



蔬菜作物连作障碍研究

——进展与展望

I

吴凤芝等 著

蔬菜作物连作障碍研究

——进展与展望 I

吴凤芝等 著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

蔬菜作物连作障碍研究：进展与展望 I / 吴凤芝等著.
北京：中国农业出版社，2007. 3

ISBN 978-7-109-11537-8

I. 蔬… II. 吴… III. ①蔬菜-连作-文集②作物-连作-研究-文集 IV. S344.4-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 028731 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

责任编辑 戴碧霞

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月北京第 1 次印刷

开本：787mm×1092mm 1/16 印张：14.75

字数：338 千字

定价：26.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误，请向出版社发行部调换)

序 言

我国是世界上的蔬菜生产和消费大国，蔬菜产业已成为我国解决“三农”问题、增强农产品国际市场竞争力、提高人们生活质量、确保食品安全、稳定社会和安置就业等的重要途径之一，尤其是设施蔬菜产业已成为我国农业的重要支柱产业。然而，随着蔬菜产业特别是设施蔬菜产业的发展，高度专业化和集约化的生产方式已成为蔬菜产业化发展的突出特点。这种生产方式在缺乏完整的科学体系的条件下，极易导致由同一作物多茬连作和过量偏施化肥等造成的蔬菜连作障碍，从而严重地影响蔬菜产量、品质和经济效益。

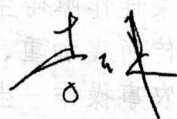
近十余年，我国蔬菜连作障碍越来越严重，已经成为蔬菜产业发展中亟待解决的问题，因而受到政府有关管理部门、科技工作者和广大菜农的重视。自“八五”以来，一些地区设立了相关科研课题开展研究，现已取得了一系列科研成果，并在生产上得以应用，获得了显著的经济和社会效益。国家在“十五”和“十一五”期间分别在“863”计划、科技支撑计划和国家自然科学基金计划中列有此类课题，充分说明蔬菜连作障碍已成为国家科技领域十分关注的重大问题。

蔬菜连作障碍主要包括土壤营养失衡和次生盐渍化、土壤微生物区系恶化和土传病害加重、植株根系自毒物质积累与毒害等，它的发生涉及土壤—环境—农事操作—生物，其发生过程极其复杂，最终导致土壤地力下降，防止及治理不是很容易。目前，解决蔬菜连作障碍问题应从两个方面入手：一是避免菜田形成蔬菜连作障碍的土壤，二是对已形成蔬菜连作障碍的土壤进行改良和有效利用。对已形成蔬菜连作障碍的土壤进行改良和有效利用又可归纳为三条主要途径：一是恢复地力途径，就是通过采取各种措施，消除土壤连作障碍的影响因素，使土壤地力恢复到适宜蔬菜作物生长发育的水平；二是适应地力途径，就是通过选用适宜种类、改良作物品种或选用适宜砧木嫁接等，使其适应土壤环境；三是创造人工地力途径，就是通过创造人工营养，如无土栽培和人工营养基质栽培等，使作物避开发生连作障碍的土壤而正常生长发育。无论是避免菜田形成蔬菜连作障碍的土壤，还是对已发生蔬菜连作障碍的土壤恢复地力，都需要对蔬菜连作障碍的发生机理及土壤地力下降的演变过程进行深入研究，否则难以形成科学有效的防治措施。因此，从这个意义上说，系统研究蔬菜连作障碍土壤地力下降的发生机制及调控措

施,将成为今后相当长时间内的一个重要科研方向。

吴凤芝教授作为我国最早从事蔬菜连作障碍发生机理及防治技术研究的年轻专家之一,自1994年先后承担了黑龙江省教育厅、黑龙江省自然科学基金、国家自然科学基金和黑龙江省博士后基金等课题,在土壤理化性状与连作障碍、土壤微生物及酶活性与连作障碍、根系分泌物与连作障碍、自毒作用与连作障碍、自毒物质与土壤微生物的交互作用等蔬菜连作障碍研究方面做了深入系统的研究,并取得了重要进展,受到了国内外同行的广泛关注。她在国内外重要学术会议上的发言和学术交流,引起了很好的反响。她的这些研究,为解决蔬菜连作障碍问题奠定了良好的理论和技术基础。现在,吴凤芝教授不吝将十余年来的研究成果汇集成我国第一本蔬菜作物连作障碍方面的研究性专著——《蔬菜作物连作障碍研究——进展与展望 I》,相信这本著作的出版,定会促进我国蔬菜连作障碍领域的研究,并成为防止蔬菜连作障碍发生的重要参考书。

值此《蔬菜作物连作障碍研究——进展与展望 I》一书出版之际,受作者之邀,为该书写几个字,既感到高兴,又深感难以胜任。因为我作为一名设施蔬菜的科技工作者,非常高兴有这样一本书的问世,但我对蔬菜连作障碍的研究还很粗浅,不能为读者和作者写出更深刻的问题。不过我相信,有一代更比一代强的年轻科技工作者的努力,我国蔬菜连作障碍的研究一定会有更新进展,蔬菜连作障碍问题一定会得到科学解决。



2006.12.15 于沈阳

前言

蔬菜产业是我国农业的主要支柱产业之一。我国是世界上最大的蔬菜、瓜类生产国和消费国。2004年,蔬菜和瓜类播种面积突破19 707.7万 hm^2 ,总产量62 011.4万t。蔬菜产业已成为农业发展中的高增长带动产业,在社会经济中的地位越来越高。我国的蔬菜产业在增加农民收入、维护社会稳定,扩大出口创汇、平衡我国农产品质量,以及提高人民生活质量、保证食品安全等方面具有不可替代的地位(张真和,2005)。

近年来,随着人们生活水平的提高,人们对蔬菜周年生产均衡供应的需求越来越高,外向型农业的发展带动了设施蔬菜的迅速发展,使设施园艺的栽培面积从1980年的2万 hm^2 发展到2005年的250万 hm^2 ,成为世界上设施园艺面积最大的国家。设施园艺的发展,不仅极大地满足了日益增长的人民生活水平提高的需要,而且业已成为从传统农业向现代农业转变的重要途径和手段。然而,由于有限的耕地面积、栽培习惯以及经济利益的驱动,蔬菜连作现象普遍,即使在正常的生产管理条件下,也会出现产量降低、品质变劣、土壤环境恶化和病害严重等连作障碍现象的发生,不仅严重制约着蔬菜生产的可持续发展,而且也严重影响着生态环境和食品安全性(喻景权,2000)。

随着人们环境保护意识的提高和对食品安全的日益关注,各级政府和蔬菜科技工作者把解决蔬菜连作障碍问题作为重要的研究课题,经过十余年的努力,取得了可喜的成果。连作障碍的原因很多,其中土壤次生盐渍化、土壤微生物(土传病害)和自毒作用是主要原因。近年来,土壤分子生态学和生物化学的发展为蔬菜连作障碍的研究提供了新的研究手段,使人们对土壤环境的认识越来越全面和深入,并把土壤微生物多样性作为衡量土壤生态环境的重要指标,通过农业措施和栽培制度来调控土壤生态环境成为可能,也使蔬菜连作障碍的彻底解决呈现出美好的前景。

作者从1994年开始从事蔬菜连作障碍方面的研究,先后在黑龙江省教育厅(1053007)、黑龙江省自然科学基金(C 9803, C 0215)、国家自然科学基金(30070430, 30370819)和黑龙江省博士后基金的连续支持下,在蔬菜连作障碍中的自毒作用、根际微生态和自毒物质与土壤微生物的交互作用等方面做了较深入系统的研究,并取得了重要进展,受到了国内外同行的广泛关注,曾多次在国内外重要学术会议上特邀发言和进行成果交流。本书集中反映了我们在这一领域的研究成果,记录了作者所领导的研究团队十余年来工作足迹和奋斗历程,是对我们在该领域十余年来的科研工作的总结,也是对多年来各级领导、同行和朋友们给予大力支持的一点回报。

全书共分六篇,比较详细地介绍了土壤理化性状与连作障碍、土壤微生物及酶活性与连作障碍、根系分泌物与连作障碍、自毒作用与连作障碍、自毒物质与土壤微生物的交互作用和蔬菜连作障碍研究进展。共收录相关论文30篇,其中英文6篇。书中大多数内容已在国内外学术刊物上发表或在学术会议上交流。由于论文是在不同的学术刊物上发表

的,考虑到本书的系统性和科学性,作者在保留原发表论文内容的基础上,对论文中的部分内容格式做了一定的修改。随着科学技术的迅猛发展,特别是随着分子生物学和信息技术的发展,国内外同行希望通过新的研究手段,发现和探索新的途径,提供新的研究思路,最后达到通过多种手段和技术彻底解决和预防蔬菜连作障碍的目的,进而促进蔬菜产业可持续发展和食品安全。

本书可以作为从事蔬菜生产、教学、科研工作和相关学科科技工作者的参考书,希望本书的出版可以激发同行的研究兴趣,推动相关学科的发展。特别感谢沈阳农业大学李天来副校长给予的支持和关注。感谢国家自然科学基金和黑龙江省自然科学基金的资助。

吴风芝

2006年11月28日于哈尔滨

目 录

序言

前言

第一篇 土壤理化性状与连作障碍

大棚蔬菜连作年限对土壤主要理化性状的影响	3
哈尔滨市郊蔬菜大棚土壤盐分状况及其影响	9
盐分胁迫下苯丙烯酸对黄瓜幼苗生理特性的影响	12

第二篇 土壤微生物及酶活性与连作障碍

大棚番茄土壤微生物区系研究	21
保护地黄瓜连作对土壤生物化学性质的影响	23
土壤微生物多样性研究方法的进展	28
Study on Optimization of RAPD Conditions for Soil Microbe of Black Soil	35
Effects of Continuous Cucumber Cropping and Alternative Rotations Under Protected Cultivation on Soil Microbial Community Diversity	42
设施黄瓜连作和轮作对土壤微生物群落多样性及产量品质的影响	56
土壤酶研究进展	67
大棚黄瓜连作对根系活力及其根际土壤酶活性影响的研究	74
设施蔬菜轮作和连作土壤酶活性的研究	79

第三篇 根系分泌物与连作障碍

根系分泌物与连作障碍	89
根系分泌物与土传病害关系之研究综述	95
黄瓜根系分泌物对枯萎病菌菌丝生长的影响	101
黄瓜不同抗性品种根系分泌物及其对尖孢镰刀菌数量的影响	104
Allelopathic Effect of Root Exudates of Cucumber Cultivars on <i>Fusarium oxysporum</i>	111

第四篇 自毒作用与连作障碍

酚酸物质及其化感作用	125
苯丙烯酸对黄瓜幼苗膜脂过氧化作用的影响	131
苯丙烯酸对黄瓜幼苗生理特性的影响	142
苯丙烯酸对黄瓜幼苗光合作用和细胞超微结构的影响	149

苯丙烯酸对土培黄瓜幼苗抗氧化酶和脯氨酸含量的影响	157
酚酸类物质对黄瓜幼苗养分吸收的化感作用	164
Effects of Exogenous Cinnamic Acids on Growth and Physiological Characteristics of Cucumber Seedlings	170
Effect of Exogenous Cinnamic Acid on the Structure and Function of the Plasmalemma in Cucumber (<i>Cucumis sativus</i> L.) Seedlings	177

第五篇 自毒物质与土壤微生物的交互作用

浅论酚酸与土壤微生物之间的相互作用	191
外源苯丙烯酸对黄瓜根际土壤细菌多样性的影响	196
Effect of <i>p</i> -Hydroxybenzoic and Cinnamic Acids on Soil Fungi (<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>) Growth and Microbial Population	203

第六篇 蔬菜连作障碍研究进展与展望

设施蔬菜连作障碍原因综合分析与防治措施	215
不同农艺措施对土壤微生物的影响研究进展	222

第一篇

土壤理化性状与连作障碍

本篇收录论文 3 篇，其中 2 篇为 1998 年发表的论文，主要介绍设施蔬菜连作引起的土壤理化性状的变化，包括土壤养分、酶活性、盐分状况、水稳性团粒结构以及盐分胁迫对黄瓜生长发育的影响。第 3 篇论文为“盐分胁迫下苯丙烯酸对黄瓜幼苗生理特性的影响”，是设施内盐分胁迫与自毒物质间的互作问题，表明作为自毒物质的酚酸类物质具有双重作用，即低浓度的酚酸类物质对盐分胁迫具有一定的缓解作用，而高浓度的酚酸类物质则可以加剧盐分胁迫。

本书主要研究对象是黄瓜。黄瓜是设施中主要的栽培种类，具有较强的自毒作用，在蔬菜作物中属中等耐盐作物，同时也是化感作用研究的主要模式作物。在作物连作障碍中，人们首先看到的是理化性状及生长发育的变化，作者也是从这里开始研究连作障碍问题的，进而发现新问题，使我们在该领域的研究不断深入，因此把这一内容作为本书的开篇，以引领读者体会我们的研究思路。

大棚蔬菜连作年限对土壤主要理化性状的影响¹

吴凤芝, 刘德, 王东凯, 栾非时, 王伟, 刘元英

(东北农业大学, 哈尔滨 150030)

摘要: 采用面上调查和定点观测相结合的方法, 分别对哈尔滨郊区不同连作(轮作)年限的大棚土壤的主要养分含量状况、酶活性、水稳性团粒分级及盐积状况进行了研究分析。结果表明, 随着连作年限的增加, 土壤主要养分含量有增加的趋势, 土壤脲酶活性、中性磷酸酶和酸性磷酸酶活性也有增加的趋势; 2~0.25mm 水稳性团粒增加, 土壤物理结构性能有所改善; 土壤化学性状变劣, 出现了盐类积累。

关键词: 大棚蔬菜; 连作; 土壤理化性状

Effect of Continuous Vegetable Cropping in Plastic Greenhouse on the Soil Physicochemical Properties

WU Feng - zhi, LIU De, WANG Dong - kai, LUAN Fei - shi,

WANG Wei, LIU Yuan - ying

(Northeast Agricultural University, Harbin 150030)

Abstract: The main nutrition contents, enzyme activities, qualification of aqueous steady globs and salt accumulation in continuous cropping plastic greenhouse were investigated. Results showed that the amount of main soil nutrients, the activities of soil urease, neutral phosphatase, acid phosphatase and 2~0.25 mm aqueous steady globs increased, and the soil property of physical structure was improved. However, the chemical property of soil became worse and the salt was accumulated.

Key words: Plastic greenhouse, Continuous cropping, Soil physicochemical property

¹ 基金项目: 黑龙江省自然科学基金资助项目

大棚蔬菜栽培面积的迅速发展及栽培年限的增加,使大棚这一特殊的内部生态环境尤其是土壤理化性状发生了很大变化,并且已出现了一些障碍问题。吴志行、薛继澄、童有为等人对保护地栽培土壤的次生盐渍化问题进行了研究^[1,2,3],而对土壤的其他主要理化性状如养分状况、土壤团粒结构等变化趋势等均未见报道。本试验主要是对哈尔滨郊区大棚蔬菜不同连作年限土壤的主要理化性状进行研究,旨在为大棚蔬菜生长发育创造良好环境条件提供理论依据和方法。

1 材料与方法

1.1 材料

选择具有代表性的大棚蔬菜主产区,哈尔滨市道里区建国村、南岗区拉林村、太平区百菜村和红利村为主要试验基点,采取面上调查和定点观测相结合的研究方法,分别对番茄连作 2、4 和 8 年,黄瓜连作 4 和 25 年的大棚进行定点观测,定点定时取样分析。黄瓜品种为‘津研 4 号’,番茄品种为‘L-402’。

1.1.1 定点观测 对南岗区拉林村大棚番茄连作 2、4 和 8 年土壤的酶活性进行定期观测,同时测定土壤团粒结构分级;对大棚黄瓜连作 4、25 年的土壤,在播种整地前进行养分状况分析。

1.1.2 面上抽样调查 分别对不同连(轮)作年限的土壤进行总含盐量、 NO_3^- 和电导率的测定。

1.1.3 栽培方式及施肥特点调查 南岗区拉林村以连作为主,施肥方式以基肥为主,种类以鸡粪、油渣及少量复合肥为主,污水灌溉较多;道里区以黄瓜、番茄轮作为主,施肥方式以鸡粪作基肥为主;东北农业大学、太平区的施肥种类以化肥为主。

1.2 取样方法

1.2.1 土壤取样 在播种前采用梅花 5 点取样,取耕层土壤测定主要土壤养分含量状况及进行土壤水稳性团粒结构分级。

1.2.2 根际土壤取样 在大棚番茄生长发育初期、盛期和末期分 4 次取样,每次每个连作年限取 3 株,测定根际土壤酶活性。

1.3 测试项目及方法

有机质测定采用重铬酸钾容量法;全 N 测定采用凯氏蒸馏法;全 P 测定采用钼蓝比色法;速效 P 测定采用 OLSEN 法;速效 K 测定采用火焰光度法;碱解 N 测定采用扩散法;转化酶测定采用硫代硫酸钠滴定法;脲酶测定采用比色法;过氧化氢酶测定采用高锰酸钾滴定法;磷酸酶测定采用水解酚量法;水稳性团粒测定采用湿筛法;全盐量测定采用水浸提法;硝酸盐测定采用锌粒还原紫外分光光度法。

2 结果与分析

2.1 大棚黄瓜不同连作年限土壤主要养分含量状况分析

对大棚黄瓜连作 4 年及 25 年土壤进行养分含量状况分析, 结果见表 1。表 1 表明, 大棚黄瓜连作 25 年的土壤有机质、全 N、全 P、碱解 N 含量均高于连作 4 年的土壤, 速效 K 的含量却低于连作 4 年的土壤, 说明随着连作年限的增加, 土壤主要养分含量有增加的趋势, 土壤 N、P 养分较丰富, 且当季土壤供应 N 的能力增强, 但供应 K 的能力减弱。这可能是由于大棚蔬菜连年增施有机肥及 N、P 类化肥, 使土壤有机肥及 N、P 养分随连作年限的增加而增加, 但由于 K 肥常被忽视, 致使土壤 K 肥的供应能力相对随着连作年限的增加而减弱。

表 1 大棚黄瓜不同连作年限土壤养分状况

连作 年限	有机质 (%)	全 N (%)	全 P (P_2O_5 %)	速效 P ($mg \cdot kg^{-1}$)	速效 K ($K_2O \text{ } mg \cdot kg^{-1}$)	碱解 N ($mg \cdot kg^{-1}$)	pH
4	6.960	0.308 5	0.335	139.0	192.7	252.0	6.83
25	8.977	0.503 9	0.470	153.0	167.8	423.0	6.75
露地	3.948	0.195 6	0.145	65.0	106.5	162.9	6.97

2.2 连作年限与土壤酶活性

了解土壤酶活性的强弱, 有助于判断土壤的供肥能力, 并可用其作为评价土壤肥力的辅助指标。大棚番茄不同连作年限的土壤酶活性测定结果见表 2。表 2 表明, 转化酶的活性 8 年 > 2 年 > 4 年, 脲酶活性 8 年 > 4 年 > 2 年, 过氧化氢酶活性、中性磷酸酶活性也有 8 年 > 4 年 > 2 年的趋势, 土壤酶活性可以作为评价土壤肥力的一个辅助指标, 从这一点可以初步认为, 连作 8 年大棚番茄土壤的肥力高于连作 4 年的, 连作 4 年的大棚番茄土壤肥力高于连作 2 年的, 即可初步认为随着连作年限的增加有肥力增强的趋势。

表 2 大棚番茄不同连作年限土壤酶活性

测定日期 (月/日)	转化酶 (葡萄糖 $mg \cdot g^{-1} \cdot d^{-1}$)			过氧化氢酶 ($0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ $KMnO_4 \text{ mL} \cdot g^{-1}$)			酸性磷酸酶 ($\text{酚 mL} \cdot g^{-1}$)			中性磷酸酶 ($\text{酚 mL} \cdot g^{-1}$)			脲酶 ($NH_4 - N$ $\text{mL} \cdot g^{-1}$)		
	2 年	4 年	8 年	2 年	4 年	8 年	2 年	4 年	8 年	2 年	4 年	8 年	2 年	4 年	8 年
5/28	24.91	22.19	25.81	2.02	2.01	2.05	2.46	2.68	2.61	2.28	2.56	2.76	36.84	44.61	97.05
6/13	28.78	18.78	32.26	1.61	2.05	2.00	2.53	2.57	2.69	2.18	2.58	2.77	38.28	78.52	55.35
6/20	27.26	17.89	23.98	1.91	2.04	2.06	2.73	2.62	2.65	2.53	2.72	2.76	29.21	31.49	124.49
7/13	26.34	12.53	27.43	1.93	1.99	2.01	2.51	2.63	2.81	2.77	2.41	2.79	29.21	31.49	63.34
平均	26.76	17.85	27.37	1.87	2.02	2.03	2.56	2.63	2.68	2.44	2.57	2.77	33.38	46.52	85.06

2.3 连作年限与水稳性团粒结构

土壤通透性的好坏直接与土壤水稳性团粒的分布相关联, 一般而言, 旱地 2~0.25mm 级团粒反映其通透性状况。为了研究连作对土壤物理结构的影响, 对大棚不同连

作年限土壤的水稳性团粒进行了测定, 结果见表 3。表 3 表明, 连作黄瓜 24 年的大棚土壤, 2~0.25mm 级团粒占 48% 以上, 而 <0.25mm 微团粒只占 42% 左右, 表明土壤团粒的分配较好, 团聚体较多, 土壤结构性能好; 连作番茄 8 年的大棚土壤, 2~0.25mm 级团粒也达约 24%; 露地土壤中, 2~0.25mm 级团粒只占 4.27%, <0.25mm 微团粒高达 94.8%, 说明这种土壤的通透性较差。从表 3 可以看出, 随着连作年限的增加, 土壤中 >0.25mm 级的团粒增加, 说明随大棚种植年限的增加, 因连年培肥对土壤良好结构的形成和稳定有积极作用。同时, 随着大棚连作年限的增加, >0.25mm 的各级别的团粒含量也逐渐增加, 尤以 1~0.5mm 和 0.5~0.25mm 的最为明显, 表现出一种微团粒向大团粒转化的趋势。这表明大棚连作及管理极大地促进了土壤团聚体的形成; 保护地与露地相比, 土壤结构性能得到极大改善。

表 3 大棚连作年限对土壤团粒的影响

种植年限及方式	各级土壤团粒所占比例 (%)					
	7.5mm	5~2mm	2~1mm	1~0.5mm	0.5~0.25mm	<0.25mm
露 地	0.25	0.68	0.45	2.06	1.76	94.80
连作 4 年黄瓜	0.46	1.01	1.99	7.39	5.38	83.77
连作 2 年番茄	0.62	1.16	1.04	8.35	7.60	81.23
连作 4 年番茄	0.59	0.70	1.17	5.63	7.60	84.31
连作 8 年番茄	3.95	2.72	2.28	11.43	9.70	79.08
连作 24 年黄瓜	2.77	6.52	3.80	26.31	18.13	42.47

2.4 大棚连作与盐分积累

对哈尔滨市郊区不同连作年限、不同栽培方式的大棚土壤的盐分含量、EC 值和 NO₃⁻ 含量测定结果见表 4。表 4 表明, 大棚土壤总盐量高于露地 2.1~13.4 倍, 这主要是由于一方面大棚栽培土壤长年覆盖或季节性覆盖改变了自然状态下的水热平衡, 土壤得不到雨水充分淋洗, 致使盐分在土壤表层聚集; 另一方面也是不合理施肥所致。这种盐类聚集随棚龄的增加而增加。从表 4 中还可以看出, 施肥技术直接影响盐类的积累。道里区和南岗区以基肥为主, 种类以有机肥为主, 南岗区连作番茄 8 年, 总盐量 0.294%; 而太平区和东北农业大学以化肥为主, 东北农业大学连作黄瓜 8 年, 总盐量却达 0.392%; 太平区红利村连作 8 年黄瓜, 总盐量 0.468%。当然, 这也可能与连作蔬菜种类有关。但总的趋势是增施化肥比增施有机肥盐量积累快。此外, 硝酸盐的积累与总盐量的积累有相同的趋势, 土壤中硝酸盐的积累会导致蔬菜中硝酸盐的含量超标, 危害人们的身体健康, 因此, 盐类积累问题应引起广泛重视。

表 4 哈尔滨市郊蔬菜大棚土壤 (0~10cm) 盐分含量、EC 值和 NO₃⁻ 含量

(1995 年 5 月)

采样地点	种植方式	棚龄	总盐量 (%)	EC (mS · cm ⁻¹)	NO ₃ ⁻ (mg · kg ⁻¹)	大棚总盐量/露地总盐量	大棚与露地总盐量差值
南岗新春乡	连作番茄	2	1.03	0.31	10.71	2.1	0.056
南岗新春乡	连作番茄	4	1.18	0.35	12.08	2.5	0.071
南岗新春乡	连作番茄	8	2.94	0.85	26.11	6.2	0.247
南岗新春乡	连作黄瓜	15	2.51	0.72	24.09	5.3	0.204

(续)

采样地点	种植方式	棚龄	总盐量 (%)	EC (mS · cm ⁻¹)	NO ₃ ⁻ (mg · kg ⁻¹)	大棚总盐量/ 露地总盐量	大棚与露地 总盐量差值
南岗新春乡	连作黄瓜	24	3.06	0.87	29.02	6.5	0.259
南岗新春乡	黄瓜、番茄轮作	10	2.84	0.81	27.03	6.0	0.237
南岗新春乡	露地		0.47	0.16	5.648	1.0	0
道里区建国村	黄瓜、番茄轮作	10	1.45	0.43	14.62	4.2	0.111
道里区建国村	黄瓜、番茄轮作	5	1.17	0.32	11.03	3.4	0.083
道里区建国村	露地		0.34	0.12	4.05	1.0	0
香坊区东北农业大学	连作黄瓜	8	3.92	1.18	39.10	4.3	0.301
香坊区东北农业大学	露地		0.91	0.28	9.63	1.0	0
太平区百菜村	连作黄瓜	4	2.59	0.74	24.77	7.4	0.224
太平区红利村	连作黄瓜	8	4.68	1.32	43.61	13.4	0.433
太平区红利村	露地		0.35	0.11	4.03	1.0	0

3 结论与讨论

(1) 通过对不同连作年限大棚主要土壤养分状况及酶活性的综合研究表明, 随着连作年限的增加, 土壤主要养分含量有增加的趋势, 土壤脲酶活性、中性磷酸酶和酸性磷酸酶活性也有增加的趋势, 关于这一点还有待进一步研究。

(2) 通过对不同连作年限大棚土壤水稳性团粒结构的研究认为, 随着连作年限的增加, 2~0.25mm 级水稳性团粒增加, 土壤物理结构性能有所改善。说明连作障碍因子不是土壤物理结构。

(3) 通过对不同种植年限大棚土壤的盐分积累情况的研究表明, 随着种植年限的增加, 土壤表层出现盐类积累, 盐渍化可能是造成大棚蔬菜连作障碍的主要因子之一。盐渍化的形成, 可能是由于长期不合理的施肥及大棚土壤长或季节性覆盖得不到雨水充分淋洗所致。

参考文献

- [1] 吴志行, 石海仙, 董明光等. 大棚蔬菜连作障碍及土壤次生盐渍化原因及防止. 长江蔬菜, 1994 (5): 21~23
- [2] 薛继澄, 毕德义, 李家金等. 保护地栽培生理障碍的土壤因子与对策. 土壤肥料, 1994 (1): 4~9
- [3] 童有为, 陈淡飞. 温室土壤次生盐渍化的形成和治理途径研究. 园艺学报, 1991, 18 (2): 159~162
- [4] 吴凤芝, 栾非时, 王东凯等. 大棚黄瓜连作对根系活力及其根际土壤酶活性影响的研究. 东北农业大学学报, 1996 (3): 255~258
- [5] 吴凤芝, 刘德, 王东凯等. 大棚番茄不同连作年限对根系活力及其品质的影响. 东北农业大学学报, 1997 (1): 33~38
- [6] 王伟, 吴凤芝, 王东凯等. 保护地黄瓜土壤真菌区系的研究. 见: 杨谦. 植物病理研究及新技术. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1997. 76~79

- [7] (日) 内治修一著, 郑光华译. 保护地园艺——环境与作物生理. 北京: 农业出版社, 1980
- [8] 西尾道德. 连作障碍の発生につら. 日本土壤肥料科学杂志, 1983, 54 (1): 64~73
- [9] 成田保三郎. 连作障害の対策につら. 日本土壤肥料科学杂志, 1982, 54 (2): 170~178

本文发表在《中国蔬菜》1998年第4期

針村巳翁 三