

不同种植年限蔬菜日光温室土壤养分与生物活性研究

赵小宁, 吕家珑, 柏延芳, 薛泉宏

(西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 2004~2005 连续 2 a 对陕西省杨凌区不同种植年限蔬菜大棚土壤的养分含量和生物活性进行观测, 以分析其变化情况。结果表明, 在 1~6 a 与 2~7 a 的大棚中, 土壤有机质、全氮、全磷、全钾、碱解氮、速效磷、速效钾等含量均比同区位农田有所增加, 而土壤 pH 值下降明显; 土壤硝酸盐含量随棚龄的增加而增加; 且硝态氮沿土壤剖面(尤其是种植 2 a 以上的大棚)垂直方向有向下迁移的趋势。蔬菜大棚土壤微生物数量多少为: 细菌 > 放线菌 > 真菌, 使用年限高的土壤, 微生物总含量一般较高, 细菌和真菌的含量随棚龄的增加有所增加; 放线菌在 0~40 cm 处的总含量比露地要高, 而在棚龄大的棚中(7 a)的值并不是很高; 磷酸酶, 脲酶和过氧化氢酶含量均大于露地, 脲酶含量在 3 a 棚龄大棚中的含量达到高峰然后随棚龄增加减少。过氧化氢酶在 2004 年随棚龄逐渐增大, 而在 2005 年则相反, 碱性磷酸酶含量随着棚龄的增加而增加。

关键词: 大棚土壤; 土壤养分; pH 值; 微生物; 酶

中图分类号: S151.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)03-0054-06

大棚蔬菜栽培是寒冷地区蔬菜生产中极为重要的一种栽培方法。它在蔬菜生产中的应用日益广泛, 具有许多露地栽培无法比拟的优点。通过人为控制小气候, 可以使作物在较适宜的环境中生长, 做到常年生产, 达到高产。但最近几年来, 大棚栽培在迅速发展却遇到一些障碍, 主要是由于大棚特殊的覆盖结构, 使其内部生态环境, 尤其是土壤理化性状发生很大变化, 相继出现了盐害、浓度障碍、毒气危害。由于大量施肥, 也导致土壤次生盐渍化、土壤酸化、蔬菜硝酸盐含量高、地下水硝酸盐污染等^[1]。因此, 蔬菜保护地土壤可溶性盐分含量过量是设施蔬菜生产中普遍存在的现象, 已经成为大棚蔬菜生长的主要限制因子。

本试验以陕西杨凌示范区设施栽培菜地为研究对象, 研究设施栽培下的养分状况, 硝酸盐含量, 土壤酶活性及微生物数量。旨在找出合理配置肥、水的方法, 在保证温室作物丰产的前提下, 保持土壤质量维持在较高的水平。

1 材料与方法

土样采自陕西省杨凌区胡家底的蔬菜大棚内(种植蕃茄)。分别于 2004 年 10 月 27 日, 2005 年 3 月 1 日, 2005 年 5 月 10 日 3 次采样。采集棚龄为 1 a(2003 年建棚), 3 a, 5 a, 6 a 的土壤样品(与露地土壤样品做比较)。于 2004 年 10 月和 2005 年 3 月采

集 0~20 cm 和 20~40 cm 的土样。于 2005 年 5 月采集 0~160 cm 的土样(每 20 cm 取样一次)。

土壤有机质; 土壤全氮; 土壤碱解氮; 土壤全磷; 土壤速效磷; 土壤全钾和土壤速效钾均采用标准方法测定; 土壤 pH 值; 水土比 1:1 酸度计法; 土壤脲酶; 比色法; 磷酸酶; 磷酸苯二钠比色法; 过氧化氢酶; 滴定法。

土壤硝酸盐分析: 1 mol/L KCl 浸提, 用连续流动分析仪测定。

2 结果与分析

2.1 土壤的养分状况

土壤的养分状况见表 1。

由表 1 可以看出, 在 0~20 cm 处, 蔬菜大棚土壤中有有机质, 全氮含量明显高于露地, 这与温室大棚普遍施用有机肥有关。2005 年(2 a, 4 a, 6 a, 7 a)的有机质值比 2004 年(1 a, 3 a, 5 a, 6 a)普遍偏低。这与农民在 2004 年 10 月采样时刚刚不久施用农家肥有关。另外的各养分指标比起露地均有不同程度的增加, 这也同时说明了养分在温室土壤中的累积。速效磷和速效钾也呈高度富集状况(磷: 113.61 mg/kg, 钾: 392.88 mg/kg), 已出现次生盐渍化。且棚龄越高此现象越严重。张振华, 姜冷等认为大棚土壤有机质、全氮明显高于露地, 比露地平均高出 42.6% 和 48.5%^[7]。土壤 pH 值大棚均比露地要小

收稿日期: 2005-10-21

基金项目: 陕西省农业攻关项目(2003K03-C8-02)

作者简介: 赵小宁(1978-), 女, 陕西省西安人, 硕士, 主要从事土壤环境化学方面的研究工作。

通讯作者: 吕家珑(1962-), 男, 甘肃民乐人, 博士, 教授, 主要从事土壤化学与环境化学教学和研究工作。

的多,且随着棚龄的增加,pH 有减少的趋势,也说明土壤呈现出了明显酸化的趋势。在这方面的报道也很多,山东寿光是我国蔬菜的主产区之一,但由于大

量施肥,也导致土壤次生盐渍化、土壤酸化、蔬菜硝酸盐含量高、地下水硝酸盐污染等^[6]。

2.2 土壤的微生物状况

表 1 蔬菜大棚土壤养分状况

Table 1 Physical and chemical properties of soil in sunlight greenhouse

采样时间 Sampling time	棚龄 Year (a)	有机质 O·M· (g/kg)	全氮 Total N (g/kg)	碱解氮 Alk·N (mg/kg)	全磷 Total P (g/kg)	速效磷 Avail P (mg/kg)	全钾 Total K (g/kg)	速效钾 Avail·K (mg/kg)	pH
2004	1	12.18	0.39	60.39	0.68	71.08	21.76	376.77	7.05
	3	15.18	1.01	52.5	1.74	102.93	30.67	354.47	7.07
	5	12.14	0.66	137.34	2.19	148.32	37.45	323.07	7.01
	6	21.68	0.88	103.26	0.76	178.96	39.51	688.22	6.8
2005	2	8.28	0.66	40.27	0.67	48.00	12.44	336.71	7.21
	4	15.78	1.63	73.35	1.63	133.09	28.74	382.60	7.05
	6	12.78	1.44	70.83	1.15	85.66	35.93	329.36	7.05
	7	11.86	1.39	75.99	0.99	140.89	35.78	351.82	6.98
平均 Aver·		14.5	1.01	76.74	1.22	113.61	30.28	392.88	7.03
最大 Max·		21.68	1.44	137.34	2.19	148.32	39.51	688.22	7.07
最小 Min		8.28	0.39	40.27	0.67	48.00	12.44	323.07	6.8
露地 Field		11.78	0.36	52.5	0.79	52.45	13.29	346.60	7.68
比露地高 Above field		2.72	0.65	24.24	0.43	61.16	16.99	46.28	-0.65

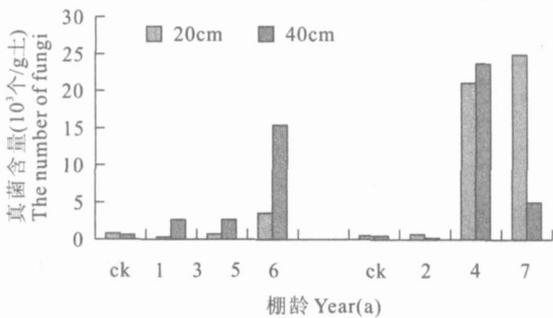


图 1 不同棚龄的土壤真菌含量

Fig. 1 The number of the fungi in different years of sunlight greenhouse

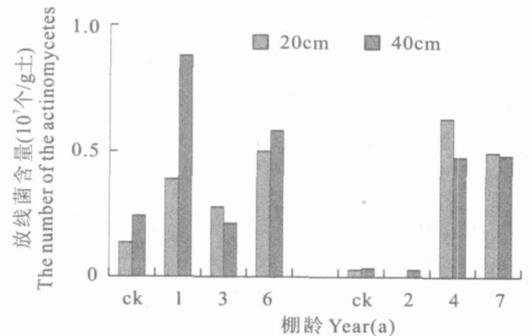


图 3 不同棚龄的土壤放线菌含量

Fig. 3 The number of the actinomycetes in different years of sunlight greenhouse

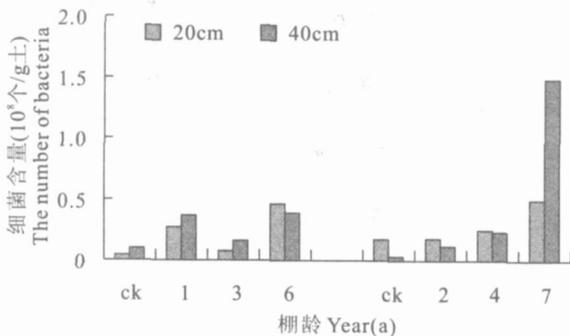


图 2 不同棚龄的土壤细菌数量

Fig. 2 The number of the bacteria in different years of sunlight greenhouse

由图 1、2、3 可以看出,放线菌的在 0~40 cm 处的总含量比露地要高,而放线菌在棚龄大的棚中(6 a 20~40 cm)的值并不是很高,这样可能与该土样的 pH 值(6.8, 6.98)不利于放线菌的生长有关。也有研究者认为从种植年限看,种植年限长的大棚中真菌、放线菌数量较种植年限短的大棚中少,这种状况的产生可能与棚内较高的湿度及较高含盐量对其抑制有关^[12]。而在棚龄大的棚中病害也较严重,这可能因为放线菌大多能产生抗菌素^[13],一方面能提高植物生长,另一方面能拮抗病原微生物,因而放线菌的增加会增加植物抵抗病害的能力。细菌含量在种植年限长的大棚中一般较高,这是因为棚龄越大有

机质较高,有利于微生物的繁殖和积累。真菌的含量总体有所增加。但在 7 a 的棚中(20~40 cm)也出现了减少的趋势。

细菌,放线菌的值在 2005 年普遍下降,而真菌含量普遍升高,这可能与棚中病害有关(经调查棚中病害在蕃茄成熟期达高峰且普遍发生病害)。土壤

微生物的变化无论大棚或露地,都以细菌数量为最多,其次是放线菌,真菌数量居第三。使用年限高的土壤,微生物总含量一般较高。调查表明病害发生的关键在于微生物结构是否合理,而不在于数量多少。

2.3 土壤硝态氮的空间累积

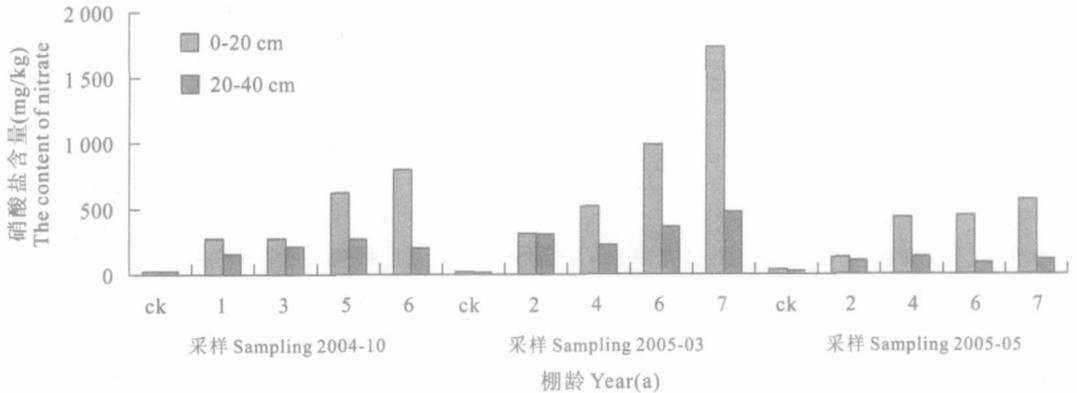


图 4 2004 年和 2005 年 3 次采样的不同棚龄土壤的硝酸盐含量

Fig.4 The nitrate content in different years of sunlight greenhouse from 2004 to 2005

由图 4 可以看出在 2004 年 10 月,2005 年 3 月,2005 年 5 月这三次采样中,土壤硝酸盐的含量在不同的时间呈现动态变化,在作物生长期(2005 年 3 月)达到最大值,在作物芽期及成熟期时最小。但无论怎样其硝酸盐含量始终是随棚龄的增加而增加的。而硝酸盐在 20~40 cm 处的含量都大于露地,这也说明了硝酸盐在表层大量累积。有些研究者^[4]提出硝酸盐大于 280mg/kg 为过量,那么可以说在 4 a 以上的大棚均出现了硝酸盐大量累积这种问题。薛继澄等认为土壤硝酸盐累积是保护地栽培蔬菜生理障碍的主导因子(占阴离子总量的 67%~76%)^[3]。张俊侠、孙德平也认为硝酸盐累积是设施土壤蔬菜生理障碍的主导因子^[2]。

由图 5 可以看出在大于 4 a 的大棚土壤中,在 0~160 cm 的土层中硝酸盐的含量平均值高于 100 mg/kg,显著高于露地土壤,这无疑会增加地下水污染的可能性。而硝酸盐在表层的累积也是很严重的,在 0~40 cm 处硝酸盐的变化最明显,而在 40 cm 后变化趋于平缓。比起露地,2 a 的大棚已在表层出现了土壤硝酸盐的累积。硝态氮沿土壤剖面(尤其是种植 2 a 以上的大棚)垂直方向有向下迁移的趋势。4 a 的大棚土壤硝酸盐含量下层最高,这是因为据相关分析硝酸盐含量与土壤全氮,碱解氮,速效磷钾有关,而它们在 4 年的大棚是最大;同时促进了硝酸盐的向下淋溶。

大量的氮素不为作物吸收而残留土中,不仅成为蔬菜大棚盐分的主要来源,而且还造成了蔬菜和土体中硝态氮的累积。

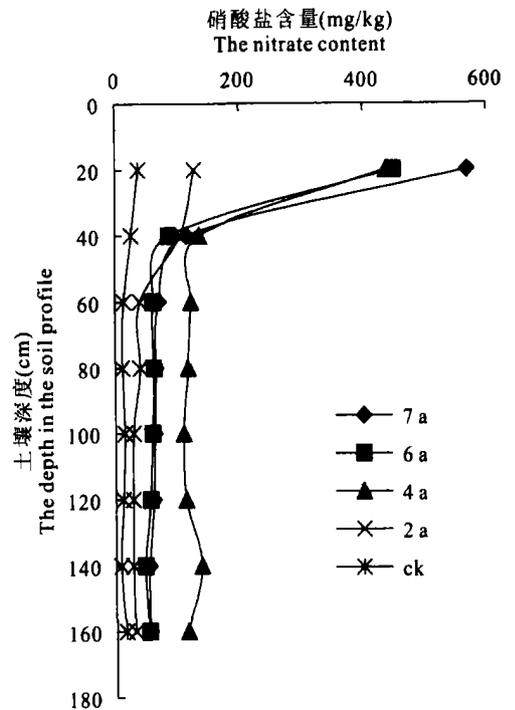


图 5 不同大棚土壤在不同深度的硝酸盐含量
Fig.5 The nitrate content in the soil profile in the different years of sunlight greenhouse

而据调查,大棚蔬菜氮肥利用不足 10%^[14]。

2.4 土壤的酶活性

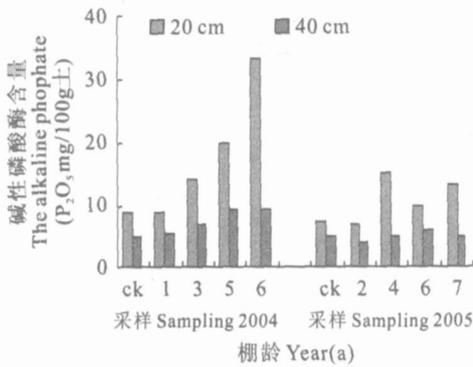


图6 不同棚龄土壤的碱性磷酸酶含量

Fig. 6 The content of alkaline phosphatase in sunlight greenhouse

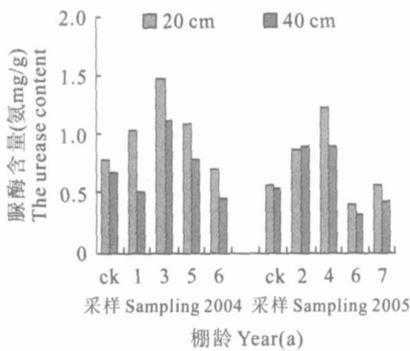


图7 不同棚龄土壤的脲酶含量

Fig. 7 The content of urease in sunlight greenhouse

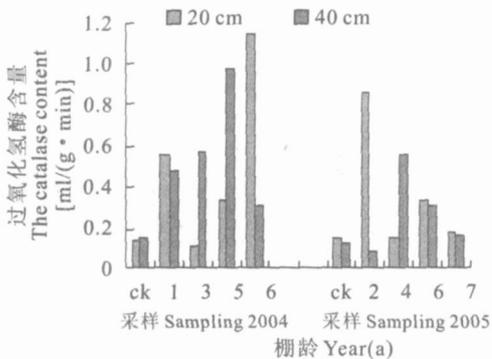


图8 不同棚龄土壤的过氧化氢酶含量

Fig. 8 The content of catalase in sunlight greenhouse

由图6、7、8可以看出与对照相比,三种酶都有所增加。过氧化氢酶的变化在2004年呈现增长趋势,而在2005年呈现递减趋势。贾继文等研究表明土壤酶活性与土壤有机质含量和土壤阳离子交换量显著相关,并做出了相关方程。而在两年的有机质含量与过氧化氢酶的含量比较分析中,也发现了相同的变化趋势。这可能会影响土壤的解毒能力。而

据调查这些大棚龄的大棚,病虫害也最为严重。磷酸酶的含量均大于露地,且随棚龄的增加有增加的趋势。而在2005年3月的碱性磷酸酶含量要小于2004年10月苗期的含量。这与土壤的速效磷含量在第二年显著减少有关。脲酶含量在3a大棚的土壤含量达到高峰然后减少。这与土壤有机质和全氮变化一致。

2.5 各因素相关性分析

为了探讨蔬菜大棚土壤中各测定因素之间的相关关系,利用SAS系统统计软件对其做了相关分析,见表2。

由表2可以看出土壤pH与多种因素存在相关性,这说明pH对土壤有效养分的释放和微生物酶有关。硝酸盐含量与真菌相关性达显著水平,且与土壤的理化性状显著相关。这也说明土壤的酸化、盐渍化之间密切联系。而土壤的酸化减少了土壤有机质的含量,而农民往往又不断增施有机肥,这又增加了土壤硝酸盐含量和土壤磷钾的积累。

过氧化氢酶能破坏土壤中生化反应生成的过氧化氢,减轻对植物的危害;脲酶能促进土壤中含氮有机物尿素分子酰胺态键的水解,生成的氨是植物氮素营养来源之一;磷酸酶能促进各种有机磷化合物的分解,为植物提供有效磷。土壤有效氮与脲酶活性有关。脲酶的作用是极为专性的,它仅能水解尿素生成氨^[8]。脲酶活性低,会造成尿素淋失,但脲酶活性太高,尿素分解太快,则会引起氨的挥发损失^[10],因此大棚土壤应合理施用氮肥,控制脲酶活性,减少氮素损失和对环境的影响。土壤磷酸酶活性不仅受土壤有机质、土壤速效磷、放线菌影响,还受速效钾、pH的影响。过氧化氢酶与土壤有机质、真菌、有效钾有关。另外,土壤酶活性与土壤管理有一定的相关性,耕作、施肥、浇水、使用农药会影响土壤酶活性^[11]。土壤脲酶与土壤碱性磷酸酶和多种肥力性状相关,所以可以把土壤酶作为土壤肥力的评价指标。

真菌与放线菌与土壤理化性状和酶有关。真菌与过氧化氢酶极显著相关,并与硝酸盐含量相关,这可能与植物病害有关(经调查在6、7a的大棚中植物病害最严重)。放线菌与土壤pH值相关,这也说明了放线菌在中性偏碱性的土壤中含率高。

土壤有机质含量与多种因素均相关,而与硝酸盐无关。因此增施土壤有机肥,对于减少盐分危害,增强土壤酶活,增加植物抗病性有显著作用。

表 2 各因素间的相关系数(r)

Table 2 Correlation coefficients between the different analyzable factor in soil in sunlight greenhouse

项目 Item	pH	硝酸盐 Nitrate	细菌 Bacteria	真菌 Fungi	放线菌 Actinomyces	磷酸酶 Phosphatase	脲酶 Urease	过氧化氢酶 Catalase
有机质 O·M·	0.64 * *	-0.45	-0.12	-0.20	-0.46 *	-0.69 * *	0.95 * *	-0.39 *
全氮 Total N	-0.49 *	0.73 * *	0.57 *	0.15	0.56 *	0.58 *	-0.72 * *	0.46
碱解氮 Alk·N	0.61 *	5.3 *	0.03	-0.06	-0.49 *	-0.61 * *	0.71 *	0.22
全磷 Total P	-0.21	0.24	0.23	0.81 * *	-0.02	-0.50 *	-0.23	0.84 * *
速效磷 Avail·P	0.64 * *	0.69 * *	0.20	-0.29	-0.32	-0.50 * *	0.77 * *	-0.39 * *
全钾 Total K	-0.38	0.57 * *	0.25	-0.45 *	0.62 * *	0.35	-0.30	-0.16
速效钾 Avail·K	0.70 * *	0.1 * *	-0.16	-0.17	-0.59 * *	-0.64 * *	0.81 * *	-0.39
pH	—	-0.58 * *	-0.12	-0.15	-0.47 *	-0.56 * *	0.69 * *	-0.30
细菌 Bacteria	-0.12	0.150	—	—	—	0.42	-0.12	-0.04
真菌 Fungi	-0.15	0.48 *	—	—	—	-0.12	-0.20	0.75 * *
放线菌 Actinomyces	-0.47 *	0.03617	—	—	—	0.59 * *	-0.53 *	-0.04
磷酸酶 Phosphatase	-0.56 *	0.43	0.42	-0.12	0.06 * *	—	—	—
脲酶 Urease	0.69	0.3	-0.16	-0.20	-0.53 *	—	—	—
过氧化氢酶 Catalase	-0.30	-0.1	0.05	0.75 * *	-0.04	—	—	—

注:自由度=20

3 结论

1) 土壤中养分的含量在 0~20 cm 处的平均值均大于露地。速效磷和速效钾呈高度富集状况。且棚龄越高此现象越严重。

2) 土壤硝酸盐的含量在植物生长时间内呈现动态变化,在苗期和成熟期较小,在作物生长期达到最大。并且 4 年以上的大棚均出现了硝酸盐大量累积这种现象。硝酸盐与土壤的理化性状显著相关,也说明养分富集对于土壤的破坏。大于 4 年的大棚土壤中,在 0~160 cm 的土层中硝酸盐的含量平均值高于 100 mg/kg,显著高于露地土壤,这无疑会增加地下水污染的可能性。硝态氮沿土壤剖面(尤其是种植 2 年以上的大棚)垂直方向有向下迁移的趋势。

3) 土壤中的微生物数量:细菌>放线菌>真菌;并且,真菌和放线菌与土壤理化性状和酶有关。

使用年限高的土壤,微生物数量一般较高。

4) 各种酶的含量均大于露地,大棚土壤应合理施用氮肥并增加土壤有机肥的施用量,控制脲酶活性,减少氮素损失和对环境的影响。土壤脲酶与土壤碱性磷酸酶与多种肥力性状相关。

参考文献:

- [1] 陈晓红,邹志荣. 温室蔬菜连作障碍研究现状及防治措施[J]. 陕西农业科学, 2002, (12): 16—17.
- [2] 张俊侠,孙德平,司友斌. 设施土壤蔬菜栽培的障碍因子研究[J]. 安徽农学通报, 2001, 7(4): 52—53.
- [3] 薛继澄,毕德义,李家金,等. 保护地栽培蔬菜生理障碍的土壤因子与对策[J]. 土壤肥料, 1994, (1): 75—79.
- [4] Miller RW, Donahue RL. Soil in our environment [R]. Prentice Hall, 1995.
- [5] [日]内海修一. 保护地园艺—环境与作物生理[M]. 北京:农业出版社, 1984.
- [6] 陈晓红,邹志荣. 温室蔬菜连作障碍研究现状及防治措施[J]. 陕西农业科学, 2002, (12): 16—17.

- [7] 张振华,姜冷若,胡永红,等. 设施栽培大棚土壤养分、盐分调查分析及其调控技术[J]. 江苏农业科学,2003,(1):45-47.
- [8] 周礼恺. 土壤酶学[M]. 北京:科学出版社,1988,43-279.
- [9] 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的研究[J]. 山东农业大学学报,2001,32(4):427-432.
- [10] 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.
- [11] 关松荫. 土壤酶与土壤肥力[J]. 土壤通报,1980,1(6):41-44.
- [12] 李文庆,杜秉海,骆洪义,等. 大棚栽培对土壤微生物区系的影响[J]. 土壤肥料,1996,(2):31-33.
- [13] S.A. 瓦克斯曼. 属和种的分类、鉴定和描述(第2卷):放线菌[M]. 北京:科技出版社,1976.
- [14] 马文奇. 山东省作物施肥现状、问题与对策[D]. 中国农业大学学位论文,1999.

The research on soil nutrition and biology activity in the sunlight greenhouse of different cultivation years

ZHAO Xiao-ning, LU Jia-long, BAI Yang-fang, XUE Quan-hong
(Resource and Environmental College, Northwest Sci-Tech University
of Agriculture and Forest, Yangling, Shannxi 712100, China)

Abstract: The nutrient accumulation in soil profiles in sunlight greenhouse and the nitrate content and the microorganism number were determined. In sunlight greenhouse from one to six years and two to seven years, it was found the nutrient accumulation in soil profiles in sunlight greenhouse was almost larger than that of opened fields. With increase of cultivation years, the nitrate content increased significantly. From the nitrate content in soil profiles, we could see that the nitrate eluviation was visible. The relationship of the soil microorganism contents in sunlight greenhouse was as following: bacteria > actinomycetes > fungi. With increase of cultivation years, the soil bacteria and fungi increased. The content of actinomycetes decreased in seven years old greenhouse. The contents of alkaline phosphates, urease and catalase were larger than that of the open fields. The content of alkaline phosphates increased with the increase of cultivation years. The content of urease peaked in 3 years old sunlight greenhouse. The content of catalase was fluctuant. Through the analysis of the different analyzable factor of soil in sunlight greenhouse, we tried to find the reasonable methods of the fertilization and watering.

Keywords: sunlight greenhouse; soil nutrients; nitrate content; soil microorganism; alkaline phosphates; urease; catalase