

# 长期使用大棚栽培蔬菜对土壤 pH 值及微生物的影响

董锡文, 杜春梅, 顿圆圆, 王 静, 朱 健, 吴玉德

(佳木斯大学 生命科学学院, 黑龙江 佳木斯 154007)

**摘要:** 为了解长期使用大棚对土壤微生物的影响, 选取使用 10、15、25 a 的蔬菜大棚, 对其土壤中主要微生物类群和部分功能微生物类群进行研究。结果表明: 随着使用大棚进行蔬菜栽培年限的增加, 土壤 pH 值逐渐降低, 土壤中细菌数量明显减少, 放线菌数量变化不显著; 土壤中霉菌和酵母菌数量明显增加, 细菌/真菌(B/F)值逐渐降低; 好氧自生固氮菌、纤维素分解菌和氨化细菌数量逐渐增加。

**关键词:** 蔬菜大棚; 土壤 pH 值; 微生物类群; 功能微生物

中图分类号: S154.3 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2013)05-0086-03

## Effects of Vegetable Greenhouse on pH Value and Microorganism in the Soil after Long Term Use

DONG Xi-wen, DU Chun-mei, DUN Yuan-yuan, WANG Jing, ZHU Jian, WU Yu-de

(Life Science College, Jiamusi University, Jiamusi 154007, China)

**Abstract:** To understand the effects of long-term cultivation in greenhouse on soil microorganisms, the greenhouses in which vegetables were cultivated for 10, 15 and 25 years, respectively, were chosen, and the main microbial community and some functional microorganisms in vegetable greenhouse soil were investigated. The results showed that with the increase of cultivation years, the soil pH value decreased and the amount of bacteria decreased, the amount of actinomycetes had almost no change; the amount of mould and yeast increased significantly, the ratio of B/F (bacteria/fungi) decreased; the amount of aerobic self-nitrogen-fixing bacteria, cellulose decomposing bacteria and anaerobic ammonibacteria increased.

**Key words:** vegetable greenhouse; soil pH value; microorganism community; functional microorganism

塑料大棚是最常见的一种设施农业, 可以极大地提高农业产量, 但长期高强度地施用肥料和农药, 导致这种高度集约化生产方式加剧了土壤环境的恶化<sup>[1-3]</sup>。同时, 土壤微生物区系结构也会发生改变<sup>[4-6]</sup>, 进而影响土壤肥力和作物的发育及产量<sup>[7-8]</sup>。因此, 研究蔬菜大棚土壤 pH 值及微生物的变化对促进大棚可持续生产具有重要意义。迄今为止, 关于大棚使用对土壤微生物影响的研究较少, 尤其大棚使用年限对黑土土壤微生物影响的研究还未见报道。鉴于此, 选取不同使用年限的蔬菜大棚土壤, 对其 pH 值及微生物类群进行研究, 以期对蔬菜大棚的合理使用提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 研究区域概况

佳木斯市位于黑龙江省东北部, 45°56'~48°28'N、129°29'~135°5'E, 是我国最东端的地级城市。全年平均气温为 2.6~4.4℃, 年降水量为 590~750 mm。研究区域位于佳木斯市区南部的蔬菜大棚地, 土壤类型为黑土, 蔬菜种植模式为黄瓜与豆角轮作。

### 1.2 采样

采样时间为 2011 年 10 月 8 日, 此时蔬菜已经收完。选取种植过白菜的露地(对照, 即大棚使用年限为

收稿日期: 2012-12-08

基金项目: 黑龙江省教育厅科学技术研究项目(12511560)

作者简介: 董锡文(1965-), 男, 黑龙江佳木斯人, 教授, 博士, 主要从事微生物学的教学与科研工作。E-mail: dongxiwen@126.com

0 a)和大棚使用年限分别为 10、15、25 a 的地块为研究对象,利用 5 点采样法采集表层土壤(0~15 cm),各土壤样品均单独装袋,带回实验室备用。

### 1.3 微生物分离

取 10 g 土样,倒入含 15~20 个已灭菌小玻璃珠的 150 mL 三角瓶中,加入 90 mL 无菌水,振荡 5~10 min,使土壤样品被充分打散,即得  $10^{-1}$  土壤稀释液,静置 5 min,用 1 mL 无菌注射器吸取  $10^{-1}$  土壤稀释液 1 mL 移入装有 9 mL 无菌水的试管中,吹吸 3 次,混合均匀,即得  $10^{-2}$  土壤稀释液,以此类推,最后稀释获得  $10^{-5}$  土壤稀释液。将  $10^{-5}$  土壤稀释液涂布于培养基上,进行微生物培养。其中,细菌培养采用牛肉膏蛋白胨培养基,并向其加入终质量浓度为 50 mg/L 的制霉菌素以抑制真菌,37 °C 培养 2~3 d;放线菌培养采用高氏 I 号培养基,每升培养基中加入 30 g/L  $K_2Cr_2O_7$  溶液 3 mL 以抑制细菌和真菌的生长,28 °C 培养 3~5 d;真菌培养采用马丁氏孟加拉红链霉素培养基,每升培养基中加入 10 g/L 的链霉素 3 mL 以有效抑制细菌和放线菌生长,28 °C 培养 3~4 d<sup>[9]</sup>;好氧自生固氮菌、纤维素分解菌和氨化细菌的培养采用常规方法<sup>[10]</sup>。pH 值采用酸度计测量。重复 3 次。

### 1.4 微生物计数及统计

菌数统计采用平板菌落计数法,微生物总数按细菌数、放线菌数和真菌数之和计算,细菌与真菌数量之比(B/F)中真菌数量为酵母菌和霉菌数量之和,所有数据均采用 Excel 和 SPSS 软件进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 大棚土壤酸碱度的变化

由图 1 可以看出,随着大棚使用年限的增加,土壤 pH 值逐渐降低,尤其是使用大棚 25 a 的土壤 pH 值(5.82)显著低于露地(6.06)( $P<0.05$ )。这与大棚中高频使用肥料有关,氮肥(尤其是尿素)、硫酸钾等肥料均会造成土壤酸化<sup>[7]</sup>,并且随着大棚使用年限的增长,土壤 pH 值会继续下降<sup>[11]</sup>。

土壤酸化增大了金属离子和部分微量元素的释放,易于造成金属离子危害和潜在微量元素缺乏,同时也会使土壤硝化作用更明显,这不但会导致土壤环境的恶化,还会造成土壤微生物结构的改变,进而影响农作物的生长及产量。

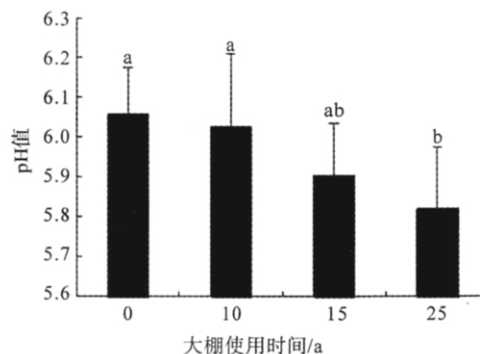


图 1 大棚使用年限对土壤 pH 值的影响

### 2.2 大棚土壤中主要微生物类群的变化

土壤中主要微生物类群有细菌、放线菌和真菌,其对土壤环境具有重要影响。由表 1 可以看出,随着大棚使用年限的增加,土壤中细菌数量逐渐减少,其中所有大棚土壤细菌数量均显著低于露地土壤;土壤中放线菌数量虽有减少,但无显著差异,说明大棚使用年限对土壤中放线菌的生长影响不大;酵母菌和霉菌的数量逐渐增加。

尽管一些微生物能在极端 pH 值条件下生长,但一般细菌生长最适 pH 值为 6.5~7.5,真菌为 4.0~6.0<sup>[5]</sup>,放线菌为 7.0~8.0<sup>[12]</sup>。本试验地的土壤为黑土,长期使用大棚使其变得偏酸性,大大抑制了细菌生长,从而细菌数量减少;放线菌数量减少但是影响不明显,其原因有待进一步研究;而土壤偏酸性有利于真菌生长使其数量增加。由于细菌数量在土壤微生物中占有较大比重,因此,长期使用大棚的土壤中微生物总量是减少的,这不同于其他学者<sup>[13-15]</sup>的研究结果。

表 1 不同使用年限大棚土壤的主要微生物数量

大棚使用时间/a	细菌/( $\times 10^7$ cfu/g)	放线菌/( $\times 10^6$ cfu/g)	酵母菌/( $\times 10^6$ cfu/g)	霉菌/( $\times 10^6$ cfu/g)
0	7.784 $\pm$ 1.251a	2.222 $\pm$ 0.564a	0.648 $\pm$ 0.248b	1.534 $\pm$ 0.526c
10	6.056 $\pm$ 1.508b	2.420 $\pm$ 0.393a	0.754 $\pm$ 0.211ab	1.846 $\pm$ 0.500bc
15	5.568 $\pm$ 0.827bc	2.148 $\pm$ 0.523a	0.836 $\pm$ 0.500ab	2.976 $\pm$ 1.130b
25	4.446 $\pm$ 0.723c	1.988 $\pm$ 0.547a	1.256 $\pm$ 0.517a	4.152 $\pm$ 1.112a

### 2.3 土壤中 B/F 值的变化

土壤中细菌和真菌数量的比值可用 B/F 值来表示,它是土壤微生物区系结构的一个重要特征指标,可以反映土壤理化性质、养分和盐分状况<sup>[16]</sup>。由图 2 可以看出,土壤 B/F 值随着大棚使用年限的

增加而迅速下降。这可能是农民为了获得更高的作物产量和经济效益,在连作的同时大量使用了化肥,造成土壤养分消耗不均,土壤环境恶化严重,使得病原菌等真菌微生物所占比例升高<sup>[17]</sup>;另外,佳木斯市处于高纬度地区,平均温度和年积温相对较低,真

菌在低温环境中的适应性要比细菌强,从而表现为真菌生长更快<sup>[18]</sup>;而土壤酸化使细菌生长受到明显的影响,数量减少,致使 B/F 值出现下降趋势。

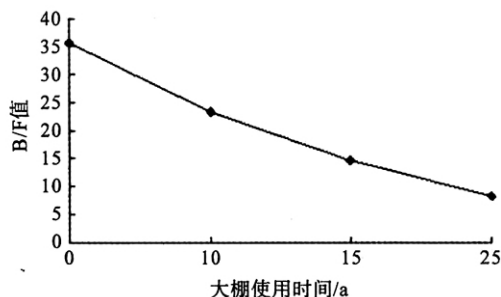


图 2 大棚使用年限对土壤 B/F 值的影响

## 2.4 大棚土壤中功能微生物的变化

土壤中功能微生物是影响土壤肥力的重要因素,由表 2 可以看出,随着大棚使用年限的增加,好氧自生固氮菌、纤维素分解菌和氨化细菌数量逐渐增加。其中,纤维素分解菌和氨化细菌数量增加明显;好氧自生固氮菌数量增加不明显,但其数量明显多于其他 2 种功能微生物,说明它是土壤中的一个优势菌群。

表 2 不同使用年限大棚土壤的功能微生物数量

大棚使用时间/a	好氧自生固氮菌/ ( $\times 10^5$ cfu/g)	纤维素分解菌/ ( $\times 10^5$ cfu/g)	氨化细菌/ ( $\times 10^6$ cfu/g)
0	4.046 $\pm$ 1.432a	1.504 $\pm$ 0.654b	1.746 $\pm$ 0.160b
10	4.484 $\pm$ 1.505a	2.446 $\pm$ 0.968ab	2.500 $\pm$ 0.322ab
15	4.996 $\pm$ 2.755a	2.722 $\pm$ 1.043ab	2.664 $\pm$ 0.675ac
25	4.544 $\pm$ 0.581a	3.524 $\pm$ 1.748a	2.930 $\pm$ 1.017a

纤维素分解菌的主要种群是真菌类,土壤变酸利于其生长繁殖,所以随着大棚使用年限的增加,纤维素分解菌数量逐渐增加。另外,大棚土壤种植作物茬数比露地土壤多,从而积累纤维素类物质较多,这为纤维素分解菌的增加提供了物质保障,有利于其数量增加。大量研究<sup>[19-20]</sup>表明,农家肥和化肥处理土壤氨化细菌数量均高于未施肥土壤。大棚中高频使用肥料有利于氨化细菌的积累。氨化细菌与土壤全氮、有机质呈显著或极显著的正相关<sup>[21]</sup>。虽然长期使用大棚增加了氨化细菌数量,但氨化细菌的增加也会使土壤中的氮大量流失,因此,在土壤肥力保护方面要引起重视,比如通过调节土壤中微生物类群的比例来保护土壤肥力。

## 3 结论

通过对不同使用年限大棚土壤的研究,得出如下结论:

- 1) 长期使用大棚进行蔬菜栽培使土壤 pH 值逐渐降低,土壤酸化现象越来越严重。
- 2) 长期使用大棚进行蔬菜栽培使得土壤中细菌

数量明显减少,放线菌数量变化不明显;霉菌和酵母菌数量明显增多,B/F 值逐渐降低。

- 3) 长期使用大棚进行蔬菜栽培促进了土壤中功能微生物类群的生长,如好氧自生固氮菌、纤维素分解菌和氨化细菌数量增加。

## 参考文献:

- [1] 中国农业年鉴编辑委员会. 中国农业年鉴 2005[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [2] 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, 35(2): 94-97.
- [3] 孙秀伦, 朱奎峰. 蔬菜大棚土壤养分的特点及调节[J]. 现代农业科技, 2006(8): 36.
- [4] 吕卫光, 余廷园, 诸海涛. 黄瓜连作对土壤理化性状及生物活性的影响研究[J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(2): 119-121.
- [5] 张翔, 朱洪勋, 孙春河, 等. 长期施肥对土壤微生物和腐殖质组分的影响[J]. 华北农学报, 1998, 13(2): 87-92.
- [6] 代化, 孙传伯, 廖梓良, 等. 大棚土壤真菌与纤维素酶关系的试验研究[J]. 现代农业科技, 2008(10): 10, 12.
- [7] 刘淑英, 李小刚, 王平. 兰州市安宁区保护地蔬菜施肥状况的调查[J]. 甘肃农业大学学报, 1998, 33(2): 190-193, 208.
- [8] 张朝轩, 杨天仪, 吴淑杭, 等. 微生物肥料对土壤生态及葡萄叶片叶绿素荧光特性的影响[J]. 天津农业科学, 2011, 17(1): 92-95.
- [9] 沈萍, 范秀荣, 李广武. 微生物学实验[M]. 3 版. 北京: 高等教育出版社, 1999.
- [10] 林先贵. 土壤微生物研究原理与方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2010.
- [11] 郑光华. 塑料大棚蔬菜栽培生理障碍[M]. 上海: 上海科学出版社, 1984.
- [12] 周德庆. 微生物学教程[M]. 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2011.
- [13] 肖春玲, 李智芳, 李晓红, 等. 不同种植年限蔬菜大棚土壤微生物初步研究[J]. 河南农业科学, 2007(12): 89-91.
- [14] 艺敏. 天津半干旱地区不同种植年限菜田土壤微生物变化特征的研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2000, 6(4): 424-429.
- [15] 唐咏, 梁成华, 刘志恒, 等. 日光温室蔬菜栽培对土壤微生物和酶活性的影响[J]. 沈阳农业大学学报: 自然科学版, 1999, 30(1): 16-19.
- [16] Feng Y, Motta A C, Reeves D W, et al. Soil microbial communities under conventional-till and no-till continuous cotton systems[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2003, 35(12): 1693-1703.
- [17] 吕卫光, 余廷园, 诸海涛. 黄瓜连作对土壤理化性状及生物活性的影响研究[J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(2): 119-121.
- [18] Pietikainen J, Pettersson M, Baath E. Comparison of temperature effects on soil respiration and bacterial and fungal growth rates[J]. FEMS Microbiology and Ecology, 2005, 52: 49-58.
- [19] 于洪艳, 王宏燕, 韩晓盈, 等. 培肥方式对松嫩平原黑土土壤微生物的影响[J]. 中国生态农业学报, 2007, 15(5): 73-75.
- [20] 于佳, 王宏燕, 赵伟, 等. 农肥和化肥对黑土氮素转化功能菌和土壤酶的影响[J]. 农业系统科学与综合研究, 2011, 27(1): 93-97.
- [21] 张桂玲. 秸秆和生草覆盖对桃园土壤养分含量、微生物数量及土壤酶活性的影响[J]. 植物生态学报, 2011, 35(12): 1236-1244.