

# 不同栽培条件下蔬菜塑料大棚土壤尖孢镰刀菌数量的变化\*

申卫收<sup>1, 2, 3</sup> 林先贵<sup>1, 2†</sup> 张华勇<sup>1, 2</sup> 尹睿<sup>1, 2</sup> 段增强<sup>1</sup> 施卫明<sup>1</sup>

(1 中国科学院南京土壤研究所土壤与农业可持续发展国家重点实验室, 南京 210008)

(2 中国科学院南京土壤研究所-香港浸会大学土壤与环境联合开放实验室, 南京 210008)

(3 中国科学院研究生院, 北京 100039)

**摘要** 应用尖孢镰刀菌选择性培养基, 调查了太湖地区不同蔬菜品种、不同栽培年限、不同栽培方式及不同土壤深度的蔬菜塑料大棚土壤中尖孢镰刀菌数量的变化情况。结果显示, 栽种黄瓜的土壤中尖孢镰刀菌数量达  $1.6 \times 10^4$  cfu  $g^{-1}$  干土, 显著大于栽种芹菜和茄子的土壤。随着栽培年限的增加, 土壤中尖孢镰刀菌数量有增加的趋势, 连作 4 a 土壤中尖孢镰刀菌数量比连作 1 a 土壤增加了 22%。与有土栽培相比, 基质槽培土壤中尖孢镰刀菌数量较少, 仅  $1.1 \times 10^4$  cfu  $g^{-1}$  干土, 基质栽培可能是国内今后蔬菜塑料大棚的发展方向之一。随着土层深度的增加, 土壤中尖孢镰刀菌数量逐渐降低, 尖孢镰刀菌很少从表层土向下迁移。这些结果为蔬菜塑料大棚土壤的可持续利用提供了一些初步的微生物学依据。

**关键词** 连作障碍; 土传病害真菌; 尖孢镰刀菌; 土壤健康

**中图分类号** S154.36 **文献标识码** A

我国设施园艺总面积已占世界的 80%, 其中设施蔬菜面积近 200 万  $hm^2$ 。2005 年设施生产的蔬菜(温室大棚种植蔬菜)人均占有量逾 80 kg, 较 1980 年增长近 400 倍, 设施蔬菜人均食用量约 57 kg<sup>[1]</sup>。我国温室大棚蔬菜生产以有土栽培为主, 无土栽培面积约 1 000  $hm^2$ , 其中封闭式系统的面积约占 1%<sup>[1]</sup>。随着我国温室大棚蔬菜面积逐年扩大, 土地利用强度增加, 出现了土壤次生盐渍化、酸化及连作障碍等一系列土壤质量退化问题。土壤中有毒有害物质逐渐累积, 土壤微生物种群数量及结构发生变化, 有害微生物数量增加, 土传病害严重<sup>[2~12]</sup>。

尖孢镰刀菌 (*Fusarium oxysporum*)<sup>[13]</sup> 为典型的土传病害真菌, 是镰刀菌属中的一个重要类群, 属土壤习居菌, 是一类在土壤和有机质中数量多而活跃的腐生菌, 其寄主范围十分广泛, 可引起 100 多种植物发生枯萎病, 导致严重的经济损失。尖孢镰刀菌侵入植株体内是用其孢子萌发管或菌丝体直接从根尖、根部的伤口或是在侧根的形成点进入植株体内并就此在根皮层细胞间生长, 然后可通过木质部的纹孔侵入导管, 而后在导管中向上生长至植株的茎和顶部。从植物病理学方面对尖孢镰刀菌研究

得较多, 但从土壤微生物学领域对其研究相对较少。

土壤微生物是维持土壤质量的重要因素, 微生物学指标能敏感地反映土壤质量的变化, 是土壤质量评价指标体系中不可缺少的组成部分<sup>[14]</sup>。本研究应用尖孢镰刀菌选择性培养基, 首次调查了太湖地区不同蔬菜品种、不同栽培年限、不同栽培方式及不同深度的蔬菜塑料大棚土壤中尖孢镰刀菌数量的变化情况, 为蔬菜塑料大棚土壤的可持续利用提供一些初步的微生物学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 土壤样品采集与处理

供试土壤于 2005 年 12 月采自江苏省宜兴观光农业科技示范园蔬菜塑料大棚。设施栽培条件下的土壤样品分别为: (1) 种植不同蔬菜品种(茄子、黄瓜、芹菜, 连作 4 a); (2) 不同栽培年限(四年、一年蔬菜塑料大棚。每年栽培两季: 第一季种植黄瓜或番茄, 第二季种植黄瓜或茄子, 芹菜终年种植); (3) 不同栽培方式(有土栽培、基质槽培, 栽培蔬菜均为黄瓜, 连作 4 a。基质是由泥炭(50%)、河沙(40%)、炉

\* 中国科学院知识创新工程重要方向项目“温室土壤养分循环特征及生物与环境效应”(Kzcx3-sw-439) 资助

† 通讯作者, E-mail: xglin@mail.issas.ac.cn

作者简介: 申卫收(1979~), 男, 陕西杨凌人, 博士研究生, 主要从事环境与土壤微生物学研究

(1) 中国农业工程学会设施园艺工程专业委员会学术年会, 2006

收稿日期: 2006-08-18; 收到修改稿日期: 2006-10-19

渣灰(5%)、稻壳灰(5%)混合,并经福尔马林消毒后制成。黄瓜先进行育苗,出现两叶一心后在田间定植;以及(4)不同深度土壤(0~20 cm、20~30 cm、30~40 cm和40~50 cm,连作4 a)。随机多点采样,各类土样取3次重复,新鲜土样去除石子、植物根系等杂物后混匀,然后保存在4℃冰箱中待分析。另外取出部分土样风干,过2 mm筛孔,测定土壤总盐含量及pH<sup>[15]</sup>。

### 1.2 细菌、真菌及放线菌数量的测定

土壤中细菌、真菌及放线菌的分离和数量测定采用稀释平板法,28℃恒温培养、计数,每个稀释度重复3次。三大类菌培养基分别为牛肉膏蛋白胨琼脂培养基、马丁氏培养基及高氏1号培养基。

### 1.3 尖孢镰刀菌数量的测定

使用一种非无菌操作的尖孢镰刀菌分离培养基(PEA培养基)进行平板培养计数<sup>[16]</sup>。PEA培养基的具体制备方法为:取去皮马铃薯块200 g加适量水熬煮20 min,取其滤液加琼脂18~20 g煮熔,凉至45~50℃时加入95%酒精17 ml、95%敌克松结晶粉1.0 g、硫酸链霉素0.5~1.0 g,加水补足1 000 ml,搅拌均匀,直接倒制平板。称取10 g土壤于盛有90 ml无菌水的250 ml三角瓶内,振荡10 min,按10倍进行系列稀释。取0.05 ml滴加于PEA平板,均匀涂布后在28℃下进行恒温避光培养,每个稀释度重复3次。3~4 d后计数生成的菌落数。

### 1.4 数据分析

数据统计分析利用SPSS 13.0和Microsoft Excel 2003完成。

## 2 结果与讨论

### 2.1 种植不同蔬菜品种的土壤中尖孢镰刀菌数量

不同作物品种可显著影响其根际土壤微生物种群结构。由于不同作物品种根系分泌物不同,会对其根际的微生物种群进行选择,特别是对土传病害有抑制作用的有益微生物种群<sup>[17, 18]</sup>。另外,作物在生长发育过程中产生的自毒物质会刺激特定的土传病害微生物生长繁殖,从而加重土传病害<sup>[2, 11]</sup>。如图1所示,不同蔬菜品种土壤中尖孢镰刀菌数量各不相同,栽种黄瓜的土壤中尖孢镰刀菌数量达 $1.6 \times 10^4$  cfu g<sup>-1</sup>干土,显著大于栽种芹菜和茄子的土壤。这可能是由于黄瓜根系分泌的自毒物质苯乙炔酸刺激了土壤中尖孢镰刀菌的生长<sup>[2]</sup>。土壤中尖孢镰刀菌数量的多少可能是

蔬菜枯萎病发生的重要原因之一,然而蔬菜枯萎病的发生还可能与根系分泌物、有益微生物种群、植物系统抗性及其相互作用有关,它们之间的关系还有待进一步研究。

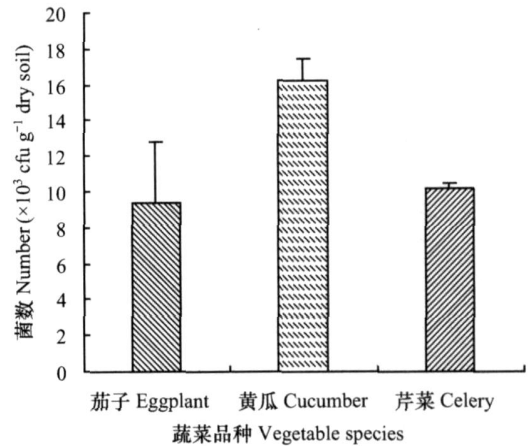


图1 种植不同蔬菜品种的土壤中尖孢镰刀菌数量

Fig. 1 Numbers of *Fusarium oxysporum* in soils cultivated with different species of vegetable

栽种不同蔬菜品种也影响土壤各微生物类群数量。如表1所示,栽种黄瓜的土壤中细菌数量显著高于栽种茄子和芹菜的土壤。栽种黄瓜的土壤中放线菌数量也显著高于栽种茄子的土壤。但不同蔬菜品种土壤中真菌数量没有显著差异。不同蔬菜品种根系分泌物及凋落物的不同,可能是微生物种群数量产生差异的重要原因之一,然而不同蔬菜品种管理措施的不同,也可能是产生这种差异的重要原因。

表1 种植不同蔬菜品种的土壤中细菌、真菌及放线菌数量

Table 1 Numbers of bacteria, fungi and actinomycetes in soils cultivated with different species of vegetable

蔬菜品种 Vegetable species	细菌 Bacteria ( $\times 10^6$ cfu g <sup>-1</sup> dry soil)	真菌 Fungi ( $\times 10^4$ cfu g <sup>-1</sup> dry soil)	放线菌 Actinomycetes ( $\times 10^6$ cfu g <sup>-1</sup> dry soil)
茄子 Eggplant	6.79 $\pm$ 5.56	4.38 $\pm$ 3.91	0.69 $\pm$ 0.20
黄瓜 Cucumber	31.90 $\pm$ 12.94	2.55 $\pm$ 1.26	3.40 $\pm$ 1.64
芹菜 Celery	10.07 $\pm$ 3.16	4.32 $\pm$ 1.13	2.88 $\pm$ 0.95

### 2.2 不同栽培年限土壤中尖孢镰刀菌数量

尖孢镰刀菌数量随着连作年限的增加而增加。如图2所示,连作4 a土壤中尖孢镰刀菌数量大于连作1 a土壤,尽管统计差异不显著。连作4 a土壤

中尖孢镰刀菌数量较连作 1 a 土壤增加了 22%。随着连作年限的增加,蔬菜塑料大棚土壤出现了次生盐渍化与土壤酸化并存的现象。如表 2 所示,连作 4 a 土壤盐分总含量极显著大于连作 1 a 的土壤。连作 4 a 土壤 pH 小于连作 1 a 的土壤。这与不合理施肥有关<sup>[19,20]</sup>。从表 3 可见,连作 1 a 土壤中细菌数量大于连作 4 a 土壤,放线菌数量也显著大于连作 4 a 土壤,但真菌数量却小于连作 4 a 土壤。说明随着连作年限的增加,细菌和放线菌数量有降低的趋势,而真菌数量有增加的趋势。土壤盐分总含量的增加及 pH 的降低,可能使微生物处于胁迫状态,蔬菜根系分泌物随作物生长发育不断减少,也减少了根际微生物所能利用的碳源,同时有毒物质逐渐累积,使微生物种群数量开始下降<sup>[7~9,21]</sup>。随着连作年限的增加,蔬菜根系分泌物与凋落物逐渐在土壤中累积,从而使土壤微生物种群结构发生变化,有益微生物多样性降低,病害微生物数量增加,它们之间的相互作用可能是造成土传病害发生频繁的重要原因<sup>[2,7~9,11]</sup>,但尚需结合微生物分子生态学方法作进一步验证。这也为从微生物学角度揭示蔬菜塑料大棚土壤连作障碍的机理提供了有益的启示。

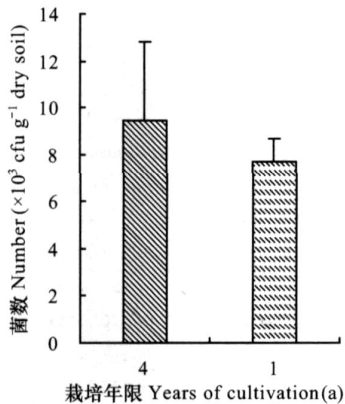


图 2 不同栽培年限土壤中尖孢镰刀菌数量

Fig.2 Numbers of *Fusarium oxysporum* in soils different in cultivation history

表 2 不同栽培年限土壤盐分总含量与 pH

Table 2 Total salt contents and pH values in soils different in cultivation history

栽培年限 Years of cultivation (a)	土壤盐分总含量 Total salt content (g kg <sup>-1</sup> )	pH (H <sub>2</sub> O)
4	3.31 ±1.31	5.06 ±0.32
1	0.43 ±0.07	5.40 ±0.28

表 3 不同栽培年限土壤中细菌、真菌及放线菌数量

Table 3 Numbers of bacteria, fungi and actinomycetes in soils different in cultivation history

栽培年限 Years of cultivation (a)	细菌 Bacteria ( $\times 10^6$ cfu g <sup>-1</sup> dry soil)	真菌 Fungi ( $\times 10^4$ cfu g <sup>-1</sup> dry soil)	放线菌 Actinomycetes ( $\times 10^6$ cfu g <sup>-1</sup> dry soil)
4	6.79 ±5.56	4.38 ±3.91	0.69 ±0.20
1	30.60 ±18.35	2.73 ±0.34	3.01 ±1.62

### 2.3 不同栽培方式土壤中尖孢镰刀菌数量

从图 3 可以看出,在种植同一种蔬菜(黄瓜)条件下,基质槽培土壤中的尖孢镰刀菌数量仅  $1.1 \times 10^4$  cfu g<sup>-1</sup> 干土,小于有土栽培土壤。从表 4 可以看出,有土栽培土壤盐分总含量显著大于基质槽培土壤。有土栽培土壤 pH 显著小于基质槽培土壤。基质槽培土壤基本没有次生盐渍化和酸化现象,蔬菜生长良好,系统抗性较高,土传病害发生较少。通过基质栽培土壤中微生物的代谢活动,可以改良基质的理化性质,进行氮、磷、钾等物质和能量的转化,因此基质微生物可以作为构成基质肥力的重要因素<sup>[22]</sup>。发达国家如荷兰温室蔬菜多为无土栽培,不会造成土壤次生盐渍化、酸化及土传病害等问题。但是由于无土栽培的要求较高,基质栽培可能是今后国内温室大棚蔬菜的发展方向之一<sup>[23]</sup>。从表 5 可以看出,有土栽培与基质槽培土壤中细菌、真菌及放线菌数量统计差异不显著。

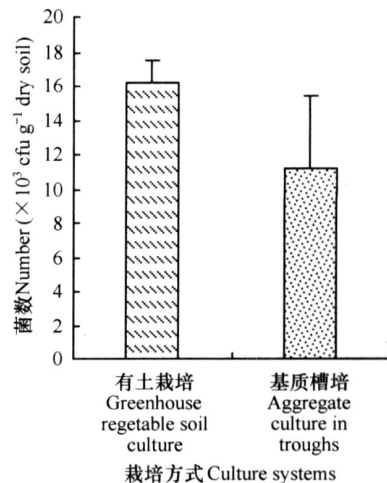


图 3 不同栽培方式土壤中尖孢镰刀菌数量

Fig.3 Numbers of *Fusarium oxysporum* in different culture systems

表 4 不同栽培方式土壤盐分总含量与 pH

Table 4 Total salt contents and pH values in different culture systems

栽培方式 Culture systems	土壤盐分总含量 Total salt content (g kg <sup>-1</sup> )	pH (H <sub>2</sub> O)
有土栽培 Greenhouse regetable soil culture	1.93 ±0.45	5.12 ±0.32
基质槽培 Aggregate culture in troughs	0.79 ±0.07	5.74 ±0.03

表 5 不同栽培方式土壤中细菌、真菌及放线菌数量

Table 5 Numbers of bacteria, fungi and actinomycetes in different culture systems

栽培方式 Culture systems	细菌 Bacteria (×10 <sup>6</sup> cfu g <sup>-1</sup> dry soil)	真菌 Fungi (×10 <sup>4</sup> cfu g <sup>-1</sup> dry soil)	放线菌 Actinomycetes (×10 <sup>6</sup> cfu g <sup>-1</sup> dry soil)
有土栽培 Greenhouse regetable soil culture	31.90 ±12.94	2.55 ±1.26	3.40 ±1.64
基质槽培 Aggregate culture in troughs	17.60 ±9.87	5.36 ±4.10	3.68 ±2.07

#### 2.4 不同深度土壤中尖孢镰刀菌数量

从图 4 可以看出,无论是种植茄子的土壤还是黄瓜采收后的土壤,尖孢镰刀菌数量均随着土层深度的增加逐渐降低。尖孢镰刀菌为好氧微生物,表层土壤溶解的氧气较多,另外表层土壤根系分泌物及凋落物也较多,从而为尖孢镰刀菌的生长繁殖提供了良好的场所。土壤尖孢镰刀菌很少向下迁移,长期监测不同土层深度土壤中尖孢镰刀菌的数量,

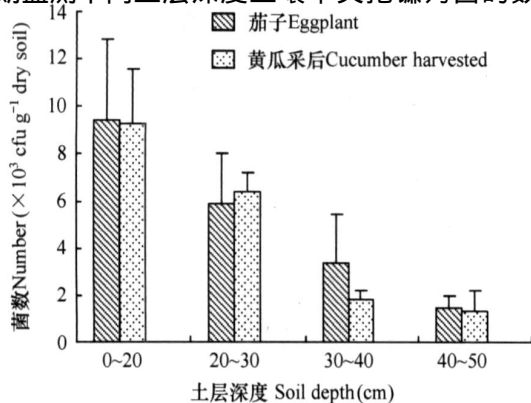


图 4 不同深度土壤中尖孢镰刀菌数量

Fig. 4 Numbers of *Fusarium oxysporum* in soils different in depth

可以为尖孢镰刀菌在土壤中的迁移提供基础数据,从而为蔬菜塑料大棚土壤的可持续利用提供一些依据。不同深度土壤盐分总含量、pH 以及土壤中细菌、真菌和放线菌数量与前人研究结论一致,即随着土壤深度的增加,土壤盐分总含量降低,pH 升高,土壤中细菌、真菌及放线菌数量降低。

### 3 结论

栽培不同蔬菜品种会影响土壤中尖孢镰刀菌数量,栽种黄瓜的土壤中尖孢镰刀菌数量达 1.6 ×10<sup>4</sup> cfu g<sup>-1</sup> 干土,显著大于栽种芹菜和茄子的土壤。随着栽培年限的增加,土壤中尖孢镰刀菌数量有增加的趋势,连作 4 a 土壤中尖孢镰刀菌数量较连作 1 a 土壤增加了 22%。与有土栽培相比,基质槽培土壤中尖孢镰刀菌数量较少,仅 1.1 ×10<sup>4</sup> cfu g<sup>-1</sup> 干土,基质栽培可能是国内今后温室大棚蔬菜的发展方向之一。随着土层深度的增加,土壤中尖孢镰刀菌数量逐渐降低,尖孢镰刀菌很少从表层土向下迁移。这些结果为蔬菜塑料大棚土壤的可持续利用提供了一些初步的微生物学依据。

### 参考文献

- [1] 刘伟,陈殿奎, van Os E A. 无土栽培营养液消毒技术研究与应用. 农业工程学报, 2005, 21 (增刊): 121 ~ 124. Liu W, Chen D K, van Os E A. Research and application of disinfection techniques of nutrient solution in soilless culture (In Chinese). Transactions of the CSAE, 2005, 21 (Suppl.): 121 ~ 124
- [2] Ye S F, Yu J Q, Peng Y H, et al. Incidence of Fusarium wilt in *Cucumis sativus* L. is promoted by cinnamic acid, an autotoxin in root exudates. Plant and Soil, 2004, 263: 143 ~ 150
- [3] 胡元森,刘亚峰,吴坤,等. 黄瓜连作土壤微生物区系变化研究. 土壤通报, 2006, 37 (1): 126 ~ 129. Hu Y S, Liu Y F, Wu K, et al. Variation of microbial community structure in relation to successive cucumber cropping soil (In Chinese). Chinese Journal of Soil Science, 2006, 37 (1): 126 ~ 129
- [4] 吕卫光,余延国,诸海涛,等. 黄瓜连作对土壤理化性状及生物活性的影响研究. 中国生态农业学报, 2006, 14 (2): 119 ~ 121. Lu W G, Yu Y Y, Zhu H T, et al. Effects of cucumber continuous cropping on the soil physic-chemical characters and biological activities (In Chinese). Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2006, 14 (2): 119 ~ 121
- [5] 雷娟利,周艳虹,丁桔,等. 不同蔬菜连作对土壤细菌 DNA 分子水平多态性影响的研究. 中国农业科学, 2005, 38 (10): 2 076 ~ 2 083. Lei J L, Zhou Y H, Ding J, et al. Effect of continuous cropping of different vegetables on DNA polymorphism of soil bacteria (In Chinese). Scientia Agricultura Sinica, 2005, 38 (10): 2 076 ~ 2 083

- [6] 孙光闻,陈日远,刘厚诚. 设施蔬菜连作障碍原因及防治措施. 农业工程学报, 2005, 21(增刊): 184~188. Sun G W, Chen R Y, Liu H C. Causes and control measures for continuous cropping obstacles in protected vegetable cultivation (In Chinese). Transactions of the CSAE, 2005, 21 (Suppl.): 184~188
- [7] 马云华,王秀峰,魏珉,等. 黄瓜连作土壤酚酸类物质积累对土壤微生物和酶活性的影响. 应用生态学报, 2005, 16(11): 2149~2153. Ma Y H, Wang X F, Wei M, *et al.* Accumulation of phenolic acids in continuously cropped cucumber soil and their effects on soil microbes and enzyme activities (In Chinese). Chinese Journal of Applied Ecology, 2005, 16(11): 2149~2153
- [8] 马云华,魏珉,王秀峰. 日光温室连作土壤酚类物质变化及其对黄瓜根系抗病性相关酶的影响. 应用生态学报, 2005, 16(1): 79~82. Ma Y H, Wei M, Wang X F. Dynamics of soil phenols in continuous cropping solar greenhouse and their effects on disease resistance related enzyme activities in cucumber root (In Chinese). Chinese Journal of Applied Ecology, 2005, 16(1): 79~82
- [9] 马云华,魏珉,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. 应用生态学报, 2004, 15(6): 1005~1008. Ma Y H, Wei M, Wang X F. Variation of microflora and enzyme activity in continuous cropping cucumber soil in solar greenhouse (In Chinese). Chinese Journal of Applied Ecology, 2004, 15(6): 1005~1008
- [10] 梁银丽,陈志杰,徐福利,等. 黄土高原设施农业中的土壤连作障碍. 水土保持学报, 2004, 18(4): 134~136. Liang Y L, Chen Z J, Xu F L, *et al.* Soil continuous cropping obstacles in facility agriculture on Loess Plateau (In Chinese). Journal of Soil and Water Conservation, 2004, 18(4): 134~136
- [11] 甄文超,曹克强,代丽,等. 连作草莓根系分泌物自毒作用的模拟研究. 植物生态学报, 2004, 28(6): 828~832. Zhen W C, Cao K Q, Dai L, *et al.* Simulation of autotoxicity of strawberry root exudates under continuous cropping (In Chinese). Acta Phytocologica Sinica, 2004, 28(6): 828~832
- [12] 何文寿. 设施农业中存在的土壤障碍及其对策研究进展. 土壤, 2004, 36(3): 235~242. He W S. Soil problems and countermeasure in facility agriculture in China (In Chinese). Soils, 2004, 36(3): 235~242
- [13] Booth C. The Genus *Fusarium*. London: Commonwealth Mycological Institute, 1971. 130~154
- [14] 孙波,赵其国,张桃林,等. 土壤质量与持续环境. III. 土壤质量评价的生物学指标. 土壤, 1997, 29(5): 225~234. Sun B, Zhao Q G, Zhang T L, *et al.* Soil quality and sustainable environment. III. Biological indicators of soil quality (In Chinese). Soils, 1997, 29(5): 225~234
- [15] 鲁如坤主编. 土壤农业化学分析方法. 北京: 中国农业科技出版社, 2000. 1~10. Lu R K. ed. Analytical Methods of Soil and Agro-chemistry (In Chinese). Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2000. 1~10
- [16] 韩宝坤,杜艳华. 非无菌条件下分离尖孢镰刀菌的培养基. 植物病理学报, 2001, 31(4): 373. Han B K, Du Y H. A Medium without sterile operation isolating for *Fusarium oxysporum* (In Chinese). Acta Phytopathologica Sinica, 2001, 31(4): 373
- [17] Carbeva P, van Veen J A, van Elsas J D. Microbial diversity in soil: Selection of microbial population by plant and soil type and implications for soil suppressiveness. Annual Review of Phytopathology, 2004, 42: 243~270
- [18] Berg G, Fritze A, Roskot N, *et al.* Evaluation of potential biological control rhizobacteria from different host plant of *Verticillium dahliae* Kleb. Journal of Applied Microbiology, 2001, 156: 75~82
- [19] 余海英,李廷轩,周健民. 设施土壤次生盐渍化及其对土壤性质的影响. 土壤, 2005, 37(6): 581~586. Yu H Y, Li T X, Zhou J M. Secondary salinization of greenhouse soil and its effects on soil properties (In Chinese). Soils, 2005, 37(6): 581~586
- [20] Wang H Y, Zhou J M, Chen X Q, *et al.* Interaction of NPK fertilizers during their transformation in soils: I. Dynamic changes of soil pH. Pedosphere, 2003, 13(3): 257~262
- [21] Schwarz D, Ruppel S, Kuchenbuch R. Nitrogen cycle and microorganisms in a hydroponic system as influenced by the amount of nitrogen applied. Acta Horticulturae, 1998, 481: 371~377
- [22] 佟小刚,蒋卫杰,尹明安,等. 无土栽培基质中的微生物及其对作物生长发育的影响. 园艺学报, 2005, 32(3): 544~550. Tong X G, Jiang W J, Yin M A, *et al.* Microorganism in soilless substrates and its effects on crop growth (In Chinese). Acta Horticulturae Sinica, 2005, 32(3): 544~550
- [23] 谢小玉,邹志荣,江雪飞,等. 中国蔬菜无土栽培基质研究进展. 中国农学通报, 2005, 21(6): 280~283. Xie X Y, Zhou Z R, Jiang X F, *et al.* Research advances of substrates in soilless culture of vegetables in China (In Chinese). Chinese Agricultural Science Bulletin, 2005, 21(6): 280~283

**NUMBERS OF FUSARIUM OXYSPORUM IN DIFFERENT GREENHOUSE VEGETABLE SOILS**

Shen Weishou<sup>1,2,3</sup> Lin Xiangui<sup>1,2†</sup> Zhang Huayong<sup>1,2</sup> Yin Rui<sup>1,2</sup> Duan Zengqiang<sup>1</sup> Shi Weiming<sup>1</sup>

(1 State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China)

(2 Joint Open Laboratory of Soil and Environment, Institute of Soil Science and Hong Kong Baptist University, Nanjing 210008, China)

(3 Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

**Abstract** A *Fusarium oxysporum*-selective cultivation medium was used to investigate numbers of *Fusarium oxysporum* in soils under polytunnel greenhouse cultivation different in vegetable species, different in cultivation history, different in culture systems and different in depth. Results show that the number in the soil under cucumber was as high as  $1.6 \times 10^4$  cfu g<sup>-1</sup> dry soil, significantly higher than that in the soils under eggplant and under celery. And the number tended to increase with the years of cultivation, and was 22 % higher in the soil 4 years in history than in the soil only 1 year. It was much lower in the aggregate than in the soil, being only  $1.1 \times 10^4$  cfu g<sup>-1</sup> dry soil. Maybe greenhouse vegetable cultivation using aggregate instead of soil is one way for the country to develop greenhouse vegetables in the future. The number of *Fusarium oxysporum* decreased with the increase in soil depth, indicating that *Fusarium oxysporum* rarely moved into deeper soil. All these findings may serve as primary microbiological bases for sustainable utilization of greenhouse vegetable soils in the future.

**Key words** Continuous cropping obstacles; Soil-borne fungal pathogen; *Fusarium oxysporum*; Soil health