

上篇 总论

第一章 绪论

第一节 果树设施栽培概述

果树生产是农业生产的重要组成部分,对改善食品结构、满足人民需求、繁荣市场供应、增加经济收入、促进农村经济发展有着重要的意义。改革开放以来,我国的果树生产得到了迅速发展。截至1998年,全国果树面积已达863.5万 hm^2 ,总产量已达5452.9万t,人均占有果品44.8kg。随着经济的发展、人民生活水平的提高和对外开放的不断扩大,对果品的需求,不仅在数量上,而且在质量上、品种的多样化上、淡季市场的供应上都提出了更高的要求。果树设施栽培技术就是适应这种需要发展起来的一种现代果树栽培技术。

一、果树设施栽培的概念

果树设施栽培是指利用温室、塑料大棚或其他设施,改变或控制果树生长发育的环境因子(包括光照、温度、水分、二氧化碳等)达到特定果树生产目标(促早、抑后、改善品质等)的特殊栽培技术(李宪利等,1996;王中英等,1997;樊巍等,1998;汪志强等,1999;高东升等,1999)。作为果树栽培的一种特殊形式,设施栽培已有100多年的历史。20世纪70年代以来,随着果树栽培集约化的发展,人们对淡季果品需求的增加以及塑料工业和设施农业的发展,促进了果树设施栽培的迅猛发展。与此相适应,世界各国陆续开展了果树设施栽培理论和技术的研究,经过20多年的发展,目前果树设施栽培已成为果树栽培学的一个重要分支(李宪

利,1996;Lalatta F.,1976)。

和露地栽培相比,果树设施栽培是一个全新的体制。由于在设施栽培条件下,温度、湿度、光照、二氧化碳等环境因子的改变,必然导致果树的生长发育过程发生变化,相应地,果树对这些变化也会在生长和生理方面进行响应,这必然导致在这一特殊栽培形式下从果树品种选择、栽培模式、整形修剪和树体调控技术、环境调控技术、肥水管理技术到病虫害防治技术等一系列技术和露地栽培体制的不同。因此,总结果树设施栽培的理论和技術,对促进果树设施栽培技术的发展,丰富果树栽培学的内容有着重要的意义。

二、果树设施栽培的类型

根据当前国内外果树设施栽培的发展现状和设施栽培的目的我们把果树设施栽培分为以下4类:

(1)促早栽培。通过设施栽培达到果品提早上市的目的。这是目前国内外果树设施栽培最主要的形式。这种形式的主要技术特点是利用设施和其他技术手段,打破果树休眠,使其提前生长,果实提早成熟、提早上市。

(2)延迟栽培。主要是通过设施栽培和其他技术措施,使果树延迟生长,果实延迟成熟、延迟上市。目前这一栽培方式在草莓、葡萄、桃上已试验成功。

(3)避雨栽培。在雨水较多的地区对櫻桃、桃、葡萄等容易出现裂果的品种,通过设施和覆盖防止裂果,提高品质和商品价值。

(4)异地栽培。在设施栽培条件下,各种环境因子可人为控制因此只要创造出适合果树生长发育的环境条件就可以不受地理经纬度和果树自然分布的制约,在不适于自然生长的地区栽培果树。如我国通过设施栽培已成功地将亚热带果树柑橘、佛手和热带水果菠萝、木瓜在北方引种栽培。

也有些文献是根据设施类型对果树设施栽培进行分类的（李宪利等，1996；王中英等，1997）。

第二节 果树设施栽培的特点和意义

一、调节市场供应

随着经济的发展、对外开放的扩大和人民生活水平的提高，人们对水果的需求也发生了变化，不仅表现在数量上增加，而且对质量提出了更高的要求。在水果供应淡季，只靠少数几种大宗贮藏水果已不能满足消费者的需求。在设施栽培条件下，可以人为地控制环境条件，来满足果树生长发育的需要，不仅可使部分果树提早或延迟成熟，而且可以使一些果树四季结果，周年供应市场。目前的栽培技术已能够达到草莓和葡萄一年四季结果，樱桃、杏在3~4月份成熟，桃、油桃、李在4~5月份成熟，桃延迟到11月底成熟。

二、提高果品产量和品质

一些早春果树，如樱桃、杏、李等，易受早春低温冻害的影响，产量低而不稳。如杏、樱桃经常出现“春天一树花，到头不见果”的现象。利用设施栽培，可以有效地防止这类自然灾害的发生，大幅度提高果品产量。据河南省林业科学研究所试验，大棚栽培可使莱阳矮樱桃产量提高41.5%。

有些果树，如樱桃、葡萄、桃、油桃等，在果实成熟时如遇雨水，容易出现裂果，降低了果品的商品价值。设施栽培可以避免降雨等不良天气的影响，大大提高果品质量和商品价值。根据河南省林业科学研究所试验，大棚栽培的矮樱桃采前裂果由20%降低到6.8%，华光油桃的采前裂果由32.1%降低到9.3%。

三、提高经济效益

果树设施栽培多是以淡季供应和提高品质为目标，因此，同露地相比，其经济效益也就高得多。根据河南省果树设施栽培科研协作组的资料，在大棚栽培条件下，曙光油桃当年定植，第二年丰产 每公顷产量 34 770kg 成熟期提前 30~40 天 纯收入达 6.7 万元 是露地的 9.3 倍 矮樱桃当年定植 第二年见果 第三年丰产，每公顷产量达 16 875kg 成熟期提前 35~45 天，纯收入 2.42 万元 为露地的 4.9 倍 京亚葡萄当年定植 第三年丰产 每公顷产量 3.75 万~4.80 万 kg 成熟期提前 30 天 纯收入 1.5 万元 为露地的 5 倍 樊巍等 ,1998)。

根据目前国内果树设施栽培报道总结，采用设施栽培，每公顷草莓可实现经济效益 15 万~30 万元 葡萄 30 万~90 万元 油桃和桃 30 万~60 万元 樱桃 45 万~90 万元 杏 30 万~45 万元 与露地栽培相比较，果树设施栽培的经济效益提高 2~15 倍(王金政 ,1998 李莉 ,1999)。

四、生产无公害绿色果品

由于设施栽培的环境相对密闭，并可以对多种生态因子进行人为调控 因此 各种病虫害的发生和传播受到有效的控制 可少施或不施农药 减少污染 为生产无公害绿色果品开辟了一条有效途径。

五、扩大了果树的栽培范围

通过设施栽培，人为调控环境因子，可以使果树从原产地向非自然分布区迁移栽培，使其种植范围大大扩大。

六、充分利用土地和人力资源

设施栽培在人工控制环境的条件下生产不受季节限制如草莓、葡萄基本上可做到周年供应市场。这样就可以使土地利用率高提高1倍左右。设施栽培还可以进行立体化生产，充分利用空间做到果树和草莓、蔬菜的科学搭配能使有限的土地资源得到更充分地利用。

由于采用设施栽培冬季也可以进行生产改冬闲为冬忙使劳动力资源也得到了充分利用。

第三节 国内外果树设施栽培的历史、现状和发展趋势

一、国外果树设施栽培的历史与现状

人类采用设施的方法种植植物起源于何年何月历史学家提供不出确切的证据。但莱蒙（Lemmen, 1962）引用了柏拉图（Plato）的著作。柏拉图在公元前4世纪便在他的著作中指出，当时植物已在人工保护地上培植生长。莱蒙还提到班克斯先生（Joseph Banks）曾说过早在罗马时代果树在用称之为“白云母玻璃”的云母薄片覆盖下生长能够使果实早熟。当时的结构比较简陋大多数是把果树种在坑里，上面盖上云母薄片靠肥料分解和烟道为果树提供热量。1385年在法国的波依斯戴郁，人们在朝南的玻璃亭中栽花（莱蒙，1962）。在塔夫脱（Taft, 1926）的著作中也有关于在英国切尔塞郡艾普塞卡里斯公园里建造玻璃房子的资料。这种玻璃房四周是高大的玻璃墙，但屋顶不透光。16世纪末法国在波陶（Poitou）地区进行桃早熟栽培即在桃树下覆盖砾石经常浇温水到5月1日桃果成熟运到巴黎出售。到17世纪末法

国就建立了栽培热带果树柑橘的凡尔赛大温室。此后，在西欧其他国家，也相继发展了果树设施栽培，例如公元 1619 年德国出现了最早利用玻璃温室保护甜橙安全越冬的技术，至今德语的“玻璃温室”原文仍为甜橙之意 (orangery) 英语为 (orange)。这座温室是建立在巴登洲海德堡 (Baden Hedeleiberg) 的地方 索洛门·德·卡斯 Solomon de Casu 氏旧场内 全长 85m 宽 9.8m 为临时性双屋面温室。结构是木板组装 四壁有几个门 当外界冷时 用木板挡住门口。在屋顶上设透光兼通风用的玻璃窗户，能自由开关 在屋内有 4 个火炉，这样的温室可以保护 4 000 株甜橙安全越冬 (刘恩璞 1996)。

在法国博物学家阿丹桑 (Adangson, 1720~1806) 1750 年的著作中，有关于荷兰果树促成栽培的详细记录。在威廉一世 Willan 一世 1772~1843) 初期米勒氏用栎木 (或称橡树) 建造起来的加温温室中，首先栽培的就是热带果树柑橘，以后改为凤梨。1832 年在荷兰全国各地，利用木框温床和温室进行葡萄和甜瓜的早熟栽培，产品运往巴黎和伦敦出售。1800 年以前，美国只有 1 家商用温室从事园艺生产，1820 年前增至 3 家，到 1910 年增加到 975.45hm² 实践证明，玻璃温室较纸窗温室结实耐用，而且透光性良好 很少污染 这就使温室的结构与性能大为改善 发展速度很快 栽培作物种类很多 所以 到目前为止 仍有一些国家大量发展玻璃温室 有名的伦敦温室、荷兰温室、北京温室等都是杰出的玻璃温室代表。但是 玻璃温室所用的玻璃较厚 搬运困难 容易破碎 成本高 而且紫外线光不易穿透 因此发展面积仍然受限制 (刘恩璞 1996)。

1931 年法国人莱达谏 (Regnault) 发现了聚氯乙烯的单体氯乙烯 并于 1938 年观察到了聚氯乙烯的聚合物，被认为是塑料工业的开始。塑料工业的发展为塑料温室的发展提供了保证。塑料在农业上的应用 始于 1943 年日本在北海道用聚乙烯薄膜进行水稻

试验获得成功以后逐渐在设施果树生产上应用。由于玻璃工业和塑料工业的发展，又促进了设施果树生产的大发展（赵鸿钧，1987；FAO,1990）。

到了19世纪末20世纪初在比利时、荷兰等国家玻璃温室葡萄栽培已有了充分发展。在第二次世界大战前的1940年荷兰大约有5000个葡萄温室，占地面积860hm²，主要分布在海牙郊区。比利时大约有3500个葡萄温室，占地面积525hm²，集中分布在布鲁塞尔南部。20世纪60年代，比利时已拥有33000个温室，专门生产优质鲜食葡萄、早熟草莓和桃。西欧的果树设施栽培发展到19世纪时不仅有葡萄的设施栽培而且还发展了草莓、桃、柑橘、石榴、无花果、凤梨等果树的设施栽培。在这个时期比利时有6000个以上栽培凤梨的温室。在20世纪前，中欧果树设施栽培仍以葡萄为主，在核果类中以桃、李、樱桃居多，仁果类中的苹果、梨等设施栽培也有较大发展，但数量仍赶不上核果类和浆果类（刘恩璞,1996）。

目前，欧洲果树设施栽培最为发达的是意大利，其次是法国，因为地中海冬季温暖多雨的气候最适于果树设施生产。意大利果树设施栽培主要集中在南部和西西里岛地区，以油桃、鲜食葡萄和草莓为主，少量李、杏、樱桃，面积约7000hm²，多采用“V”字型整枝，一般成熟期提前30~40天，售价较露地提高1倍以上，经济效益十分显著（樊巍,2000）。

在亚洲北部的国家中，以经济发达的日本果树设施生产最发达，其葡萄设施栽培业开始得最早，面积最大。日本于1882年（明治15年）就开始了设施果树的研究，至今已有100多年的历史。到第二次世界大战前已达到31hm²，但由于世界大战的爆发，日本的参战，果树设施栽培面积减少了50%。战后，日本果树设施栽培又重新得到恢复和发展，到1955年，其设施栽培面积基本恢复到了战前水平，1965年发展到120hm²，10年间扩大了4倍以

上。以后随着塑料工业的发展,促进了日本塑料温室和塑料大棚的兴旺发达。例如 1965 年,日本塑料棚室面积为 14.7hm^2 ,到 1969 年增加到 410hm^2 仅 4 年面积扩大了 28.5 倍。到 1987 年日本的塑料棚室果树面积已达 $4\,735\text{hm}^2$ (其中葡萄 $4\,000\text{hm}^2$) 占日本整个果树栽培面积的 1.2%。到 1987 年全日本果树设施栽培面积已达 $8\,545\text{hm}^2$ 另有设施草莓 $5\,000\text{hm}^2$ 。日本的葡萄设施栽培面积最大,约占各种果树设施栽培面积的 73% 其次是草莓、櫻桃、桃、柑橘、梨等。

在日本 草莓基本上采用设施栽培 目前已有 90% 以上的草莓实施不同形式的设施栽培 但大部分是采用日光温室栽培 采收期较露地可提前 2~3 个月。

在长期果树设施栽培实践中,日本积累了丰富的经验。从栽培树种看 除了重点发展葡萄设施栽培外 还积极发展柑橘、梨、草莓、桃、柿、无花果等果树设施栽培 鸭田福也,

韩国虽然果树设施栽培发展历史较短 但发展迅猛 多集中在南部的济州岛 种类有香蕉、菠萝、柑橘、芒果、葡萄等。目前已有设施香蕉 683.7hm^2 菠萝 160.1hm^2 柑橘 52hm^2 ,其他果树 (高东升等,1999)。

目前 世界各国都在结合本国的具体情况 积极发展果树设施栽培,调节和改善水果市场供应。

二、我国果树设施栽培的历史与现状

据考证,我国设施园艺的发展起源于 2 000 多年前的秦,比欧洲人早了 1 000 多年 (刘恩璞等 1996)。

17 世纪末以后 随着国外玻璃温室的兴起 玻璃也逐渐传到我国,以玻璃温室取代了纸窗温室进行设施园艺生产。

20 世纪 50 年代随着世界塑料工业的兴起,塑料与塑料工业技术及塑料棚室园艺生产技术传入我国,为我国塑料棚室园艺生

产的发展奠定了基础。1958年山西农学院开始利用塑料薄膜覆盖西葫芦、黄瓜、豆角等进行蔬菜生产，收到了良好的效果。1978年黑龙江省齐齐哈尔园艺所开始了塑料薄膜日光温室葡萄栽培试验，获得成功后，又在塑料大棚内试验成功。1981年辽宁省本溪市立新区恩山岭大队在塑料薄膜温室中进行葡萄栽培试验，栽后第二年获得一年二茬果，每公顷产果60 825kg。1982年辽宁省果树研究所进行了塑料薄膜日光温室和大棚葡萄栽培试验，也获得了较好的效果。80年代初辽宁省瓦房店市又利用塑料大棚进行柑橘栽培，试验取得了成功。1991年辽宁省辽中县保护地桃树栽培成功；1994年山东莱阳地区保护地中国樱桃栽培试验成功；1996年河南省林业科学研究所、郑州果树研究所等单位协作进行了油桃设施栽培系列配套技术和基础生理的研究，取得重大突破，该成果获1998年河南省科技进步二等奖；1997年山东泰安李、杏设施栽培成功；1998年安徽枇杷设施栽培成功，山东设施引种栽培热带水果菠萝、木瓜成功。

近些年来，我国台湾地区集中了大量的人力和物力对果树产期调节的理论和进行了研究，取得了很大进展，使一些落叶果树如葡萄、梨、桃、李等果实收获期由一年一收增加到一年二至三收，使一些热带常绿果树如番石榴、木瓜、柠檬、杨桃等几乎一年四季都能结果，对解决淡季水果供应问题起了很大作用（孟新法，1996）。

果树设施栽培效益高、见效快，深受广大农民的欢迎，得到了各级政府的高度重视，因而发展迅速。据不完全统计，截至1999年，全国果树设施栽培面积已达4.67万 hm^2 （李莉，1996）。而且形成了相对集中、规模发展的格局：现已初步形成了辽宁省盖州市、北京通州张家湾、青岛市莱西、河北省唐山市、河南省漯河市、开封市等地的设施葡萄生产基地，辽宁盖州、北京平谷、河北省石家庄郊区、山东冠县、平度、河南省郑州、洛阳郊区等地设施桃、油

桃生产基地 山东烟台市设施樱桃、大樱桃生产基地 辽宁省丹东市、山东省龙口市、江苏省连云港市、河南省郑州市管城区等地的设施草莓生产基地等一大批果树设施栽培基地，呈现出产业化发展的良好势头。果树设施栽培已成为现代高效农业的重要发展模式。

三、我国果树设施栽培存在的问题及发展展望和对策

（一 存在问题

在果树设施栽培迅速发展新形势下，生产需求与技术贮备不足的矛盾日益突出，使我国的果树设施栽培生产存在着不少亟待解决的问题。

1. 设施栽培树种方面

设施栽培树种结构不合理 草莓面积偏大 葡萄、桃发展面积过猛 樱桃、杏、李发展速度缓慢 而设施梨、苹果、柿、枣、猕猴桃等尚少有发展。由此造成市场供应不平衡 有些品种开始滞销 价格下跌 效益降低。

2. 品种资源方面

适宜设施栽培的品种少、单调 缺乏配套的系列化品种 不适应栽培品种多样化的要求。对多数品种来说 某些生物学特性 如休眠期、需冷量、花粉育性、花粉发芽力、适宜授粉组合、自花结实率等 多不清楚 因此 生产中扣棚升温的时间带有很大的盲目性，不能进行量化管理 坐果率低、产量低的问题十分突出。

3. 设施结构、材料方面

设施结构老化、落后、不规范 多数设施简陋 对光、温、湿等环境因素调控功能差 棚膜透光、透湿、保湿、耐候性、弹性、抗老化性等都不适应果树设施栽培的要求 缺乏果树设施专用棚膜 保温材料多为传统草苫 保温性能差、沉重、不耐用 易造成棚膜破损失

4. 栽培技术方面

目前,我国果树设施栽培技术多是延用露地或农民在生产中采用的经技术部门总结后而推广应用的,缺乏一整套指导当地果树栽培的技术规范。包括:①满足需冷量打破休眠技术;②授粉与提高坐果技术;③越冬、越夏及树体、土壤管理技术;④规范化整形修剪技术;⑤保护地栽培环境模型及设施内环境因素调控技术;⑥解决授粉困难、坐果率低、产量低等问题的相应技术措施;⑦技术推广体系不健全,技术力量薄弱;⑧科研落后于生产。

5. 果品质量方面

畸形果比率高,果实整齐度差,含糖量下降,风味淡,果实采收后易软化,耐贮运性差。

6. 产业化发展方面

由于果树设施栽培的高投入、高产出、高技术含量、高风险的特点,决定了其必须走产业化发展的路子,这是国外现代果业发展的必由之路。然而,目前我国的果树设施栽培仅重视生产环节,对果品采后的包装处理、销售和市场运作等不够重视,尚不能实现产业化发展。

(二) 发展展望和对策

当前世界果业正朝着集约化、生态化、产业化的方向发展,利用最新技术发展现代果业已成为振兴我国果业的重要途径。随着改革开放的深入,人民生活水平的提高,对果业提出了更高的要求。我国正在进行新一轮的产业结构、特别是种植结构的调整,我国也即将加入WTO,一些洋水果正拼命地抢占我们的市场,这些都对我国的果业发展提供了机遇和挑战。利用果树设施栽培的优势,发展优质、高产、高效、无公害果树设施栽培业,就是一条重要的途径。

借鉴先进国家的发展经验,针对我国果树设施栽培中出现的问题,必须提出相应的发展对策。

1. 在产业政策和规模方面

(1)抓住机遇，积极促进。果树设施栽培，是在市场经济条件下培植发育起来的资金、劳力、技术密集型的新兴高效产业，经济效益高，是进一步加快农业和农村经济发展的新的增长点。要抓住机遇，广泛宣传发动，积极地给以扶持，促进健康发展。

(2)正确引导，适度发展，控制总体规模。由于市场价格的巨大牵动作用，果树设施栽培很快就会形成发展高潮。因此，发展上既要积极扶持，又要慎重稳妥。要正确掌握全国各地果树设施栽培的现状和发展态势，不失时机地调整发展战略，正确引导发展方向，使果树设施栽培按比例协调发展。根据设施栽培果树的特点和市场消费容量，结合发达国家的经验，一般设施栽培果树的总体规模应控制在果树总面积的3%~4%，切忌发展过热。

(3)因地制宜，稳步推进。发展果树栽培，要因地制宜，实行区域化栽培、集约化经营。在已发展地区，要按照相对集中、优化结构、重点突出的原则，适度扩大栽培规模；在新开发地区，要先搞好试验示范，取得经验后再扩大发展规模。不搞一刀切，防止一轰而起，一轰而下。

(4)起点要高，品种和技术都要先进。设施果品生产技术性和商品性均强，发展上要严格把关。具体要求：品种先进、优良，苗木质量高、纯正、整齐，技术先进、综合配套，走产业化道路，广泛开展多学科、多部门的攻关协作，解决好生产中遇到的技术和理论问题。

(5)抓好基地建设，推进果树设施栽培产业化。建设一批具有一定规模、各具特色的果树设施栽培商品化基地，面向市场，选准主栽树种、品种，生产适销对路果品，选择需冷量低、生育期短、成熟期早、树体易于控制、适于进行保护地栽培、经济效益高的草莓、葡萄、油桃、桃、樱桃、杏、李等作为主栽树种，开拓市场，促进服务，逐步建立起生产—销售—市场信息服务体系。

2. 在产业化发展方面

设施栽培 作为果树栽培产业的一个重要分支 在市场经济条件下越来越显示出其巨大的发展潜力和广阔的发展前景，很快就会发展成为完整的产业体系。目前，应围绕以下几个方面开展工作。

(1) 建立健全稳定的适于设施栽培的果树良种选育、种苗繁育、区域性开发体系 并在此基础上完善资源、信息、技术交流体系，建立健全生产—运销—市场信息服务体系。

(2) 实行集约化栽培、规模化经营 建立果树设施栽培果品生产基地，加强优质高档果品生产技术研究。

(3) 加强果品采后处理技术研究 实行严格分级、高档包装。

(4) 在全国各大市场拓建批发市场 使之形成多级批发网络体系。逐步开发国际果品市场。

(5) 改善果品运输条件，实行冷藏集装箱运输。

3. 在果树设施栽培技术方面

目前 虽然设施果树栽培技术已经取得了一定的进展 但作为一种新兴产业，尚有很多问题需要研究。

(1) 果树设施栽培的技术研究亟待加强。果树是多年生植物，其生长结果习性和蔬菜等一年生植物不同 目前对其花芽分化、解除休眠等生理过程的研究还不够透彻。设施栽培，打破了正常条件下的生长、开花、结果规律 其内部生理过程的变化是相当复杂的 而目前我们对这方面还缺乏系统的研究。当前 设施果树的整形修剪、水肥管理、病虫害防治等栽培技术还多是沿用、借鉴露地果树的栽培技术 尚没有根据设施栽培的特点 形成完整的栽培技术新体系。

(2) 在品种、树种的选择上 也不尽善尽美。选择对路的树种、品种是果树设施栽培成功的关键。目前，用于设施栽培的树种主要是那些供应周期短、不耐贮藏或不耐长途运输的杂果。在品种

选择上 首先要突出一个“早”字 只有果实生长期短、成熟期早、解除生理休眠所需的低温量较少、且品质优良的品种在市场竞争中才有优势。其次要强调一个“矮”字。那些树型紧凑、短枝性状明显、通过人工或化学调控措施能够实现矮化密植的品种 尤其适宜进行设施栽培。同时还要求品种有较强的自花结实能力。但是，我国目前在果树品种选育、杂交等方面工作开展得还不够 这就不能为设施栽培提供较大的品种选择余地。

(3)改善光照条件和二氧化碳(CO₂)的应用技术。由于设施果树需要覆膜 就会不可避免地减弱光照 所以要采取多种措施改善光照条件。光照条件包括有无紫外线透过 散射光的多少 透光性薄膜的选择 反射光及人工光照的利用等。此外 树体的受光状态也有待研究。在生产高品质果实时，不同品种应选择何种薄膜尚不清楚，反射薄膜虽已被广泛应用，但这种薄膜只能改善着色，并不能增加含糖量。设施果树，一般生长较弱 叶子变大 导致全树受光状态恶化 所以与露地相比 应更进一步采用改善受光状态的整形修剪方法。影响设施果树树势、产量、品质的关键因子光合强度 很大程度上是受温室内二氧化碳的浓度制约的 在设施内对果树施用二氧化碳效果良好，但在施用前要选择合适二氧化碳源，确定适宜的气体扩散时间与方法及浓度等。

(4)与产业化发展相关的基地化建设技术、包装技术、贮藏保鲜技术、现代化运销手段等产业化技术体系等方面都需加强。

当前及今后一段时期果树设施栽培研究的重点项目有：①主要果树的低温需冷量及花期调控技术研究；②主要设施果树栽培新体制的研究 包括温、湿度调控 整形修剪、水肥管理、病虫害防治等)；③基于设施栽培果树的生理生态特性研究；④设施果树品质改良综合技术研究 ⑤设施果树产期调控的理论和 技术；⑥设施果树的无公害生产技术；⑦经济型果树栽培设施的研制；⑧设施果

树的环境调节及二氧化碳使用技术 ;⑨适于设施果树生产的植物生长调节剂的研制 ;⑩设施果品包装及运销技术。设施果树研究的中长期项目为 :①南方热带亚热带水果北移设施栽培技术 ;②适于设施栽培的果树新品种的引进和培育 ; ③适于设施果树栽培的新型节能设施的研制 ;④果树设施栽培计算机智能化生产技术 ; 生物工程等现代化高新技术在果树设施栽培中的应用等。