

# 生草栽培对梨园土壤养分及土壤酶活性的影响

张喜焕, 辛贺明

(河北工程大学 农学院, 河北 邯郸 056002)

**摘要:** 为了探讨不同生草种类对土壤养分含量及土壤酶活性的影响, 对梨园不同生草区的土壤养分和土壤酶活性进行了测定。结果表明: 梨园生草能显著增加 0~40 cm 土层的有机质含量, 提高 0~20 cm 土层土壤碱解氮、速效磷、速效钾的含量, 显著增加 0~40 cm 土层的全氮含量, 降低 0~40 cm 土层的全磷含量, 且不同生草对土壤养分的影响有差异; 梨园种植白三叶草可显著提高脲酶、蔗糖酶的活性, 降低过氧化氢酶的活性, 种植多年生黑麦草可显著提高脲酶、过氧化氢酶的活性, 降低磷酸酶的活性; 土壤酶活性与土壤养分含量有密切关系, 其中脲酶活性与全氮、碱解氮、速效磷呈显著正相关, 过氧化氢酶活性与有机质、全磷、全钾含量为显著正相关, 与全氮含量为显著负相关, 与速效磷含量为负相关, 蔗糖酶活性与全氮、碱解氮、速效磷含量存在显著正相关, 磷酸酶活性与全磷、全钾、速效磷呈显著正相关。

**关键词:** 生草栽培; 土壤养分; 土壤酶活性

**中图分类号:** S661.2      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1004-3268(2012)08-0085-04

## Nutrient and Soil Enzyme Activities of Pear Orchard as Affected by Planting Herbage

ZHANG Xi-huan, XIN He-ming

(College of Agronomy, Hebei University of Engineering, Handan 056002, China)

**Abstract:** A field experiment was carried out to study the effects of planting different herbage species in pear orchard on soil nutrient content and soil enzyme activities. The results showed that planting herbage significantly increased organic matter and total nitrogen content of the 0-40 cm soil layer, improved soil alkali hydrolysable nitrogen, available phosphorus and available potassium content of the 0-20 cm soil layer, and reduced the content of total phosphorus in the 0-40 cm soil layer. In addition, the effects of planting different herbage species on soil nutrient content were different. Planting white clover significantly improved the activities of soil urease and sucrase, but decreased the catalase activity. Planting perennial ryegrass increased markedly the activities of urease, sucrase and catalase, but decreased the phosphatase activity. The soil enzyme activities were closely related to soil nutrient content. Soil urease activity and total N, alkali hydrolysable N, available P had a significant positive correlation. There was a significantly positive correlation between catalase activity and organic matter, total P, total K content. There was a significantly negative correlation between catalase activity and total N content. There was a negative correlation between catalase activity and available phosphorus content. Sucrase activity and total N, alkali hydrolysable N, available P content were significantly positive correlations. Phosphatase activity and total P, total K, available P were significantly positive correlations.

**Key words:** planting herbage; soil nutrient; soil enzyme activity

收稿日期: 2012-03-21

基金项目: 河北省邯郸市科学技术局资助项目(1022101057-2)

作者简介: 张喜焕(1960-), 女, 河北大名, 副教授, 本科, 主要从事园艺、园林植物栽培生理方面研究。

E-mail: zhangxihuan.ok@163.com

果园生草是利用多年生牧草或自然产生的草类覆盖果园土壤的管理方法,是欧美等果树生产发达国家普遍推行的果园可持续发展的土壤管理模式,并取得了良好的生态及经济效益<sup>[1-2]</sup>。目前,国内外学者在有关果园生草改良土壤结构、防止土壤侵蚀、提高有机质含量、调节果园微域小气候、提高果实产量和品质等方面研究较多<sup>[3-5]</sup>。但生草栽培对梨园土壤酶活性及土壤养分与土壤酶活性的关系研究较少。土壤酶是土壤的重要组成成分之一,直接参与土壤中物质的转化、养分释放和固定过程,土壤酶活性反映了土壤对植物根系供应养分的潜在能力,可以作为评价土壤肥力、土壤质量和微生物活性的重要指标<sup>[6-10]</sup>。鉴于此,研究了梨园生草对土壤养分、土壤酶活性的影响及土壤养分与土壤酶活性的关系,以期对梨园生草模式的推广应用提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试材料及试验设计

试验于 2008—2011 年,在河北省永年县许官营村梨园进行,主栽品种为黄冠/杜梨,8~10 年生,为盛果期树,株行距为 3 m×4 m,树势中庸,管理水平较高。果园土壤为砂壤土,土层深厚,肥力中等,有灌溉条件。

试验设 3 个处理,A:行间种植白三叶草(*Trifolium repens*),行内清耕覆草;B:行间种植多年生黑麦草(*Lolium perenne*),行内清耕覆草;C:全园清耕(CK)。随机区组设计,重复 3 次,小区面积为 1 200 m<sup>2</sup>。2008 年 4 月,在试验园按照设计方案播种不同草种,每年定期刈割,覆于梨树行内。各试验区的水肥等其他管理措施保持一致。

### 1.2 土壤样品采集

于 2011 年 5 月 10—11 日在各处理小区分别按对角线选取树势基本一致的 5 株树,在每株树树冠外沿投影下随机选点,用 4 cm 土钻分别取 0~

20 cm、20~40 cm、40~60 cm 土层的土样,分层混匀,装袋带回实验室,土样处理后进行测定。

### 1.3 测定项目及方法

1.3.1 土壤养分测定方法 土壤有机质含量采用重铬酸钾容量法,全 N 含量采用凯氏法,全磷含量采用钼兰比色法,碱解氮含量采用碱解扩散法,速效磷含量采用钼锑比色法,全钾、速效钾含量采用火焰光度法。

1.3.2 土壤酶活性测定方法 脲酶采用苯酚钠次氯酸钠比色法,酶活性以 24 h 后每克土中 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 的毫克数表示;蔗糖酶采用 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 滴定法,酶活性以每克土消耗 0.1 mol/L Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的毫升数表示;过氧化氢酶采用 KMnO<sub>4</sub> 滴定法,酶活性以每克土消耗 0.1 mol/L KMnO<sub>4</sub> 的毫升数表示;磷酸酶采用磷酸苯二钠比色法,其活性以每克土壤的酚毫克数表示。各测试均重复 3 次。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同生草栽培对梨园土壤养分的影响

从表 1 可以看出,梨园种植白三叶草和黑麦草明显提高 0~20 cm、20~40 cm 土层土壤的有机质含量,0~20 cm 土层分别比清耕区提高 24.5%和 21.0%,20~40 cm 土层分别比清耕区提高 18.8%和 14.1%,随土层的加深,生草对有机质含量提高的幅度减小。0~20 cm 土层,生草区碱解氮、速效磷显著高于清耕区( $P<0.05$ ),速效钾也较高,表明果园生草后改善了土壤 N、P、K 的供给能力,随着土层的加深,影响逐渐减小;2 种草比较,白三叶草区碱解氮含量高于黑麦草区,速效磷和速效钾含量低于黑麦草区,表明生草类型不同,对碱解氮、速效磷、速效钾效应存在差异,黑麦草对有机态磷的活化能力及提高速效钾的能力强于白三叶草,而白三叶草提高碱解氮的能力强于黑麦草。表 1 还显示生草区 0~40 cm 土层的全氮量显著高于清耕区,生草区 0~60 cm 土层的全钾量和 CK 相比无显著差异,而生草区 0~40 cm 土层的全磷量显著低于清耕区。

表 1 生草栽培对梨园土壤养分的影响

处理	土层/ cm	有机质/ (g/kg)	碱解氮/ (mg/kg)	全氮/ (g/kg)	速效磷/ (mg/kg)	全磷/ (g/kg)	速效钾/ (mg/kg)	全钾/ (g/kg)
白三叶草	0~20	11.98a	82.0a	0.88a	34.4a	0.69b	81.5a	22.23a
	20~40	9.12b	64.2b	0.68b	40.2a	0.66b	75.5ab	21.35a
	40~60	5.74c	40.8c	0.59c	28.6b	0.60b	51.6b	21.03a
	平均	8.95A	62.3A	0.72A	34.4A	0.64B	69.5B	21.54A
多年生黑麦草	0~20	11.64a	77.2a	0.79a	38.2a	0.66b	91.3a	21.13a
	20~40	8.76b	65.8b	0.71b	43.5a	0.65b	84.5a	21.35a
	40~60	5.64c	38.0c	0.56c	26.8b	0.59b	62.6b	21.21a
	平均	8.68A	60.3A	0.69AB	36.2A	0.63B	79.5A	21.23A

续表 1 生草栽培对梨园土壤养分的影响

处理	土层/ cm	有机质/ (g/kg)	碱解氮/ (mg/kg)	全氮/ (g/kg)	速效磷/ (mg/kg)	全磷/ (g/kg)	速效钾/ (mg/kg)	全钾/ (g/kg)
清耕(CK)	0~20	9.62b	68.3b	0.70b	30.5b	0.81a	71.3ab	21.03a
	20~40	7.68bc	57.2b	0.61c	30.8b	0.73a	69.5ab	21.30a
	40~60	5.68c	36.1c	0.50c	28.5b	0.62b	50.3b	20.87a
	平均	7.66B	53.9B	0.60B	29.9B	0.73A	63.7B	21.07A

注:每列不同小写字母表示不同处理不同土层之间、同一处理不同土层之间差异达 0.05 显著水平。不同大写字母表示不同处理间平均值差异达 0.05 显著水平。

2.2 不同生草栽培对梨园土壤酶活性的影响

由表 2 可知,梨园行间种植不同种类的草,对土壤中酶的活性有不同的影响。种植白三叶草和多年生黑麦草均可提高土壤中脲酶的活性,白三叶草区土壤脲酶活性比 CK 提高 69.64%,多年生黑麦草区土壤脲酶活性比 CK 提高 41.07%,与 CK 相比均达到显著水平( $P<0.05$ );多年生黑麦草区土壤过氧化氢酶活性比 CK 提高 15.93%,达显著水平( $P<0.05$ ),种植白三叶区土壤过氧化氢酶活性略低于 CK,但差异不显著;白三叶草区土壤蔗糖酶活性比 CK 提高 25.68%,达显著水平( $P<0.05$ ),多年生黑麦草区土壤蔗糖酶活性比 CK 提高 12.02%,但未达显著水平

( $P>0.05$ );白三叶区磷酸酶活性比 CK 提高 5.81%,多年生黑麦草区磷酸酶活性比 CK 降低 1.29%,但均未达显著水平( $P>0.05$ )(表 2)。

不同的土层中,各处理土壤脲酶活性、蔗糖酶活性均表现为 0~20 cm 土层显著高于 20~40 cm 土层;过氧化氢酶活性表现为白三叶草处理区和多年生黑麦草处理区 0~20 cm 土层与 20~40 cm 土层无显著差异,清耕区 0~20 cm 土层显著高于 20~40 cm 土层;磷酸酶活性表现为多年生黑麦草处理区、清耕区 0~20 cm 土层显著高于 20~40 cm 土层,白三叶草处理区 0~20 cm 土层与 20~40 cm 土层无显著差异(表 2)。

表 2 生草栽培对梨园土壤酶活性的影响

处理	脲酶/(mg/g)			过氧化氢酶/(mL/g)			蔗糖酶/(mL/g)			磷酸酶/(mg/g)		
	0~20 cm	20~40 cm	平均	0~20 cm	20~40 cm	平均	0~20 cm	20~40 cm	平均	0~20 cm	20~40 cm	平均
白三叶草	1.12a	0.78b	0.95A	5.62a	5.10a	5.36B	2.56a	2.04b	2.30A	1.65a	1.63a	1.64A
多年生黑麦草	0.92a	0.66b	0.79B	6.43a	6.23a	6.33A	2.30a	1.80b	2.05AB	1.72a	1.34b	1.53A
清耕(CK)	0.62a	0.50b	0.56C	5.80a	5.12b	5.46B	2.32a	1.34b	1.83B	1.68a	1.42b	1.55A

注:不同小写字母表示同一处理不同土层之间差异达 0.05 显著水平,不同大写字母表示不同处理间平均值差异达 0.05 显著水平。

2.3 土壤养分含量与土壤酶活性的关系

由表 3 可知,脲酶活性与全氮、碱解氮、速效磷含量呈显著正相关;过氧化氢酶活性与有机质、全

磷、全钾含量呈显著正相关,与全氮呈显著负相关,与速效磷含量呈负相关;蔗糖酶活性与全氮、碱解氮、速效磷含量呈显著正相关;磷酸酶活性与全磷、

表 3 土壤养分含量与土壤酶活性的相关性

相关因子	有机质	全氮	全磷	全钾	碱解氮	速效磷	速效钾
脲酶	0.321 4	0.732 5*	0.324	0.354	0.687*	0.623*	0.132
过氧化氢酶	0.635 2*	-0.563 2*	0.523*	0.652*	0.231	-0.354	0.356
蔗糖酶	0.423 5	0.536 2*	0.324	0.325	0.685*	0.569*	0.365
磷酸酶	0.321 0	0.423 5	0.658*	0.568*	0.354	0.675*	0.368

注:\*表示 0.05 水平上差异显著。

全钾、速效磷含量呈显著正相关。

3 结论与讨论

1) 梨园种植白三叶草和黑麦草可显著提高 0~20 cm 和 20~40 cm 土层土壤的有机质含量,生草 3 a 后,白三叶草区和黑麦草区 0~20 cm 土层分别比清耕区提高 24.5%和 21.0%,20~40 cm 土层分

别比清耕提高 18.8%和 14.1%;对 40 cm 以下土层土壤的有机质含量影响较小。

2) 梨园种植白三叶草和黑麦草可显著提高 0~20 cm 土层碱解氮、速效磷的含量,说明生草能够改善土壤实际供肥能力,随着土层的加深,影响逐渐减小;不同草种类存在一定差异,黑麦草提高速效磷、速效钾的能力强于白三叶草,白三叶草提供碱解氮

的能力强于黑麦草。梨园种植白三叶草和黑麦草对土壤全氮、全磷、全钾有不同的影响,白三叶草和黑麦草可提高 0~40 cm 土层的全氮量,对全钾的含量无显著影响,但白三叶草和黑麦草可降低 0~40 cm 土层的全磷含量,生产中应注意增施磷肥。

3) 梨园种植白三叶草可显著提高土壤中脲酶、蔗糖酶活性,提高土壤磷酸酶活性,降低土壤过氧化氢酶活性;种植多年生黑麦草可显著提高土壤中脲酶、过氧化氢酶活性,提高蔗糖酶活性,降低磷酸酶活性。

4) 土壤脲酶、过氧化氢酶、磷酸酶、蔗糖酶活性与土壤养分之间存在一定的相关性,说明土壤养分、土壤酶之间是相互作用、相互影响的,因此,将土壤酶与土壤养分相结合作为评价土壤肥力的指标之一,对土壤肥力评价指标体系具有重要作用。

#### 参考文献:

- [1] 周志翔,李国怀,徐永荣. 果园生态栽培及其生态生理效应研究进展[J]. 生态学杂志,1997,16(1):45-52.
- [2] Greenham D W P. The environment of the fruit tree, managing fruit soils[J]. Hort Sci,1995,12:25-31.
- [3] 李全胜,吴建军,叶旭君,等. 土壤—植物下垫面对微生态环境的影响[J]. 应用生态学报,1999,10(2):241-244.
- [4] 李全胜,吴建军,王兆骞,等. 套种黑麦草对桃园近地层水热环境的影响及模拟研究[J]. 浙江农业学报,2000,12(1):20-24.
- [5] 毛培春,孟林,张周芳,等. 白三叶草对桃同小气候和桃品质的影响[J]. 草地学报,2006,14(4):360-364.
- [6] 刘梦云,常庆瑞,齐雁冰,等. 宁南山区不同土地利用方式土壤酶活性特征研究[J]. 中国生态农业学报,2006(3):67-70.
- [7] 路磊,李忠佩,车玉萍,等. 不同施肥处理对黄泥土微生物量碳氮和酶活性的影响[J]. 土壤,2006,38(3):309-314.
- [8] 徐雄,张健,张猛,等. 果—草人工生态系统中土壤微生物、土壤酶与土壤养分的关系[J]. 水土保持学报,2005,19(6):178-181.
- [9] 刘磊,陈立波,李志勇,等. 不同种植年限苜蓿对撂荒地土化学性状的影响[J]. 华北农学报,2011,26(B12):140-145.
- [10] 贾伟,周怀平,解文艳,等. 长期秸秆还田秋施肥对褐土微生物碳、氮量和酶活性的影响[J]. 华北农学报,2008,23(2):138-142.
- [1] 郝汉舟,靳孟贵,李瑞敏,等. 耕地土壤铜、镉、锌形态及生物有效性研究[J]. 生态环境学报,2010,19(1):92-96.
- [2] 崔海燕,王明娣,介晓磊,等. 石灰性褐土中磷锌镉相互作用对其有效性的影响[J]. 农业环境科学学报,2010,29(1):97-103.
- [3] Meers E, Unamuno V R, Du Laing G, et al. Zn in the soil solution of unpolluted and polluted soils as affected by soil characteristics[J]. Geoderma, 2006, 136(1-2):107-119.
- [4] 刘芳,崔海燕,介晓磊,等. 褐土含磷量对锌镉吸附与解吸的影响[J]. 农业环境科学学报,2009,28(9):1862-1866.
- [5] 杜彩艳,祖艳群,李元. pH 和有机质对土壤中镉和锌生物有效性影响研究[J]. 云南农业大学学报,2005,20(4):539-543.
- [6] 严连香,黄标,邵学新,等. 长江三角洲典型地区土壤有效铜和锌的时空变化及其影响因素研究[J]. 土壤通报,2007,38(5):971-977.
- [7] 何忠俊,华珞,洪常青. 氮锌交互作用对黄棕壤锌形态的影响[J]. 农业环境科学学报,2004,23(2):209-212.
- [8] 杨丽娟,李天来,刘好,等. 长期施用有机肥和化肥对菜田土壤锌有效性的影响[J]. 土壤通报. 2005,36(3):395-397.
- [9] 张淑香,王小彬,金柯,等. 干旱条件下氮、磷水平对土壤锌、铜、锰、铁有效性的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2001,7(4):391-396.
- [10] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,2000.
- [11] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2000.
- [12] 刘铮,朱其青. 微量元素的农业化学[M]. 北京:中国农业出版社,1991.
- [13] 王治喜. 溶解性有机质对紫色土中锌化学行为的影响[D]. 重庆:西南大学,2006.
- [14] 石中山,王春苗,特拉津·那斯尔,等. 重庆地区酸性紫色土锌有效性及其影响因素研究[J]. 土壤,2010,42(4):600-605.
- [15] 刘三才,任贵兴,朱志华,等. 豆类作物微量营养元素铁锌含量遗传研究概述[J]. 中国食物与营养,2009(12):48-50.
- [16] 赵明,蔡葵,任艳,等. 不同花生品种重金属 Cu、Zn、Pb、Cd、Cr 富集与转运规律[J]. 花生学报,2010,39(3):1-7.

(上接第 80 页)