

农技员丛书

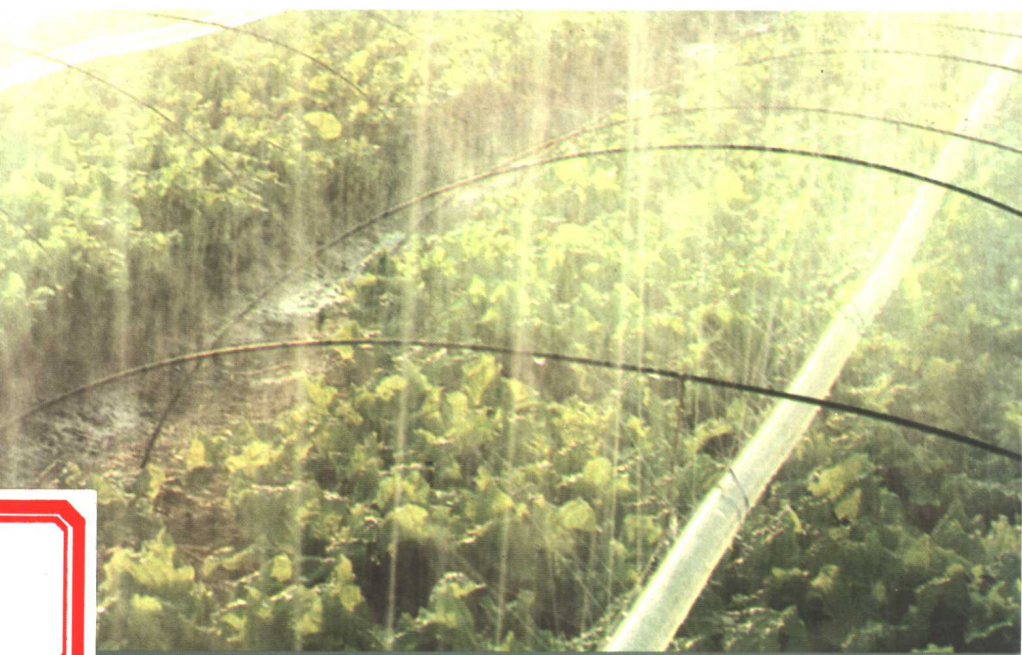
农技员必备



专业户指南

保护地 节水灌溉技术

李援农 马孝义 李建明 编著



中国农业出版社



农技员丛书

保护地节水灌溉技术

李援农 马孝义 李建明 编著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

保护地节水灌溉技术/李援农等编著. - 北京: 中国农业出版社, 2000.9

(农技员丛书)

ISBN 7-109-06482-4

I. 保… II. 李… III. 保护地栽培-节约用水-灌溉-技术 IV. S275

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 32775 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)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 彭明喜

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2000 年 9 月第 1 版 2000 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 7.875

字数: 175 千字 印数: 1~7 000 册

定价: 9.90 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

《农技员丛书》编委会

主 编 刘 坚

副主编 崔世安 贾幼陵 牛 盾 沈镇昭

编 委 (按姓氏笔画排序)

方智远 朴永范 朱宝馨 许维升

沈秋兴 陈江凡 陈萌山 季之华

郝林生 信乃詮 栗铁申 徐百万

徐定人 阎汉平 谢忠明 谢洪钧

出 版 说 明

新中国成立五十多年以来，党和政府高度重视农业技术推广体系建设，使各类农业技术推广机构和队伍得以不断发展壮大，为促进农业科研成果转化和农业科学知识普及，提高广大农民文化科技素质，发展农业生产和振兴农村经济做出了巨大贡献。

目前，我国现有县级以上的种植业、养殖业、水产业和农机化服务业四类农业技术推广机构 16.56 万个；技术推广人员已达到 120 万人，他们是农业技术推广的主力、“二传手”。同时，还有以 15 万个农民专业技术协会、乡村农业技术服务组织和科技示范户为主体的上千万农业技术推广大军，他们直接面向九亿农民，为农民依靠科技致富起到积极的示范作用。

党的十一届三中全会以来，我国农村实行了以农村家庭联产承包为主的多种形式的责任制，极大地调动了广大农民的生产积极性，他们渴望先进的农业生产技术以提高作物产量，于是，杂交种子、地膜覆盖、工厂化育秧、保护地栽培、病虫害防治、机械化耕作等一大批科研成果得以在生产上推广运用。近几年来，随着农产品的生产向着专业化、规模化、商品化的方向发展，各类专业户的涌现，广大农民不再满足产量增加，更加注重农产品的优质、高效生产及其产后精深加工增值。于是，农作物新品种及其配套技术、畜禽杂交优势利用及其规范化饲养技术、配合饲料、网箱围栏养鱼、特种畜禽水产动物养殖、农产品深加工等先进实用技术，通过“二传手”的传播和科技示范户的作用，日益深入农户；农村市场经济体系的建设

和农业产业结构的战略性调整，不仅使广大农民迫切需要新的知识和新的技术，而且对各类农业技术推广人员的知识结构和科技示范户、专业户的技能水平，提出了新的更高的要求。

新的世纪即将到来。为了实现党的十五大提出的 2010 年建设有中国特色社会主义新农村的发展目标，加快推动农村两个文明的建设步伐，中国农业出版社出版了这套国家“九五”重点图书——《农技员丛书》，希望对各类广大农业技术推广人员汲取新的农业科技知识和信息，提高农业技术水平，指导九亿农民依靠科技勤劳致富奔小康有所帮助。

《农技员丛书》的内容，涵盖农业科技的方方面面，包括农作物种植、果树、蔬菜、花卉、食用菌、植物保护、土壤肥料、农业机械、畜牧、兽医、水产等十多个专业的新知识、新信息、新技术、新成果。广大农技员可通过社会化服务的手段，对地（市）、县（区）、乡镇各类农技站进行技术指导；科技示范户、专业户也可通过举办各种形式的培训班、现场指导，向农民传播和普及这些新技术，从而加快我国农业科技成果的转化进程，依靠科技进步，促进我国农业现代化的建设。

2000 年 8 月

序 言

当前，我国农业和农村经济发展已进入了一个新的发展阶段。为了适应新的形势要求，需要对农业和农村经济结构进行战略性调整，开辟农民增收的新途径和新领域，这是今年和今后一个时期农业和农村经济工作的中心任务。

推进农业和农村经济结构的战略性调整，必须坚持面向市场、因地制宜和充分尊重农民的自主权的原则。在此基础上，农业科技必须面向农业和农村经济结构的战略性调整。要重点开发和推广以良种为主的优质高效高产种养技术、以农产品精深加工增值为主的保鲜贮藏及综合利用技术、以生物措施为重点的生态环境建设技术和以节水灌溉为重点的农业降耗增效技术，逐步建立具有世界先进水平的农业科技创新体系，高效率转化科研成果的技术推广体系，不断提高农民科学文化素质的农业教育培训体系。

农业技术推广体系是农业社会化服务体系和国家对农业支持保护体系的重要组成部分，是实施科教兴农战略的重要载体。经过多年努力，我国已初步形成了比较健全的农业技术推广网络，农业技术推广事业有了长足的发展。各级农业技术推广机构在农业技术引进、试验示范和推广应用，开展技术培训和咨询，提高广大农民文化科学素质，推动农业和农村经济发展等方面，发挥了不可替代的作用。特别是《中华人民共和国农业技术推广法》的颁布实施，充分调动了广大农业科技推广人员的积极性，他们深入农业生产第一线直接为农民服务，加速了农业科研成果的转化与应用，为确保农业和农村经济稳定



发展做出了积极贡献。但是，在一些地方，基层农业技术推广机构还存在着人员素质不高等的突出问题，严重影响了农业技术推广体系的稳定和农业技术推广事业的发展。

解决当前农业技术推广体系中存在的一些问题，要认真贯彻落实国务院办公厅转发的《关于稳定基层农业技术推广体系的意见》，进一步稳定农技推广队伍；积极转变农技推广和服务机制；加强农技员培训工作，提高人员素质；大力推广先进实用技术，支持农业结构调整；有关单位要做好农业实用技术的宣传、传播工作。

基于以上要求，中国农业出版社坚持为发展农业、振兴农村经济、农民增收服务的宗旨，以帮助地（市）、县（区）、乡镇各类农技员知识更新和提高农村专业户掌握先进技术使用的水平为出发点，在农业部有关司局和全国农业技术推广服务中心、全国畜牧兽医总站、全国水产技术推广总站、农业部农业机械化技术开发推广总站等单位支持下，组织了农业科研、院校、推广单位的具有知识渊博、实践经验丰富的专家、学者、推广人员编写了《农技员丛书》。该套丛书的内容涉及到种植业、养殖业、农业机械等十多个专业的新技术、新知识、新成果、新信息，具有科学性、先进性、可操作性的特点，它的出版将对百万农技员和千万农村专业户汲取新的农业科技知识和信息，提高农技水平起到积极的作用；同时，广大农技员通过各种形式搞好先进实用技术推广和农民科技培训，一定能够在加快农业科技成果的转化，推动农业生产和农村经济增长中发挥巨大作用，从而为我国农业现代化建设作出新的贡献。

中华人民共和国农业部部长

2000年8月



前 言

保护地生产在丰富蔬菜、瓜果、花卉的花色、品种，提早和延后栽培，周年供应中发挥独特的作用，也是充分利用土地、光照资源，增产增收，发展优质高效农业，实现农业产业化经营和农民脱贫致富的重要途径。随着市场经济的建立和发展，保护地种植面积迅速扩大，发展前景十分诱人。

土壤水分和空气湿度是保护地栽培中的重要因素，灌溉与排水是保护地生产中的最重要环节之一，是提高保护地作物产量与品质的关键；但到目前为止，还缺乏一本较系统介绍保护地节水灌溉的书籍。为此，在中国农业出版社组织下，由西北农林科技大学的有关同志编写了《保护地节水灌溉技术》一书。该书是在收集了国内外保护地节水灌溉与排水及新经验、新技术、新成果的基础上，结合作者多年的工作经验编写而成的。在编写中力求达到科学性、系统性、实用性的统一，但由于我国保护地栽培的历史还不长，在保护地节水灌溉与排水上的研究还不够深入和系统，相关的资料也不多，加上时间仓促、作者的水平所限，编写中难免存在许多问题，敬请同行专家和广大读者批评指正。

全书共分六章，编写人员及分工是：第一章 李建明；第二章 马孝义；第四、六章 李援农；第三、五章 李援农、马孝义。中国农业出版社的彭明喜同志对本书的编写自始至终都给予了极大的关注、支持和热情的帮助。在本书的大纲编写和制订过程中，西北农林科技大学农业水土工程研究所所长、博士生导师康绍忠教授提出了许多宝贵意见和建议。同时在本书的



统稿和校对过程中，得到了王敏侠老师的大力帮助。

本书编写中参阅了大量的国内外研究文献，在此，谨向他们一并表示衷心的感谢。

作 者

2000 年 8 月



目 录

出版说明

序 言

前 言

第一章 绪 论..... 1

一、保护地节水技术在生产中的意义和作用..... 1

（一）保护地栽培在农业生产中的意义和作用 2

（二）保护地灌水技术的现状及存在问题 4

（三）保护地节水灌溉的作用及研究现状 6

二、保护地栽培的设施及其对灌水的要求 9

（一）保护地设施类型、结构及特点 9

（二）保护地环境及其水分调控..... 23

第二章 保护地主要作物的需水规律与合理灌溉 28

一、蔬菜需水量与灌溉制度 28

（一）水对蔬菜生长发育的影响..... 28

（二）蔬菜对水分的要求..... 30

（三）蔬菜的需水规律和需水量估算..... 32

（四）蔬菜的节水灌溉制度..... 34

二、果树的需水规律与节水灌溉制度..... 39

（一）水对果树生长的影响..... 39

（二）果树的需水规律及需水量..... 40

（三）果树的节水灌溉制度..... 42



(四) 常见保护地果树的节水灌溉制度	45
三、花卉的需水规律与合理灌溉	47
(一) 水分对花卉生长发育的影响	47
(二) 花卉的需水规律	49
(三) 花卉的合理灌水	51
第三章 保护地地面灌水技术	57
一、土壤水分与土壤水分入渗的基本知识	57
(一) 土壤水分的形态与土壤水分常数	57
(二) 土壤含水量的测定和表示方法	60
(三) 土壤水分特征曲线	63
(四) 土壤水分入渗	63
二、保护地畦灌技术	65
(一) 畦灌灌水技术的确定方法	65
(二) 保护地蔬菜畦灌技术	68
三、保护地沟灌技术	70
(一) 沟灌技术要素的确定方法	70
(二) 保护地蔬菜的沟灌技术	75
(三) 保护地果树的沟灌技术	77
四、地膜覆盖灌水法	80
(一) 地膜的覆盖方式	80
(二) 地膜覆盖灌水法的形式及其特征	83
(三) 膜上灌水法的节水增产作用	87
(四) 膜孔灌溉技术要素的确定及应用中 需要注意的问题	90
五、保护地其他地面灌水技术	92
(一) 软管灌水技术	92
(二) 保护地中果园节水型地面灌水技术	95



第四章 保护地喷灌与微灌技术	97
一、保护地滴灌技术	101
(一) 滴灌的优缺点	101
(二) 滴灌系统的组成	102
(三) 滴水器	103
(四) 保护地滴灌灌溉系统设计	109
(五) 滴灌系统堵塞及其处理	120
(六) 设计举例	121
二、保护地微喷灌及雾喷技术	128
(一) 微喷灌的特点及其适用条件	128
(二) 微喷灌系统的类型与组成	130
(三) 喷头及过滤器	130
(四) 微喷灌系统规划布置与设计	134
(五) 微喷灌设计应用举例	138
三、保护地地下灌水技术	143
(一) 渗灌技术及其特点	143
(二) 地下滴渗管道	144
(三) 地下灌水系统的设计	145
四、小管出流	147
(一) 小管出流灌溉系统的特点与适用条件	147
(二) 小管出流田间灌水系统的组成	148
(三) 小管出流灌溉系统的设计	149
(四) 毛管直径与允许最大长度	152
五、保护地喷灌技术	152
(一) 喷灌的特点及适用条件	152
(二) 喷灌系统的组成	152
(三) 喷头的选择及其组合形式	154

(四) 喷灌灌水技术要素	155
(五) 喷灌系统规划设计要点	157
六、保护地结合灌水技术	158
(一) 滴灌结合微喷灌法	159
(二) 地面沟畦灌结合微喷灌法	160
(三) 渗灌结合地面畦沟灌法	160
七、供水泵的选用与配套	161
(一) 保护地供水泵的概述	161
(二) 水泵的工作参数	162
(三) 水泵的型号	165
(四) 水泵的选配	166
第五章 保护地灌水施肥及排水设计	170
一、保护地排水的作用	170
(一) 排水不良对保护地作物的危害	170
(二) 保护地作物对排水的要求	172
(三) 暗渠排水的设计	176
(四) 明渠排水的设计	178
二、保护地灌水施肥技术	181
(一) 保护地灌水施肥方式	181
(二) 蔬菜的需肥特点	188
(三) 果树的需肥特点与施肥量计算	194
第六章 保护地的灌排管理及经济效益分析	198
一、用水管理与组织管理	198
(一) 用水管理	198
(二) 组织管理和设备管理	199
二、保护地灌溉中的水量计量	199

(一) 田间量水的任务	199
(二) 管道上的量水装置	200
(三) 渠道量水	202
三、工程运行与维护	216
(一) 水源工程的运行管理与维护	216
(二) 机泵的运行与维护	216
(三) 过滤器的运行管理与维护	218
(四) 管道的运行与维护	219
四、保护地灌排系统经济效益分析	220
(一) 投资	220
(二) 年运行费	221
(三) 效益计算	222
(四) 经济效益分析	224
五、微灌自动控制技术	226
(一) 自动化灌溉系统的分类	226
(二) 自动化灌溉系统组成	226
(三) 简易保护地自动灌溉技术	227
参考文献	229



第一章 绪 论

一、保护地节水技术在生产中的意义和作用

据农业部统计,截至 1997 年底,全国保护地蔬菜栽培面积为 86.71 万公顷,比 1987 年增加了 17 倍;保护地果树栽培面积为 3 万多公顷;连同花卉等其他类作物保护地栽培,全国保护地栽培面积可达 90 多万公顷以上。而且随着我国优质、高效、高产农业政策的实施,近两年还在迅速发展,面积还在不断扩大,预计到 2000 年底保护地栽培面积将会过 100 万公顷大关,将占到全国农田灌溉总面积的 2% 左右。同时,在保护地栽培中,由于保护地的空间或地面有比较严密的覆盖材料,土壤耕层不能依靠降雨来补水,而是完全依靠人为灌溉来补充水分。在大型的保护地设施内实现周年生产的栽培制度,造成保护地栽培中,年总灌溉量较露地同类作物栽培成倍增大。所以,在我国这样一个水资源不足且分布不均的国家,大力推广节水灌溉技术在保护地栽培中的应用,对推动和加快全国节水计划的实现将起到重要的作用。

保护地生产是一种高效农业生产,它对带动节水农业的发展将起到先导推动作用。近年来,我们在许多地方发现,虽然灌溉设施齐全,但是没有充分利用现有灌溉设施,生产效益较低,灌溉设备基本不用或很少使用,节水灌溉设施无法发挥其应有的效用。而保护地栽培中一般经济效益较高,投资者积极性也较高,所以在推广节水灌溉技术过程中,应首先重视保护



地节水灌溉的实施。

(一) 保护地栽培在农业生产中的意义和作用

1. 保护地栽培在农业生产中的意义

(1) 调节市场供应 增加市场花色种类。保护地生产主要是在不适宜作物生长发育的寒冷或炎热的季节进行生产,达到周年生产,周年供应。保护地栽培使北方地区冬春季新鲜果品、蔬菜、花卉当地供应成为现实,使南方地区在炎热的季节生产出露地无法生产出来的园艺产品,使近年全国南北市场出现了淡季不淡的园艺产品供应新景象;为丰富城乡人民的果菜篮子和美化环境做出了重要贡献。例如,北方地区在塑料日光温室中栽培油桃,3月下旬果实成熟上市;葡萄4月下旬开始采收上市,比露地栽培提前60~100天上市。利用日光温室生产喜温性蔬菜基本上达到了周年生产、周年供应,旺季淡季差距极小。保护地花卉栽培实现了南方生态型种类在北方生产。

(2) 提高产量,增加产值 利用保护地设施进行作物栽培,延长了的生长时间,创造出比露地更为适宜作物生长发育的温、光、水、气等环境条件,产量一般较露地栽培有很大的提高。例如,利用温室栽培番茄,每平方米产量最高可达75千克,而露地栽培每平方米最高只有25千克。由于保护地生产产品供应期比大田露地大量生产产品上市期推迟或提前,市场供应量较少,产值较高。例如,陕西杨凌1998年667米²温室果树栽培收入2万~8万元,蔬菜栽培收入也在2万~4万元以上,花卉栽培收入达10万元左右。比露地生产经济效益提高50%以上。

(3) 充分利用土地 保护地生产使寒冷冬季的冬闲地得到利用,进行正常的作物生产。利用保护地设施进行无土栽培使非耕地可以种植作物,扩大了耕地面积。同时,保护地生产能够充分有效地利用庭院、墙边、河沿、坡地等建造塑料日光温