

听专家田间讲课


设施菜地退化土壤修复技术

金圣爱 李俊良 主编

科学防控、修复土壤次生盐渍化、
酸化、板结、连作障碍、污染等问题，
实现设施菜地土壤可持续管理



非外借

 中国农业出版社



听专家田间讲课



设施菜地 退化土壤修复技术

金圣爱 李俊良 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

设施菜地退化土壤修复技术/金圣爱,李俊良主编.
—北京:中国农业出版社,2017.6

(听专家田间讲课)

ISBN 978-7-109-22881-8

I. ①设… II. ①金… ②李… III. ①蔬菜园艺-设施农业-土壤退化-修复-研究 IV. ①S158.1②S626

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 090237 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

策划编辑 魏兆猛

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2017 年 6 月第 1 版 2017 年 6 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×960mm 1/32 印张: 5.75

字数: 75 千字

定价: 15.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编 金圣爱 李俊良

编写人员 (按拼音顺序排)

丁效东 杜志勇 金圣爱

郝庆照 李俊良 梁 斌

梁素娥 刘庆花

出版说明

CHUBAN SHUOMING

保障国家粮食安全和实现农业现代化，最终还是要靠农民掌握科学技术的能力和水平。为了提高我国农民的科技水平和生产技能，向农民讲解最基本、最实用、最可操作、最适合农民文化程度、最易于农民掌握的种植业科学知识和技术方法，解决农民在生产中遇到的技术难题，中国农业出版社编辑出版了这套“听专家田间讲课”丛书。

把课堂从教室搬到田间，不是我们的最终目的，我们只是想架起专家与农民之间知识和技术传播的桥梁；也许明天会有越来越多的我们的读者走进校园，在教室里聆听教授讲课，接受更系统、更专业的农业生产知识与技术，但是“田间课堂”所讲授的内容，可能会给读者留下些许有



用的启示。因为，她更像是一张张贴在村口和地头的明白纸，让你一看就懂，一学就会。

本套丛书选取粮食作物、经济作物、蔬菜和果树等作物种类，一本书讲解一种作物或一种技能。作者站在生产者的角度，结合自己教学、培训和技术推广的实践经验，一方面针对农业生产的现实意义介绍高产栽培方法和标准化生产技术，另一方面考虑到农民种田收入不高的实际问题，提出提高生产效益的有效方法。同时，为了便于读者阅读和掌握书中讲解的内容，我们采取了两种出版形式，一种是图文对照的彩图版图书，另一种是以文字为主、插图为辅的袖珍版口袋书，力求满足从事农业生产和一线技术推广的广大从业者多方面的需求。

期待更多的农民朋友走进我们的田间课堂。

2016年6月

前言

QIAN YAN

设施蔬菜生产是在人工控制条件下充分利用光、热和土地资源进行蔬菜生产的一种高效栽培方式，是农业增效、农民增收的重要手段，具有良好的经济效益和社会效益。由于采用了一定的设施和工程技术手段，可以充分利用太阳能，改善或创造适合蔬菜生长的环境条件，从而在一定程度上摆脱了对自然环境的依赖，实现周年生产及反季节生产。设施蔬菜产业已成为我国农业中最有活力的新产业之一。设施蔬菜生产在整个农业生产中占有重要地位。由于设施蔬菜种植经济效益高，对农民增收作用明显，在经济利益的驱动下，菜农大量投入肥料、水、农药和劳动力等资源，同时土地利用强度高。高投入、高强度的种植一方面造成生产成本急剧上升；另一方面，大量资源的盲目投入导致集约化设施蔬菜产区土



壤质量下降和环境恶化，由此带来的蔬菜产品安全问题引起了社会广泛关注，威胁到我国蔬菜产业的可持续发展。

设施蔬菜生产中，由于高度集约化、高温高湿、高蒸发量及化肥的盲目过量投入，以及无雨水淋洗等特点，加之缺少土壤休闲、连作重茬和管理不当等原因，致使设施土壤质量下降，土壤退化问题十分突出。土壤退化已成为设施蔬菜生产可持续发展的主要障碍之一。设施蔬菜栽培中土壤退化主要表现在土壤养分大量富集、养分供应不平衡、土壤酸化、土壤次生盐渍化、土壤结构破坏、土壤生物多样性破坏、连作障碍等几个方面。针对以上诸多问题，生产上应采取一定的技术措施进行防控和修复，以保证设施蔬菜生产的高产高效、优质安全和可持续发展。

老一辈土壤科学家陈怀满先生在一次访谈中讲，“修复”是个新名词，从传统来讲，我们过去叫土壤改良。我们国家对土壤质量的改进或改良一直很重视，现在所说的“修复”中还包含管理的内容。潘根兴教授则在《可持续土壤管理：土壤学服务社会发展的挑战》一文中提出可持续

土壤管理的理念。可持续土壤管理包括：维持土壤的自然资源价值，保持和提升土壤功能与生态系统服务，管控日益严峻的土壤退化趋势等，最终构建新型土壤管理技术体系，实现土地利用的多赢。因此设施退化土壤修复技术不仅仅只针对已退化土壤的修复，还应该包含设施土壤退化管控及培肥保育措施。

本书在介绍土壤退化相关理论知识的基础上全面详细介绍了设施菜地退化土壤的修复技术，为广大农业科技工作者及农民朋友提供参考和借鉴，以达到促进设施农业可持续发展的目的。鉴于编者水平所限，书中不妥之处难免，敬请读者批评指正。本书的编写得到了山东省农业重大应用技术创新项目的资金支持，在此表示感谢。

编者

2016年12月

目录

MU LU

出版说明

前言

第一章 | 设施蔬菜的发展与资源投入现状 / 1

- 第一节 设施蔬菜的发展概况 1
- 第二节 设施菜地资源投入现状分析 4
 - 一、水肥投入现状分析 4
 - 二、养分投入现状分析 7
- 第三节 设施菜地土壤存在的主要问题 11
 - 一、设施菜地土壤次生盐渍化问题 11
 - 二、设施菜地土壤酸化问题 19
 - 三、设施菜地土壤板结问题 29
 - 四、设施菜地土壤养分障碍问题 33
 - 五、设施菜地土壤连作障碍问题 36
 - 六、设施菜地土壤污染问题 44



第二章 | 设施菜地退化土壤修复及防控技术 / 48

第一节 设施菜地土壤次生盐渍化防控技术·····	48
一、合理的灌溉措施·····	48
二、生物措施·····	49
三、实行平衡施肥·····	50
四、施用作物秸秆·····	52
五、利用地膜等覆盖物，减少土表盐分积聚·····	53
六、深耕及客土改良措施·····	54
第二节 设施菜地酸化土壤的修复技术·····	55
一、科学合理的施肥·····	55
二、施用石灰等改良剂·····	57
三、其他措施·····	60
第三节 设施菜地土壤板结防控技术·····	62
一、土壤板结及其成因·····	62
二、土壤板结的防控技术·····	64
第四节 设施菜地土壤连作障碍综合 防控技术·····	67
一、合理轮作·····	68
二、土壤综合治理·····	69
三、植物残茬病茬及时安全处理·····	75

四、秸秆生物反应堆技术	75
五、生物防治	78
六、嫁接育苗	79
七、科学合理施肥	80
八、无土栽培技术	81
第五节 水肥一体化技术	82
一、水肥一体化技术优点	83
二、水肥一体化肥料选择标准	86
三、技术种类	88
四、应用步骤	93
五、注意事项	94
第六节 设施菜地土壤养分亏缺防控技术	95
一、根层养分综合调控技术	95
二、测土配方施肥技术	101

第三章 | 设施菜地土壤培肥及改良技术 / 111

第一节 设施菜地土壤培肥技术	111
一、土壤肥力的概念	111
二、设施菜地土壤肥力特征	113
三、设施菜地土壤栽培要求	115
四、设施菜地土壤培肥措施	116



设施菜地退化土壤修复技术 □□□□□□

第二节 换填客土改良及修复技术····· 120

第三节 土壤结构改良技术 ····· 123

一、土壤结构····· 123

二、土壤结构改良技术 ····· 128

第四章 | 设施菜地退化土壤综合修复技术 / 134

第一节 石灰氮日光消毒技术 ····· 134

一、石灰氮的主要作用 ····· 135

二、操作方法····· 139

三、注意事项····· 142

第二节 秸秆生物反应堆技术及秸秆还田
技术····· 143

一、秸秆生物反应堆技术 ····· 143

二、秸秆还田技术 ····· 152

第三节 种植填闲作物 ····· 152

一、填闲作物····· 152

二、填闲作物的作用 ····· 155

三、设施蔬菜种植体系中填闲作物的选择····· 157

四、设施菜田种植填闲作物土壤改良技术····· 158

主要参考文献····· 164

第一章

设施蔬菜的发展与资源投入现状

第一节 设施蔬菜的发展概况

设施农业是依靠现代科学技术形成的高技术产业，是农业实现规模化、商品化、现代化的集中体现，也是农业高产、优质、高效的有效措施之一。自20世纪80年代以来，我国设施农业迅猛发展，取得了巨大进步。我国是世界上设施栽培面积最大的国家，大中城市基本实现了蔬菜的全年供应，蔬菜的人均占有量超过世界平均水平。但我国设施农业存在着重“硬件”设施建造、轻“软件”管理的倾向：大棚特殊的建造结构、高集约化生产程度、高复种指数、高温高湿、高蒸发量、肥料施用量大及无雨水淋洗等特点，致使设施土壤质量下降，出现明显的连作障碍。



目前全国农业设施面积 300 多万公顷，其中大型连栋温室 150 万公顷左右，日光温室 60 万公顷左右，日光温室占北方地区整个温室和大棚面积的 80% 左右。生产以设施蔬菜为主，占设施总面积 95% 以上，但近年来设施果树和花卉以及设施养殖业也在快速发展。设施蔬菜栽培国外已有 100 多年的发展历史，我国设施蔬菜栽培从 20 世纪 80 年代后期全面兴起，90 年代中期是发展高潮，设施蔬菜栽培面积不断扩大。我国设施蔬菜栽培面积由 20 世纪 80 年代不足 0.7 万公顷发展到 2007 年的 337 万公顷，增长了近 500 倍。设施蔬菜总产量达 1.68 亿吨，其面积占全国蔬菜种植面积的 18.7%，产量则占全国蔬菜总产量的 25%；总产值 4 100 多亿元，占蔬菜总产值的 51%（农业部，2008）。

我国设施蔬菜主要分布在环渤海湾及黄淮海地区、长江中下游地区和西北地区，分别占全国的 57%、20%、7.4%，可以解决 2 500 多万人就业，并且可以带动相关产业的发展，创造了 1 300 多万个就业岗位。由此可见，设施蔬菜已经成为我国蔬菜生产的主导产业，它不仅给人们

带来显著的经济效益，同时也产生了一定的社会效益。规模化设施蔬菜生产克服了地域气候障碍对蔬菜生产的影响，解决了季节性蔬菜供应严重短缺的矛盾，保证了蔬菜的周年均衡供应。在突破了传统农业生产系统极易受外界环境和农业资源限制的同时，设施蔬菜的发展还提高了农业资源和劳动力的高度集约化利用效率，提高了农业生产力，使得单位产量和经济效益大幅度提高。

设施蔬菜栽培具有明显的反季节性，与露地栽培相比具有更高的收益，为丰富我国“菜篮子工程”、改善老百姓生活质量做出了巨大的贡献。设施蔬菜栽培在许多地区逐渐形成规模化，已成为农民增产增收和社会稳定的支柱性产业。然而，蔬菜种植区采用“一水一肥，肥大水勤”的粗放管理方式，造成水肥投入过量、生产成本高、水肥效益较低、硝酸盐污染地下水和土壤质量退化等一系列的环境问题。因此，协调设施蔬菜生产的高产、优质、高效和环境友好，对水肥投入提出了很大的挑战。因此，设施蔬菜生产上合理的水肥资源管理及设施菜地退化土壤的保育



修复，对集约化设施蔬菜产区的可持续发展来说具有极其重要的意义。

第二节 设施菜地资源投入

现状分析

设施菜地土壤或保护地土壤是指玻璃温室、日光温室、塑料大棚等园艺设施栽培土壤的总称。

一、水肥投入现状分析

农民传统的种植模式为“一水一肥，肥大水勤，肥随水走”，不合理的灌溉方式导致过量施肥现象较为普遍。目前，日光温室蔬菜生产中普遍采取大水漫灌的沟灌、畦灌和漫灌方式。据调查，山西省盐湖区日光温室种菜的农户，每季灌溉 10~20 次，每次 47~63 毫米，灌溉总量 470~1 200 毫米，平均 767 毫米；山东寿光设施蔬菜生产调查表明，一季的灌溉量高达 1 000 毫米。灌溉量远远超过了作物生长需要和土壤持水