



国家农业科学技术管理 系列书籍

工厂化——中国农业 创新的探索与实践

刘燕华 主编
申茂向

中华人民共和国
科学技术部
农村与社会发展司

1999年4月



国家农业科学技术管理 系列书籍

工厂化——中国农业 创新的探索与实践

刘燕华 主编
申茂向

中华人民共和国
科学技术部农村与社会发展司

1999年4月

序

刘燕华

资源紧缺已成为制约我国农业以及整个经济持续发展的瓶颈,资源依赖型、粗放经营型的农业增长方式导致的是生态失衡、环境恶化、资源萎缩。对于人口众多的中国,这种农业发展方式已经走到了难以为继的地步。

随着全球经济一体化、市场国际化进程日益加快,技术含量低的农业产品的市场竞争力将越来越弱。我国的农产品市场实力和尚弱的农产品企业将面临世界范围的巨大冲击,并使生存受到威胁。

面对 21 世纪资源紧缺、人口膨胀的严峻现实,面对未来世纪的严峻挑战和严酷竞争,中华民族要生存、要发展、要进入世界强国的行列,必须改变农业低效高耗的增长方式,走技术替代资源的路子,走农业工业化发展道路。

作为农业摆脱资源(耕地、水、气候、环境等资源)限制的唯一出路就是发展工厂化生产。注入生物、电子、信息、计算机技术等高科技的工厂化农业是高科技含量的生产体系,它将是全球性新的农业科技革命的重点、农业创新的主要途径、21 世纪农业生产的重要方式。发达国家的农业已达到相当高的工业化程度,世界各国为争夺农业高科技的制高点,争夺农产品的世界市场份额,都纷纷加大了工厂化农业的技术投入和建设投入,荷兰、日本、美国、以色列、德国、法国、丹麦、英国等国家呈群雄并起之势。

我国农业的设施化进程已经历了近 30 年,目前设施农业(所谓“使用人工设施、人工控制环境因素,使植物获得最适宜的生长条件,从而延长生产季节,获得最佳产出”的农业生产方式)面积已达到 1000 多万亩,居世界首位。

但我国目前的设施现状还远没有到达工厂化农业的境界,近年来,设施农业发展迅猛,各地掀起了第三次引进温室高潮。“九五”期间,科学技术部启动

的“工厂化高效农业示范工程”国家重大科技农业工程项目取得了可喜的研究进展,在全国树起了一面旗帜。然而,实际生产中仍有许多问题困扰着我们,如温室性能发挥不理想,覆盖材料性能差,温室环境控制水平低,温室装备配套能力差,温室装备产业化程度低,缺乏系列化的温室栽培专用品种,缺乏产业布局上的宏观引导和技术指导,产品的市场体系开发不够等等,导致运行效益低。

我国工厂化农业的道路应该怎么走?产业界怎么办?科技界怎么办?

为迎接 21 世纪我国农业资源紧缺的严峻挑战,同时也为目前我国设施农业的技术升级,“工厂化农业”的技术储备十分迫切,产业发展与技术发展的战略研究也刻不容缓。

我们希望科技界、经济界、产业界、全社会都能思考这一跨世纪的革命性课题。希望本报告集能给读者启示与借鉴,唤起大家关注并参与我国发展工厂化农业的行动。

目 录

序

发展中国工厂化农业	申茂向(1)
工厂化农业的发展现状与展望	魏勤芳(9)
国内外工厂化农业发展状况及趋势	马承伟等(24)
国内外设施农业的现状与发展	中国农业机械化科学研究院(48)
荷兰设施园艺发展概况	张志斌(63)
日本设施园艺工厂化发展概况	王耀林(68)
美国设施农业发展概况	郑光华 蒋卫杰(80)
上海市工厂化农业的技术与经济分析	苏维埃(89)
上海蔬菜温室的现状及其发展前景	庞 廉 蔡象元(99)
天津市设施农业现状及发展前景	齐成喜(112)
世界工业化养鱼发展概况	北京市水产研究所(120)
世界养鱼工业综述	丁永良(132)
我国引进温室简况	王 莉 马承伟(148)
工厂化农业中生物技术的应用	曲英华(155)
国内外无土栽培的新动向	曲英华 马承伟(158)
温室环境自动控制技术的研究与应用发展动态	滕光辉(164)
我国棚室覆盖材料的应用与发展	张真和 李建伟(168)
附:译文参考资料	(180)
日本国大型温室的现状与研究课题	马承伟 董仁杰译(180)
现代温室覆盖材料的特性与应用	马承伟 曲英华译(196)
温室中的食物生产	李以翠译(211)
因特网在设施园艺中的应用	马承伟 董仁杰译(223)
后记	(229)

发展中国工厂化农业

申茂向

引 言

党的十五届三中全会《关于农业和农村工作若干重大问题决定》中指出“农业、农村和农民问题是关系改革开放和现代化建设全局的重大问题”。然而我国人口众多、资源短缺、环境恶化、农业基础设施薄弱、抗御自然灾害的能力不强,自我发展能力差,环境控制能力低,要适应社会和经济发展的要求,农业上还存在着不少问题:

1. 资源严重短缺,农业外延发展的潜力越来越小

我国资源短缺,尤其是人均资源短缺的情况令人十分担忧。耕地减少的趋势已难以逆转,目前人均耕地不足 1.2 亩,且产出率与发达国家相比差距较大;水资源人均占有量不足世界平均水平的 1/4,且利用率低。而另一方面,光温等气候资源的控制能力较差,农业生产没有摆脱于靠天吃饭的状况。

2. 人口不断增长,农业承受压力越来越大

粮食生产虽有大幅度提高,但由于人口的快速增长(据预测:我国人口 2010 年 14 亿,2030 年 16 亿,温饱问题仍然是我国农业科技与农业生产的艰巨任务。

3. 经济的高速发展和人民生活水平的不断提高,对农业的需求越来越强烈

下世纪初我国将开始实施第三步战略部署,2010年国民生产总值比2000年翻一番,使人民的小康生活更加宽裕。农业必须为这一目标的突破以及满足人口高峰期农产品的供给奠定基础。

4. 农业投入不足,技术供需矛盾越来越突出

今后国家无疑会视国力、财力的可能逐步加大对农业的投入,但由于各种因素限定和制约,实际投入与需求的矛盾将始终存在。

农业发展的根本出路在于要稳定政策,保证投入,依靠科技进步,实现集约高效经营方式,才能缓解或克服我国农业面临的矛盾与潜在的压力,满足发展的要求和实现宏伟目标的需要。因此,科技部根据我国农业生产当前的矛盾与发展趋势,提出了“工厂化高效农业示范工程”,并把它作为一个具有开创性意义的推进农业现代化进程的重大命题。

“工厂化高效农业示范工程”意在建设一批适合中国国情的可控环境的农业基础设施,用高效技术和现代装备发展农业生产,实现种养业集约化经营,提高资源产出率和劳动生产率,为调整农业的产业结构和农村经济增长方式,促进农业工厂化进程做出科技示范,从而实现由传统农业向现代化农业转变,由粗放经营向集约经营转变这一质的飞跃,进而推进农业科技革命的进程。

一、工厂化农业的定义及其基本内容

工厂化农业是指在相对可控环境条件下,采用工业化生产,实现集约高效及可持续发展的现代(超前)生产方式。

1. 增强环境控制能力

我国农业虽发展了几千年,但始终受制于自然,靠天吃饭。世界各国都在为提高环境控制能力而努力奋斗,这一个问题同样是我国科技与生产的重要

问题。工厂化农业,第一个问题就是要提高控制环境的能力。

2. 提高工业化生产水平

工厂化农业必须采用工业化生产方式,才能大幅度提高劳动生产率,工业化生产水平越高,生产力才能提高得越快(据有关数据统计,目前我国设施农业的生产水平为一平方米生产西红柿 6~8 公斤,高产水平可达 6~16 公斤;而荷兰的产量可达 30~35 公斤)。

3. 实现集约、高效经营

工厂化农业必须实现集约、高效经营,才能做到资源优化配置,科技含量高、投入合理、效益显著。

4. 促进可持续发展

目前全世界都十分关注农业可持续发展,工厂化农业必须针对当前的问题及下世纪农业的发展趋势,解决可持续发展问题。

工厂化高效农业应根据我国国情引入国际发达国家的先进技术和成功经验,在相对可控环境条件下,实行设施与露地相配套,高水平的技术标准规范、适度规模经营、现代科学化管理、从而实现合理的投入与最佳的产出。可持续发展农业的特点就是:

科技、生产、市场于一体;

产前、产中、产后一条龙;

设备、品种、技术相融合;

生物技术、农业工程、农用新材料多学科配套;

实现周年均衡生产、调剂供应市场;

提供具有高科技含量、高附加值产品、高产、优质、高效的现代化农业发展模式。

二、实施工厂化农业项目的基本思路

中国的工厂化农业必须走适合中国国情的发展道路,其基本思路应遵循以下原则:

1. 总结提高

我国的设施农业已有相当基础,但存在技术含量低,设备不过关,经营规模小,管理素质低等诸多问题。因此,必须立足国情,针对目前生产中的现实问题总结提高。

2. 集成创新

我国工厂化农业示范工程必须集成国内外先进技术,科学管理经验,在集成的同时,注重创新,引进吸收国外先进技术,发挥我国自身优势技术,形成一批具有中国自己知识产权的高新适用技术,支撑我国工厂化农业的发展。

3. 超前示范

工厂化农业必须针对我国农业当前现状,瞄准 21 世纪国际、国内农业发展趋势进行超前研究与示范,注重体现超前性、示范性。“超前”是为 21 世纪农业的发展作好技术贮备;“示范”是为 21 世纪农业的发展探索出可行模式,在技术水平和生产适用两个方面为未来农业提供成熟的模式。

4. 引导发展

工厂化农业示范工程着眼于未来,面向生产,但又有别于目前一般性生产,要充分体现技术超前性、先进性,经济上的可行性,未来生产的实用性,通过示范,引导我国农业从目前传统的、粗放的经营方式向现代集约高效经营方式转变。

三、项目实施情况

“工厂化高效农业示范工程”项目于 1997 年 2 月经原国家科委批准启动,分别由北京、上海、辽宁、浙江、广东五省(市)组织实施。两年多来在五省(市)政府的直接领导下,科委和有关部门协同合作,在参与项目科技人员共同努力下,落实了人员、资金、物资等,科技示范区、工程示范区、辐射延伸区全部落实,科技攻关取得较好的进展和可喜的阶段性成果。在全国产生了强烈的反响。

1. 基础建设初具规模

五个分项总体进展较好,工程进度快,规模大,科技含量高。一批自己设计的适合中国国情的温室设施拔地而起,工厂化农业的配套技术的作用开始展现出来,科技示范区正成为集科研、生产、加工、营销于一体的集约、高效、优质的现代化农业企业雏形。这一成效得益于领导重视,科技人员努力,经费落实快,企业积极参与,部门协作好。据统计,截至目前,五省市科技示范区的计划面积 2500 亩,已落实 3400 亩,建设各种农业设施 748966 平方米,自己设计的温室 586265 平方米引进温室 94499 平方米(荷兰、以色列、美国等国家制造)。工程示范区计划面积 10000 亩,已全部落实,建各种农业设施 3299534 平方米。示范区引起各种作物品种 312 个,筛选和选育出适宜我国五个生态类型的专用品种 71 个。示范区种植蔬菜 94204 亩,花卉 1398 亩;无土栽培面积达 1546 亩,滴灌面积 12956 亩。亩产量较非示范区提高 40%,亩产值提高 50%,节水 30%,减少农药用量 30%,商品率提高 10%。显示出较好的经济、生态和社会效益,已初步形成设施先进、技术较高、管理较科学、效益较好、环境控制能力明显提高且经济实用的现代工厂化农业的初步模式。

2. 关键技术取得突破

该项目组织了 60 多名从事温室设计及环境控制等方面的专家联合攻关,取得一些重大突破。相继推出适应不同生态类型的节能、低耗、经济适用、具有中国特色的关键技术和较为先进的生产设备。

2.1 首座国产智能化温室研制成功

上海于 1997 年 3 月设计并建成我国首座智能化塑料连栋温室,面积 3300 平方米。实现了温光、水、气、肥、多种环境因子全程自动控制,与其配套使用的生长架、喷滴灌、CO₂ 施用、液体营养液供给等设备技术先进、性能可靠、造价低廉,克服了上海地区进口温室夏季高温高湿病害严重、冬季采暖能耗成本高,投入产出不合理的问题,能耗较以色列温室节省 30%,批量生产造价为 260 元/m²,较以色列进口的同类温室 ARAVA750 型低 108 元/m²。种植黄瓜、番茄、甜椒等均获得较高效益,成为与国际智能温室接轨的产品。

2.2 新型节能日光温室在北方高纬高寒地试用

辽宁经过联合攻关,研制成高效节能日光温室已在北方高纬度寒冷地区试用。经过冬、春两季的运转,表现出优良的采光性能,进光量比常规温室增加,增温速度快,应用新型材料保温性能提高一倍。综合配套了机械卷帘、卷膜、地中热交换、双限超温报警器、滴灌等设备,提高了日光温室环境控制水平,经济适用(每平方米土建造价 72 元),农民买得起用得上。实现了北纬 42° 不加温条件下,室内外温差达 30℃ 可以生产喜温果菜的目标。其增温、保温效果和综合配套性能达到国内领先水平。

2.3 多种类型的塑料连栋温室研制成功各具南北特点

北京于 1998 年研制成适宜华北地区的双层充气膜塑料连栋温室,造价 345 元/m²,比以色列同类型温室降低 40%,能耗比以色列温室降低 45%,接近国际先进水平。广东设计并建造出适宜亚热带气候类型的连栋温室和单栋温室,造价为 120~160 元/m²。利用自然通风夏季室内外温度基本持平,安装方便,达到国内先进水平。

2.4 一批适用性新品种及技术投入使用

种子种苗技术突破和专用品种是“工厂化高效农业示范工程”的关键技术,受到充分重视,5 省(市)组织了近百名科技工作人员,通过引进筛选和培育,已初步形成一批配套的专用品种。在种苗生产技术上,北京在顺义“工厂化高效农业科技示范区”建成生产 2 万株商品苗,达到 90 年代世界先进水平的现代化蔬菜育苗工厂一座;上海在科技示范区马桥园艺场建成华东地区第一座智能化种苗工厂。北京、上海、辽宁共建组织培养室 5358 平方米,年产蔬菜、花卉、草莓、樱桃脱病毒组织培养苗 24 万株。工厂化育苗的规模与配套技术应用生物技术生产脱毒苗,技术已接近当代国际先进水平。

2.5 新的种植工艺技术尝试成功

不同温室类型、不同专用品种配套的种植工艺和技术,取得较好的进展。已趋于成熟和完善阶段,如北京的黄瓜工厂化高产稳产栽培技术(亩产 1.8 万公斤)、辽宁的番茄工厂化高产稳产栽培技术(亩产 2 万公斤),工厂化蔬菜生产病虫害综合防治技术,上海的立柱式蔬菜无土栽培技术,压力补偿式滴灌技术、浙江的无土栽培系统与栽培技术、病害控制技术、广东的深液流水培技术等。这些技术的应用实现了工厂化农业科学规范、量化指标、数字化程序管理,使我国的保护地种植工艺逐步接近国际先进水平。

2.6 产后处理技术投放生产

采后加工技术是我国农业生产比较薄弱的环节,该项目把采后加工作为主要研究内容,经研究取得较好进展,如广东研究的采后处理清拣分级包装、预冷流水作业技术,在检测技术方面研究出抑制比色法,目视比色法等快速检测残留有机磷农药技术、“锌粒法”快速检测硝酸盐技术、北京的差压预冷设备与技术、上海研制的蔬菜小包装新工艺等均取得显著进展,有的处于国内领先和接近当代国际先进水平。

3. 相关产业迅速发展

随着“工厂化高效农业示范”科技产业的实施,与之相关产业也得到了较好的发展。初步统计 5 省市均新建 1 座以上的温室设备制造厂、多功能长寿命塑料膜生产厂、工厂化育苗配套设备生产厂,灌排设备材料生产厂、栽培设备生产厂、生物农药和专用肥料厂、温室装备所需的配套机电、仪器、仪表等相关产业。在市场的牵引下,逐渐发展为服务于工厂化高效农业的完整的产业体系。这些技术与产业的发展将改变我国农业设施产业落后,大型温室及配件长期由进口产品垄断的被动局面。如广东建立的农产品采后加工厂和保鲜库,2 条生产线日处理蔬菜 15 吨,每年为 2000 吨出口蔬菜提供检测,蔬菜产品不仅出口香港,还远销新加坡、美国、荷兰等国。探索出初见成效的高产优质高效的产业化发展之路。辽宁建成的温室管架厂年产值为 550 万元,种子包装厂、喷滴灌厂、仪表厂以及生物农药和专用肥料等产业。上海市建立了计算机监控种苗工厂,适用于 30 多种不同品种的种苗繁殖、立柱式栽培技术已在浙江、河北推广;压力补偿或滴灌技术在大部分省区推广,国产化智能温室已推广 5 万 m^2 。

在现阶段我国农产品市场的发育还不成熟,市场管理还不完善和不规范的情况下,国内在温室设施设计和制造方面还缺乏规范性管理和生产质量标准。我国近年来引进了十几个国家和地区的温室,对吸收国外农业先进经验,推动农业工厂化生产方面产生了积极的作用,但是未能产生良好的经济效益,表明其不适合中国的国情,中国的工厂化农业必须走适合中国国情的发展道路,在引进、消化、吸收国内外先进技术和科学管理的基础上,针对当前我国设施农业生产中存在的问题,瞄准 21 世纪国际国内农业发展趋势进行总结提高、集成创新、超前示范、引导发展,充分体现技术的超前性、先进性,经济上的可行性,设计开发了低能耗、环境控制水平较高,适宜我国经济发展水平,又能满足不同生态气候条件,接近或达到世界先进水平的智能化温室。在专用品种、综合配套技术、贮运营销上,研制出具有中国知识产权的产品和技术。

(作者单位:科技部农村与社会发展司)

工厂化农业的发展现状与展望

魏勤芳

“工厂化农业”概念是1994年原国家科委启动“工厂化高效农业”重大科技产业工程立项工作时首次提出,在此之前,农业专家通常把“使用人工设施、人工控制环境因素,使植物获得最适宜的生长条件,从而延长生产季节,获得最佳产出”的农业生产方式称为设施农业,园艺专家称之为设施园艺,世界上大多数国家通常不把养殖业包括在设施农业范畴内。由于现阶段的农业设施以温室为主要类型,美国等国家提出了“温室产业(greenhouse industry)”概念。随着“工厂化高效农业”项目的实施,“工厂化农业”概念(含义)在我国已被广泛接受,但目前学术界和经济界还没有一个统一的权威的定义。

一、世界工厂化农业的基本现状

1. 发展历程与基本现状

世界农业设施大体上经历了保护地栽培(阳畦、小棚、中棚)、塑料大棚、普通温室、现代温室、植物工厂——由低水平到高科技含量——的发展阶段,最初期的农业设施只是为了春提早和秋延后栽培,还远谈不到“工厂化”,现代的植物工厂能在完全密闭、智能化控制条件下实现按设计工艺流程全天候生产,真正实现生产工业化。

1.1 主要国家温室类型与生产方式

目前大多数国家生产上应用的以塑料温室为主,荷兰以玻璃温室为主。荷兰、日本、美国、以色列、法国是世界温室应用最广泛的国家,英国、丹麦等北欧国家气候寒冷,冬季不能生产,生产上温室应用并不太多,但研究水平很高,

德国的温室主要用于育苗和特种用途植物的生产。

大多数国家的温室,骨架材料为钢材骨架和铝合金屋顶。覆盖材料分外覆盖材料与内覆盖材料,外覆盖材料为各种塑料薄膜、玻璃、玻璃纤维加强聚酯板,美国近年开发出聚碳酸酯板作为覆盖材料;内覆盖材料有保温幕帘(冬季或夜间保温)、遮阳网或各种降温降湿材料(夏季降温降湿)。国外温室的覆盖材料都有高透光、保温性好、防尘、无滴、抗老化、使用期长等特点,近年来日本、美国开发出的功能膜具有光谱选择、降温、杀菌、防虫等特性。目前温室用能源基本以燃油为主,少数用天然气(表1列出主要国家生产用温室类型)。

表1 主要国家生产用温室类型

国别	主要温室类型	骨架材料	覆盖材料	能源	栽培方式	控制系统
荷兰	大型连栋	铝合金屋顶、电镀钢管骨架	玻璃并加可移动保温幕	天然气	基质、循环营养液滴灌	计算机模拟、控制
日本	小型单栋	热镀锌钢管骨架	塑料并加双层保温幕	石油	基质、水培、水气培、营养液膜栽培	自动控制
美国	大型连栋	镀锌钢管骨架、铝合金屋顶	玻璃、双层冲气塑料膜、聚碳酸酯板	石油	基质	智能化
以色列	小型连栋	钢管骨架	聚乙烯和聚碳酸酯塑料膜	太阳能	基质	智能化
中国	管架大棚 日光温室	镀锌钢管架	塑料	日光燃煤	土壤栽培为主,少数为无土栽培	机械化

1.2 主要国家温室种植品种概况

世界各国的温室主要用于园艺植物的生产,主要种植品种是蔬菜、花卉,其次是特种水果,蔬菜品种中又以果菜类为主,少量以水培方式生产的温室和植物工厂种植叶类蔬菜。温室种植产量最高的每亩可产黄瓜4万公斤,相当于露地生产产量的8倍,以色列创造出每公顷温室每季收获300万支玫瑰的高产量(表2列出主要国家温室栽培面积、品种与产量水平)。

表 2 主要国家温室栽培面积、品种与产量水平

	面积(公顷)	品种结构	产量水平
荷兰	12000	花卉占 60% 蔬菜占 40%	番茄 50~60 公斤/平米/年 黄瓜 60~70 公斤/平米/年
日本	51011	花卉占 15% 蔬菜占 72% 果树占 13%	番茄 40 公斤/平米/年
美国	19000	双层冲气膜玻璃	番茄 54 公斤/平米/年 黄瓜 53 公斤/平米/年
以色列	3000	花卉 40% 蔬菜、香料 60%	番茄 50 公斤/平米/年 玫瑰 300 万支/公顷/季
中国	30 万 其中日光温室 16.7 万公顷, 塑料大棚 13.3 万公顷; 现代大型温室 200 公顷, 其中 70% 从国外引进	以生产蔬菜为主, 部分现代温室生产种苗和花卉	蔬菜 11~34 公斤/平米/年(指引进温室产量)

2. 生产发展趋势

2.1 温室大型化

随着温室技术的发展,温室向大型化方向发展,面积呈扩大趋势,80 年代末以来,各国新建温室都是大型现代温室。荷兰提出温室最适宜的面积大小,按每 3 人单元计算面积为 1 公顷;日本提出发展单栋面积达 5000 平方米以上的温室,其单栋面积约 5000 平方米左右的大型温室 1977~1988 年只有 7 座,从 1988 年开始的 8 年间新建 38 座,其中玻璃温室 24 座;美国 1994 年以来在南部新建多处大型温室,单栋面积为 20 公顷;其他国家温室也呈现面积扩大的趋势。

2.2 栽培产品多样化

除蔬菜、水果和花卉外,一些能产生高附加值的植物如香料、特种植物、工业用原料植物、药用植物、食用菌、其它观赏植物已成为温室栽培的主要品种。

2.3 温室产业向节省能源的地区转移

随着市场的一体化和交通运输业的发达,农产品的异地销售十分便利,由于能源成本的不断上升,温室生产很难与露地生产竞争,温室产业向节省能源的地区转移。如在美国,能源危机后,温室发展中心转移到南方,北方只保留了冬季不加温的塑料大棚。1965年俄亥俄洲有240多公顷的温室进行蔬菜生产,占美国温室蔬菜生产的75%,但到1982年仅25%的蔬菜温室保存下来,一共只有64公顷。因此,南方地区生产新鲜农产品供应北方就成为主要来源,冬季50%以上的蔬菜从墨西哥进口。

2.4 温室产品特色化

以花卉生产为例,由于国际花卉生产布局基本形成,世界各国纷纷走特色和规模化的道路。荷兰凭借其悠久的历史花卉发展历史,逐渐在花卉种苗、球根、鲜切花、自动化生产方面占有绝对优势,尤其以郁金香为代表的球根花卉,已成为荷兰的象征,切花出口量占世界切花出口量的70%;美国在草花及花坛植物育种、盆花、观叶植物生产方面处于世界领先地位;日本在水气耕技术上占有绝对优势;丹麦盆花自动化生产和运输方面处于世界领先地位;其他如以色列、西班牙、意大利、哥伦比亚、肯尼亚则在温带切花生产方面实现了专业化、规模化;泰国的兰花实现了工厂生产,每年大约有1.2亿株兰花销往日本,在日本的兰花市场中占有80%的份额。

2.5 温室生产由成本高的地区向成本低的地区转移

90年代以前,世界温室生产的花卉主要集中在欧美及日本等经济发达的国家,如今已转移到气候条件优越,土地和劳动力等成本低,又受到产业政策扶持的地区,如南美洲的哥伦比亚、厄瓜多尔,非洲的肯尼亚、津巴布韦以及东南亚等国家和地区。

3. 工厂化农业的主要支撑技术

3.1 无土栽培技术

目前美国、日本基本全面普及营养液无土栽培技术,欧共体规定到2000年温室全部使用无土栽培技术。日本大面积推广水培和水气耕(无基质),其它国家普遍采用基质栽培(以基质固定根系,营养液循环使用)。各国使用的基质主要是椰子壳、草炭、珍珠岩、岩棉、蛭石等。基质栽培方式多种多样,如日本的深液流循环式水耕,栽培槽中营养液深10cm,槽上放置岩棉板块,岩棉