

国家星火计划培训丛书



现代耕作新技术

——气雾栽培

主编 科学技术部农村科技司

编著 徐伟忠 杨连成 邓卫杰



中国农业大学出版社

CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS

国家星火计划培训丛书

现代耕作新技术——气雾栽培

主 编 科学技术部农村科技司

编 著 徐伟忠 杨连成 邓卫杰

参 编 陈银华 林伟洋

中国农业大学出版社

• 北京 •

图书在版编目 (C I P) 数据

现代耕作新技术——气雾栽培 / 科学技术部农村科技司主编；徐伟忠，杨连成，邓卫杰编著. —北京：中国农业大学出版社，2016.8
ISBN 978-7-5655-1692-2

I. ①现… II. ①科… ②徐… ③杨… ④邓… III. ①蔬菜园艺
IV. ①S63

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第195132号

书 名 现代耕作新技术——气雾栽培
作 者 徐伟忠 杨连成 邓卫杰 编著

策划编辑 张 蕊 张 玉

责任编辑 张 蕊

封面设计 龙 腾

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路2号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62818525, 8625

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617, 2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

E-mail cbsszs@cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 廊坊市蓝海德印刷有限公司

版 次 2016年8月第1版 2016年8月第1次印刷

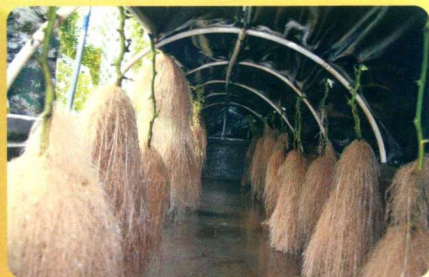
规 格 850×1 168 32开本 7.375印张 198千字 彩插2

定 价 20.00元

图书如有质量问题本社发行部负责调换



叶菜类根系



番茄根系



黄瓜根系



红甜菜根系



叶菜类生产



黄瓜与叶菜套种



番茄与叶菜套种



特菜类立柱栽培

首长对气雾栽培技术的重视



解放军总后廖锡龙部长、孙大发政委等先后亲临解放军总后农副业科技服务站视察，对科技兴农工作取得的成绩给予了充分肯定和高度评价。

媒体对气雾栽培技术的关注



2010年6月和2013年4月，国防部网站、中国军事图片中心、解放军报分别以图文形式介绍了解放军总后农副业科技服务站农业科技成果。

解放军总后农副业科技服务站气雾培基地风采



◀ 立柱式雾培

梯架式雾培 ▶



◀ 瓜果叶菜套种模式

塔形雾培 ▶



解放军总后农副业科技服务站气雾培基地风采



◀ 槽式雾培

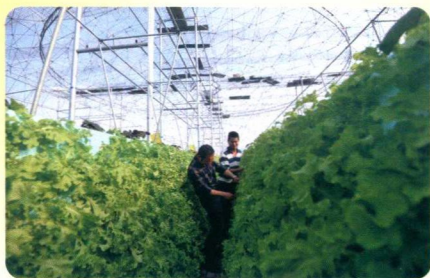
拱形雾培 ▶



◀ 鸟巢型雾培蔬菜工厂温室

物联网智能化管理 ▶





鸟巢温室型雾培工厂



日光温室型雾培工厂



玻璃温室型蔬菜工厂



拱型温室蔬菜工厂



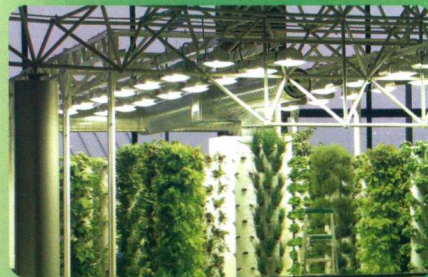
城市屋顶立柱雾培



都市阳台的桶式与管道化雾培



果树的管道化雾培



室内补光型迷你蔬菜雾培

《国家星火计划培训丛书》编委会

顾 问：石元春 卢良恕 王连铮

方智远 张子仪 李振声

袁隆平

名誉主任：徐南平

主 任：马连芳 贾敬敦

副 主 任：蒋丹平 侯立宏 赵红光

委 员：张洪刚 杨 如 秦卫东

于双民 王 强 陈展鹏

胡东杰 王旭芳

前 言

国家科技部于1986年提出的星火计划，对推广各项新技术，推动农村经济发展，引导农民增收致富，发挥了巨大的作用。科技部十分重视对农村干部、星火带头人、广大农民的科技培训，旨在激发农民学科技的热情，提高农民的科学文化素质和运用科技的能力，为农村培养新型实用人才、农村科技带头人和农村技术“二传手”，为解决“三农”问题提供强有力的科技支撑和示范模式，为社会主义新农村建设和发展现代化农业作出贡献。

2010年的中央一号文件，再次锁定“三农”，这是21世纪以来连续第7个关注“三农”的中央一号文件。培训“有文化、懂技术、会经营”的新型农民已成为当前社会主义新农村建设中的一项重要内容。为响应党中央、国务院、科学技术部的号召和指示，适应新的“三农”发展现状，推进高新农业科技成果的转化，使农业科技的推广工作落到实处，科学技术部农村科技司决定新编一套《国家星火计划培训丛书》，并委托中国农村科技杂志社组织编写。该套丛书旨在推广目前国内国际领先的、易于产生社会效益和经济效益的农业科学技术，介绍一些技术先进、投资少、见效快、环保、长效的项目，引导亿万农民依靠科技发展农村经济，因地制宜地发展本土经济，提高农产品的市场竞争力，实现增产创收。也可对农民、农村、农业上项目、找市场、调整产业结构提供借鉴和参考。

此系列丛书我们精心组织来自生产第一线的科技致富带头人

和有实践经验的专家、学者共同编写。不仅学科分布广、设置门类多、知识涵盖面宽，力求收入教材的资料为最新科技成果，内容通俗易懂，能够满足不同培训对象的学习要求，而且具有较强的系统性、应用性和时效性，能够满足全国各地开展得如火如荼的农民科技培训的需要，满足科技部关于农村科普工作的需要。为科技列车、科技下乡、科技扶贫、科普大篷车、星火科技培训等多种形式的科技下乡惠农活动，提供稳定的农村科普“书源”。

目前，我国农业和农村经济发展已经进入了新阶段，随着我国农村经济结构调整的不断深入，党中央、国务院提出了“夯实‘三农’发展的基础，落实国家重大科技专项，壮大县域经济”的指示，星火计划的实施也呈现出新的特色。在这一时期，需要坚持以人为本，把提高农村劳动者素质摆在重要位置，把动员科技力量为农民服务作为重点。在此之际，为了更好地服务于广大农民和农村科技工作者，我们精心编撰了这套新的《国家星火计划培训丛书》。但由于时间紧、水平有限，不足之处在所难免，衷心欢迎广大读者批评指正。

《国家星火计划培训丛书》编委会

2010年2月

目 录

第一章 概 述	(1)
一、气雾栽培历史及发展现状	(1)
二、气雾栽培技术原理	(5)
三、植物的气雾栽培生理特点	(8)
四、气雾栽培技术特点及意义	(26)
五、气雾栽培的应用范围	(32)
第二章 营养液技术及生理障碍诊断	(37)
一、营养液基本知识	(37)
二、营养液配方	(46)
三、对水质的要求及水源选择	(54)
四、营养液配制技术	(58)
五、植物营养诊断	(77)
第三章 气雾栽培设施建设	(87)
一、气雾栽培系统的组成	(87)
二、基地建设及设备设施安装	(93)
三、气雾栽培基地建设方案参考	(109)
第四章 气雾栽培的日常管理	(127)
一、营养液的管理	(127)

二、蔬菜栽培管理	(135)
三、设施设备使用维护	(144)
第五章 气雾栽培实践及技术问题答疑	(148)
一、造成气雾栽培叶菜出现苦味的原因分析	(148)
二、气雾栽培具有比水培更为强大的根系活力	(149)
三、草莓气雾栽培技术关键环节	(150)
四、水稻的气雾栽培	(152)
五、15d一茬的菠菜再生栽培	(153)
六、根系活力的保持是气雾栽培技术的最大优势	(154)
七、巨峰葡萄气雾栽培根域环境对新根生长的影响	(156)
八、为什么绿藻及菌类滋生会导致雾培蔬菜缺铁失绿	(158)
九、物联网技术在雾培蔬菜工厂上的运用	(159)
十、生姜气雾栽培及营养液配方	(161)
十一、蔬菜雾培器官出现巨大化发育的原因分析	(162)
十二、在高山、沙漠、孤岛进行气雾栽培如何获取水	(164)
十三、气雾栽培植物气生根形成是生物自组织的 一种表现	(165)
十四、气雾栽培根系特点	(167)
十五、气雾栽培生长速度是基质培的3倍，水培的2倍	(171)
十六、气雾栽培让种植业在模式上得到真正的统一	(172)
十七、气雾栽培存在的问题及进一步完善的思路	(173)
十八、高温胁迫环境对气雾栽培辣椒的影响	(178)

十九、如何判断植物的雾培适应性·····	(180)
二十、寒区气雾栽培的几项保温加温节能技术措施·····	(180)
二十一、芳香类蔬菜气雾栽培香味更浓郁·····	(184)
二十二、雾培方式的韭菜韭黄轮换无休生产·····	(184)
第六章 气雾栽培在雾增殖技术 (气雾快繁)	
上的运用 ·····	(186)
一、雾增殖技术产生背景·····	(186)
二、气雾快繁的理论基础·····	(191)
三、气雾快繁的操作实践·····	(193)
四、气雾快繁存在问题与发展前景·····	(206)
第七章 果树的管道化气雾栽培 ·····	(210)
一、创新的理论依据·····	(210)
二、果树管道化雾培操作实践·····	(215)
三、果树管道化雾培存在问题与发展前景·····	(220)
第八章 今后研究方向 ·····	(222)
一、根雾环境的深入研究·····	(222)
二、温室环境调控技术的研究·····	(223)
三、计算机控制及传感器技术的研究·····	(224)
四、栽培模式的创新与研究·····	(225)
五、品质及营养提升及改善方面的研究·····	(226)

第一章 概述

蔬菜工业化生产的探索已有半个多世纪的历史，尝试的模式与方法也较多，总体来说是沿袭了以下的发展过程，从露天到保护地，从保护地到人工环境，从土壤到无土基质栽培，从无土基质栽培再发展到水培，其间包括管道化的蔬菜工业，再就是到这里提出的气雾工业。所谓气雾工业它是农业生产与栽培模式转型发展过程中，迄今为止最为先进与实用的技术，也是能使蔬菜工厂实现生长与生产最大化的新方法。气雾技术不仅仅能使蔬菜植物的生长环境从水与土壤中解放出来，更重要的是它可以让平面耕作轻松地发展成为空间立体耕作的模式，是对温、光、水、气营养设施等资源的最大化运用，更是工厂化集约化生产环境创造的最佳模式。所以气雾蔬菜工业是最为先进的蔬菜工业化生产技术，以下将系统化地进行介绍与阐述，让大家对气雾蔬菜工业有更为详尽的了解，让大家能迅速掌握并用于生产。

一、气雾栽培历史及发展现状

植物长在气雾当中，并不是人类的发明，其实是自然造化给人类的启示，在大自然中，有许许多多的植物就不需基质与土壤而直接生长附生于岩石及树皮上，甚至根系直接悬长于空中而形成壮观的气根世界，这些根最后成熟膨大与盘根错节，成为现代雨林气候原始森林的生态景观，特别是生长于高湿雨林条件下的榕树，气根是它抗拒自然与适应自然所形成的生态适应性特征与形态的演变。从植物的起源来说，最早植物是由原生态植物藻登陆后成为蕨类植物，许多蕨类植物就是以假根的方式附生于岩石上，从某种角度来说，它也是一种特异的气生根。还有现在还大量存在的攀崖类植

物，它也常常具备遇高湿环境易于节部长出气生根的特性，还有众多的兰科植物，是一种附生于岩石或树皮上的气生兰，根系在空中起到吸收水分与营养元素的作用。其实生长于土壤中或沙漠中的植物都有较大的空气间隙以满足根系对空气的需求，土壤颗粒也只是起到保持湿度与营养的作用，如果土壤间隙被水完全浸渍，根系会因缺乏空气窒息而死，说明根系对空气的依赖性进化过程中自然形成的，而且对空气中氧气的需求是不可或缺的，否则会导致生长不良而死亡，就如恐龙的灭绝曾经有种猜想，因为恐龙时期地球空气层中氧气的含量原来是30%以上，后来由于气候地质及环境的变化使氧气含量成为21%左右时，它因窒息而死的灭绝过程是一样的道理。所以植物生长的根域环境中，空气中氧的需求还是关键，从进化角度来说，植物登陆进化到现在千万种植物的分化，都是在空气含量充足的过程中完成的。所以当空气中湿度适合于根系或根原基发育时，这些气生根就会本能性地自然形成，这现象在热带雨林气候中就特别的多见。由此可见，空气栽培是植物进化过程中以及现存的特殊生境下，都会自然发生与形成的一种生态适应性表现。而它在生产上的运用也就是人工生境的创造，为根系形成发育创造最适的氧气水分营养环境的一种技术。

人工气生生境的创造、利用及进行气雾栽培技术源于20世纪40年代，美国为了在和平号空间站上建立生命支撑系统，而首次构思运用的气雾技术进行蔬菜植物的种植，是空间技术研究的一个重要课题。在失重的空间用常规种植方式进行植物的栽培，不仅仅是操作不便利用率低，而且水肥的资源浪费及回收循环利用也较难，为了在窄小的空间内建立生命支撑系统以完成空间站内生态的平衡及人对新鲜蔬菜植物的需求，必须构建以植物代谢生产为中心的生命与食物支撑系统，利用植物的生物代谢转换氧气与吸收废气，保持良好的空气质量，人体活动放出的二氧化碳成为植物光合转化与释放氧气的主要原料，也成为微环境气候创造的生命支撑体。美国