

晋 曦,马 严,傅松玲,等. 封育阔叶林土壤的微生物酶活性[J]. 江苏农业科学,2014,42(11):380-382.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2014.11.135

封育阔叶林土壤的微生物酶活性

晋 曦¹, 马 严¹, 傅松玲¹, 陈 汉², 冯 春¹, 王 哲¹

(1. 安徽农业大学林学与园林学院, 安徽合肥 230036; 2. 加拿大湖首大学自然资源管理学院, 加拿大桑德贝 P7B 5E1)

摘要:分析了不同封育条件下阔叶林地土壤微生物及酶的变化, 以期为研究封山育林提供土壤微生物学效应依据。在安徽省山区选取试验样地, 按封育年限的不同, 分季度采集土壤样本, 进行实验室土壤微生物培养与分析。结果表明: 土壤中的微生物酶活性一般表现为封育 20 年、10 年 > 封育 30 年、5 年、0 年; 在封育年限相同时, 土壤微生物酶的活性表现为秋季 > 夏季 > 春季 > 冬季; 方差分析表明: 在同一季节, 未封育林地和封育 5 年、20 年林地土壤中微生物过氧化氢酶活性差异明显, 未封育林地和封育 10 年、30 年林地土壤中微生物脲酶活性差异明显。此外, 相关分析结果表明: 在夏季, 林地土壤中微生物过氧化氢酶和脱氢酶活性差异显著 ($P < 0.05$); 在秋季, 林地土壤中微生物过氧化氢酶和脲酶活性差异显著 ($P < 0.05$); 在其余季节, 这 3 种酶呈极显著差异 ($P < 0.01$)。综合研究结果可知, 土壤中微生物的季节性活动表现为封育年限较长的比封育年限较短的活性强; 同时, 3 种酶之间也存在相互影响。

关键词:封山育林; 土壤微生物; 酶活性; 阔叶林; 封育年限; 季节; 石灰岩

中图分类号: S718.51⁺6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)11-0380-03

土壤酶起着催化土壤中生物化学反应的作用, 它们主要是来自于微生物或动植物活体及残体的生物活性物质, 在整个土壤生态系统中起着举足轻重的作用^[1-5]。土壤酶的活性是土壤质量的重要指标之一, 近年来常被用来评估土壤中营养物质的转化及循环状况或农业不同管理措施以及施肥前后的变化情况^[6-8], 通常与土壤类型^[9]、耕作制度^[10]、管理措施等相关。目前关于封山育林对土壤酶活性影响的研究报道较少, 本研究在全封的状态下, 通过在不同样地条件下采集不同深度的土壤样本进行试验, 研究不同封育年限下石灰岩地土壤微生物和酶活性在一定时期内的变化, 探讨石灰岩生态系统中土壤微生物和酶活性对植物生长的响应, 以期为研究封山育林提供土壤微生物学效应依据。

1 材料与方法

1.1 研究区域自然概况

研究区位于安徽省池州市青阳县乔木乡山区, 地理位置为 30°19' ~ 30°50'N、117°40' ~ 118°07'E, 地处长江中下游平

原与皖南山区的过渡地带, 属亚热带季风湿润气候区, 年平均气温 16.1 °C, 年降水量 1 600 mm 左右。该地区的山地多为石灰岩, 石多土少, 土层干旱浅薄, 植物生长缓慢, 并且由于石灰岩土大多偏碱性, 造成植被种群和数量较少^[11-16]。山区主要植被有毛竹 (*Phyllostachyr pubescens* Mazel ex H de Lehaie)、杉木 [*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.]、泡桐 (*Paulownia fortunei* Hemsl.)、臭椿 (*Ailanthus altissima* Swingle)、青檀 (*Pteroceltis tatarinowii* Maxim)、枫杨 (*Pterocarya stenoptera* C. DC.) 等大型乔木, 还伴有杜英 (*Elaeocarpus sylvestris*)、黄荆 (*Vitex negundo*)、盐肤木 (*Rhus chinensis*)、络石 (*Trachelospermum jasminoides*)、野蔷薇 (*Rosa multiflora*)、油茶 (*Camellia oleifera*)、杜鹃 (*Rhododendron simsii*) 等灌木, 以及五节芒 (*Miscanthus floridulus*)、紫苏 (*Perilla frutescens*)、金茅 (*Eulalia speciosa*)、白茅 (*Imperata cylindrical*)、香附子 (*Cyperus rotundus*)、井栏边草 (*Pteris multifida*)、翠云草 (*Selaginella uncinata*) 等草本植物^[17-21]。

1.2 试验设计

土壤试验设有 4 个不同封育年限条件下的样地 (封育 5、10、20、30 年), 以未封育林地作为对照, 3 个重复, 所选样地满足以下条件: 地形与土壤条件相对一致 (包括海拔、土壤特性及光、热、水分等), 每个样地面积为 400 m², 试验区总面积 6 000 m²。试验于 2012 年 7 月开始, 每 3 个月进行 1 次采样工作, 为期 1 年。

1.3 研究内容和测定方法

在不同处理区内取 3 个点, 每个点重复取样 3 次, 土层每

收稿日期: 2014-01-16

基金项目: 国家星火计划 (编号: S2013C300095); 教育部博士点基金 (编号: 20113418110003)。

作者简介: 晋 曦 (1989—), 女, 安徽合肥人, 硕士研究生, 主要从事森林生态研究。E-mail: jx1989123456@163.com。

通信作者: 傅松玲, 教授, 博士生导师, 主要从事森林生态研究。E-mail: fusongling@ahau.edu.cn。

[7] 王一丹. 锌肥对水稻生产的影响[J]. 上海农业科技, 2013(5): 106, 119.

[8] 付力成, 王人民, 孟 杰, 等. 叶面锌、铁配施对水稻产量、品质及锌铁分布的影响及其品种差异[J]. 中国农业科学, 2010, 43(24): 5009-5018.

[9] 钱耀晨, 范培贤, 李 明. 锌肥在水稻上的使用技术与应果效果

研究[J]. 现代农业科技, 2013(7): 31-32.

[10] 杨用钊, 张 杰, 刘庆淮, 等. 淮南市清浦区土壤微量元素含量与有效性分析[J]. 宁夏农林科技, 2011, 52(10): 82-83.

[11] 董国政, 刘德辉, 姜月华, 等. 湖州市土壤微量元素含量与有效性评价[J]. 土壤通报, 2004, 35(4): 474-478.

10 cm 为 1 层,共 3 层(0~10、10~20、20~30 cm)。将采集的土样装入塑料袋中,封闭后装入保鲜袋,带回实验室培养,测定土壤微生物酶活性。

微生物酶活性试验取 3 种酶作为代表,其中过氧化氢酶的测定采用容量法,脲酶的测定采用苯酚次氯酸钠比色法,脱氢酶的测定采用三苯基四唑氯化物比色法。

2 结果与分析

2.1 不同封育林土壤微生物酶的活性差异

2.1.1 过氧化氢酶 过氧化氢酶广泛存在于土壤中和生物体内,可以表征土壤腐殖化强度和有机质的积累程度;同时,土壤过氧化氢酶可以促进过氧化氢的分解,有利于防止其对生物体的毒害作用;此外,过氧化氢酶活性与土壤有机质含量有关,也与微生物数量有关。不同封育年限下各季节的土壤过氧化氢酶活性见图 1,可以看出,春、夏、秋季过氧化氢酶的活性大小为封育 20 年、10 年>封育 30 年、5 年、0 年,秋季>夏季>春季>冬季。此外分析结果表明,同一季节中,封育 5 年和封育 20 年林地中的土壤微生物过氧化氢酶活性差异明显;同一封育年限条件下,夏季和秋季林地中土壤微生物的过氧化氢酶活性差异明显,春季与夏季,春季与秋季,夏季与冬季,秋季与冬季的林地中土壤微生物的过氧化氢酶活性差异明显;其他之间无明显差异。

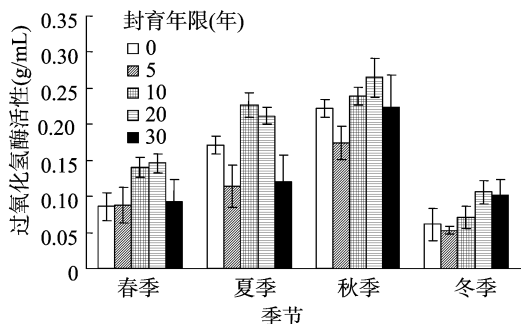


图1 不同季节、不同封育年限土壤中的过氧化氢酶活性

2.1.2 脲酶 土壤中的脲酶直接参与土壤含氮有机化合物的转化,它是对尿素转化起关键作用的酶,其酶促反应产物是可供植物利用的氮源,其活性可以用来表示土壤的供氮能力。不同封育年限下各季节土壤脲酶活性见图 2,可以看出,春、秋、冬季脲酶的活性大小为封育 10 年、20 年>封育 0 年、5 年、30 年,秋季>夏季>春季>冬季;在同一季节中,未封育林地和封育 10 年的林地中土壤微生物的脲酶活性存在差异,封育 5 年和封育 10 年的林地中土壤微生物的脲酶活性差异明显;封育 10 年与封育 30 年的林地中土壤微生物的脲酶活性差异明显;相同的封育年限条件下,春季和夏季,春季和秋季,夏季和冬季,秋季和冬季的林地中土壤微生物的脲酶活性差异明显;其他无明显差异。

2.1.3 脱氢酶 脱氢酶能酶促脱氢反应,起着氢的中间传递体的作用。在土壤中,碳水化合物和有机酸的脱氢酶作用比较活跃,它们可以作为氢的供体,脱氢酶能从基质中析出氢而进行氧化作用;过氧化氢酶促进过氧化氢的分解,有利于防止其对生物体的毒害作用。不同封育年限下各季节土壤脱氢酶活性见图 3,可以看出,过氧化氢酶活性较大的为封育 20 年、

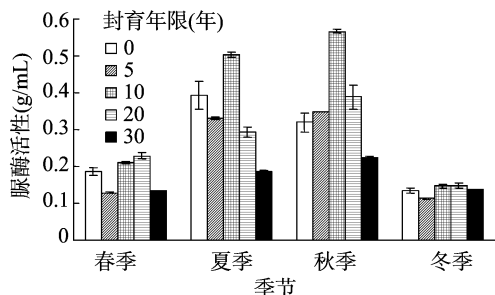


图2 不同季节、不同封育年限土壤中的脲酶活性

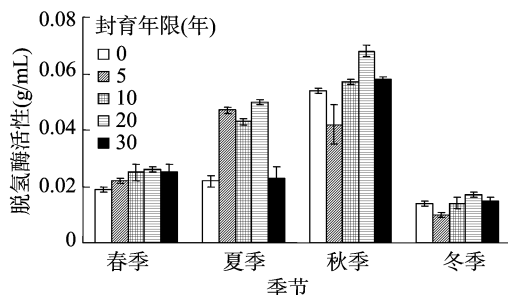


图3 不同季节、不同封育年限土壤中的脱氢酶活性

10 年,秋季>夏季>春季>冬季;相同的封育年限条件下,春季和冬季的林地中土壤微生物的脱氢酶差异明显;春季与夏季、春季与秋季、夏季与秋季、夏季与冬季、秋季与冬季林地中土壤微生物的脱氢酶差异明显。

2.2 不同土层条件下 3 种土壤酶活性的差异显著性分析

由表 1 可以看出,在本样地试验中,林地土壤中的微生物酶活性与取样土层深度之间的差异基本不显著,只有脲酶的活性在 0~10 cm 与 20~30 cm 土层间差异极显著 ($P<0.01$),脱氢酶活性在 0~10 cm 与 20~30 cm 土层间差异显著 ($P<0.05$),其余酶活性与土层间的差异不显著。

表 1 不同土层中 3 种土壤酶的活性的差异显著性分析

土层深度	差异显著性 (P 值)		
	过氧化氢酶活性	脲酶活性	脱氢酶活性
1 与 2	0.115	0.074	0.476
1 与 3	0.589	0.001	0.047
2 与 3	0.296	0.119	0.193

注:“1”“2”“3”分别代表土层深度为 0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm。

2.3 不同封育年限条件下 3 种酶之间的差异显著性分析

试验结果表明,在同一季节中,所有的 3 种酶均存在显著差异。由表 2 可知,在未封育的条件下,土壤中微生物脲酶和脱氢酶活性差异极显著 ($P<0.01$);封育 5 年、10 年、20 年、30 年的林地土壤中微生物脲酶和脱氢酶活性也表现出极显著差异 ($P<0.01$);而在封育 30 年林地土壤中微生物的过氧化氢酶和脱氢酶活性差异也呈极显著性 ($P<0.01$)。

2.4 不同的季节条件下 3 种酶活性的差异显著性分析

试验结果表明,在不同季节的环境中,3 种酶之间差异明显。由表 3 可见,夏季林地土壤的微生物过氧化氢酶和脱氢酶活性差异显著 ($P<0.05$);在秋季,林地土壤的微生物过氧化氢酶和脲酶活性差异显著 ($P<0.05$);其余情况下,这 3 种酶之间为极显著差异 ($P<0.01$)。

表 2 3 种土壤酶的活性与封育年限的差异性分析

酶的种类型	差异显著性(P 值)				
	未封育林地	封育 5 年	封育 10 年	封育 20 年	封育 30 年
1 与 2	0.062	0.056	0.070	0.142	0.273
1 与 3	0.094	0.204	0.176	0.022	0.009
2 与 3	0.003	0.006	0.007	0.002	0.002

注:“1”“2”“3”分别代表过氧化氢酶、脲酶、脱氢酶。

表 3 不同季节情况下 3 种酶活性之间的差异显著分析

酶的种类型	差异显著性(P 值)			
	春季	夏季	秋季	冬季
1 与 2	0.005	0.003	0.010	0.000 1
1 与 3	0.001	0.016	0.004	0.000 04
2 与 3	0.000 005	0.000 03	0.000 03	0.000 000 05

注:“1”“2”“3”分别表示过氧化氢酶、脲酶、脱氢酶。

3 结论与讨论

研究结果表明,与未封育的林地相比,封育 10、20 年林地的土壤微生物酶活性明显增强。不同封育年限相比可知,随着封育年限的增加,土壤脲酶和过氧化氢酶活性在封育 10、20 年的条件下高于次生林地和封育 5 年林地,这是由于脲酶活性可以表征土壤的氮素状况,过氧化氢酶则反映了土壤腐殖化强度和有机质积累程度,与土壤肥力有着密切的关系;但是封育 30 年有所下降,这表明在封育 20 年的时候,酶的活性达到顶峰,之后的封育 30 年的条件下,酶的活性基本保持或者略有下降,原因可能由于封育的年限越长,植物根系的分泌物含量越高,为微生物的繁殖提供了营养,或者土壤表层通气状况良好,有利于土壤微生物的生存和繁殖;而封育达到 30 年之后,林地内部的植物群落基本稳定,如果排除人为因素的干扰,不会出现太大的变化,土壤微生物的酶的活性也会维持在一定的水平,有的林地甚至会由于酶的种类增多,且各种酶之间相互影响,会有抑制对方活性、导致土壤微生物酶活性略有下降的情况。

土壤酶季相变化表明,微生物酶的活性大小为秋季(9—11 月) > 夏季(6—8 月) > 春季(3—5 月) > 冬季(12—2 月),原因可能是温度影响酶活性的高低,在最适的范围内,温度越高,酶的活性越强,而样地处于亚热带大陆性季风气候,夏热冬寒。7、8 月属夏季,是一年中温度最高的季节,最高温度可达 39 ℃,过高的温度超过了土壤酶的最适温度,反而不利于酶活性的提高;同样,冬季的冰雪、过低的温度也抑制了酶的活性;同时,也可能与样地的土壤条件、空气湿度等有关。

同时研究还发现,3 种酶之间也存在着相互影响的关系,这可能与 3 种微生物酶的分解作用有关,因为过氧化氢酶促进过氧化氢的分解,脲酶在尿素的转化过程中起重要作用,脱氢酶起到氢的传递体的作用,三者之间相互影响,起到分解、合成有机物的作用,这些都还有待进一步研究。

参考文献:

[1]李 灵,张 玉,王利宝,等. 不同林地土壤微生物生物量垂直分布及相关性分析[J]. 中南林业科技大学学报,2007,27(2):52—

56,60.

[2]赵春燕,孙军德,宁 伟,等. 重金属对土壤微生物酶活性的影响[J]. 土壤通报,2001,32(2):93—94.

[3]李伶俐,黄耿华,李彦鹏,等. 棉花与不同作物同穴互作育苗对土壤微生物、酶活性和根系分泌物的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2012,6(6):1475—1482.

[4]魏赛金,李昆太,涂晓嵘,等. 稻草还田配施化肥与腐杆菌剂下的土壤微生物及有机碳组分特征[J]. 核农学报,2012,26(9):1317—1321.

[5]龙 健,黄昌勇,滕 应,等. 矿区废弃地土壤微生物及其生化活性[J]. 生态学报,2003,23(3):496—503.

[6]张平良,王淑英,姜小凤,等. 长期不同施肥方式对黄土高原旱地黑垆土土壤酶活性及其肥力的影响[J]. 西北农业学报,2009(6):338—341.

[7]夏海洋. 四川几种主要竹林土壤微生物区系研究[D]. 成都:四川农业大学;2011:12—15.

[8]徐华勤,肖润林,邹冬生,等. 长期施肥对茶园土壤微生物群落功能多样性的影响[J]. 生态学报,2007,27(8):3355—3361.

[9]张 薇,魏海雷,高洪文,等. 土壤微生物多样性及其环境影响因子研究进展[J]. 生态学杂志,2005,24(1):48—52.

[10]吴 云. 土壤酶活测定及土壤微生物总蛋白的提取、纯化与鉴定[D]. 南京:南京农业大学,2011:3—11.

[11]李延茂,胡江春,汪思龙,等. 森林生态系统中土壤微生物的作用与应用[J]. 应用生态学报,2004,15(10):1943—1946.

[12]何振立. 土壤微生物量及其在养分循环和环境质量评价中的意义[J]. 土壤,1997,2(2):61—69.

[13]王 岩,沈其荣,史瑞和,等. 土壤微生物量及其生态效应[J]. 南京农业大学学报,1996,4(4):48—54.

[14]Singh P, Ghoshal N. Variation in total biological productivity and soil microbial biomass in rainfed agroecosystems: Impact of application of herbicide and soil amendments[J]. Agriculture Ecosystems & Environment, 2010, 137(3/4):241—250.

[15]Gosai K, Arunachalam A, Dutta B K. Tillage effects on soil microbial biomass in a rainfed agricultural system of northeast India[J]. Soil and Tillage Research, 2010, 109(2):68—74.

[16]Ladd J N, Amato M, Zhou LiKai, et al. Differential effects of rotation, plant residue and nitrogen fertilizer on microbial biomass and organic matter in an Australian alfisol[J]. Soil Biology and Biochemistry, 1994, 26(7):821—831.

[17]Rogers B F, Tate III R L. Temporal analysis of the soil microbial community along a toposequence in Pineland soils[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2001, 33(10):1389—1401.

[18]Hamel C, Hanson K, Selles F, et al. Seasonal and long-term resource-related variations in soil microbial communities in wheat-based rotations of the Canadian prairie[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2006, 38(8):2104—2116.

[19]Chen C R, Xu Z H, Blumfield T J, et al. Soil microbial biomass during the early establishment of hoop pine plantation: seasonal variation and impacts of site preparation[J]. Forest Ecology and Management, 2003, 186(1/2/3):213—225.

[20]杨成德,龙瑞军,陈秀蓉,等. 土壤微生物功能群及其研究进展[J]. 土壤通报,2008,39(2):421—425.

[21]张江山,郭剑芬,陈光水,等. 土壤微生物生物量及其影响因素研究[J]. 林业研究:英文版,2005,16(4):327—330.