

# 天津地区不同年限设施土壤 pH 及酶活性变化

赵 秋 高贤彪 宁晓光 王立艳 李明悦 高 伟

(天津市农业资源与环境研究所 天津 300192)

**摘要:**以天津地区露地土壤作对照,研究了栽培 1、2、3、6、12 年设施蔬菜土壤有关生物学指标的变化。结果表明,设施土壤脲酶、过氧化氢酶、转化酶活性高于露地,过氧化物酶相反;随着连作年限延长,土壤脲酶活性逐渐增强,而过氧化氢酶、过氧化物酶、转化酶活性开始增强之后减弱。土壤酶活性都由表层向底层逐渐减弱。土壤 pH 随着栽培年限增加呈逐渐降低趋势。

**关键词:**设施土壤;不同年限;酶活性;pH 值

中图分类号:S151.9<sup>+</sup>3 文献标识码:A 文章编号:1000-7091(2012)01-0215-03

## Changes of pH and Enzyme Activities in Greenhouse Soils of Different Planting Years in Tianjin

ZHAO Qiu, GAO Xian-biao, NING Xiao-guang, WANG Li-yan, LI Ming-yue, GAO Wei

(Tianjin Institute of Agriculture Resources and Environment, Tianjin 300192, China)

**Abstract:** In order to provide the scientific basis of preventing soils from degradation and promoting agriculture sustainable development, soil enzyme activities and pH were studied in the greenhouse vegetable soils under different planting years (1, 2, 3, 6 and 12 year) in Tianjin with the open field soil as control. The result indicated that soil urease, catalase and intertase activity were higher in greenhouse vegetable soils than that in open field soil, peroxidase activities were opposite. Soil urease increased gradually with the cultivation years, but soil catalase, peroxidase and intertase activity increased beginning, then decreased. Soil enzyme activities decreased with soil depths. Soil pH declined with the planting years.

**Key words:** Greenhouse soil; Different planting years; Soil enzymatic activity; pH

土壤酶是土壤的组成成分之一,它们参与各种元素的生物循环、有机质的转化、腐殖质的形成、有机无机胶体的形成等<sup>[1-2]</sup>。

近年来,天津市设施蔬菜种植面积快速增长,为使设施蔬菜土壤朝着健康的方向发展,人们对不同种植年限的设施蔬菜土壤养分状况等作过多方面的研究,但对设施土壤生物学特性的研究还较为少见。因此,我们对设施土壤 pH 和土壤酶展开调查,目的为揭示设施土壤酶特性演化规律,为其可持续利用提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

供试土样采自天津市主要设施蔬菜生产的西青区、武清区、汉沽、津南和宁河县,主要为河流相冲积

物上发育的潮土。表土层质地为中壤至黏壤。

### 1.2 采样、测试项目与方法

2009 年 6 月采样。选择棚龄分别为 1、2、3、6、12 年以及临近地块的大田为对照土壤(CK)。每个棚龄取 3 个棚,每棚按 0~20、20~40、40~60 cm 分别走“S”形用土钻取 5 点土样混合。

土壤有机质:重铬酸钾—硫酸加热消化法;碱解氮:扩散吸收法;土壤速效磷:钼锑抗比色法;速效钾:火焰光度计法。高锰酸钾滴定法测定过氧化氢酶;邻苯三酚比色法测定过氧化物酶;硫代硫酸钠滴定法测定转化酶;靛酚比色法测定脲酶<sup>[3-5]</sup>

### 1.3 数据处理

数据处理和图表绘制在 Excel 2003 下完成,统计分析采用 DPS 软件完成。

收稿日期:2011-11-09

基金项目:国家科技支撑项目 2008BADA4B05 天津市农业科学院院长基金项目(08022)

作者简介:赵 秋(1977-),女,辽宁阜新人,助理研究员,硕士,主要从事植物营养与生态方面的研究。

通讯作者:高贤彪(1962-),男,山东聊城人,研究员,硕士,主要从事农村生态环境方面的研究。

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同种植年限土壤脲酶活性的变化

从图 1 可以看出,设施土壤的脲酶活性均高于露地土壤,设施土壤脲酶活性随着设施年限的增加有递增的趋势;其中 1 年、2 年棚与对照差异不显著,而 3a 以上棚龄与对照差异显著。说明栽培年限越长,土壤供氮能力越强,氮素代谢越旺盛。

不同栽培年限土壤脲酶活性有自表层土壤向底层土壤递减的趋势(2 年棚例外)。0~40 cm 设施土壤的脲酶活性随着种植年限延长趋势相同,而 40~60 cm 土层脲酶活性随栽培年限延长经历升高-降低-再升高的趋势,在设施 2 年脲酶活性最大。脲酶受施肥、灌溉等因素影响大,土壤表层施肥量多于下层,且根系分泌物丰富,微生物活跃,为脲酶提供了丰富的基质,使脲酶活性相对较高<sup>[6]</sup>。

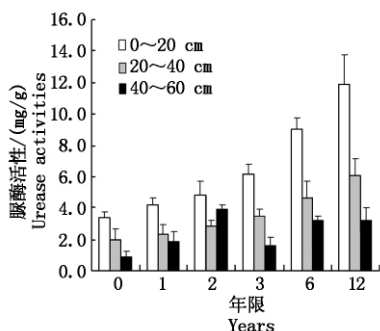


图 1 不同栽培年限土壤脲酶活性的变化  
Fig. 1 Soil urease activities in different years

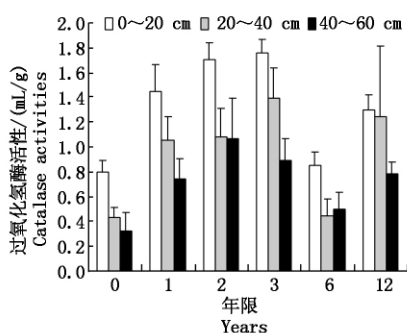


图 2 不同栽培年限土壤过氧化氢酶活性变化  
Fig. 2 Soil catalase activities in different years

### 2.2 不同种植年限土壤过氧化氢酶活性的变化

如图 2 所示,设施土壤的过氧化氢酶活性均高于露地土壤。随着设施年限的增加,过氧化氢酶活性呈升高-降低-再升高的趋势。在新开发的设施基地土壤(1~3 年)中,过氧化氢酶的活性较高,设施 3 年内,随着连作年限的增加其活性有增强的趋势;栽培至 6 年设施土壤过氧化氢酶活性达到最低值;至 12 年,过氧化氢酶活性又重新达到较高的水平,但仍低于新设施土壤的过氧化氢酶活性。就是说在设施土壤的解毒作用也是经历强-弱-强的过程,栽

培超过 6 年土壤过氧化氢酶的分解最容易受抑制,使根系的毒害作用加重而引起连作障碍<sup>[7]</sup>。

土壤过氧化氢酶活性基本上是表层向底层土壤递减的趋势(6 年棚例外),这进一步说明了表层土壤酶活性受外界环境和人类影响较大。0~40 cm 土壤过氧化氢酶活性随着种植年限的增加变化趋势一致,而 40~60 cm 土壤过氧化氢酶活性在设施 2 年达到最高值。

### 2.3 不同种植年限土壤过氧化物酶活性的变化

从图 3 可以看出,在 0~20 cm 露地土壤过氧化物酶活性高于设施土壤。随着设施种植年限的增加,土壤过氧化物酶活性呈先增加后降低的趋势,设施 6 年土壤的过氧化物酶活性最高,达到 185.2 mg/kg;随后又降低,至种植 12 年,土壤过氧化物酶活性降低到 64.7 mg/kg。土壤过氧化物酶是在  $H_2O_2$  存在条件下酶促土壤有机物氧化生成醌并参与腐殖质的合成过程<sup>[8]</sup>。试验证实:土壤合成腐殖质能力 6 年设施土壤 > 露地土壤 > 1~3 年设施土壤 > 12 年设施土壤。

随着土壤层次的加深,土壤过氧化物酶活性逐渐降低(12 年除外)。在 20~40 cm 土层,露地的土壤过氧化物酶的活性高于设施土壤,差异显著。设施 1 年、2 年、3 年间的过氧化物酶活性差异不显著外,其他种植年限间的过氧化物酶活性均达到显著水平。40~60 cm 土层土壤过氧化物酶活性差异不显著。

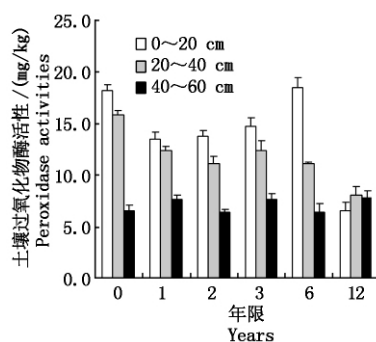


图 3 不同栽培年限土壤过氧化物酶活性的变化  
Fig. 3 Soil peroxidase activities in different years

### 2.4 不同种植年限土壤转化酶活性的变化

从图 4 可以看出,设施土壤转化酶活性高于露地。随着种植年限的延长,0~20 cm 土壤转化酶活性呈现先升高后降低趋势,设施 6 年土壤转化酶活性最高,达到 14.84 mL/g,至种植 12 年稍有降低,仍高于新开发的设施土壤;设施 2 年以上土壤的转化酶活性显著高于露地和设施 1 年土壤,以露地的转化酶活性最低。各土壤随着土壤层次的加深,土壤转化酶活性均表现为逐渐降低的趋势。在 20~40 cm 土层,设施土壤转化酶活性均高于露地,随着

种植年限的延长,土壤酶活性呈升高的趋势。由此可知,露地和新建设施基地的肥力水平比较低,在设施 6 年时土壤状况比较好,熟化程度较高,利于作物的生长发育,而设施 12 年以上土壤环境有所恶化。

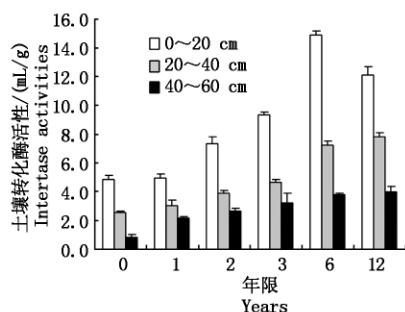


图 4 不同栽培年限土壤转化酶活性的变化

Fig. 4 Soil intertase activities in different years

## 2.5 不同种植年限设施土壤 pH 的变化

从表 1 可以看出,大田改为设施栽培后,pH 值呈现下降的趋势;随着栽培年限的增加,土壤 pH 值均有所下降,种植 12 年后,0~20、20~40、40~60 cm 土壤 pH 值分别降低 0.28、0.55、0.52 个单位。所有供试土壤,随着土壤层次的加深,pH 值均逐渐升高。土壤 pH 值下降是由于有机肥及大量化学氮肥的施用。但是,该地区 pH 值降低速率较缓慢,并未达到酸化的程度。究其原因,可能是潮土上含有较多的  $\text{CaCO}_3$ ,对产生的酸有中和作用,使 pH 值下降速度减慢。

表 1 不同种植年限土壤 pH 的变化

Table1 Soil pH in different planting years

土深/cm Soil deep	年限 Planting years					
	0	1	2	3	6	12
0~20	8.46	8.33	8.24	8.21	8.28	8.18
20~40	8.92	8.63	8.57	8.41	8.52	8.37
40~60	9.07	8.81	8.82	8.72	8.72	8.55

表 2 土壤酶活性与 pH 值变化的相关关系

Tab.2 Correlations between soil enzyme activities and pH

变量 Variable	脲酶 Urease	过氧化氢酶 Catalase	过氧化物酶 peroxidase	转化酶 Intertase
pH	-0.77**	-0.75**	-0.4000	-0.81**
脲酶		0.4300	0.1400	0.93**
过氧化氢酶			0.2000	0.4000
过氧化物酶				0.3700

注: \* . 表示  $P \leq 0.05$ ; \*\* . 表示  $P \leq 0.01$ ;  $n = 36$ 。

Note: \* . Mean  $P \leq 0.05$ ; \*\* . Mean  $P \leq 0.01$ ;  $n = 36$ 。

## 2.6 土壤 pH 与酶活性变化的相关分析

相关分析(表 2)表明,土壤 pH 与脲酶、过氧化氢酶、转化酶活性表现出极显著负相关;而与其他参数也表现出负相关趋势,但达不到显著水平。脲酶活性与转化酶活性极显著相关。本研究证实,pH 值是酶活性变化的重要影响因素,这与关连珠、曾路生等<sup>[9-10]</sup>研究认为的土壤 pH 是影响土壤酶活性的主

要因子结论一致。

## 3 讨论

通过对不同种植年限的设施土壤的采集与分析,初步得出设施土壤脲酶、过氧化氢酶、转化酶活性高于露地,过氧化物酶相反:随着栽培年限延长,土壤脲酶活性逐渐增强,而过氧化氢酶、过氧化物酶、转化酶活性开始增强之后减弱。说明了天津地区设施 6 年表层土壤腐殖质合成能力最强,熟化程度最高,但作物根系最容易发生病害,产生连作障碍;新开发设施棚供氮能力较差,熟化程度差。

随着种植年限的延长,底层土壤肥力及酶活性逐渐减弱,由于表层土壤经常翻动,而 30 cm 以下土层受到人为扰动相对较少,根系量也少,土壤生物及微生物活动比表层弱,导致土壤脲酶、过氧化氢酶等活性比表层相差幅度较大。

由于施用较多的有机肥和化学肥料,设施栽培能有效降低土壤的 pH 值,其降低幅度随种植年限的延长而增加。相关分析表明,土壤 pH 值与土壤各种酶活性有较好的相关性。不同年限设施蔬菜栽培土壤各种酶活性都有一定的变化规律,表达了它们积累消耗的循环过程,因此,在实践中,可以通过施肥等管理措施调节 pH 值及土壤的酶活性,还可以通过了解土壤酶活性和 pH 值在一定程度上评价设施栽培年限、土壤肥力水平及培肥优劣。

## 参考文献

- [1] 贾继文,聂俊华,李絮花,等. 蔬菜大棚土壤理化性状与土壤酶活性关系的研究[J]. 山东农业大学学报·自然科学版, 2001, 32(4): 427-432.
- [2] Verstraete W, Voets J P. Soil microbial and biochemical characteristics in relation to soil management and fertility [J]. Soil Biol Biochem, 1977, 9: 253-258.
- [3] 周礼恺,张志明. 土壤酶活性的测定方法[J]. 土壤通报, 1980, 1(5): 37-38.
- [4] Lorenz N, Hintemann T, Kramarewa T, et al. Response of microbial activity and microbial community composition in soils to long-term arsenic and cadmium exposure [J]. Soil Biology and Biochemistry, 2006, 38(6): 1430-1437.
- [5] 关松荫. 土壤酶与土壤肥力[J]. 土壤通报, 1980, 1(6): 41-44.
- [6] 王 灿,王德建,孙瑞娟,等. 长期不同施肥方式下土壤酶活性与肥力因素的相关性[J]. 生态环境, 2008, 17(2): 688-692.
- [7] 万忠梅,宋长春. 三江平原不同类型湿地土壤酶活性及其与营养环境的关系[J]. 水土保持学报, 2008, 22(5): 158-161.
- [8] 於忠祥,汪维云. 合肥郊区菜园土土壤酶活性研究[J]. 土壤通报, 1996, 27(4): 179-181.
- [9] 娄翼来,关连珠,王玲莉,等. 不同植烟年限土壤 pH 和酶活性的变化[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(3): 531-534.
- [10] 曾路生,崔德杰,李俊良,等. 寿光大棚菜地土壤呼吸强度、酶活性、pH 与 EC 的变化研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(4): 865-870.