

# 云南蒙自设施土壤养分、微生物及酶活性分析

刘艳红, 张德刚, 和丽生

(红河学院 生命科学与技术学院, 云南 蒙自 661100)

**摘 要:**选取棚龄为 2、3、5 a 的蔬菜大棚和周边露天菜地进行采样, 对土壤 pH 值、主要养分以及土壤微生物量、土壤酶活性进行分析测定。结果表明: 土壤机质、碱解氮、速效磷、速效钾和 pH 分别在 34.94~41.48 g·kg<sup>-1</sup>、61.34~71.23 mg·kg<sup>-1</sup>、271.14~353.39 mg·kg<sup>-1</sup>、161.97~193.39 mg·kg<sup>-1</sup>和 6.55~7.21 之间。土壤有机质、碱解氮和速效磷含量大棚土壤均高于露地土壤。土壤速效钾含量和土壤 pH 大棚土壤均低于露地土壤。随着棚龄的增加土壤呈现酸化现象。大棚土壤细菌数量在(12.50~27.67)×10<sup>7</sup> cfu·g<sup>-1</sup>之间, 且随着棚龄的增加而增大; 真菌数量在(13.67~20.33)×10<sup>5</sup> cfu·g<sup>-1</sup>之间, 放线菌数量在(8.33~12.17)×10<sup>4</sup> cfu·g<sup>-1</sup>之间, 土壤真菌和土壤放线菌数量呈先增加后减少的趋势。大棚土壤蔗糖酶活性在 30.31~31.25 mg·g<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>之间, 脲酶活性在 0.85~0.97 μg·g<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>之间, 脱氢酶活性在 1.24~10.67 μg·g<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>之间。土壤蔗糖酶活性与脲酶活性在不同棚龄之间变化不大, 较稳定; 脱氢酶活性随着棚龄增加有明显的降低。

**关键词:**设施大棚; 土壤; 养分; 微生物; 酶活性; 云南蒙自  
**中图分类号:** S 155.5<sup>+</sup>5   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1001-0009(2010)19-0055-03

设施农业是我国农业增效、农民增收最直接有效的途径<sup>[1]</sup>。我国从 20 世纪 70 年代引进蔬菜的设施栽培技术, 并进行试验研究以来, 尤其是经过近 10 多年来的快速发展, 设施栽培现已成为我国农业生产的重要组成部分之一, 也成了将传统农业改造为现代农业的一种重要手段, 并且在许多地区成了当地的支柱产业, 极大地增加了农民的收入<sup>[2]</sup>。云南蒙自草坝镇拥有坝区面积 4 167 hm<sup>2</sup>, 地势平坦, 土壤肥沃, 有较好的光热及水利条

件, 适宜各种农作物生长。2007 年被科技部列为云南省唯一“国家新农村建设科技示范镇”。近年来, 蒙自草坝的大棚蔬菜种植面积一直呈上升趋势<sup>[3]</sup>。

然而, 与设施栽培迅速发展不相适应的是设施栽培系统中的养管理, 尤其是施肥问题, 多年来缺乏科学系统的指导, 长期处于一种粗放式管理中<sup>[4]</sup>。随着设施栽培年限的增长, 由于生产管理者为追求短期效益而盲目高肥水管理, 使设施土壤氮、磷养分含量高, 养分不平衡、失调现象多有发生<sup>[5-6]</sup>。因而, 使得设施栽培作物的产量和品质提高受到了严重的制约, 生产成本不断增加。据调查了解, 近年, 蒙自草坝设施大棚栽培出现了不同程度的连作障碍问题。现以种植 2、3、5 a 的设施大棚土壤和露地土壤为研究对象, 分析设施大棚土壤与露地土壤的基本养分性状、土壤微生物区系和土壤酶活性

**第一作者简介:**刘艳红(1968-), 女, 博士, 副教授, 现主要从事农业资源与环境保护研究工作。E-mail: zhangdg2000@163.com。  
**基金项目:**云南省教育厅重点科研基金资助项目(09Z0093); 红河学院博硕科研基金资助项目(xss08016); 红河学院大学生创新基金资助项目(SSTF0953)。  
**收稿日期:**2010-06-30

以每株留 2 个瓜为主, 管理上应加大通风, 白天 23~25℃, 夜间 12~14℃, 同时每隔 10~15 d 浇 1 次轻水, 每 667 m<sup>2</sup> 追施复合肥 15 kg, 应经常保持土壤湿润。到 3 月中旬, 植株已长出新叶片, 此时可每株留瓜 3 个, 进一步加大通风, 白天 23~25℃, 夜间 12~14℃, 每浇 1 次水, 追 1 次肥, 主抓产量, 形成效益。进入 4 月后需降低夜温, 控制徒长, 多留瓜, 单株留瓜 4 个, 留大瓜, 以瓜坠秧, 一天一摘瓜, 两天一抹瓜, 三天一吊秧, 调节生长点及叶片朝向, 抑制营养生长。

**2.3.4 病虫害防治** 温室栽培西葫芦主要发生病害有: 灰霉病、白粉病。主要措施: 避免高温高湿, 低温高湿防止冬季积水。化学防治灰霉病用 50%速克灵 1 000~1 500 倍液或 50%扑海因 1 500 倍液喷雾。白粉病可用 25%粉锈宁 1 000 倍液或 75%百菌清 600 倍液喷雾。虫害主要有斑潜蝇和地蛆, 斑潜蝇每 667 m<sup>2</sup> 用 10%吡虫啉 10~20 g 兑水喷雾。地蛆用 50%乳油 1 000 倍液灌根。

特征,为云南蒙自草坝设施大棚的土壤养分管理和促进设施农业的可持续发展提供参考。

### 1 材料与方法

#### 1.1 样品采集

于2009年在草坝镇设施大棚种植区根据地形分布、大棚棚龄和种植作物种类等情况,采用蛇形法、棋盘法或对角线法采集0~20 cm的耕层土壤样品。对于相同棚龄种植同种作物的大棚,选有代表性的3个棚采集土壤混合为1个样品。采集的样品及时装入无菌袋中带回实验室。部分土样放入冰箱在0~4℃下保存,测定土壤的微生物及酶活性,其余土样风干后研磨过筛放入细口瓶保存,用于测定土壤pH值、有机质、速效磷、速效钾、碱解氮等基本性状。

#### 1.2 样品分析

土壤分析基本理化指标主要有土壤pH值、土壤有机质、土壤碱解氮、土壤速效磷和土壤速效钾,分析方法参考文献[7]进行;土壤微生物生物量的测定参考文献[8]进行;土壤脲酶活性、蔗糖酶活性、脱氢酶活性分析方法参考文献[9]进行。

### 2 结果与分析

#### 2.1 设施栽培土壤基本养分特征

从表1可看出,大棚土壤机质含量在34.94~41.48 g·kg<sup>-1</sup>之间,平均含量为38.23 g·kg<sup>-1</sup>;碱解氮含量61.34~71.23 mg·kg<sup>-1</sup>,平均含量为64.93 mg·kg<sup>-1</sup>;速效磷含量271.14~353.39 mg·kg<sup>-1</sup>,平均含量为349.32 mg·kg<sup>-1</sup>;速效钾含量在161.97~193.39 mg·kg<sup>-1</sup>之间,平均含量为175.59 mg·kg<sup>-1</sup>;土壤pH 6.55~7.21,平均值6.92。土壤有机质、碱解氮和速效磷含量大棚土壤均高于露地土壤。土壤有机质、碱解氮和速效磷含量在1~3 a棚龄大棚有增加的趋势,但是在5 a棚龄的大棚里表现出下降。土壤速效钾含量和土壤pH 大棚土壤均低于露地土壤。随着棚龄的增加土壤呈现酸化现象。

表 1 不同年限大棚土壤基本性状				
土壤理化性状	年限/a			
	0	2	3	5
有机质含量 /g·kg <sup>-1</sup>	33.77±1.39	38.26±8.56	41.48±7.03	34.94±1.64
碱解氮含量 /mg·kg <sup>-1</sup>	41.94±0.93	61.34±1.23	71.23±7.60	62.23±1.87
速效磷含量 /mg·kg <sup>-1</sup>	154.26±39.83	353.39±30.97	423.44±35.32	271.14±30.64
速效钾含量 /mg·kg <sup>-1</sup>	205.54±1.22	171.41±9.47	161.97±6.42	193.39±0.16
pH 值	7.29	7.21	6.99	6.55

#### 2.2 土壤微生物数量和酶活性

从表2可看出,大棚土壤细菌数量在(12.50~27.67)×10<sup>7</sup> cfu·g<sup>-1</sup>之间,且随着棚龄的增加而增大;真菌数量在

(13.67~20.33)×10<sup>5</sup> cfu·g<sup>-1</sup>之间,放线菌数量在(8.33~12.17)×10<sup>4</sup> cfu·g<sup>-1</sup>之间,土壤真菌和土壤放线菌数量呈先增加后减少的趋势。

大棚土壤蔗糖酶活性在30.31~31.25 mg·g<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>之间,脲酶活性在0.85~0.97 μg·g<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>之间,脱氢酶活性在1.24~10.67 μg·g<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>之间。土壤蔗糖酶活性与脲酶活性在不同棚龄之间变化不大,较稳定;脱氢酶活性随着棚龄增加明显降低。

表 2 不同年限大棚土壤微生物数量和酶活性

微生物指标	年限/a			
	0	2	3	5
细菌数量 /×10 <sup>7</sup> cfu·g <sup>-1</sup>	10.17±2.86	12.50±1.76	19.58±2.84	27.67±4.16
真菌数量 /×10 <sup>5</sup> cfu·g <sup>-1</sup>	8.67±2.07	14.50±2.74	20.33±3.92	13.67±2.52
放线菌数量 /×10 <sup>4</sup> cfu·g <sup>-1</sup>	4.83±1.47	8.33±1.97	12.17±2.72	10.33±1.15
蔗糖酶活性 /mg·g <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup>	31.51±0.12	31.25±0.62	30.98±0.76	30.31±0.15
脲酶活性 /mg·g <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup>	0.89±0.18	0.85±0.13	0.86±0.12	0.97±0.02
脱氢酶活性 /μg·g <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup>	11.18±6.61	10.67±1.32	2.86±0.26	1.24±0.07

### 3 讨论

#### 3.1 设施土壤养分累积特征

通过田间调查结果表明,在刚建棚时,农户有机肥施用量较大,农民除秸秆还田外,还施用其它农家肥,但是随着棚龄延长,施用有机肥越来越少,甚至不施有机肥。这些大棚管理措施可能是造成前几年有机质含量高,随后有机质含量降低的原因之一。许多研究表明,与露地土壤相比,设施土壤速效氮、速效磷、速效钾呈增加的趋势,且增加程度随着设施栽培年限的延长而增大<sup>[10][3]</sup>。该试验得到结果与其有相似之处,云南蒙自设施大棚土壤速效氮和速效磷含量比露地高,但是速效钾含量与露地相比有所下降。造成这种差异的原因可能是农户在大棚种植时大量投入化学氮肥和磷肥,而轻施钾肥所致。调查中发现,通常施入的氮、磷肥量超过作物吸收的1~3倍,是露地栽培的1~2倍,而钾施用量相对较小。

#### 3.2 设施土壤微生物数量和酶活性变化

许多学者研究了不同种植年限设施土壤微生物区系的变化,有微生物数量随种植年限增加而持续增加<sup>[10][1]</sup>和先增加后降低<sup>[12]</sup>2种结论。表现出不同结论的原因可能与很多因素有关,如采样时间、采样深度、采样点肥力水平差异等。该研究表现出大棚土壤微生物数量比露地高,而随着年限延长有所下降。由于设施土壤是一个人为干扰作用强、相对密闭的独特环境。土壤利用方式、土壤肥力以及土壤环境状况对土壤微生物生长发育有较大影响,所以大棚土壤微生物的变化及其与

土壤质量的关系尚需进一步研究。

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,是土壤中最活跃的组分之一,它参与土壤中各种生物化学过程,如腐殖质的分解与合成,动植物残体和微生物残体的分解及其有机物的合成、水解与转化和土壤养分循环等,影响土壤生物的因子同样能影响土壤中酶的活性。国内外许多学者认为,土壤酶活性可以作为土壤肥力、土壤质量及土壤健康的重要指标<sup>[9]</sup>。设施种植年限对土壤酶有较大影响,马云华等<sup>[10]</sup>研究表明,随着设施种植年限的延长,多数酶活性呈先增加后降低的趋势。该研究结果土壤蔗糖酶活性与尿酶活性在不同棚龄之间变化不大,较稳定;脱氢酶活性随着棚龄增加明显降低。

4 结论

大棚土壤机质、碱解氮、速效磷、速效钾和 pH 分别在 34.94 ~ 41.48 g · kg<sup>-1</sup>、61.34 ~ 71.23 mg · kg<sup>-1</sup>、271.14 ~ 353.39 mg · kg<sup>-1</sup>、161.97 ~ 193.39 mg · kg<sup>-1</sup>和 6.55 ~ 7.21 之间。土壤有机质、碱解氮和速效磷含量大棚土壤均高于露地土壤。土壤有机质、碱解氮和速效磷含量在 1 ~ 3 a 棚龄大棚有增加的趋势,但是在 5 a 棚龄的大棚里表现出下降。土壤速效钾含量和土壤 pH 大棚土壤均低于露地土壤。随着棚龄的增加土壤呈现酸化现象。

大棚土壤细菌数量 (12.50 ~ 27.67) × 10<sup>7</sup> cfu · g<sup>-1</sup> 之间,且随着棚龄的增加而增大;真菌数量在 (13.67 ~ 20.33) × 10<sup>5</sup> cfu · g<sup>-1</sup> 之间,放线菌数量在 (8.33 ~ 12.17) × 10<sup>4</sup> cfu · g<sup>-1</sup> 之间,土壤真菌和土壤放线菌数量呈先增加

后减少的趋势。

大棚土壤蔗糖酶活性 30.31 ~ 31.25 mg · g<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup> 之间,脲酶活性在 0.85 ~ 0.97 μg · g<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup> 之间,脱氢酶活性在 1.24 ~ 10.67 μg · g<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup> 之间。土壤蔗糖酶活性与尿酶活性在不同棚龄之间变化不大,较稳定;脱氢酶活性随着棚龄增加有明显的降低。

参考文献

[1] 董艳,董坤,郑毅等.种植年限和种植模式对设施土壤微生物区系和酶活性的影响[J].农业环境科学学报,2009,28(3):527-532.  
[2] 秦巧燕,贾陈忠,曲东等.我国设施农业发展现状与施肥特点[J].湖北农学院学报,2002,22(4):373-376.  
[3] <http://news.163.com/09/0521/23/59SF12FR000120GR.html>.  
[4] 郑良永.作物连作障碍的产生及防治[J].热带农业科学,2005,12(4):58-61.  
[5] 焦坤,李德成.蔬菜大棚条件下土壤性质及环境条件的变化[J].土壤,2003(2):94-97.  
[6] 王辉,董元,李德成等.不同种植年限大棚蔬菜地土壤养分状况研究[J].土壤,2005,37(4):460-464.  
[7] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2008:30-99.  
[8] 赵斌,何绍江.微生物学实验[M].北京:科学出版社,2007:67-73.  
[9] 姚槐应,黄昌勇.土壤微生物生态学及其实验技术[M].北京:科学出版社,2007:186-188.  
[10] 张国红,任华中,高丽红等.京郊日光温室土壤微生物状况和酶活性[J].中国农业科学,2005,38(7):1447-1452.  
[11] 王珊,李廷轩,张锡洲等.设施土壤微生物学特性变化研究[J].水土保持学报,2006,20(5):82-86.  
[12] 杜连凤,张维理,武淑霞等.长江三角洲地区不同种植年限保护菜地土壤质量初探[J].植物营养与肥料学报,2006,12(1):133-137.  
[13] 马云华,魏琨,王秀峰.日光温室连作黄瓜根区微生物区系及酶活性的变化[J].应用生态学报,2004,15(6):1005-1008.

Soil Basic Nutrient, Microbial Community and Enzyme Activities  
in Greenhouse in Mengzi County of Yunnan Province

LIU Yan-hong, ZHANG De-gang, HE Li-sheng

(College of Life Science and Technology, Honghe University, Mengzi, Yunnan 661100)

**Abstract:** By sampling the soil from greenhouse and open vegetable fields with ages of 2, 3 and 5, the main nutrients of soil, the quantity of soil microbes, the enzyme activity were analyzed and determined. The results showed that the soil organic matter, alkali-hydrolyzable nitrogen, available phosphorus, available potassium and pH of soil were 34.94 ~ 41.48 g · kg<sup>-1</sup>、61.34 ~ 71.23 mg · kg<sup>-1</sup>、271.14 ~ 353.39 mg · kg<sup>-1</sup>、161.97 ~ 193.39 mg · kg<sup>-1</sup> and 6.55 ~ 7.21. The greenhouse soil had higher quantities in soil organic matter, alkali-hydrolyzable nitrogen and available phosphorus than open-air soil. The greenhouse soil acidifies with its age increasing; The quantity of bacteria of the greenhouse soil ranges from (12.50 ~ 27.67) × 10<sup>7</sup> cfu · g<sup>-1</sup>, this number increased with the age increasing; the fungi had quantity of (13.67 ~ 20.33) × 10<sup>5</sup> cfu · g<sup>-1</sup>, actinomycete (8.33 ~ 12.17) × 10<sup>4</sup> cfu · g<sup>-1</sup>. The numbers of fungi and actinomycete firstly increased and later decreased; The invertase activity of greenhouse soil ranges from 30.31 ~ 31.25 mg · g<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup>, urease activity 0.85 ~ 0.97 μg · g<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup>, dehydrogenase activity 1.24 ~ 10.67 μg · g<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup>. The invertase activity and the urease activity change little and were stable in different greenhouse and change little. Dehydrogenase activity decreases with the age of greenhouse increasing.

**Key words:** greenhouse; soil; nutrient; community; enzyme activity; Yunnan province