上面的分析已知这 3 种酶在桉树林地土壤中同养分含量都存在一定的负相关,由此可以认为间种林地总的土壤酶状况优于纯林地。

2.4 土壤酶活性与林木生长的关系

试验地林分蓄积量及平均木生物量见表 7,林地土壤酶活性与林分蓄积量及平均木生物量的相关分析结果见表 8

表 7 林分蓄积量及平均木生物量

项 目	纯林 1	纯林 2	纯林 3	间种 1	间种 2	间种 3
蓄积量 /m ³ hm ⁻²	127.49	100.00	102.94	130.71	136.29	119.28
生物量 /kg 株 ⁻¹	19.27	15.05	14.16	20.97	22.93	18.06

表 8 土壤酶活性与林分蓄积量及平均木生物量的相关系数

林分生长	过氧化氢酶	蛋白酶	脲酶	转化酶	磷酸酶
蓄积量	0.374	- 0.956 a	- 0.220	- 0.737 c	- 0.653
生物量	0.430	- 0.773 c	- 0.084	- 0.721 c	0.452

1)数字后标有 a为极显著相关,b为显著相关,c为一定相关

由表 2 表 7 表 8可知,桉树林分立木蓄积量和平均木生物量同蛋白酶和转化酶存在极显著负相关,同这两种酶与林地养分的相关表现一致,其中转化酶同林木生物量的关系与 Burns (1978)报道的玉蜀黍耕地上的情况相似,说明在热带滨海台地区,桉树林地的蛋白酶和转化酶存在不利于养分积累和林木吸收的过旺特性。

3 讨论与结论

- (1) 桉树林地土壤酶活性与土壤养分之间的转化存在一定的专一性。过氧化氢酶同全磷极显著相关;脲酶同全氮及碱解氮呈一定相关;转化酶同有机质呈一定相关;蛋白酶、磷酸酶同速效钾呈极显著负相关,说明土壤酶活性在一定程度上可以表征林地养分状况
- (2) 蛋白酶和转化酶活性与两种林分的生物量和蓄积量之间存在一定负相关,且间种林地比纯林地低,说明桉树林木的生长对土壤酶活性有一定的严格要求
- (3) 桉树间种林地土壤酶活性状况优于纯林,说明桉树间种菠萝有调节酶活性适宜于桉树生长的能力,间种菠萝是维持土地力的一个可行途径,与黄锦龙等 (1995a, 1995b)的研究结论相一致。
- (4) 通过土壤酶活性与养分状况和林木生长状况关系的研究,可以看出,以土壤酶活性作为桉树林地土壤肥力的评价指标还须对它们的适宜范围作进一步探讨。

致谢 研究工作得到雷州林业局生产科和河头林场领导的支持,在此谨表谢意!

参 考 文 献

- 广东省土壤普查办公室. 1993. 广东土壤. 北京: 科学出版社: 117~ 119
- 关松荫. 1986. 土壤酶及其研究方法. 北京: 农业出版社: 1~ 6
- 闫得仁. 1994. 落叶松人工林土壤腐殖质特征和土壤酶活性的研究. 辽宁林业科技, (1): 57~ 59
- 刘爱琴, 俞新妥, 何智英. 1993. 不同林地清理方式土壤酶活性动态. 福建林学院学报, 13(2): 147~ 153
- 陈 竣, 李传涵. 1993. 杉木幼林地土壤酶活性与土壤肥力. 林业科学研究, (3): 321~ 326
- 张鼎华, 雷 雄, 黄耀坚. 1984. 杉木马尾松混交林和杉木纯林土壤酶的初步研究. 福建林学院学报, 4(2): 17~ 20
- 张其水. 1992. 福建杉木连栽林地营造不同混交林后土壤酶活性的季节动态. 土壤学报, 29(1): 104~ 108
- 杨式雄, 陈宗献, 刘初钿, 等. 1993. 武夷山土壤酶活性垂直分布与土壤肥力关系的研究. 福建林业科技, 20(1): 1~ 7
- 杨式雄. 1994. 武夷山不同林型土壤酶活性与林木生长关系的研究. 福建林业科技, 21(4): 1~ 12
- 胡建忠. 1992. 沙棘林地土壤酶活性研究初报. 林业科技通讯, (1): 14~ 17
- 黄锦龙, 刘有美, 傅冠旭, 等. 1995a. 雷林1号桉间种菠萝的改土效果和促进林木生长的作用. 见: 曾天勋主编. 雷州短轮伐期桉树生态系统研究. 北京: 中国林业出版社, 180~ 192
- 黄锦龙, 刘有美, 郑日红, 等. 1995b. 间种菠萝对桉树侧根分布及土壤物理性质的影响. 见: 曾天勋主编. 雷州短轮伐期桉树生态系统研究. 北京: 中国林业出版社, 193~ 200
- 谢正生, 陈北光, 韩锦光, 等. 1995. 雷州两种桉树林分生物量估测模型. 见: 曾天勋主编. 雷州短轮伐期桉树生态系统研究. 北京: 中国林业出版社: 66~ 75
- 廖观荣, 林书蓉, 韩锦光. 1995. 雷州半岛桉树人工林地的生物改良研究. 见: 曾天勋主编. 雷州短轮伐期桉树生态系统研究. 北京: 中国林业出版社: 140~ 154
- Burns R G. 1978. Soil Enzymes. New York Academic Press Inc, 124~ 125

A PRELIMINARY STUDY ON SOIL ENZYME ACTIVITIES IN A EUCALYPT PLANTATION

Zhou Qing Liu Youmei Huang Jinlong

(College of Forestry, South China Agr. Univ., Guangzhou, 510642)

Abstract

The relations among soil enzyme activities, soil nutrition content and stand growth in a eucalypt plantation were studied. The result is as follows: Soil enzyme activities are correlated with soil nutrition content fairly, and there is certain speciality in eucalypt plantation; the volume and biomass are correlated with soil enzyme activities fairly; soil enzyme activities in eucalypt stands with pineapple are more applicable than in those with no pineapple; but the applicable range must be further investigated before soil enzyme activities are used as appraisal indicators for soil fertility in eucalypt plantation.

Key words soil enzyme activities; soil nutrition content; stand growth; eucalypt plantation