

# 高原地区不同农作物土壤酶活性与土壤养分关系研究

李文凤, 房翠翠, 牛玉昊, 霍英芝

(西藏农牧学院 资源与环境学院, 西藏 林芝 860000)

**摘要:**以不同农作物土壤为研究对象,采用野外采样及室内化学分析方法,研究了高海拔地区主要农作物小麦、青稞、油菜以及玉米土壤中过氧化氢酶、蔗糖酶和脲酶的酶活性值以及垂直分布规律,并对其酶活性与土壤养分进行了相关分析。结果表明:4种农作物土壤酶活性随土层增加而降低,其中玉米脲酶活性值偏高,表明其土壤氮素代谢能力较高,土壤养分指标和土壤酶活性呈正相关性,且过氧化氢酶和脲酶活性与土壤有机质含量呈极显著正相关。

**关键词:**高原地区;农作物;土壤酶活性;土壤养分

**中图分类号:**S 153.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)12-0159-03

土壤酶是存在于土壤中各酶类的总称,既是土壤的重要组成部分之一,也是土壤新陈代谢的重要因素。土壤酶主要来自微生物细胞和动植物残体,是存活于土壤溶液或依附于土壤颗粒表面的胞外酶和活细胞中的胞内酶。土壤酶类型众多,主要有水解酶类、氧化还原酶类、裂解酶类和转移酶类等,且每类酶中又分为多种。土壤酶活性包括已经积累在土壤中的酶活性和微生物向土壤释放的酶活性,目前已被测定的土壤酶活性约60种,研究表明这些酶均参与了土壤的发生、发育和所有生物化学过程,是土壤肥力、土壤质量和土壤健康的重要指标<sup>[1-6]</sup>。

西藏是青藏高原的主体,由于其成陆时间晚、生物气候条件复杂、地形起伏较大且土壤类型最多分布最多,是我国高山土壤类型的主要分布地。西藏自治区的农区主要分布在“一江三河”及“三江流域”中部的两岸谷地,称为河谷农区,此区内耕地面积占全自治区耕地面积的70%以上,是西藏农作物的主产区。该研究通过对高海拔地区不同农作物种植环境下土壤酶活性的研究,探讨土壤酶活性在不同农作物和土层深度中的差异以及高海拔农作物影响土壤酶活性的主要因素,以期改变高原农作物种植环境,提高种植效果,防治土地退化以及恢复土壤生态提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

采样地位于西藏大学农牧学院植物科学学院实习基地,该实习基地处于西藏林芝地区八一镇北纬29°50′、

东经93°25′,海拔2 900 m,研究区土质为砂壤土。由于地处西藏东南部、雅鲁藏布江北岸、尼洋河下游,属热带湿润和半湿润气候,年降雨量650 mm左右,年均温度8.7℃。

### 1.2 试验材料

以青稞、小麦、油菜和玉米这4种高原典型作物土壤为供试材料。

### 1.3 试验方法

从青稞、小麦、油菜、玉米4个采样地选取3个采样点,分别于0~20 cm和20~40 cm采取土样,对每个样地的同一土层土样进行混合,并筛去根系、石砾和树枝等杂物。土样装入无菌袋中并记录采样时间、地点、环境和类型等,保存于4℃冰箱内,待试验设备及试剂准备完毕后在室内进行化学测试。

### 1.4 项目测定

**1.4.1 土壤酶活性测定** 过氧化氢酶活性测定:土壤中过氧化氢酶的活性采用高锰酸钾滴定法,过氧化氢酶活性以每克干土1 h内消耗的0.1 mol/L  $\text{KMnO}_4$  体积数来表示(以mL计)表示。过氧化氢酶活性=(空白样剩余过氧化氢滴定体积-土样剩余过氧化氢滴定体积)×T/土样质量,式中:酶活性单位为mL(0.1 mol/L  $\text{KMnO}_4 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ );T为高锰酸钾滴定度的矫正值 $T=0.0205/0.02=1.026$ 。蔗糖酶活性测定:土壤蔗糖酶活性测定采用3,5-二硝基水杨酸比色法。蔗糖酶催化蔗糖水解生成的果糖和葡萄糖可与3,5-二硝基水杨酸反应而生成橙色的3-氨基-5-硝基水杨酸。蔗糖酶活性以24 h,1 g干土生成葡萄糖毫克数表示。蔗糖酶活性=( $a_{\text{样品}} - a_{\text{无土}} - a_{\text{无机质}}$ )×n/m,式中 $a_{\text{样品}}$ 、 $a_{\text{无土}}$ 、 $a_{\text{无机质}}$ 分别表示其由标准曲线求的葡萄糖毫克数;n为分取倍数;m表示烘干土重。土壤脲酶活性测定:土壤脲酶活性测定是以酶反应后生成氨量或未水解的尿素量来测定的,该试

**第一作者简介:**李文凤(1982-),女,硕士,讲师,现主要从事土地资源与空间信息技术等研究工作。E-mail:lwf1029@126.com.

**基金项目:**国家大学生创新性实验训练计划资助项目。

**收稿日期:**2014-01-17

验以 3 h 后每克风干土样经尿素水解后释放的  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  的毫克数表示土壤脲酶活性<sup>[7]</sup>。

1.4.2 土壤理化性质测定 土壤有机质采用重铬酸钾容量法;土壤 pH 值用电位测定法;土壤速效 P 含量采用碳酸氢钠法测定;土壤速效 K 含量采用醋酸铵-火焰光度计法测定;土壤全 N 含量采用重铬酸钾-硫酸消化法测定;土壤有效 N 含量采用碱解扩散法测定<sup>[8-9]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同农作物土壤养分差异分布

土壤养分是土壤供给各类植物生长的必需营养元素,不同农作物在生长过程中所需的土壤养分含量及相关理化性质存在差异分布。由表 1 可知,青稞和玉米种植地土壤有机质随土层深度增加而减少;小麦、油菜和玉米的全 N 和速效 P 含量随土层深度增加其测值增加变化范围不大,4 种作物土壤有效 N 含量随土层深度增加而有所增加,土壤 pH 基本保持在偏酸性,变化范围在 6.3~6.8 之间。

表 1 不同农作物土壤基本养分指标

农作物	土层深度 /cm	有机质含量/%	全 N 含量/%	速效 P 含量/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	速效 K 含量/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	有效 N 含量/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	pH 值
青稞	0~20	4.5	0.031	9.6	28.7	46.4	6.5
	20~40	3.7	0.027	10.1	30.1	57.7	6.7
小麦	0~20	4.3	0.035	9.7	26.8	41.3	6.5
	20~40	3.1	0.041	11.2	29.1	52.8	6.8
油菜	0~20	3.5	0.027	5.4	20.7	37.6	6.3
	20~40	4.1	0.030	6.1	11.6	50.1	6.8
玉米	0~20	4.7	0.037	8.6	25.6	49.7	6.5
	20~40	4.5	0.039	10.1	13.3	52.9	6.7

### 2.2 不同种植环境下农作物土壤酶活性剖面垂直分布

土壤酶活性的剖面分布表现在同一种酶在不同土层深度的变化情况<sup>[10]</sup>。由图 1 和图 2 可知,随着土层深度增加,土壤过氧化氢酶、蔗糖酶和脲酶的活性在逐步减少,土壤酶活性在土壤耕层(0~20 cm)处所占比例较大,且玉米脲酶活性值较其它农作物脲酶活性较高,表明其土壤氮代谢能力较强。

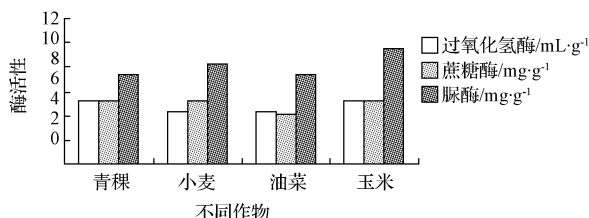


图 1 不同农作物 0~20 cm 土壤酶活性分布

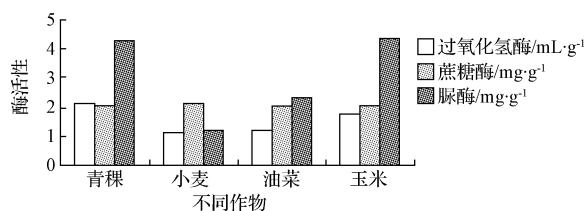


图 2 不同农作物 20~40 cm 土壤酶活性分布

### 2.3 土壤酶活性和土壤养分相关性分析

土壤酶和微生物在土壤发育过程和养分转化中起着至关重要的作用<sup>[11-12]</sup>。土壤过氧化氢酶可表示土壤氧化过程强度,体现土壤物质和能量的转化,其活性反应土壤微生物活动程度;土壤蔗糖酶活性与土壤养分中的全 N、有效 P 等密切相关,也是碳转化和土壤呼吸的重要体现;土壤脲酶活性与土壤供给氮密切相关,可为尿素施肥提供参照。由表 2 可知,土壤过氧化氢酶活性与土壤有机质含量全 N、速效 K、有效 N 相关极显著( $P < 0.01$ ),脲酶活性与土壤全 N、有效 N 和速效 K 相关显著( $P < 0.05$ )。

表 2 土壤酶活性与土壤养分的相关分析

	有机质	全 N	速效 P	速效 K	有效 N	pH 值
过氧化氢酶活性	0.775 **	0.677 **	0.212	0.675 **	0.735 **	0.257
蔗糖酶活性	0.316	0.501 *	0.387	0.375	0.314	0.014
脲酶活性	0.711 **	0.517 *	0.106	0.526 *	0.512 *	0.111

注: \* 表示  $P < 0.05$ ; \*\* 表示  $P < 0.01$ 。

## 3 结论与讨论

不同农作物及其种植方式影响着土壤物理、化学和生物的性质,而土壤酶活性在土壤生态系统中体现重要作用。该研究通过对高原地区 4 种典型农作物土壤酶活性和土壤养分相关性分析可知:土壤酶活性的空间分布主要在土壤耕层(0~20 cm)体现较强,土壤养分与土壤酶活性密切相关,土壤过氧化氢酶活性和土壤脲酶活性与土壤养分正相关,蔗糖酶活性与其相关性不甚明显。因此,提高土壤有机质、全 N、有效 N 和速效 K 等能从根本上提高土壤肥力,增加农作物产量,还可通过合理实施氮肥来控制脲酶活性,改善尿素的利用率。同样,土壤酶活性也可反映土壤养分的变化情况,及时体现农作物生长所需营养元素的高低性状,可作为评价土壤肥力的指标。

土壤酶活性与土壤的日常管理也具有一定相关性<sup>[13-16]</sup>,不同的土壤管理都会影响土壤酶活性的变化,对于这一变化的趋势可在今后的试验中继续研究。因此,合理调控土壤酶活性,加强土壤管理,可为高原地区合理培肥、提高农作物生长、减少土壤污染提供依据。

### 参考文献

- [1] Dick R P. Soil enzymes activities as indicators of soil health in defining soil quality for a sustainable environment[J]. SSSA Special Publication, 1994, 35:107-124.
- [2] 周礼恺. 土壤酶学[M]. 北京:科学出版社, 1987:118-159.
- [3] 周礼恺. 土壤酶活性的总体在评价土壤肥力水平中作用[J]. 土壤学报, 1983, 20(4):413-417.
- [4] 逢焕成, 严慧峻, 刘继芳, 等. 土壤有机氯污染的生物修复和土壤酶活性的关系[J]. 土壤肥料, 2002(1):30-33.
- [5] Fletcher M. Microbial ecology and bioremediation[C]. In OECD Documents Bioremediation Workshop, OECD Publications, 1995:109-115.
- [6] Rossel D, Tarradellas J, Bitton G, et al. Use of enzymes in soil ecotoxicology: a case for dehydrogenase and hydrolytic enzymes [J]. In Tar-radell as J (ed) Soil Ecotoxicology, Lewis Publishers, 1997:179-197.
- [7] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京:农业出版社, 1986:260-332.

# 中国苹果产业技术创新及推广研究的若干关键问题

王 静<sup>1</sup>, 霍 学 喜<sup>2</sup>

(1. 贵州财经大学 资源与环境管理学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 西北农林科技大学 西部农村发展研究中心, 陕西 杨凌 712100)

**摘 要:**推进苹果生产技术创新及推广既是中国政府及苹果优势产区长期关注的重大科学技术问题和战略决策问题,也是新阶段转变中国苹果发展方式、提高苹果技术装备密集化程度和苹果产业效益的关键领域。该文结合中国苹果产业技术创新及推广的现实情况,重点剖析了当前苹果产业技术创新及推广研究中应关注的关键问题。

**关键词:**苹果产业;技术创新及推广;关键问题

**中图分类号:**S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)12-0161-03

改革开放以来,随着苹果生产技术的引进、新品种的研发及推广,中国苹果生产已经完成以种植面积扩张为主要特征的外延型发展阶段,并进入和正在经历以改

进质量、提高单产、提高效率为主的内涵发展阶段。该阶段,推进苹果生产技术创新及推广、扩散成为转变中国苹果生产方式、提高苹果技术装备密集化程度和苹果产业效益的关键。为此,中央及苹果优势产区地方政府出台了一系列相关政策,推进苹果产业领域的科技体制改革,引导科技及服务资源整合,推动科学研究、工程技术创新、推广服务发展。但是在农业科技体制改革及转型过程中,中央政府与地方政府的产业科技政策之间,

**第一作者简介:**王静(1984-),女,博士,研究方向为区域经济发展。  
E-mail:jingzi7777@163.com.

**基金项目:**国家现代农业产业技术建设专项资助项目(CARS-28)。

**收稿日期:**2014-03-13

- [8] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000:30-56.  
[9] 南京农业大学. 土壤农化分析 [M]. 2 版. 北京:农业出版社,1991:19-107.  
[10] 关松荫,沈桂琴,孟昭鹏,等. 我国主要土壤剖面酶活性状况[J]. 土壤学报,1984,21(4):368-381.  
[11] 戴伟,白红英. 土壤过氧化氢酶活性及其动力学特征与土壤性质的关系[J]. 北京林业大学学报,1995,17(1):37-40.  
[12] 曹慧,孙辉,杨浩,等. 土壤酶活性及其对土壤质量的指示研究进展[J]. 应用与环境生物学报,2003,9(1):105-109.

- [13] 王聪翔,闻杰,孙文涛,等. 不同保护性耕作方式土壤酶动态变化的研究初报[J]. 辽宁农业科学,2005(6):16-18.  
[14] 鲁向晖,隋艳艳,王飞,等. 保护性耕作技术对农田环境的影响研究[J]. 干旱地区农业研究,2007,25(30):66-72.  
[15] 张为政. 作物茬口对土壤酶活性和微生物的影响[J]. 土壤肥料,1999,3(5):12-14.  
[16] 高秀君,张仁陟,杨招弟. 不同耕作方式对旱地土壤酶活性动态的影响[J]. 土壤通报,2008,39(5):1012-1016.

## The Feature of Soil Enzyme Activities With Different Crops and Soil Nutrient in the Plateau Region

LI Wen-feng, FANG Cui-cui, NIU Yu-hao, HUO Ying-zhi

(Department of Resources and Environment, Tibet Agricultural and Animal Husbandry College, Linzhi, Tibet 860000)

**Abstract:** Taking soil which growing different crops in as material, using the method of field sampling and chemical analysis, the catalase, urease, sucrase activities and the vertical distribution of these soil enzyme activities in wheat, barley, cole and corn at high altitude were studied, the correlation of the three soil enzyme activities and the soil physical and chemical properties were analyzed. The results showed that: the soil enzyme activities of four kinds of corps decreased with the soil depth increasing, and soil urease activities in the corn were the highest, it showed that metabolic capacity of soil nitrogen was higher. Indicators of soil nutrient and soil enzyme activities in the study were positively correlated, the activity of the catalase and urease and soil organic matter content was significantly positively correlated.

**Key words:** plateau region; crop; soil enzyme activities; soil nutrients