

典型边坡对土壤酶活性的影响

李 伟¹, 潘丹丹², 艾应伟², 张志卿², 郭培俊², 徐建忠¹, 曹 洋¹

(1. 中国科学院 水利部 成都山地灾害与环境研究所

山地表生过程与生态调控重点实验室, 成都 610041; 2. 四川大学 生命科学学院, 成都 610064)

摘 要:利用成都东部的典型边坡土壤作为研究材料,研究了自然边坡、铁路边坡和农田边坡等三种典型边坡土壤中蔗糖酶和脲酶活性及其季节变化。结果表明:这两种酶在铁路边坡和自然边坡中表现出相似的季节动态,最大活性出现在春秋两季,最小活性出现在冬季;农田边坡中两种酶均在春季呈现出最大活性,在秋季呈现出最小活性。土壤蔗糖酶和脲酶的活性均表现为:自然边坡>铁路边坡>农田,不同土地利用方式下,脲酶活性季节变化没有规律。分析结果显示,蔗糖酶和脲酶活性在三种不同的土地利用方式下的变化是显著的($P<0.05$)。

关键词:铁路边坡; 土地利用; 土壤酶活性; 季节动态

中图分类号:S154.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2011)05-0275-03

Impacts of Slope Types on Soil Enzyme Activities

LI Wei¹, PAN Dan-dan², AI Ying-wei², ZHANG Zhi-qing², GUO Pei-jun², XU Jian-zhong¹, CAO Yang¹

(1. Key Laboratory of Mountain Surface Process and Ecological Regulation, Institute of

Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Ministry of Water Resources,

Chengdu 610041, China; 2. College of Life Sciences, Sichuan University, Chengdu 610064, China)

Abstract: This study is to investigate the activities of soil invertase and urease and their seasonal variation in different slopes in eastern Chengdu Plain. The results show that, in the natural slope and railway slope, the enzymes are the most active in spring and autumn and in the tillage slope, however, their highest activities occur in spring while the lowest in autumn. The activities of invertase and urease were in the order of natural slope>railway slope>tillage slope; and no regular seasonal variation occurs with different land use types. We conclude that slope types have significant effect on activities of soil invertase and urease ($P<0.05$).

Key words: railway slope; land use; soil enzyme activity; seasonal dynamics

在山区修建铁路常会产生大量的铁路边坡,造成众多山体的裸露,破坏了原有植被覆盖和原有土壤结构,导致自然生态系统的严重退化。山区铁路工程建设造成的铁路岩石边坡的生境十分特殊,其坡面土壤是在人为活动扰动下形成的一类结构混乱、外来物质多、养分匮乏的独特土壤。由于铁路边坡初始土壤质量低,不利于植被的恢复。铁路边坡生态恢复的核心是土壤的恢复。土壤酶虽在土壤中的含量很少,但它却能敏感地反映土壤肥力的变化^[1]。Caravaca 指出土壤酶活性常被认为是土壤恢复过程中反映土壤质量的敏感指标,与土壤质量很多理化指标相联系^[2]。土壤酶活性与土壤养分含量密切相关,可将土壤脲酶和蔗糖酶作为评价土壤肥力的指标^[3]。各类物质的

水解与转化、土壤腐殖物质的合成与分解以及某些无机物质的氧化与还原都与土壤酶活性直接相关。土壤脲酶和蔗糖酶活性与土壤有机质含量和全氮含量均有显著相关关系,能较好地反映土壤肥力水平^[4]。已有的研究多集中于草地、耕地、林地等土壤酶活性的研究,而在铁路边坡这种脆弱生态环境下土壤酶的特性及季节变化等方面的报道还不多见。对此,本文就典型边坡对土壤酶活性及其季节动态的影响进行探讨。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于成渝铁路沿线的金堂县三溪镇,三溪

收稿日期:2011-01-25

修回日期:2011-03-28

资助项目:中国科学院“西部之光”计划项目;国家自然科学基金项目(40771087,40571064);四川省科技支撑计划项目(07FG001-018);四川省公益性研究项目(2008FG0006)

作者简介:李伟(1969—),男,四川省南充人,副研究员,主要从事山地生态与环境方面的研究工作。E-mail: liwei@imde.ac.cn

通信作者:艾应伟(1965—),男,四川省资中人,教授,博士,博导,主要从事环境生态方面的研究工作。E-mail: aiyw99@sohu.com

镇位于县城东南的浅丘地段,其土壤属于四川盆地湿润亚热带紫色土。研究区域位于成都平原东部,东经 $104^{\circ}29'$ 、北纬 $30^{\circ}36'$,属中亚热带湿润季风性气候,气候温和,光温条件较好,年平均日照 $1\,295.5\text{ h}$,年平均气温 16.6°C ,年有效积温为 $5\,450^{\circ}\text{C}$ 。一年四季分明,无酷暑严寒,年平均无霜期累计 285 d 。常年雨量充沛,平均年降水量 920.5 mm 。

1.2 样品采集

在实验区选择有代表性的地段作为样地,共设3个样地,分别为铁路边坡、自然边坡、农田。采样时间是2006年1月、4月、7月、10月(分别代表冬、春、夏、秋四季),每一样地设3个重复,采样表层 $0\sim 20\text{ cm}$ 土壤。样地内样点随机设置,同一样地采 $10\sim 20$ 个样品,混合为一个样品,将各组土样充分混匀后带回实验室。用四分法从每个土样中取 1 kg 土壤作为实验分析样品。土样在阴凉的通风室内自然风干,然后除去植物根系、可见植物残体和石块后研磨,过 1 mm 筛,装袋备用。

1.3 研究方法

土壤蔗糖酶活性测定采用硫代硫酸钠滴定法,结果以 24 h 后 1 g 干土消耗的 $0.1\text{ mol/L Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的毫升数表示。土壤脲酶活性采用苯酚钠比色法,结果以 24 h 后 1 g 干土中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的毫克数表示。

1.4 数据统计

利用Excel 2003和SPSS 14.0对实验数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 三种典型边坡对土壤蔗糖酶活性的影响

土壤蔗糖酶可以把蔗糖分解为供植物和微生物直接吸收利用的葡萄糖和果糖,为土壤生物体提供能源,它的活性反映了土壤中有机碳的积累与分解转化的规律^[5]。一般情况下,土壤肥力越高,蔗糖酶活性越高^[4]。蔗糖酶活性在很大程度上反映土壤的营养水平,可以非常明显地表征土壤的熟化程度^[6]。不同典型边坡中土壤蔗糖酶活性有显著性差异,结果见图1。铁路边坡、自然边坡和农田土壤蔗糖酶活性变化范围分别为 $1.04\sim 4.20$, $1.36\sim 4.80$, $0.14\sim 1.52\text{ ml/g}$ 。自然边坡、铁路边坡和农田年平均土壤蔗糖酶活性分别为 3.73 , 2.92 , 0.87 ml/g ,前者分别约为后两者的 1.28 倍和 4.29 倍。土壤蔗糖酶活性的变化幅度以农田最大,铁路边坡次之,自然边坡最小。这可能与土壤受到的干扰程度有关,农田因频繁的耕作管理等影响土壤有机碳的积累,从而影响土壤酶活性;与自然边坡相比,铁路边坡要受到火车尾气、重金

属等人为影响。土壤蔗糖酶的活性随四季气候的不同而发生变化。一般情况下,夏季蔗糖酶活性较高,而冬季较低。

从图1可以看出,不同典型边坡中土壤蔗糖酶活性的季节变化基本呈单峰曲线。三种典型边坡中蔗糖酶活性均呈显著的季节变化。本实验的农田土壤蔗糖酶的季节变化与王平等人的研究结果基本一致^[7]。除农田土壤蔗糖酶活性最大值出现在春季外,其他2个样地均以秋季最高。土壤蔗糖酶活性的最小值除农田出现在秋季,其他均出现在冬季。在夏、秋两季,自然边坡和铁路边坡的蔗糖酶活性最为活跃,从结果上看温度是影响两地土壤酶活性的主要因子。夏季和秋季植物生长旺盛,凋落物较多,土壤温度和水分也有利于微生物的生长繁殖,这些都会增加土壤酶的活性。冬季土温度低,植物和微生物活动微弱,土壤酶活性会降低。与自然边坡和铁路边坡不同,农田土壤在冬季的蔗糖酶活性比秋季却有所增加,这可能与农田的农作物在秋季收获后,土壤植物凋落物在土壤中不断分解,使冬季土壤有机质增加有关。

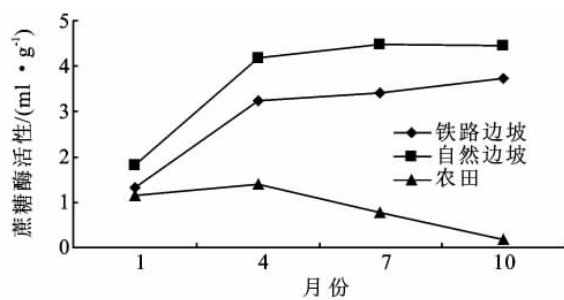


图1 三种典型边坡中土壤蔗糖酶活性季节动态

2.2 三种典型边坡对土壤脲酶活性的影响

土壤脲酶主要参与土壤中的氮素转化,专门水解有机氮转化过程的中间产物尿素,并且是唯一一种对尿素的转化作用具有重大影响的酶^[8]。在某些方面脲酶活性反映土壤有机态氮向无机效态氮的转化能力和土壤无机氮的供应能力^[9]。从图2可知,铁路边坡、自然边坡和农田土壤脲酶活性变化范围分别为 $0.43\sim 0.59$, $0.36\sim 0.86$, $0.14\sim 0.46\text{ mg/g}$,土壤脲酶活性的变化幅度以农田最大,自然边坡次之,铁路边坡最小。自然边坡、铁路边坡和农田年平均土壤脲酶活性分别为 0.56 , 0.52 , 0.29 mg/g ,前者约为后两者的 1.08 倍和 1.93 倍。铁路边坡和自然边坡土壤脲酶活性最大值出现在春季,最小值出现在冬季,而农田却以冬季最高,秋季最低。这是因为在冬天,即在新季作物播种前,会使用大量氮肥,底物的增加刺激了脲酶活性,而秋天对农田的施肥量很少,但是自然生态恢复比化肥更有利于土壤脲酶的活性的增加^[10]。

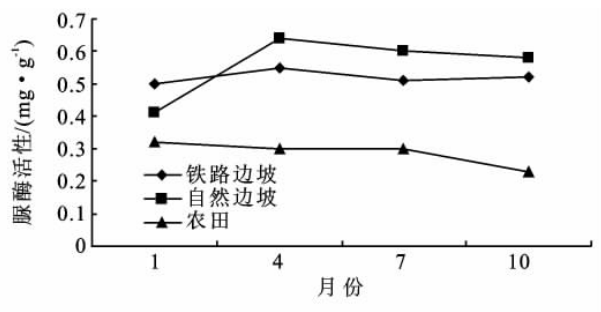


图2 三种典型边坡中土壤脲酶活性季节动态

3 讨论

自然边坡和铁路边坡中土壤蔗糖酶活性呈现明显的季节波动,夏秋两季酶活性最高,冬季最低。自然边坡无人干扰,凋落物较多,土层累积有较多的有机物质、养分和水分,温度和通气状况适宜,为土壤酶活性创造了有利的条件。每年有机物的改善引起积累效应和增加土壤微生物活性^[11]。铁路边坡直接利用施工地的岩石碎屑作为植生土,本身没有经过完整的成土的过程,不利于植物生长。但是经过长期的恢复,铁路边坡的土壤肥力已经接近于自然边坡。Bandick 等研究表明不同植被覆盖影响土壤酶活性的变化^[12]。例如,黑松可以提高蔗糖酶活性,增加土壤中易溶性营养物质,在一定程度上提高土壤肥力水平^[3]。徐佩等研究发现,在多种土地利用方式中,农田有机碳总量最低,农田的人为干扰较多,土壤有机物质的积累比较困难,以至于土壤养分含量低^[13]。由于农田土壤频繁翻耕和植物秸秆的移除,残留在土壤中的植物根系和残茬减少,导致土壤中碳储量大幅度减少。农田土壤酶活性最低,还与耕作措施有关。与传统耕作方式比,免耕土壤容重和硬度增大,总孔隙度、非毛管孔隙度和有效 P、K 降低,土壤细菌数量增加,酶活性增强^[14]。农田样地采用的传统耕作以及施用氮磷肥都会抑制土壤脲酶活性^[15]。

4 结论

(1)自然边坡土壤酶活性高于铁路边坡,是因为铁路边坡立地条件差,虽然经过长期恢复,但还没有恢复到原初状态。三种典型边坡土壤中,农田土壤酶活性最低,这主要是由于传统的耕作模式造成的。农田耕翻、秸秆移除和单施无机肥都不利于有机物质的积累。因此在农业生产中,应该理论联系实际,可以采取少耕、秸秆粉碎还田、有机肥—无机肥混施等措施来增加土壤有机质量。

(2)自然边坡和铁路边坡土壤酶活性在春秋两季较高,冬季最低,可能与温度和土壤中有有机物质含量有关。农田中两种土壤酶活性在春季最高,秋季最

低,主要是由耕作和施肥造成的。因此应注意理论与实践结合以提高土壤有机碳、氮的积累。在实践中,应该根据土壤酶的季节变化采取合理的管理措施。

参考文献:

- [1] 邱莉萍,张兴昌,程积民,等. 坡向坡位和撂荒地对云雾山草地土壤酶活性的影响[J]. 草业科学,2007,16(1): 87-93.
- [2] Caravaca F, Alguacil M M, Figueroa D, et al. Re-establishment of *Retama sphaerocarpa* as a target species for reclamation of soil physical and biological properties in a semiarid Mediterranean land[J]. Forest Ecol. Manag.,2003,182:49-58.
- [3] 刘金帅,李单单,陈海涛,等. 海岸基干林带黑松林土壤养分和土壤酶活性的研究[J]. 江苏农业科学,2010(3): 415-417.
- [4] 苏永中,赵哈林. 科尔沁沙地不同土地利用和管理方式对土壤质量性状的影响[J]. 应用生态学报,2003,14(10):1681-1686.
- [5] 王树起,韩晓增. 不同土地利用方式对三江平原湿地土壤酶分布特征及相关肥力因子的影响[J]. 水土保持学报,2007,8(4):150-153.
- [6] 叶存旺,翟巧绒,郭梓娟,等. 沙棘—侧柏混交林土壤养分、微生物与酶活性的研究[J]. 西北林学院学报,2007,22(5):1-6.
- [7] 王平,马忠明,包兴国,等. 长期不同施肥方式对小麦/玉米间作土壤蔗糖酶活性的影响[J]. 农业现代化研究,2009,30(5):611-614.
- [8] 宋海燕,李传荣,许景伟,等. 滨海盐碱地枣园土壤酶活性与土壤养分、微生物的关系[J]. 林业科学,2007,43(增刊1):28-32.
- [9] 王冬梅,王春枝,韩晓日,等. 长期施肥对棕壤主要酶活性的影响[J]. 土壤通报,2006,37(2):263-267.
- [10] 侯雪莹,韩晓增,王树起,等. 土地利用方式对黑土酶活性的影响[J]. 中国生态农业学报,2009,17(2):215-219.
- [11] Iovieno P, Morra L, Leone A, et al. Effect of organic and mineral fertilizers on soil respiration and enzyme activities of two Mediterranean horticultural soils[J]. Biol. Fertil. Soils,2009,45:555-561.
- [12] Bandick A K, Dick R P. Field management effects on soil enzyme activities[J]. Soil Bio. Biochem.,1999,31:1471-1479.
- [13] 徐佩,王玉宽,邓玉林,等. 岷江流域不同土地利用方式下紫色土有机碳储量特征[J]. 应用与环境生物学报,2007,13(2):205-208.
- [14] 李华兴,卢维盛. 不同耕作方法对水稻生长和土壤生态的影响[J]. 应用生态学报,2001,12(4):553-556.
- [15] 魏猛,姜燕宏,栾森年,等. 施肥对文冠果养分吸收及土壤酶活性的影响[J]. 北方园艺,2010(10):32-35.