

# 黑土区不同土地利用类型土壤酶活性的变化特征

徐兰红, 崔琳, 韩瑛 (东北林业大学林学院, 黑龙江哈尔滨 150040)

**摘要** [目的]为了研究黑土区不同土地利用类型方式下土壤酶活性的变化特征。[方法]以典型黑土区不同土地利用类型(天然林、杨树人工林、草地及耕地)土壤为研究对象,测定和分析土壤过氧化氢酶、多酚氧化酶、碱性磷酸酶活性等指标。[结果]黑土区不同土地利用类型对土壤养分含量和酶活性的影响各不相同。与耕地相比,林地、草地表层土壤水解氮、有机质的含量增加,而硝态氮、铵态氮、有效磷的含量降低。草地土壤过氧化氢酶、脱氢酶、多酚氧化酶、脲酶及碱性磷酸酶活性降低;林地脱氢酶、脲酶及碱性磷酸酶活性降低。相关性表明,不同土地利用类型土壤养分含量与酶活性具有较高的相关性。[结论]林地与草地有利于土壤酶活性及土壤养分的累积,可为探讨黑土质量的演变规律提供理论依据,同时为植被恢复效果评价提供参考。

**关键词** 黑土区;土地利用类型;土壤养分;土壤酶活性

**中图分类号** S154.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)30-12003-02

## Changing Variation of Enzyme Activities of Different Land Use Types in Black Soil Area

XU Lan-hong et al (Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040)

**Abstract** [Objective] The research aimed to study the variation of soil enzyme activities in black soil zone under different land use types. [Method] The soils from different land use types (natural forests, poplar plantations, grassland and arable soil) in black soil zone were taken as the examining objects. Soil catalase, polyphenol oxidase, alkaline phosphatase activity and other indicators were measured and analyzed. [Result] Different land use types in black soil showed different influences between nutrient content and enzyme activity. Compared with farmland, the topsoil hydrolysis nitrogen content and organic matter content in woodland and grassland were increased, while nitrate, ammonium nitrogen, and phosphorus content were reduced. The activity of soil catalase, dehydrogenase, polyphenol oxidase, urease and alkaline phosphatase decreased in grassland. And the activity of soil dehydrogenase, urease and alkaline phosphatase were reduced in woodland. The correlation indicated that there was higher correlation between soil nutrient content and soil enzyme activity. [Conclusion] Woodland and grassland made conducive to soil enzyme activities and the accumulation of soil nutrient. The results could provide the basis for the study of the evolution of black soil quality, and the evaluation of vegetation restoration.

**Key words** Black soil; Different land use; Soil nutrition; Soil enzyme activity

大量研究表明,土壤酶类参与土壤中一切复杂的生物化学过程,是生态系统中有有机物分解和营养元素循环必不可少的<sup>[1]</sup>。它主要来源于土壤微生物的活动、植物根系分泌物和动植物残体腐解过程中释放的酶<sup>[2]</sup>。许多学者认为,土壤酶是表征土壤中物质、能量代谢旺盛程度和土壤质量水平的一个重要生物指标<sup>[3]</sup>。

东北黑土区是我国主要商品粮生产基地。该地区土壤具有较高的肥力。但是,长期的不良人为活动及对植被的破坏致使黑土质量严重衰退<sup>[4]</sup>。为了保护黑土资源、恢复和提高黑土质量,人们就必须了解不同人为活动、植被恢复后黑土质量变化的趋势。因此,研究不同土地利用类型下土壤酶活性的变化规律,可以直接或间接地反映不同土地利用类型对土壤的影响,为不同程度的退化生态系统植被恢复模式的选择提供参考依据。

## 1 材料与方法

**1.1 样品的采集与制备** 研究地点位于黑龙江省西北部克山县境内的克山农场(48°12'~48°23'N, 125°8'~125°37'E)。区域内土壤类型均以黏化湿润腐土为主,属典型黑土区。在2012年8月,在天然次生、天然草地、耕地、杨树人工林内分别设置20 m×20 m的临时标准样地各5块。在设置的临时样地内,按照“S”型5点取样法采集0~20 cm土样,除去石块、植物根系等杂质后等量混合,一部分自然风干后过1 mm土壤筛,供一些土壤酶活性的测定;另一部分自然风干后过2

mm土壤筛,供土壤理化性质的分析。

**1.2 指标及测定方法** 土壤过氧化氢酶的测定采用高锰酸钾滴定法;脱氢酶的测定采用氯代三苯基四氮唑(TTC)法;多酚氧化酶的测定采用碘量滴定法;脲酶的测定采用靛酚比色法;磷酸酶的测定采用苯磷酸二钠法<sup>[5]</sup>。土壤有机质的测定采用重铬酸钾-浓硫酸氧化法;水解氮的测定采用碱解-扩散法;土壤速效磷的测定采用硫酸-盐酸浸提,钼蓝比色法<sup>[6]</sup>。硝态氮、铵态氮的测定采用2 mol/L氯化钾浸提(水土比为6:1)AA3(AutoAnalyzer 3)连续流动分析仪<sup>[7]</sup>。

**1.3 指标计算及分析方法** 数据统计分析采用Office2003,用SPSS17.0进行LSD差异显著性检验。

## 2 结果与分析

**2.1 不同土地利用类型土壤养分的变化** 土壤理化性质的好坏直接影响提供林木生长的养分充足与否。由表1可知,不同土地利用类型土壤水解氮含量由大到小的变化顺序为杨树林>草地>天然林>耕地,杨树林含量最高达285.04 mg/kg,在0.05水平显著高于其他样地;耕地最低为242.70 mg/kg,在0.05水平显著低于其他样地。不同土地利用类型间硝态氮含量差异在0.05水平显著,耕地在0.05水平显著高于其他样地,达7.56 mg/kg,杨树林最低为0.58 mg/kg。不同土地利用类型土壤铵态氮含量变化顺序为耕地>杨树林>草地>天然林,耕地铵态氮含量最高为9.85 mg/kg,天然林最低为8.03 mg/kg,在0.05水平显著低于其他样地,但与草地间差异不显著。

从表1还可以看出,不同土地利用类型土壤有效磷含量呈耕地>草地>杨树林>天然林的变化趋势,耕地有效磷含

作者简介 徐兰红(1987-),女,江西抚州人,硕士研究生,研究方向:土壤恢复。

收稿日期 2013-09-25

量在0.05水平显著高于其他样地,达29.32 mg/kg,是天然林的11.23倍。不同土地利用类型土壤有机质从大到小为水杨树林、草地、天然林、耕地,杨树林土壤有机质含量在0.05水平显著高于其他样地,达70.37 g/kg,耕地在0.05水平显著低于其他样地。

由此可知,与耕地相比,林地、草地提高表层土壤水解

氮、有机质的含量,而硝态氮、铵态氮、有效磷的含量则降低。这可能是由于林地、草地土壤表层覆盖枯枝落叶量高,微生物量多,水分充足,温度适宜,土壤有机质、水解氮在表层富集,而硝态氮、铵态氮及有效磷等速效养分大量被植物吸收;由于耕地季节性耕作,土壤状况变化大,植被吸收养分多,而回归土壤的养分少,导致林地及草地硝态氮、铵态氮及有效

表1 不同土地利用类型土壤基本化学性质

类型	水解氮 mg/kg	硝态氮 mg/kg	铵态氮 mg/kg	有效磷 mg/kg	有机质 g/kg
杨树林	285.04 ± 12.43 a	0.58 ± 0.03 a	9.53 ± 0.16 a	4.19 ± 0.13 a	70.37 ± 2.71 a
草地	271.65 ± 2.99 ab	4.76 ± 0.10 b	8.18 ± 0.17 b	5.98 ± 0.30 b	68.19 ± 1.51 a
天然林	260.51 ± 11.31 b	4.58 ± 0.03 c	8.03 ± 0.25 b	2.61 ± 0.10 c	66.15 ± 1.811 a
耕地	242.70 ± 12.85 b	7.56 ± 0.04 d	9.85 ± 0.34 a	29.32 ± 0.37 d	58.71 ± 3.41 b

注:同列不同字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。

磷含量降低。

**2.2 不同土地利用类型土壤酶活性的变化** 过氧化氢酶活性可用来表征土壤氧化过程的强度,与土壤有机质的转化速度有密切关系<sup>[8]</sup>。脱氢酶能促进有机物脱氢,起氢的中间传递体的作用,是土壤微生物活性的体现。多酚氧化酶能促进土壤中多酚化合物氧化,并且参与腐殖质的形成。由表2可知,土地利用类型对土壤过氧化氢酶、脱氢酶活性产生影响,土壤过氧化氢酶活性大小顺序为杨树林、耕地、草地、天然林

依次降低,杨树林酶活性最高达7.96 ml/g土,天然林最低为7.33 ml/g土。土壤脱氢酶活性大小顺序为耕地 > 杨树林 > 草地 > 天然林,耕地酶活性最高达21.52 μg/g土,天然林最低为9.75 μg/g土,其他样地之间差异在0.05水平显著。目前,对生态恢复后土壤多酚氧化酶变化说法不一。郑华等<sup>[9-10]</sup>则得出相反的结论。该研究得出各样地间土壤多酚氧化酶活性变化不明显,天然林最高,与其他样地间差异在0.05水平显著。

表2 不同土地利用类型土壤酶活性

类型	过氧化氢酶活性 ml/g	脱氢酶活性 μg/g	碱性磷酸酶活性 mg/g	多酚氧化酶活性 ml/g	脲酶活性 mg/g
杨树林	7.96 ± 0.11 a	17.83 ± 0.26 a	5.60 ± 0.32 a	3.18 ± 0.04 a	3.95 ± 0.12 a
草地	7.79 ± 0.05 a	17.04 ± 0.62 a	5.11 ± 0.02 b	3.22 ± 0.03 a	4.32 ± 0.08 c
天然林	7.33 ± 0.13 b	9.75 ± 0.03 b	5.24 ± 0.24 ab	3.39 ± 0.13 b	3.92 ± 0.09 a
耕地	7.96 ± 0.12 a	21.51 ± 0.60 c	6.64 ± 0.09 c	3.22 ± 0.03 a	4.49 ± 0.13 b

注:同列不同字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。

土壤脲酶能催化尿素分解,对土壤氮素转化起着重要的作用。安韶山等<sup>[11]</sup>也发现,土壤脲酶活性与土壤氮的转化相关,认为植被恢复可以提高土壤脲酶活性。土壤磷酸酶促使土壤有机磷矿化与分解,其活性可以作为土壤供磷能力的重要指标之一。冯瑞章等<sup>[12]</sup>研究表明,磷酸酶活性能表示土壤对作物供应有效磷的能力。该研究表明,土壤脲酶活性的大小顺序为耕地 > 草地 > 杨树林 > 天然林,耕地脲酶活性最高为4.49 mg/g土,在0.05水平显著高于其他样地,天然林最低为3.92 mg/g土。土壤碱性磷酸酶活性的大小顺序为耕地 > 杨树林 > 天然林 > 草地,耕地酶活性最高为6.64 mg/g土,草地最低为5.11 mg/g土,与其他样地之间差异达0.05显著水平。

这说明与耕地相比,草地土壤过氧化氢酶、脱氢酶、多酚氧化酶、脲酶及碱性磷酸酶活性降低;林地则降低脱氢酶、脲酶及碱性磷酸酶活性。这可能是由于不同土地利用类型土壤酶活性除受到土壤理化性质、微生物量等因素的影响外,还与土地利用类型有关。土地利用类型通过改变土壤植被和微生物数量与种类,进而影响土壤酶活性,即土地利用变化是影响酶活性与差异性的因素之一。

**2.3 土壤酶活性与土壤养分相关性** 对土壤酶活性与土壤养分进行相关性分析。由表3可知,土壤多酚氧化酶活性和其他酶活性及主要土壤肥力因子相关性较弱,并未达到显著水平;而其他5种酶活性与硝态氮、有效磷、有机质呈显著或极显著相关性( $P < 0.05$ 或 $P < 0.01$ )。这说明由于不同种类的酶在土壤中参与的生化反应作用不同,与土壤不同养分因子之间的相关性具有一定差异性。因此,通过酶活性来间接反映或预测某些营养物质的转化情况以及土壤肥力的一般状况具有可行性,但也有一定的缺陷。

### 3 结论

研究表明,黑土区不同土地利用类型对碱性磷酸酶、脱氢酶、多酚氧化酶、脲酶、过氧化氢酶活性的影响各不相同。与耕地相比,林地、草地表层土壤水解氮、有机质的含量增加,而硝态氮、铵态氮、有效磷的含量则降低。草地土壤过氧化氢酶、脱氢酶、多酚氧化酶、脲酶及碱性磷酸酶活性降低;林地脱氢酶、脲酶及碱性磷酸酶活性降低。相关性分析表明,除多酚氧化酶外,碱性磷酸酶、脱氢酶、脲酶、过氧化氢酶活性间相关性显著( $P < 0.05$ ),碱性磷酸酶、脱氢酶、脲酶、

(下转第12020页)

在不同玉米品种间的应用效果存在差异,因此,植物生长调节剂对涝害玉米生长具有明显促进作用的机理及在不同玉米品种上作用差异的内在原因值得进一步研究阐明。

### 参考文献

- [1] 王春乙,王石立,霍治国,等.近 10 年来中国主要农业气象灾害监测预警与评估技术研究进展[J].气象学报,2005,63(5):659-671.
- [2] 陈洪信,王世济,阮龙,等.淮河流域夏玉米渍涝灾害及防御对策[J].安徽农学通报,2011,17(15):86-87.
- [3] 时明芝,周保松.植物涝害和耐涝机理研究进展[J].安徽农业科学,2006,34(2):209-210.
- [4] JOSHI M S, DASTANE N G. Studies in excess water tolerance of crop plants. II. Effect of different durations of flooding at different stages of growth under different layouts on growth, yield and quality of maize [J]. The Indian Journal of Agronomy, 1966, 11(1): 70-79.
- [5] RITTER W F, BEER C E. Yield reduction by controlled flooding of corn [J]. Trans ASAE, 1969, 12: 46-50.
- [6] 陈国平,赵仕孝,杨洪友,等.玉米涝害及其防御措施的研究, I、芽涝对玉米出苗及苗期生长的影响[J].华北农学报,1988,3(2):12-17.
- [7] 陈国平,赵仕孝,刘志文.玉米的涝害及其防御措施的研究, II、玉米在不同生育期对涝害的反应[J].华北农学报,1989,4(1):16-22.
- [8] 梁哲军,陶洪斌,赵海祯,等.苗期土壤渍水对棉花恢复生长及光合生理

的影[J].西北植物学报,2008,28(9):1830-1836.

- [9] 谢家琦,李金才,魏凤珍.花后渍水逆境对冬小麦产量及氮磷钾营养状况的影响[J].中国农学通报,2008,24(7):425-429.
- [10] 张根峰,张翼.渍涝胁迫对芝麻生理指标及产量性状的影响[J].作物杂志,2010(1):84-86.
- [11] 刘文志,尹效辉,隋文志,等.三江平原地区农田渍涝灾害的主要防治措施及展望[J].现代化农业,2012(2):28-30.
- [12] 李景峰.淮北区夏玉米渍涝灾害及其防御措施[J].现代农业科技,2012(12):65-67.
- [13] 李晓杰.浅议玉米的涝害与防涝抗涝措施[J].农村实用科技信息,2009(8):8.
- [14] 夏桂平,唐玉林.美洲星对农作物涝、渍害的防治效果[J].安徽农业,2003(8):40.
- [15] 汪宗立,刘晓忠,李建坤,等.玉米的涝渍伤害与膜脂过氧化作用和保护酶活性的关系[J].江苏农业学报,1988,4(3):1-8.
- [16] 晏斌,戴秋杰.外源活性氧清除剂对玉米植株涝害的缓解[J].华北农学报,1995,10(1):51-55.
- [17] 文廷刚,杜小风,钱新民,等.不同浸种剂对水稻种子发芽、幼苗生长及涝害胁迫下抗氧化酶的影响[J].江苏农业科学,2010(2):69-71.
- [18] 马晓群,陈晓艺,姚筠.安徽淮河流域各级降水时空变化及其对农业的影响[J].中国农业气象,2009,30(1):25-30.

(上接第 12004 页)

表 3 不同土地利用类型土壤酶活性与土壤养分相关性

酶	碱性磷酸酶	脱氢酶	多酚氧化酶	脲酶	过氧化氢酶	有效磷	有机质	铵态氮	硝态氮	水解氮
碱性磷酸酶	1.000									
脱氢酶	0.949**	1.000								
多酚氧化酶	-0.400	-0.549*	1.000							
脲酶	0.944**	0.946**	-0.462*	1.000						
过氧化氢酶	0.928**	0.965**	-0.519*	0.926**	1.000					
有效磷	0.126	0.129	-0.177	-0.029	-0.019	1.000				
有机质	0.724**	0.746**	-0.280	0.823**	0.809**	-0.531*	1.000			
铵态氮	0.734**	0.746**	-0.550*	0.573*	0.658**	0.411	0.358	1.000		
硝态氮	-0.007	-0.073	0.230	-0.023	-0.200	0.750**	-0.514*	-0.079	1.000	
水解氮	-0.790**	-0.656**	0.007	-0.734**	-0.615*	-0.361	-0.333	-0.442	-0.458	1.000

注: \*、\*\* 分别表示在 0.05、0.01 水平相关。

过氧化氢酶活性和土壤有机质、水解氮、铵态氮含量等主要养分因子具有较高的相关性,可以作为评价土壤质量的生物学指标。

### 参考文献

- [1] 胡亚林,汪思龙,黄宇,等.凋落物化学组成对土壤微生物学性状及土壤酶活性的影响[J].生态学报,2005,25(10):2662-2668.
- [2] ADAM G, DUNCAN H. Development of a sensitive and rapid method for the measurement of total microbial activity using fluoresce indiacetate (FDA) in arange of soils [J]. Soil Biology and Biochemistry, 2001, 33: 943-951.
- [3] 颜慧,钟文辉,李忠佩,等.长期施肥对红壤水稻土磷脂脂肪酸特性和酶活性的影响[J].应用生态学报,2008,19(1):71-75.
- [4] 王光华,金剑,韩晓增,等.不同土地管理方式对黑土土壤微生物量碳和酶活性的影响[J].应用生态学报,2007,18(6):1275-1280.

- [5] 关荫松.土壤酶及其研究法[M].北京:农业出版社,1986.
- [6] 陈立新.土壤实验实习教程[M].哈尔滨:东北林业大学出版社,2005.
- [7] 赵瑞芬,于志勇,程滨,等.不同前处理条件对土壤 NO<sub>3</sub>-N、NH<sub>4</sub>-N 含量影响的研究[J].中国农学通报,2009,25(10):174-177.
- [8] 鲁萍,郭继勋,朱丽.东北羊草草原主要植物群落土壤过氧化氢酶活性的研究[J].应用生态学报,2002,13(6):675-679.
- [9] 郑华,欧阳志云,易自力.红壤侵蚀区恢复森林群落物种多样性对土壤生物学特性的影响[J].水土保持学报,2004,18(4):137-141.
- [10] 李传荣,许景伟,宋海燕,等.黄河三角洲滩地不同造林模式的土壤酶活性[J].植物生态学报,2006,30(5):802-809.
- [11] 安韶山,黄懿梅,郑粉莉.黄土丘陵区草地土壤脲酶活性特征及其与土壤性质的关系[J].草地学报,2005,13(3):233-237.
- [12] 冯瑞章,周万海,龙瑞军,等.江河源区不同建植期人工草地土壤养分及微生物量磷和磷酸酶活性研究[J].草业学报,2007,16(6):1-6.