

露地与温室土壤养分及微生物群落特征比较研究

王 珊¹, 李 廷 轩², 张 玎³

(1. 内江师范学院 地理与资源科学学院, 四川 内江 641112; 2. 四川农业大学, 四川 都江堰 611830;

3. 内江市农(畜)产品质量检测中心, 四川 内江 641000)

摘 要:对辽宁省沈阳地区露地、温室 2 种植方式下土壤有机质、全氮、速效养分和微生物区系情况进行了比较研究。结果表明:露地改为温室栽培后土壤有机质、全氮及速效养分累积量均高于露地,其中速效磷、速效钾的增幅最大,与辽宁省保护地土壤肥力分级指标相比,温室土壤速效氮含量较低,有机质含量属中等水平,全氮及速效磷、速效钾含量属高水平;土壤 pH 值整体下降,且温室使用的时间越长,土壤酸化趋势越明显;2 种栽培方式下,土壤微生物都以细菌为主,但从群落结构来看,温室土壤细菌占微生物总数的比例下降,而真菌和放线菌占微生物总数的比例与之相反。

关键词:露地;温室;pH;土壤养分;微生物区系

中图分类号:S 154 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)16-0138-04

我国设施栽培面积从 1981 年的 480 hm² 增加到 2000 年的 1.2×10⁵ hm²,成为世界上设施栽培面积最大的国家。温室作为设施栽培未来主要的发展方向之一,对促进农业增效、农民增收,繁荣农村经济发挥着主导作用^[1]。但采用温室种植,土壤缺少雨水的自然淋洗,加上温室内部高温、高湿等特殊的环境条件,随着时间的延长,它受人为影响的作用更大,本质上已形成一种人为土,其养分状况及微生物群落有可能形成自身的特

点。为弄清露地在改为温室后土壤的理化性质及生物学特点,该研究选择辽宁省重点蔬菜产区沈阳,以不同种植年限的温室和相邻露地土壤作为研究对象,在明确二者化学性质差异的基础上,进一步了解其微生物群落的变化特点,以揭示温室土壤质量演变机制,为其科学施肥、改良和可持续利用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验选取辽宁沈阳温室和露地 2 种栽培条件下的土壤进行调查。

1.2 试验方法

温室土壤的采集按照实际情况选择已连续种植不同年限(2、4、8、15 和 20 a)的温室,在每个年限的温室采集 0~20 cm 土样,每个土样均采用 5 点混合取样法混

第一作者简介:王珊(1983-),女,四川崇州人,硕士,现主要从事土壤环境质量与可持续发展等研究工作。

基金项目:四川省科技厅重点科技自筹资金项目(2010JY0184);内江师范学院本科教学工程实验示范中心资助项目(XSJ201103);内江师范学院青年教师资助项目(12NJZ14)。

收稿日期:2012-05-15

Study on Application Technique of Controlled Release Fertilizer on Apple

QIN Xu¹, GAO Wen-sheng², WANG Yu-xia³, LI Lin-guang³, WANG Min²

(1. Shandong Agriculture Cadres Management Institute, Jinan, Shandong 250100; 2. National Engineering Research Center for Slow/Controlled Release Fertilizers, Linshu, Shandong 276700; 3. Fruit Tree Research Institute of Shandong Province, Tai'an, Shandong 271018)

Abstract: The effect of the using method, time and amount of controlled release fertilizer on apple yield and quality were studied to promote the scientific application of controlled release fertilizer in apple production. The results showed that the furrow application of controlled release fertilizer on apple orchard was suitable. The best fertilization depth was 20 cm. And the appropriated amount of controlled release fertilizer in full fruit period was 2~3 kg per plant, fertilizing in spring only or in spring and summer twice application.

Key words: controlled release fertilizer; apple; application technique

合而成。混合后的土样一部分风干、过筛后测定其理化性质,另一部分鲜样过 2 mm 筛后,于 4℃ 下保存,用于微生物项目测定。采集紧邻温室处露地土壤作对照(CK,种植年限 0 a),其栽培作物与温室尽量一致。

1.3 项目测定

测定项目包括土壤 pH、有机质、全氮、速效养分和微生物区系。其中化学性质测定采用常规分析方法^[2];微生物区系采用稀释平板法^[3];细菌用牛肉膏蛋白胨培养基,放线菌用高氏一号培养基,真菌用马丁氏(Martin)培养基。

2 结果与分析

2.1 土壤 pH 变化

露地改为温室后,土壤 pH 整体有所下降(图 1),温室土壤 pH 平均值为 6.1,较露地(CK)下降了 4.4%,但 t 检验显示两者之间差异不显著。从种植年限来看,温室使用 2 a 后,pH 开始逐渐下降,且温室使用的年限越长,这种降幅越大。方差分析显示,除使用 4 a 和 8 a 的温室土壤 pH 差异不显著(SPSS 17.0-LSD 法-0.05 水平)外,其余使用了各年限的温室土壤两两之间差异显著。其中使用了 20 a 的温室大棚与使用 2 a 相比降幅高达 23.1% (**表示达到极显著水平 SPSS 17.0-LSD 法-0.01 水平),说明此时温室土壤酸碱度与使用初期相比已经发生了剧烈变化。

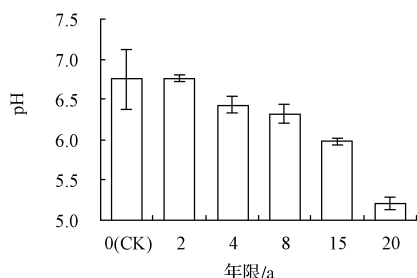


图 1 不同种植年限温室土壤 pH 变化

Fig. 1 Variety of soil pH in greenhouse for different years

2.2 土壤有机质、全氮及速效养分的变化

温室土壤有机质、全氮及速效养分含量较露地土壤高、变幅大(表 1),各项指标含量较露地分别增加了 66.9%、83.3%、87.1%、238.8%、164.2%。从变异系数上来看,露地(CK)土壤变异系数小,除速效氮外,均未超过 6%,温室土壤变异系数普遍在 10% 以上,速效养分更超过了 20%,其中速效磷更是对照的 8.3 倍,这与温室的不同使用年限有关。

分析不同种植年限温室土壤有机质、全氮和速效养分变化(图 2、图 3),有以下趋势:一是有机质、全氮、速效氮、速效磷含量随时间变化都具有类似波浪形的升高-降低-升高-降低的特点,基本可分为 4 个阶段:第 1 阶段为使用初期(0~4 a),含量呈增加趋势;第 2 阶段(4~8 a),

含量呈降低趋势;第 3 阶段(8~15 a),含量又呈增加趋势;第 4 阶段(15~20 a),含量稳中略有下降。二是速效钾含量随时间变化与速效磷相同,也呈升高-降低-升高-降低的特点,但在 2 a 时即出现最大值,时间段上可分为 0~2、2~8、8~15、15~20 a。综上所述,养分随温室使用时间的延长,其变化更剧烈,尤以速效磷、速效钾最明显。在温室使用到第 8 年,各项指标含量都降到了最低,基本上可以 8 a 作为化学性质的一个变化周期。

表 1 不同种植年限温室土壤有机质、全氮、速效养分含量的分析与统计

Table 1 Contents of organic matter, total nitrogen, available nutrient in greenhouse for different years

项目	含量		CV	
	CK	温室	CK	温室
有机质/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	14.8±0.2	24.7±2.9	1.7%	11.9%
全氮/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	1.8±0.1	3.3±0.5	5.9%	10.4%
速效氮/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	28.0±4.4	52.4±12.2	15.8%	23.2%
速效磷/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	84.5±4.4	286.3±109.3	5.2%	43.0%
速效钾/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	85.2±4.9	225.1±63.2	5.7%	28.4%

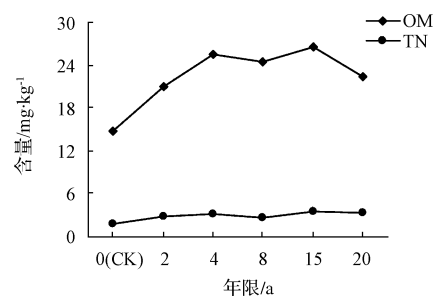


图 2 不同种植年限温室土壤有机质及全氮含量变化

Fig. 2 Variety of soil OM, TN in greenhouse for different years

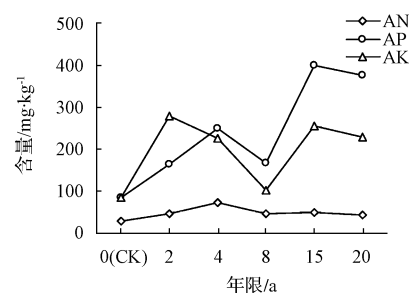


图 3 不同种植年限温室土壤速效养分含量变化

Fig. 3 Variety of soil available nutrient in greenhouse for different years

对照辽宁省保护地土壤肥力分级指标^[4]可以看出,除全氮外,露地土壤其余各指标含量在中等及以下。温室土壤全氮、速效磷、速效钾含量都在高水平范围,有机质含量属中等水平,速效氮含量和露地一样都偏低。对数据进一步分析发现,全氮及速效磷、钾处于高水平的温室分别占 75.0%、100.0%和 87.5%,分别超过高等级指标界限值的 2.2、2.9 和 1.5 倍。

2.3 土壤微生物群落结构

微生物数量多、区系复杂,表明土壤微生态系统平衡,有利于作物的健康生长。数据分析表明无论采用露地还是温室的种植方式,土壤中微生物大多以细菌为主,能占到微生物总数的85%以上(表2),但从菌落的组成结构上来看,二者有所差异。露地土壤B/F值为39.9,采用温室种植后,平均值降为39.1。分析细菌、真菌、放线菌所占微生物总数比例,发现由露地改为温室种植,细菌所占比例下降了2.5%,真菌和放线菌分别上升了0.5%和2.0%,说明细菌的数量减少的更快。

表2 不同种植年限温室土壤微生物群落结构

Table 2 Configuration of microflora in greenhouse soil for different years

年/a	微生物数量				细菌与真菌的 比值(B·F ⁻¹)
	细菌(×10 ⁴)	真菌(×10 ³)	放线菌(×10 ³)	总数(×10 ⁴)	
0(CK)	47.1	11.8	16.0	49.9	39.9
2	98.9	17.0	20.7	102.7	58.1
4	15.5	4.3	13.9	17.3	36.3
8	19.2	10.0	19.1	22.1	19.2
15	78.6	34.2	36.5	85.7	23.0
20	107.7	18.4	34.3	113.0	58.7

为便于分析土壤微生物群落结构随时间变化的特点,并消除各数量级带来的不便,将对照(CK)各指标数量设为1,其余不同使用年限温室土壤微生物数据与之相比,得到微生物群落结构比例变化图(图4)。从图4可以看出,随温室使用时间的延长,各指标的最低值都出现在温室使用4 a,细菌、真菌、放线菌、微生物总数变化都具有升高-降低-升高的特点,在使用初期(0~2 a),各指标均呈上升趋势;随后(2~4 a)迅速下降;温室使用4 a后各指标又逐渐上升。由于土壤微生物主要以细菌为主,二者间相关性十分显著($r=0.999^{**}$),因此细菌与微生物总数变化趋势完全一致。真菌与放线菌变化不同处在温室使用4 a后,细菌数量一直呈上升趋势,而前者在温室用到15 a达到最大值之后又有所下降,但仍高于设施使用15 a前的数量。方差分析表明,温室使用4 a时微生物各群落数量与其它年限差异显著。

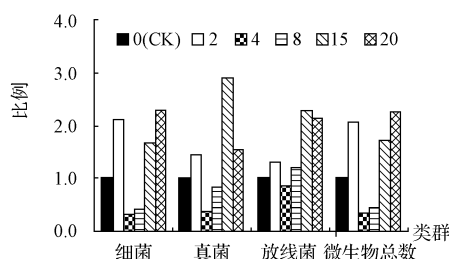


图4 不同种植年限温室土壤微生物群落结构比例变化

Fig. 4 Changes of greenhouse soil in the proportion of structure for different years microflora

3 讨论

温室种植是一种以节约能源为特色的高效实用的生产技术,在我国,使用温室栽培的作物已从蔬菜拓展到花卉、果树、中药材等高附加价值的经济作物,温室的功能也从冬季的保温、增温拓展到夏季的遮阳、降温 and 防雨、防虫。采用温室种植,其优势众多,但从该研究中发现与露地种植相比,仍具有以下问题。

3.1 有机质含量不高

露地土壤改为温室种植后,有机质虽有明显积累,但总体含量并不高,仅达到“辽宁省保护地土壤肥力分级指标”的中等水平(20~30 g/kg)。据调查,研究区域虽然有机肥的投入量大,但以施用鸡粪为主,其C/N小,容易分解,温室内温度较高,微生物活动强烈,因此有机质矿化快。有机质的降低,使得温室内部的CO₂也减少,影响作物的光合作用,同时有机质分解过程中产生的有机酸、热和局部高浓度的铵盐亦会影响蔬菜作物的正常生长^[5]。调查还发现,部分农户施用未腐熟的家禽粪便,其中含有许多对蔬菜或人体有害的病原菌及害虫,不仅污染土壤,影响蔬菜的产量和品质,也降低了温室的经济效益。因此施腐熟的优质厩肥和有机质含量较高的有机肥,增加土壤有机质含量,可以提高设施土壤的肥力水平,有利于提高蔬菜的产量和品质。

3.2 养分比例失衡

调查中发现,温室种植主要以番茄、辣椒和茄子的连年轮作为主,有机肥的年投入量高达105.0~677.1 t/hm²,而露地几乎不施用任何有机肥;化肥的使用量每年在203.0~860.9 t/hm²之间,是露地的3.8~14.4倍。温室的施肥量远高于露地,因此养分含量也高,土壤养分含量的增加,为温室作物的高产创造了良好条件。温室土壤速效养分磷富、钾丰的特点,这与习惯及传统有关,该区域农户大多偏重施用磷酸二铵、磷酸二氢钾等复合肥,大量肥料在提高作物产量的同时,也造成一些温室,特别是使用较长年限的温室,土壤表层产生一定养分和盐分积累,形成局部高浓度的盐分,影响了作物的生长。由于作物对离子具有选择吸收性,长期种植单一农作物,还会降低速效养分的利用率,造成养分间比例失衡,加重作物的病虫害,反而影响设施蔬菜的质量^[6]。肥料的大量施用,不仅造成资源的浪费,还会进一步引起土壤养分失衡、微量元素缺乏、次生盐渍化、环境污染等问题。减少磷、钾肥的使用和种植品种的多元化,有助于改善土壤养分比例失调。

3.3 土壤酸化及微生物群落结构失衡

该研究中,有87.5%的温室土壤pH都在6.5以下,使用20 a的温室土壤pH已降到5.2。即使pH值

变化约 0.5 个单位,对土壤微生物活性、养分及微量元素有效含量都有较大影响^[7-9]。土壤酸化导致铝、锰和氢对植物的毒害及微量元素的缺乏。温室土壤一般重施化肥,其副成分中的 SO_4^{2-} 及 Cl^- 等强酸性阴离子的施入是导致土壤 pH 下降的主要原因,而铵态氮肥的施用则加速了土壤的酸化^[10-11]。从微生物种类和数量讲,细菌和放线菌种类多、数量多对植物健康更有利,不仅有利于土壤养分的转化,而且可以通过营养抗性来抵御和抑制有害生物如土传病害的生长繁殖^[12-13]。该研究中,温室土壤细菌的减少和放线菌、真菌的比例增大,导致微生物种群结构失衡,影响各元素在土壤—植物中的循环,长此以往,将对作物产量、品质、土壤质量产生不利影响。从温室使用的年限来看,微生物数量级群落结构在设施使用 4 a 后都有较大变化,而从养分上来看,温室使用 8 a 时才有较明显的变化,表明用微生物指标可以更快反映温室土壤性质的差异性。温室管理中要重视土壤的酸碱度,这对肥料的合理施用、提高作物产量、保持微生物菌群的健康生长和实现土地的可持续利用都具有重要的理论与实践意义。

4 结论

该研究初步揭示了辽宁省沈阳地区露地及温室土壤有机质、全氮、速效养分、微生物结构的变化特点。在目前生产条件下,从露地改为温室后土壤 pH 下降了 4.4%,使用时间越长,pH 下降越快,如使用了 20 a 的温室大棚与使用 2 a 相比下降了 23.1%。土壤有机质、全氮及速效养分含量高、变幅大;随温室使用时间变化,各指标都具有类似波浪形的升高-降低-升高-降低的特点;土壤速效养分集中表现为速效磷、速效钾大量盈余。土

壤中微生物大多以细菌为主,改为温室种植后,细菌所占微生物总数比例下降了 2.5%,真菌和放线菌所占比例分别上升了 0.5%和 2.0%,细菌的数量减少的更快;温室使用 4 a 时微生物各群落数量与其它年限差异显著。研究区存在的问题主要包括土壤有机质含量不高、养分比例失衡、有酸化趋势、微生物群落结构失衡,这在今后设施蔬菜的生产和发展中须加以重视。

参考文献

- [1] 李式军. 设施园艺学[M]. 北京:中国农业出版社,2007.
- [2] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,1999.
- [3] 中国科学院南京土壤研究所微生物室. 土壤微生物研究法[M]. 北京:科学出版社,1985.
- [4] 肖千明,高秀兰,姜春荣,等. 辽宁省蔬菜保护地土壤肥力现状分析[J]. 辽宁农业科学,1997(3):17-21.
- [5] 王介元. 土壤肥科学[M]. 北京:中国农业出版社,1997.
- [6] 贾继文,晁俊华,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,2001,32(4):429-432.
- [7] 于君宝,王金达,刘景双,等. 典型黑土 pH 值变化对微量元素有效态含量的影响研究[J]. 水土保持学报,2002,16(2):93-95.
- [8] 谢开云,董幕新,刘更另. 红壤丘陵区三种土壤生土熟化初期的养分和 pH 变化特征[J]. 中国农业科学,1994,27(6):33-40.
- [9] 王涵,王果,黄颖颖,等. pH 变化对酸性土壤酶活性的影响[J]. 生态环境,2008,17(6):2401-2406.
- [10] 徐仁扣,Coventry D R. 某些农业措施对土壤酸化的影响[J]. 农业环境保护,2002,21(5):385-388.
- [11] 李海云,王秀峰. 不同阴离子化肥对设施土壤理化性状的影响研究[J]. 中国生态农业学报,2004,12(4):126-128.
- [12] 吴建峰,林先贵. 土壤微生物在促进植物生长方面的作用[J]. 土壤,2003,35(1):18-21.
- [13] 章家恩,刘文高,胡刚. 不同土地利用方式下土壤微生物数量与土壤肥力的关系[J]. 土壤与环境,2002,11(2):140-143.

Study on Soil Nutrient and Microbial Community Characteristic in Open Field and Greenhouse

WANG Shan¹, LI Ting-xuan², ZHANG Ding³

(1. College of Geography and Resource Sciences, Neijiang Normal University, Neijiang, Sichuan 641112; 2. Sichuan Agricultural University, Dujiangyan, Sichuan 611830; 3. Neijing Quality Inspection Center for Agricultural Products, Neijiang, Sichuan 641000)

Abstract: Compared of soil nutrient and microbial community characteristic in soil of open field and greenhouse in Shengyang Liaoning province. The results showed that the accumulation of organic matter, total nitrogen, available nutrient in greenhouse were higher than that in open field, especially the available phosphorus and available potassium. Compared with Index of Protected Soil Fertility in Liaoning Province, the content of available nitrogen was in low level, while organic matter was in middle level, and total nitrogen, available phosphorus, available potassium were in high level. Compared with soil in open field, soil pH dropped in greenhouse. The more the soil in greenhouse used, the more acidifying. Soil microbial was given priority to bacteria in both two planting patterns. From the community structure, the ratio of soil bacteria to total microbial was decreased, while the ratio of soil fungus or actinomyces was opposite.

Key words: open field; greenhouse; pH; soil nutrient; soil microflora