

SHUCAI WUTU ZAIPEI JISHU CAOZUO GUICHENG

蔬菜无土栽培 技术操作规程

高国人 编著



金盾出版社
JINDUN CHUBANSHE

蔬菜无土栽培 技术操作规程

高国人 编著

金盾出版社

内 容 提 要

本书由海南大学农学院高国人副教授编著。内容包括:无土栽培蔬菜优良品种选择,无土栽培的分类和设施,营养液,设施栽培环境和营养液管理各项目的调控,主要蔬菜无土栽培技术,病虫害防治。本书内容丰富,通俗易懂,适合蔬菜种植专业户、基层农业技术人员及农业院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

蔬菜无土栽培技术操作规程/高国人编著. —北京:金盾出版社,2007.3

ISBN 978-7-5082-4453-2

I. 蔬… II. 高… III. 蔬菜-无土栽培 IV. S630.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 004730 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京百花彩印有限公司

正文印刷:北京大天乐印刷有限公司

装订:科达装订厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/32 印张:4.75 字数:105 千字

2007 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1—11000 册 定价:6.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)



深液流水培
黄瓜苗期
(深圳地区)



深液流水培
黄瓜开花期
(深圳地区)



深液流水培
芹菜
(深圳地区)



复合基质箱培
小型番茄
(王久兴提供)



复合基质槽培
小型番茄
(王久兴提供)

序 言

自 20 世纪 70 年代以来,在众多的科学工作者和种植者的艰辛努力下,无土栽培技术作为一种现代农业生产技术已在我国得到了广泛的应用。南至海南省,北至黑龙江省,东至东南沿海地区,西至新疆、西藏,均已出现无土栽培技术应用的范例。无土栽培技术的应用为我国农业生产技术水平的提高起到了重要的促进作用,也大大地丰富了人民日常生活的农产品供应。

我国无土栽培技术的研究和应用的历史较短,与农业发达国家相比起步较晚,设施相对落后,但在广大科研工作者的努力下,结合我国现阶段的国情研究开发了许多适应当地气候条件、作物类型、管理简便、设施较为简易且种植效果良好的无土栽培设施及相应的作物配套生产管理技术。但在无土栽培的研究和生产应用过程中也存在着很多的问题,例如设施仍较昂贵,缺少温室作物栽培专用的品种,配套技术不完善,综合管理技术不到位等许多问题,致使无土栽培的许多作物的产量和品质达不到预期的效果。

尽管我国有些无土栽培设施已达到了国外先进国家的水平,但许多的设施是属于应对我国国情而建立的简易设施,这些设施在使用效果上还有许多不尽如人意的地方,具体表现在设施对环境条件的调控和抵御自然灾害的能力较差、自动化控制或机械化操控性能较低、产量和品质不理想等。这些问题有些是由于设施本身的条件所造成的,也是较难克服的,如简易大棚内夏季的降温 and 冬季的加温等。但有些问题是可

以通过一些合理的栽培措施来加以克服的,如在夏季高温季节通过选用耐高温的品种、冬季选用耐低温的品种等来解决周年生产的问题。通过规范化的栽培管理措施或操作规程来进行无土栽培作物是提高作物产量和改善作物品质的有效途径,也是从根本上提高无土栽培技术水平的必由之路。

高国人先生早年毕业于北京农业大学(现中国农业大学),长期从事农业生产技术的研究和推广应用工作,1993年退休后还从事了多年的无土栽培技术的研究和生产应用工作,这种对科学不倦的探索精神是值得我们敬佩的。在总结多年从事无土栽培工作的经验后,高国人先生编撰了《蔬菜无土栽培技术操作规程》一书。该书作者在总结前人经验的基础上,将实际生产过程中所遇到的问题以及解决这些问题所采取的方法进行概括归纳,对于指导无土栽培生产、提高生产与管理水平以及提高无土栽培产品的产量和质量,都具有一定的借鉴意义。

华南农业大学资源环境学院教授
无土栽培技术研究室主任

刘士哲

2006年8月

前 言

自 19 世纪 60 年代德国科学家萨克斯(J. V. Sachs)提出无土栽培(水培法)理论以来,此项技术从试验研究到生产推广,种植面积不断扩大。在第二次世界大战期间,美国就曾在太平洋的威克岛用无土栽培法生产蔬菜作物。20 世纪 50 年代后,无土栽培技术在世界许多国家得到了应用。如美国、加拿大、英国、法国、德国、西班牙、意大利、荷兰、丹麦、瑞典、科威特、阿拉伯联合酋长国、南非、坦桑尼亚、印度、巴基斯坦、孟加拉国、斯里兰卡、日本、澳大利亚等国家先后建立了无土栽培基地。到目前为止,全世界蔬菜无土栽培的面积约有 8 000 公顷(其中荷兰、英国最大,共占约 50%)。近 20 年来,蔬菜无土栽培生产逐步向大型化、机械化、自动化方向发展,有些先进国家实现了完全人工控制环境、不受气候限制、一年四季都可生产的工厂化生产。

我国蔬菜无土栽培起步较晚,主要是在 20 世纪 70 年代应用于生产,1993 年底全国仅有 40~50 公顷。到目前为止,已突破 500 公顷,主要分布在上海、江苏、山东、北京、广东等地。

广州、深圳地区目前无土栽培蔬菜的种类较多,主要有甜瓜、番茄、黄瓜、节瓜、西瓜、甜椒、蕹菜、生菜等,还有些单位种植芥菜、菜心、西芹、西葫芦、草莓等。经济效益较好的有甜瓜、小果型番茄、黄瓜、苦瓜、蕹菜、生菜等。主要采用深液流水培设施、简易基质培营养液滴灌系统和浮板毛管水培技术。由于简易基质培营养液滴灌系统投资较少,从 1984 年开始,

推广面积逐渐扩大。

无土栽培是一项先进的农业生产技术,它具有产量高、质量好、无污染、无公害、洁净商品率高、易畅销等优点。但在以往发展过程中也存在建设投资过高、设施不合理、市场开拓不够及生产管理水平有待提高等问题。

本操作规程是根据国内外无土栽培著作、华南地区的气候特点和生产经验进行编写。内容包括:无土栽培蔬菜优良品种选择,无土栽培的分类和设施,营养液,设施栽培环境和营养液管理各项的调控,主要蔬菜无土栽培技术,病虫害防治等部分。本书简洁明了、便于查阅、图文并茂、实用性强,适合北京、南京、广州、哈尔滨、拉萨、海口、深圳及香港、澳门等地区蔬菜无土栽培技术的推广以及单位、个人结合当地条件参考使用。

本操作规程的编写得到了罗湖区区委书记李意珍、农林水办公室主任廖国祥、农牧科科长罗志威,罗湖区林果场胡小跃场长和韦家伟、庄春明副场长的大力支持。无土栽培基地现场指挥、华南农业大学资源环境学院张贻科讲师提出了许多宝贵的修改意见,华南农业大学资源环境学院无土栽培技术研究室主任刘士哲教授多次现场指导,在此深表感谢。

由于笔者水平有限,错漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编著者

2006年11月

目 录

第一章 无土栽培蔬菜优良品种选择	(1)
一、果菜类	(1)
(一)甜瓜	(1)
(二)黄瓜	(2)
(三)番茄	(3)
(四)茄子	(6)
(五)辣椒	(7)
二、叶菜类	(8)
(一)蕹菜	(8)
(二)西芹	(9)
(三)生菜	(10)
第二章 无土栽培的分类和设施	(13)
一、无土栽培的分类	(13)
(一)无基质栽培	(13)
(二)基质栽培	(16)
二、无土栽培的种植设施	(18)
(一)蔬菜无土栽培设施分布模式	(18)
(二)蔬菜无土栽培基地水培生产设施	(22)
(三)蔬菜无土栽培常用仪器设备、控制仪 器及施药机械	(25)
三、无土栽培设施消毒	(26)
(一)水培换茬阶段的清洗与消毒	(26)
(二)砾培基质换茬阶段的消毒	(29)

(三)砂培基质换茬阶段的消毒	(29)
第三章 营养液	(30)
一、配制营养液常用的化合物	(30)
(一)常用大量元素化合物	(30)
(二)常用微量元素化合物	(31)
二、营养液配方	(32)
(一)无土育苗的营养液配方	(33)
(二)主要蔬菜作物定植后的营养液配方	(34)
(三)营养液配方选集	(35)
三、营养液的配制	(40)
(一)营养液的配制原则和要求	(40)
(二)营养液的配制方法	(41)
四、营养液的管理	(43)
(一)营养液配方的管理	(43)
(二)营养液浓度的管理	(44)
(三)营养液酸碱度的管理	(45)
(四)营养液温度的管理	(46)
(五)溶存氧的管理	(46)
(六)营养液的补充与更换	(49)
第四章 设施栽培环境和营养液管理各项目的	
调控	(51)
一、设施栽培环境各项目的控制指标及调控	
措施	(51)
(一)温度	(51)
(二)光照	(55)
(三)湿度	(58)
(四)气体	(59)

二、营养液管理各项的控制指标及调控措施	… (61)
(一)营养液浓度	… (61)
(二)营养液酸碱度	… (62)
(三)溶存氧	… (63)
(四)营养液温度	… (64)
第五章 主要蔬菜无土栽培技术	… (65)
一、果菜类	… (65)
(一)甜瓜	… (65)
(二)黄瓜	… (71)
(三)番茄	… (77)
(四)茄子	… (84)
(五)辣椒	… (88)
二、叶菜类	… (91)
(一)莴菜	… (91)
(二)西芹	… (95)
(三)生菜	… (100)
第六章 病虫害防治	… (107)
一、无土栽培病虫害防治要点	… (107)
二、甜瓜病虫害	… (107)
(一)病害	… (107)
(二)虫害	… (110)
三、黄瓜病虫害	… (111)
(一)病害	… (111)
(二)虫害	… (113)
四、番茄病虫害	… (116)
(一)病害	… (116)
(二)虫害	… (119)

五、茄子病虫害	(121)
(一)病害	(121)
(二)虫害	(123)
六、辣椒病虫害	(123)
(一)病害	(123)
(二)虫害	(125)
七、蕹菜病虫害	(126)
(一)病害	(126)
(二)虫害	(126)
八、西芹病虫害	(127)
(一)病害	(127)
(二)虫害	(129)
九、生菜病虫害	(129)
附录 1 北京、南京、广州、哈尔滨、拉萨、海口地区 主要气象资料	(130)
附录 2 广州地区蔬菜无土栽培周年生产类型 ...	(135)
附录 3 蔬菜种子发芽技术规定	(139)
附录 4 蔬菜播种量的计算	(140)
参考文献	(141)

第一章 无土栽培蔬菜优良品种选择

一、果菜类

(一)甜 瓜

1. 伊丽莎白 目前栽培的伊丽莎白甜瓜品种有日本引进的伊丽莎白 239、香港太阳牌伊丽莎白和中国农业科学院培育的中国伊丽莎白。以上 3 个品种均属于厚皮甜瓜中的早熟品种,适合温室、大棚栽培。双蔓整枝,每 667 平方米保苗 1 500 株;单蔓整枝 2 000 株。全生育期约 90 天。植株长势中等,果实圆形,果皮金黄色,无网纹、光滑,果肉雪白,果肉厚 2.5 厘米,肉质细腻、多汁、味香甜。折光糖度 14%~15%。单瓜重 0.4~1 千克。

2. 新世纪 台湾农友种苗公司培育成的厚皮甜瓜一代杂交种。属哈密瓜类型,为高级甜瓜品种。中熟品种,可春、秋两季栽培,全生育期春种约 100 天,秋种约 80 天。生长势强,结果力亦强。果实橄榄形或椭圆形,成熟时果皮变为浅黄绿色,间有稀疏网纹,单瓜重 1.5 千克左右,最大瓜重 3 千克。果肉厚,肉色淡橙色,肉质特别脆嫩细腻,折光糖度 14%左右。风味特别鲜美,果梗不易脱落,品质不易变劣,耐贮运,适于内外销。每 667 平方米株数 1 850 株。主蔓 1~12 节内的侧芽全部及早摘除,于主蔓 22 节左右摘心。在主蔓 13~17 节内所生子蔓上结瓜,于瓜前留 1 叶打顶。主蔓 18 节以上所生子蔓亦要及早摘除。每株选留 2 个瓜。

(二)黄 瓜

1. 津研4号 天津市农业科学院蔬菜研究所选育。植株生长势中等,主蔓长约250厘米,侧蔓短。以主蔓结瓜为主,第一雌花着生于第四至第六节。叶色深绿。瓜呈棒状,长35~40厘米,皮色深绿有光泽,瘤不明显,刺白色,较稀疏,肉厚,肉色白微带浅绿。单瓜重0.25~0.3千克。抗枯萎病能力较强。播种至采收始45~55天,延续采收期25~35天。开花至摘瓜需5~7天。每667平方米保苗3800株,春种约产5000千克,秋种约产2500千克。

2. 津春4号 天津市黄瓜研究所选育。主蔓长约250厘米,侧蔓少。叶片长22厘米,宽20厘米,深绿色。第一雌花着生于第四至第五节,以后每隔2~4节着生一雌花。瓜呈棒状,长30~35厘米,横径3.8~4厘米。皮色深绿色,顶部有浅黄色纵纹,刺瘤密,刺白色,肉厚1.3~1.6厘米。单瓜重0.4~0.5千克。播种至采收始春季50~60天,秋季35~40天。延续采收30~40天。以主蔓结瓜。抗霜霉病、枯萎病和白粉病,较耐寒。每667平方米约产3500千克。

3. 早青1号 广东省农业科学院蔬菜研究所培育成的黄瓜一代杂种。主蔓长约300厘米,侧蔓少。叶片长20厘米,宽18厘米,深绿色。第一雌花着生于第三至第五节。果实短圆形,头尾均匀,长19.5厘米,横径4.5厘米,肉厚2.1厘米。皮色深绿,薄被蜡粉,刺疏、白色。皮色不易转黄,较耐贮运。单瓜重0.15~0.2千克。早熟,播种至采收始50~60天,延续采收35~40天。长势强,耐霜霉病和炭疽病。较耐寒,适于春种。每667平方米约产3000千克。

4. 夏青2号 广东省农业科学院经济作物研究所培育的黄瓜一代杂种。主蔓长约300厘米,侧蔓少,以主蔓结瓜为

主,叶长 19 厘米,宽 17 厘米,深绿色。第一雌花着生于第三至第五节,以后每隔 2~3 节或连续数节着生雌花。瓜长 20~21 厘米,横径 4~4.2 厘米,短圆筒形。皮色深绿色,刺疏,白色,肉白质,厚 0.9~1.1 厘米。单瓜重 0.15~0.2 千克,早熟,播种至采收始 33~38 天,延续采收 22~33 天。生长势中等,较耐炭疽病、枯萎病。较耐热,适于夏、秋种植。每 667 平方米产 1 500~2 000 千克。

5. 夏青 4 号 广东省农业科学院蔬菜研究所选育。在各地均有栽培。主蔓长 250~300 厘米,侧蔓 2~3 条,主蔓结瓜为主。叶长 21 厘米,宽 19 厘米,深绿色。第一雌花着生于第五至第六节。瓜长 21~22 厘米,横径 4.4 厘米,刺疏、白色。肉厚 1.3 厘米,品质好,单瓜重 0.22 千克。早熟,播种至采收始 33~35 天,延续采收 30~35 天。长势旺盛。抗细菌性角斑病、枯萎病、白粉病、炭疽病。耐疫病、霜霉病。较耐热,适于夏、秋种植。每 667 平方米产量 2 000~3 000 千克。

(三)番 茄

1. 小果型番茄

(1)樱桃红 荷兰引进的小果型番茄品种。无限生长类型,植株生长势强,叶绿色;第一花序着生在第七至第九节,花序间隔 3 节,每一花序可着果 10 个以上,果实小而圆,果为红色,果色鲜艳风味较好,稍甜,单果重 10~15 克。中早熟,定植后 50~60 天开始采收。较耐热,抗病。

(2)卡罗 日本引进的小果型番茄品种。叶小、节间短、多花性,春种每花序结果 20~30 个,秋种 100~200 个。单果重 10~20 克,圆球或高圆形,抗裂果,糖度 8~10 度,抗花叶病毒病、斑点病等。属极早熟品种,适于华南地区种植。

(3)小铃 日本引进的小果型番茄品种。叶浓绿色,较

大,节间短。第一花序着生于第八节前后,向上每3节着生一花序,下部花序结果20~30个,中部花数较多,坐果率高。果实圆球形,鲜红,单果重15~20克,糖度8~10度,抗病毒病。

(4)中蔬13号 中国农业科学院蔬菜花卉研究所培育的小型番茄品种。果实圆形、红色,单果重10~15克,植株生长势强,无限生长类型。坐果力强,每穗结果20~30个,每667平方米产2500~3000千克,抗病性较强。露地、保护地兼用。

(5)圣女 台湾农友种苗有限公司选育。耐热、耐病、早生、高抗烟草花叶病毒,株高1.8米左右,果实椭圆形,果色鲜红,肉脆甜,风味绝佳,结果力强,甜度高(9.8度),果型匀称,夏季高温多雨时不易裂果,果实硬,耐贮运,比一般小番茄易管理,每667平方米产4500~6000千克,适宜我国各地栽培。

2. 中大果型番茄

(1)丰顺 华南农业大学园艺学院选育。有限生长类型。株高110~120厘米,开展度45~55厘米,分枝性较强。第一花序着生在第六至第七节,以后每隔2~3节着生一花序。果实圆形,高5.3厘米,横径5.7厘米,心室3~4个,肉厚0.8厘米。青果无绿肩,熟果深红色,肉质坚实,抗裂果性强,耐贮运,品质好。单果重75~100克。早熟,播种至采收始,春播105~115天,秋播约86天。开花较早而集中,前期产量高,高抗青枯病。为华南地区秋种优秀品种之一。

(2)粤红玉 广州市蔬菜研究所选育。有限生长类型。株高100~120厘米,开展度60~76厘米,分枝较多。第一花序着生在第六至第八节,以后每隔1~2节着生一花序。果实近圆形,高5~7厘米,肉厚0.65~0.7厘米,果肩平滑,棱沟较浅,青果有浅绿肩,熟果鲜红色,有光泽,品质优良,裂果较