第一章　绪论

第一节　日光温室蔬菜栽培的兴起与发展

一、日光温室蔬菜栽培的创建

(一)温室发展的历史

我国是温室蔬菜栽培历史悠久的国家。西汉（公元前 206～公元 23 年)时期,《汉书补遗》的《循史传》上记载:"太官园种冬生葱韭菜茹,覆以屋庑,昼夜燃蕴火,待温气乃生,信臣以为此皆不时之物",说明我国在 2000 多年前已有温室蔬菜栽培的雏形。到唐代（公元 618～907 年），在陕西省西安市附近，利用天然温泉作为热源，在温室内促成栽培早春的瓜类，唐代诗人王建曾吟咏："酒幔高楼一百家，宫前杨柳寺前花,内园分得温汤水,二月中旬已进瓜。"到了明、清时期,在北京一带已较普遍应用"火室""炕洞"(土温室)于冬季栽培喜温蔬菜，春节可有黄瓜上市。在国外，古罗马帝国第五代皇帝尼禄时期(公元 54～68 年），有掘坑后覆盖云母片或滑石板片，配合酿热温床栽培黄瓜的记载。到了 17 世纪,法国、英国、德国、日本等国家,相继出现了简易的温室栽培。 1894 年美国人留柏尔斯发明了平板玻璃，1943 年聚乙烯塑料薄膜应用于农业生产获得成功后，温室蔬菜栽培进入了迅速发展时期。第二次世界大战结束后，随着玻璃和塑料薄膜大量应用于蔬菜生产，极大地推动了世界各地温室蔬菜栽培的发展。

自 20 世纪 60 年代开始的 10 多年之间,随着钢铁、化学工业的振兴和石油的廉价开发，全世界温室发展速度加快，并向材料结构现

需要全本请访问 www.ertongbook.com

代化、环境控制自动化、规模面积大型化的方向发展。据中、美、日、英、法、荷兰等29个国家的统计，1975年温室面积达43143hm²，到1977年两年之间面积又激增一倍。在此期间，我国也逐步开始了现代化温室的建设。1977年北京玉渊潭建造了我国自己设计的第一座荷兰型大型连栋温室，此后，兰州、牡丹江、上海、哈尔滨、大庆等市相继自建或引进一批荷兰型双屋面连栋温室。

70年代末，世界性石油危机发生后，温室的发展受能源影响而呈下降趋势，特别是能耗高、造价高、保温困难的大型连栋温室，多因经济效益大幅度下降而停滞发展。我国的大型温室因投入大，运转成本高，多不能维持正常运转和使用。

80年代以来，随着塑料工业的高速发展，为设施园艺增加了新的塑料薄膜温室系列。由于塑料薄膜温室与玻璃温室相比具有投资少、性能好等优点，因而发展速度惊人。以日本国为例，1977年玻璃温室总面积1284hm²，同期的塑料薄膜温室达到25795hm²，比例为1:20 我国1986年玻璃温室总面积670hm²，同期的塑料薄膜温室达到23330hm²，比例为1:35，到目前玻璃温室所占比例已微乎其微。

在温室发展盛衰起伏之间，中国的小型单屋面日光温室却呈现出稳步发展趋势，其生命力旺盛的原因显然在于这类温室能够比较充分地利用太阳能，并便于保温，加之造价低和基本上不消耗能源，可以获得比较高的经济效益。

(二)我国日光温室的形成与发展

我国最早利用日光温室在冬春季节不加温生产“反季节”蔬菜的，是辽宁省海城市感王镇和瓦房店市复州城镇，20世纪30年代传到鞍山市旧堡城昂村一带。当时是土木结构的玻璃日光温室，称之为土温室。从前屋面（采光屋面）的形状上可分为两种形式：一种是一面坡式温室，俗称立窖 另一种是一斜一立式温室，俗称亮窖[①]。

不管是一面坡式还是一斜一立式温室，都因以玻璃为透明覆盖材料，对骨架要求严格，造价和维修费用高，不利于大面积推广普及。故在60年代后，随着农用塑料薄膜的广泛应用，人们开始以塑料

①引自张真和《高效节能日光温室园艺》，第2页，中国农业出版社1995年版。

薄膜为透明覆盖材料替代玻璃用于温室生产,具有质地轻软,对骨架要求不严格,便于就地取材,造价低廉,维修方便等优点,于是塑料薄膜日光温室便植根于北方大地，并逐步取代玻璃温室而发展。 70 年代至 80 年代初期，日光温室因其结构、性能不够好，冬季多生产耐寒、半耐寒叶菜类蔬菜，早春定植果菜类蔬菜。进入 80 年代后,随着北方冬季鲜菜市场的日益扩大,蔬菜季节差价显著加大,促使广大菜农和科技工作者,致力于旨在进行塑料日光温室‘反季节’果菜类不加温生产的科学探索。通过优化日光温室的结构性能，强化保温措施,改革栽培制度,以及组装配套技术等一系列农艺革新,到 1985 年冬至 1986 年春，取得了突破性进展，位于辽宁省南部的瓦房店市和海城市,在 -20℃以下的严寒气候条件下，塑料日光温室越冬茬黄瓜在不加温的情况下,实现了晚秋播种,初冬定植,严冬上市,盛夏拔秧,采收期长达 160 天左右,666.7m^2产量 1万 kg 以上。

在辽南地区日光温室越冬茬黄瓜栽培取得突破性进展的基础上,农业部组织北方各省、市、自治区,于 1987～1989 年,从日光温室结构性能、蔬菜作物种类、地域气候和优质高产等方面进行了适应性开发研究,先后在河北、山东、北京、河南、江苏、内蒙古、山西等省、市、区试验成功,使日光温室高效节能蔬菜栽培技术的适用地区,由位于北纬 40°～41° 的辽南地区,扩大到北纬 34°～43°的广大地区,面积也由个别温室增加到 1000hm^2 栽培的蔬菜作物由黄瓜扩大到西葫芦、番茄、辣椒等喜温果菜和多种叶菜类蔬菜,以及草莓、果用瓜和葡萄,优质高产栽培技术不断改进,从而为该项技术的大面积示范推广奠定了基础。1990 年之后，在原全国农业技术推广总站“日光温室高效节能蔬菜栽培技术开发协作网”的带动下，该项技术在北纬 32° 以北的广大地区得到迅速推广应用，其中北纬 32°～43° 地区主攻喜温果菜类蔬菜‘反季节’生产。据统计,到 1994 年我国节能型日光温室面积为 4.3 万 hm^2,比 1989 年扩大 40 多倍，占同年度设施蔬菜栽培面积的 12.7%，占塑料温室面积的 56.3%，主要分布在山东(14670hm^2)、河北(约 11330hm^2)、辽宁(约 6670hm^2)、河南(4000hm^2)等省;666.7m^2 平均产量 8000kg，平均产值超万元。此项技术的示范

推广,深受广大农民欢迎,成为北方农村农民致富的‘绿色工厂”,得到迅速发展。到 1999 年全国节能日光温室面积已达到 33 万 hm^2。

二、山东日光温室蔬菜栽培的发展与现状

山东省 20 世纪 80 年代初，在保护地蔬菜生产上重点发展了单坡面春用型塑料大棚(即春用型日光温室),出现了保护地栽培发展的好势头。1984 年总结了寿光县春用型日光温室的经验，这种温室与拱圆形棚型相比,有许多优点。首先是温室三面有墙,温室的保温性能和稳定性有了提高 其次是采光屋面向南倾斜呈单面坡形,采光性能好,不透明屋面向北倾斜,能够增加保温覆盖,进一步提高了保温性能 跨度大,一般在 10 米左右,温室内空间大,操作方便。它与加温温室相比,结构简单,投资少,成本低,无需耗能。在茬口安排上,冬季可以栽培芹菜等耐寒性蔬菜,春季和秋季栽培喜温性蔬菜,较拱圆形塑料大棚可提前或延后 10～15 天定植、收获，因而延长了栽培蔬菜的生长、供应期,较大幅度地提高了蔬菜的产量和产值 而且栽培利用的成功率高,风险性小,经济效益、社会效益显著,因此在全省迅速推广。这种温室的出现和推广，使山东省保护地蔬菜生产出现了新的转机。1985 年全省春用型日光温室仅 60 余 hm^2,至 1990 年面积达 6660 余 hm^2。

80 年代后期，辽宁省瓦房店琴弦式日光温室，能于冬季不加温栽培黄瓜，这一成功经验对山东保护地蔬菜生产起到了很大的推动作用。苍山、临淄、寿光和济南市等地,先后到瓦房店引进该项技术,1987～1988 年度山东省首先在苍山县苏圈村取得了较大面积越冬茬黄瓜栽培的成功,该村日光温室种植的 15000m^2 深冬黄瓜,腊月十四日上市,平均 666.7m^2 产 6250kg,平均产值达 12300 元,在全省乃至全国引起轰动。之后寿光、临淄、济南市等地也获得了成功。为了使这种高效节能日光温室(冬暖式大棚)能够在山东气候条件下更好地应用,各地连续多年在温室结构、采光保温性能及配套栽培技术等方面,先后开展了研究和测试分析。山东省科委还列了重点课题,组织有关的生产、科研、教学等部门进行联合攻关,在温室结构和综合

高产配套技术方面,获得了多项成果和大面积成功,使这项技术得到进一步完善。在不加温的条件下日光温室越冬茬黄瓜栽培成功，是山东省保护地蔬菜栽培学习辽宁经验的重要成果。之后，山东各地在西葫芦、番茄、青椒和茄子等喜温性蔬菜的越冬茬栽培技术方面，又相继取得技术突破，为保护地蔬菜栽培展现了广阔的前景。

日光温室蔬菜越冬栽培技术的成功，引起了各级领导和各有关部门的高度重视,各地制定优惠政策,采取有力措施,使日光温室蔬菜生产得到迅速、大面积发展。1989 年全省日光温室 240hm², 1994 年发展到 2.4 万 hm², 1999 年 13.6 万 hm²,日光温室蔬菜生产已成为山东农业一大特色和主导产业，成为山东农民增收的重要途径。目前山东日光温室蔬菜生产呈现出以下几个特点：①面积逐年扩大，形成了一批有一定特色和规模的日光温室蔬菜基地县（市）和乡镇。②种植的蔬菜种类不断增加，品种日渐丰富。近几年在黄瓜、番茄、茄子、辣椒、西葫芦等几种主要蔬菜栽培的基础上,又发展了菜豆、苦瓜、丝瓜、冬瓜、厚皮甜瓜、扁豆、香椿等十几种喜温性蔬菜和各种芽菜等新稀蔬菜,大大拓展了日光温室栽培的蔬菜种类。在品种上,推广了彩色甜椒、樱桃番茄、迷你黄瓜等特色品种,真正使日光温室蔬菜达到丰富多彩,琳琅满目。③新技术推广步伐加快,出现了大批高产典型。随着日光温室结构的不断优化,并组装配套了采用良种、嫁接育苗、适期定植、起垄栽培、地膜覆盖、CO_2 施肥、反光幕应用、微滴灌、生长调控等 10 项技术,使日光温室蔬菜栽培水平不断提高,全省日光温室主要蔬菜平均 666.7m² 产量达 1 万 kg 以上,并出现了黄瓜 666.7m² 产 3.04 万 kg、番茄 666.7m² 产 2 万 kg 的高产典型。④日光温室蔬菜发展,带动了保护地蔬菜全面发展,初步形成了布局较为合理的保护地生产体系。据统计,到 1999 年全省保护地蔬菜面积已达 53.33 万 hm²,其中日光温室面积 13.6 万 hm²,拱圆形大棚 16.67 万 hm²,中小拱棚 23.07 万 hm²，形成了以节能型日光温室为龙头的多种类型、多种形式的保护地设施生产体系。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

三、山东日光温室蔬菜栽培上存在的问题

山东日光温室蔬菜生产虽然发展很快，技术水平较高，效益较好，但生产上仍存在着很多不容忽视的问题，主要表现在以下几个方面：①仍有相当数量的日光温室结构不合理，采光屋面角度小、墙体和后屋面偏薄等，致使抗御自然灾害及抵御逆境的能力较弱。合理的、优化的结构是提高日光温室蔬菜产量和质量的前提，因此，没有优良的设施结构，采光、保温性能差，就不可能有较高的产量和生产出优质产品。根据我们调查，生产上仍有许多农民为节省投资或抱侥幸心理，建造的温室结构不合理，遇到低温连阴天气，常发生大幅度减产或绝产，造成巨大损失。②配套栽培技术尚不完善，也未得到全面普及，产品产量及质量有待提高。有些地方存在着常规技术不到位、新技术推广慢的问题，致使管理水平较低。从产品品质方面来看，个别地方由于化肥和农药使用不合理，栽培技术不规范，蔬菜产品污染、风味变差、商品质量不高的问题时有发生，与发达国家对蔬菜质量的要求相差甚远。③茬口安排单一,劳动生产率较低。许多日光温室种植蔬菜只是一年一大茬，只利用了冬春季节，夏季闲置浪费，未能实现一年多茬综合利用，设施利用率较低，加之管理全靠手工操作，机械化程度较低，平均每个劳动力创造的价值较低，农民得到的回报较少。④土壤次生盐渍化等连作障碍严重。由于日光温室土壤施肥量大，又长时间重茬连作，其温室内土壤的理化性能和营养平衡遭到破坏，从而导致各种非侵染性病害大量发生，影响产量和品质。⑤蔬菜土传病害越来越重。由于日光温室蔬菜生长周期长和多年连作,土壤中病原大量积累,反复侵染,造成土传病害严重,防治难度越来越大，因此采用综合防治措施显得越来越重要。上述问题的存在，制约了日光温室蔬菜生产进一步的发展，必须采用现代技术对设施及配套技术进行改进、创新、提高，才能确保日光温室持续健康发展。

第二节　新型日光温室蔬菜系统技术研究及成果

一、立题依据与技术路线的确定

(一)项目的确立

本项目 1995 年开始预备试验,省政府于同年 8 月成立农业专家顾问团蔬菜分团，开展了广泛调查研究。 1996 年实施省蔬菜良种产业化开发项目(即三○工程),着手调整蔬菜育种方向,重点开展日光温室蔬菜专用品种选育。1997 年山东省科委正式立项，作为重大研究课题，组织全省协作，全面进行“山东新型日光温室蔬菜系统技术工程研究与开发”项目的实施。

1. 前期发展过程　山东节能日光温室蔬菜生产始于 1987 年，苍山、临淄等地引进了辽宁省瓦房店琴弦式日光温室和黄瓜越冬栽培技术。1988 年，苍山县苏圈村农民较大面积日光温室越冬黄瓜栽培获得成功。1989～1990 年，寿光市三元朱村对引进日光温室进行了部分改进。同年，山东农业电影社在专家指导下，摄制发行了科教影片《单坡面塑料大棚》。进入 20 世纪 90 年代，全省各地市均在试验示范的基础上，把日光温室喜温性蔬菜栽培作为新兴科技，加快了示范和推广步伐，并带动了蔬菜保护地栽培的发展，到 1994 年底,全省蔬菜保护地栽培面积达到 13.33 万 hm^2,其中日光温室发展到了 2.4 万 hm^2，形成了较大规模和集中产区。

2. 项目的必要性　栽培实践证明，山东是我国日光温室蔬菜生产的最佳地理位置之一，冬季蔬菜具有广阔的市场空间和较高的经济效益。1995 年多数市、地把设施蔬菜列为发展高产优质高效农业的重点推广项目，日光温室蔬菜进入快速发展时期。但同时，随着日光温室栽培范围的扩大，日光温室的设施结构和栽培技术的局限性也充分暴露出来，成为实现高产、优质、高效的制约因素。这些问题突出表现在:①对日光温室结构研究的太少，生产上建造的日光温

室在结构上不够科学合理,致使温、光、气调控性能差,抗御自然灾害能力低。②日光温室高产高效栽培技术体系尚未形成，栽培上基本沿用了春早熟和秋延迟栽培方式，技术与设施不配套。③此前日光温室蔬菜以黄瓜为主，栽培种类和品种偏少。④施肥和病虫害防治仍采用大田常规技术，盲目扩大化肥、农药用量的问题突出，不仅加大了生产成本，而且造成产品污染。⑤生产管理全为手工操作，劳动强度大，工作效率低，特别是在雨雪之后，草帘拉放成为强体力劳动，而且降低了光照等资源的利用率。因此，必须把设施改造、创新，栽培生理、科学施肥、病虫害综合防治、产后产品处理,以及适宜专用品种选育、引进、试验、示范等作为一个系统工程进行研究与开发,才能为日光温室的大发展提供理论依据及配套技术保障，进而实现各项技术的规范、高效。

3. 项目的基础条件　1995 年，我省已具备了实施该项目的基本条件 :①在日光温室蔬菜栽培引进 8年的试验示范推广过程中，开展了许多专项研究，总结了大量实践经验，初步掌握了日光温室蔬菜栽培的一些特点和规律，并对存在问题把握准确，认识清楚，有了明确的研究方向。② 1995 年省政府成立了由山东省农科院蔬菜研究所所长何启伟任团长的山东省农业专家顾问团蔬菜分团； 1996 年启动了由首席专家何启伟负责的蔬菜良种产业化开发项目，即“三〇”工程，形成了由蔬菜专家顾问团组织协调，农科院、农业厅、农业大学与济南、临沂、寿光、苍山、临淄等日光温室蔬菜重点产区密切配合,开展“山东新型日光温室蔬菜系统技术工程研究与开发”协作攻关的科研推广组织体系。③得到了省科技主管部门的大力支持。 1997 年,山东省科委批准下达了重大攻关项目《设施蔬菜系统技术工程研究》，以该项目和“三〇”工程为依托,调动了各方面的积极性,加快了“山东新型日光温室蔬菜系统技术工程研究与开发”的进程，并使阶段性成果得以迅速转化和推广，确保了山东日光温室蔬菜生产在发展中提高，在提高中发展。

(二)项目的组织领导及技术路线

1. 组织领导该项目是多学科、多部门参与的系统工程，内容覆

盖范围广,学科关联度高,现场工作量大,时间跨度长,必须有以一贯之、坚强有力的组织领导。该项目由省农科院蔬菜研究所牵头，联合省农业技术推广总站、山东农业大学园艺系共同主持，吸收省农科院有关研究所、重点产区蔬菜主管部门组成协作攻关网络。同时，项目的研究开发还把省农业专家顾问团蔬菜分团、山东园艺学会蔬菜专业委员会的活动，与省菜篮子工程办公室的工作安排结合起来，保证了统筹协调、团结协作、进展顺利,点面共同推进。

2. 技术路线该项目事关山东蔬菜业发展的长远大计，在技术路线选择上，按照加快农业产业化和农业现代化进程的要求，突出了4个方面的结合。

(1)试验研究与示范推广相结合。为加快研究成果的转化，对其中各专题项目采取边试验研究边示范推广，既使研究成果经受了实践检验，又通过实践丰富了研究成果。在新型日光温室的研制，新品种选育等方面都走了这条路子。另外，对群众创造的新经验，特别是创纪录的高产典型，进行了跟踪调查和研究，走出了在社会主义市场经济条件下专家与群众结合的新路子。

(2)多学科结合。该项目参与学科众多，涉及农业工程、遗传育种、栽培生理、土壤肥料、植物保护、产品市场营销、产品加工等领域。项目实施中，各学科既有各自的研究目标，又优势合成。如其中开展的无公害蔬菜生产技术规程研究就是多学科的有机结合。

(3)单项研究与综合技术示范相结合。项目在对单项技术深入研究的同时，将其进行综合组装配套，构筑起系统技术规程在示范点上应用，既可有针对性地采用单项研究成果，又有利于发挥项目的整体优势，形成综合效益。

(4)产前、产中、产后研究开发相结合。产前研究主要是温室立地条件、建造设计、建造材料、品种选择等,并提高了产前培训的科技起点；产中研究包括日光温室主要蔬菜有关栽培技术指标研究，并配合总结群众经验，为提高栽培管理水平奠定基础。产后则包括市场布局、新型营销、产品处理等，使研究成果紧扣蔬菜产业化需求。

二、研究内容与主要研究成果

(一)日光温室的改造、创新及其配套设施的研制

根据山东省的地理位置和气候资源特点，寿光、济南等地，于90年代初期已经提出了瓦房店日光温室的改进型。项目实施后，进行了全省日光温室结构和性能的普查，先后调查了10个县(市、区)的4000多栋日光温室，明确了全省日光温室现状及存在问题。在此基础上，从优化结构、改进建造材料入手，以提高日光温室的采光、保温、通风性能为重点，研制出了山东Ⅰ型(SD－Ⅰ型)、山东Ⅱ型(SD－Ⅱ型)、山东Ⅲ型(SD－Ⅲ型)和山东Ⅳ型(SD－Ⅳ)等新型日光温室，与改进型日光温室相比较，新型日光温室的脊高、跨度增加，跨高比缩小，采光屋面角度和室内容积增大，进光量和保温效果明显提高，冬季抗灾能力显著增强，其冬季室内最高最低温度，较改进型日光温室分别提高5℃和1～3℃。根据对新型日光温室性能测定和使用效果，以及考虑到建造成本和日光温室抗雪压的安全性等问题，确定重点推广山东Ⅱ型和山东Ⅲ型日光温室。其中SD－Ⅱ型框架板材组装结构已获国家新技术专利。

(二)拓展了日光温室越冬茬栽培的蔬菜种类，选育和引进开发了新品种

为了充分发挥日光温室的潜力，丰富冬春蔬菜市场，我们在学习辽南日光温室种植越冬茬黄瓜经验的基础上，研究种植了其他瓜果类蔬菜，并逐步完善了相应栽培技术，从而使日光温室越冬茬和冬春茬栽培的瓜果类喜温性蔬菜达到十几种，一举改变了以黄瓜、番茄为主的种植结构，极大地丰富了我国北方地区的冬春蔬菜供应。

在省蔬菜良种产业化开发项目(即三○工程)的支持下，将蔬菜育种的重点调整到日光温室专用蔬菜品种的选育和引进上，开展了黄瓜、厚皮甜瓜、番茄、茄子、辣椒等蔬菜日光温室专用品种选育，取得了重要进展。同时，积极而又慎重地从荷兰、以色列、韩国、美国等国家和我国台湾引进保护地品种和新稀蔬菜品种进行试种、示范。

据统计，5 年来，我省育成的保护地蔬菜品种，经省农作物品种审定委员会审定认定的有 20 个；省外、国外品种经省农作物品种审定委员会认定的保护地蔬菜品种有 12 个。随着蔬菜种类丰富，品种增多，日光温室蔬菜进入高速发展阶段，冬春成为蔬菜丰收、市场丰盛和农民致富的黄金季节。

（三）日光温室生态环境、蔬菜栽培生理研究及应用

本项目较系统地研究了日光温室蔬菜生态系统，开展了日光温室蔬菜低温冷害、衰老机理、光合作用等项研究，取得了重要进展。

根据上述研究结果，提出了日光温室蔬菜在环境调控和栽培管理上，须掌握以下技术原则：

1. 根据日光温室蔬菜生态系统的研究结果，认为在寒冷季节日光温室温度调控依据既要注意蔬菜作物需温特性，还要重视日光温室的保温能力和夜间温度状况。白天调控较高的室温，目的是在较好的光照和 CO_2 条件下，提高作物的光合能力，并有利于夜温的提高。因此，提出在寒冷季节“高温养果（瓜）”的管理原则，即在寒冷季节日光温室白天宜控制较高的温度。

2. 鉴于日光温室越冬茬栽培的瓜类、茄果类蔬菜的育苗期为 7～9月，适值高温或温度偏高的季节。为培育壮苗，促进苗期花芽分化，以便为丰产奠定良好基础，提出了“低温养苗”的管理原则，即苗期注意控制较低的温度，尤其要适当控制较低的夜温。

3. 日光温室蔬菜在越冬期间光照不足是限制产量提高和品质改善的重要因素。为此，应高度重视改善温室结构，选用透光性好的薄膜，注意保持薄膜洁净。同时，要在提高地力的前提下，逐步降低群体密度，提倡“适当稀植”的原则，并及时进行植株调整，改善群体内的光照状况，这是提高产量，尤其是提高商品质量的重要措施。

4. 就目前日光温室蔬菜生产总体来看，由于灾害性天气的出现或日光温室结构不合理，采光、保温性能较差，在深冬季节因低温冷害和弱光照所导致的蔬菜非浸染性病害严重，造成日光温室蔬菜减产，农民诊断失误乱用药，因此研究提出了日光温室蔬菜非浸染性病害的识别及其预防的技术和措施。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

（四）日光温室蔬菜需肥规律与平衡施肥技术的研究与应用

本项目开展了日光温室土壤养分与积盐状况的调查，进行了日光温室蔬菜需肥规律、施肥对蔬菜产量和品质影响的研究。在此基础上，开展了日光温室土壤培肥和蔬菜平衡施肥系统技术的研究。通过试验，了解并掌握了土壤施肥量与土壤速效养分增加量，土壤速效养分含量与蔬菜产量形成的关系，以此为依据，提出了日光温室蔬菜平衡施肥的系统技术。为便于生产者应用，又根据土壤类型、目标产量，提出了日光温室越冬茬黄瓜、番茄等主要蔬菜的施肥建议。该项技术在节省化学肥料 30%左右的情况下，日光温室蔬菜增产 10%以上。

（五）日光温室主要蔬菜病虫害综合控防技术及无公害蔬菜产品生产技术规程的研究与应用

本项目开展了全省日光温室蔬菜病虫害发生、用药状况及产品污染情况的全面调查。根据日光温室蔬菜病虫害发生、危害现状，着重开展了黄瓜(瓜类)霜霉病、蔬菜灰霉病、辣椒疫病、辣椒根腐病，温室白粉虱、美洲斑潜蝇控防技术的研究，取得了显著进展。

在上述病害的研究中，提出了生态控制、化学防治和生物农药防治相结合，达到减少用药、降低成本、延缓病原抗药性产生的目的。在此基础上，提出了日光温室瓜类、茄果类、豆类无公害蔬菜病虫害防治技术规程。同时，省内各主要菜区对生产无公害蔬菜和绿色食品蔬菜已开始引起重视。截止 2000年，全省已有 15个县(市、区)开发出了绿色食品蔬菜，有 70家企业通过了农业部绿色食品发展中心绿色食品认证，获得了绿色食品蔬菜标志使用权，其中瓜菜产品个数达 39个。

(六)日光温室蔬菜产业化体系的建立和发展

鉴于日光温室蔬菜已经成为山东蔬菜产业的龙头，区域化、规模化、专业化日光温室蔬菜的发展，促进了全省大型蔬菜批发市场的建设。目前，省内已建成国家级蔬菜批发市场 11个，经工商行政管理部门注册的蔬菜批发市场 400多处。蔬菜大生产、大市场、大流通的格局已经形成。同时，农民运销队伍发展壮大，全省常年从事蔬菜运销

的人员达到 150多万人；农村蔬菜产销合作组织也得到了较快发展，据不完全统计，全省各类蔬菜合作经济组织已达8000 多家,在解决个体生产与大市场的矛盾，发展产业化方面走出了新路。

该项目的实施，还促进了蔬菜科技示范园的建设，推进了山东蔬菜二次创业发展战略的实施，提高了蔬菜生产水平和劳动者的科技素质，加速了农村经济发展和农民致富的步伐。

根据以上研究成果，制定的山东省日光温室蔬菜（黄瓜、西葫芦、厚皮甜瓜、番茄、茄子、青椒、菜豆)越冬茬栽培技术规范,山东省质量技术监督局于 2000 年 3 月 1 日发布实施,这些标准在规范和提高全省日光温室蔬菜栽培技术方面，发挥了重大作用。

(七)开发效益

本项目在搞好研究的同时，进行了大面积开发，取得了巨大的经济、社会和生态效益。

1. 经济效益本项目实施前的 1994 年，山东省日光温室蔬菜的面积约 2.4 万 hm^2左右。经过 7 年的研究、开发,到 2001 年全省日光温室蔬菜增加到 20 万 hm^2,面积扩大了 8.3 倍，山东省日光温室蔬菜面积约占全国日光温室蔬菜面积的 45% 以上。本项目累计在本省开发 39.25 万 hm^2，约占全省日光温室蔬菜近 5 年累计种植面积的 60% 以上,获经济效益 84 亿多元 加上对周边省、市辐射带动所产生的效益，其经济效益巨大。而且，日光温室已由种植蔬菜扩展到种植果、茶、花卉等经济作物。

2. 社会效益　日光温室蔬菜的发展和本项目的实施，对解决我国北方及长江中下游地区冬春蔬菜淡季发挥了重大作用，彻底改变了历史上形成的蔬菜季节构成，满足了日益增长的社会需求。目前，山东省日光温室蔬菜商品量已达 1000 多万 t,70% 以上走出了省门，供应全国各地。山东日光温室蔬菜的发展，促进了蔬菜产业上水平、上台阶，特别是推动了保护地设施蔬菜的快速发展，并形成了适合我国国情的设施蔬菜生产体系、技术体系和营销体系。在项目实施过程中,我们广泛开展技术培训、技术服务、技术指导。5年来,仅寿光市受农业部、科技部、中国科协等领导部门的委托，举办全国日光温

室蔬菜高产高效技术培训班就达 210期,学员来自除台湾、香港、澳门以外的 31个省、市、自治区,接受培训人员达 59130人次。每年来寿光等地参观学习的人员达 30多万人次。全省每年派出到全国各地的农民技术员达 5000多人,仅寿光市 5年累计派出农民技术员就达 17804人次,遍布全国 25个省、市、自治区,为我国日光温室蔬菜发展做出了重要贡献。5年来,项目实施单位科技人员累计在国际会议,国内一、二级及省级刊物上发表论文 50多篇 编著出版日光温室等保护地蔬菜栽培技术书籍达 16种,累计 240多万字,发行 50多万册 编写教材 36种,印发 72万份。

日光温室蔬菜已经成为山东省蔬菜产业发展的龙头,并带动了全省蔬菜产业的发展。据统计, 1999年,全省瓜菜播种面积 172万 hm^2,总产量 7400万 t,总产值 484.8亿元;而同年全省粮食产值 448.12亿元(据省统计局 1999年年鉴),说明全省瓜菜产值已显著超过粮食,位居全省种植业之首。 2000年,全省瓜菜播种面积达 205.6万 hm^2,总产量达 8372.4万 t,总产值 555亿元。而 2000年因天气干旱,山东省粮食减产幅度较大。因此,在近几年全省农民收入增加的部分中,蔬菜的增收占了较大比例。其中,日光温室蔬菜已经成为农业增效、农民增收的重要手段。而且,日光温室蔬菜形成了真正的冬季农业,充分利用了土地、劳力、资金和冬春光热资源,对安置农村劳力,以及解决城镇下岗职工再就业等,也发挥了重要作用。

3. 生态效益全面贯彻无公害蔬菜生产技术规程,搞好温室环境条件调控,利用生态条件控制病虫害发生发展,以及采取生物农药,高效、低毒、低残留化学农药等措施,综合防治温室病虫害,并采用平衡施肥新技术,可比一般露地蔬菜更易于生产无公害蔬菜产品,其生态效益十分明显。

三、成果评价

1999年12月26日至27日,山东省科委邀请中国工程院院士、中国农科院蔬菜花卉研究所研究员方智远,中国科学院院士、中国科学院微生物研究所研究员田波等 12名国内知名专家组成鉴定委员

会，对“山东新型日光温室蔬菜系统技术工程研究与开发”项目进行了鉴定。鉴定委员会实地考察了寿光、临淄、高青、桓台等 4 个市、县、区的示范开发现场，听取了课题组所作的工作报告、研究报告、经济效益报告等，查阅了有关档案材料，并经充分酝酿讨论，对该项目给予了高度评价。

（一）该项目针对原有日光温室存在的结构不够科学合理、蔬菜栽培种类和品种偏少、高产高效优质栽培技术体系尚不完善等问题，把设施、品种、栽培管理及产品产后处理作为一个系统工程进行研究与开发，抓住了山东蔬菜发展的重点和关键，选题目标准确，研究方向明确，为日光温室大发展提供了理论依据及配套技术保障。

（二）该项目按照加快农业产业化和农业现代化进程的要求，突出抓了试验研究与示范推广相结合、多学科结合、单项研究与综合技术示范相结合，产前、产中、产后研究开发相结合，技术路线正确。特别在全省三农结合、产学研结合方面，为今后的科学研究及成果的示范推广创造了切实可行的组织经验。

（三）研制并示范推广了在结构上有创新的 SD－Ⅱ型、SD－Ⅲ型等新型日光温室，其中 SD－Ⅱ型框架板材组装结构已获国家新技术专利。与原有的改进型日光温室相比较，新型日光温室脊高、跨度增加，跨高比缩小，采光屋面角度与室内容积增大，进光量和保温效果提高，冬季抗灾能力显著增强。拓展了日光温室越冬茬蔬菜栽培的种类，选育和引进开发了新品种，对日光温室蔬菜栽培生理、平衡施肥技术、病虫害综合控防技术、蔬菜产业化等方面进行了深入系统的研究，率先在国内形成了日光温室黄瓜、西葫芦、番茄、茄子、青椒、厚皮甜瓜、菜豆等 7 种果菜生产的地方标准，提出了无公害蔬菜生产技术规程。根据日光温室生态系统特点，首次提出了“高温养果（瓜），低温养苗”的观点，这些研究成果为日光温室蔬菜科学、规范管理提供了依据，可在国内同类地区广泛应用。

（四）该项目的实施，使日光温室蔬菜成为山东的一大特色主导产业，面积全国最大，产量全国最高，效益全国最好，不仅增加了山东农民收入，而且丰富了我国北方地区冬春蔬菜供应，同时对我国日光

温室蔬菜生产发展和技术水平提高起到了很大推动作用，产生了巨大的社会效益和经济效益。

（五)该项目研究系统全面,资料完整,数据可靠,开发规模大,技术体系成熟，可操作性强。该研究使日光温室生产提高到一个新水平，展现了符合我国国情的具有中国特色的农业现代化产业雏形，其研究成果在总体上居国内领先水平，其节能应用效果达国际先进水平。

（六）建议今后进一步加强蔬菜品质和产后加工技术的研究。

第三节　日光温室蔬菜的发展前景与我国设施蔬菜生产的现代化

一、日光温室蔬菜的发展前景

日光温室是我国劳动人民创造的一种独特的保护地栽培设施，是对世界设施园艺的一大贡献。我国日光温室结构具有不同于国外温室的特点，有一个较大的采光屋面，能较多地吸收太阳能，东西北三侧面为贮热保温墙体，夜间透明屋面上覆盖草帘进行保温，有很好的保温效果。而白天较小的空间使增温快，并有较好的温度效果。在世界温室产业受石油危机和能源危机的影响发展变缓的形势下，我国设施蔬菜产业迅速崛起，保持了良好的发展势头，引起了世界的广泛关注。我国广大农村有大量的剩余劳动力，为劳动力密集型的日光温室产业发展提供了有利条件。特别是近几年来随着改革开放的不断深入，经济得到快速发展，人民生活水平不断提高，对蔬菜周年供应的要求越来越高，蔬菜需要量增加，市场广阔。同时，日光温室蔬菜已成为广大农民增收致富的重要产业。因此，日光温室蔬菜生产的发展适应了我国国情和经济现状，不仅在现在乃至将来，都具有中国特色和良好的发展前景。

二、日光温室蔬菜发展思路与重点

今后日光温室蔬菜的发展应继续以市场为导向，重点在优化温室结构、品种结构、栽培技术体系，努力提高机械化装备水平，提高劳动生产效率；在管理上着眼于提高产品质量和经济效益，培创名牌产品，不断提高日光温室蔬菜的产业化水平。当前应重点抓好以下几项研究和技术普及：

(一)优化日光温室结构，提高冬季生产安全性

目前生产上应用的日光温室，不少还是在改进型日光温室的基础上建造的，虽然也能在冬季不加温生产喜温果菜类蔬菜，但其结构不尽合理，采光保温性能较差，加之栽培技术不规范等原因，如遇有冬季严寒和连续阴天的天气，日光温室内的作物易受冷害或冻害，成为实现日光温室蔬菜稳产和提高效益的限制因素。因此，进一步研究和优化日光温室结构，使其充分有效地利用太阳光能，增加采光量，提高温室蓄热保温能力，是今后日光温室研究和技术普及的重点之一。

山东省在实施新型日光温室蔬菜系统技术工程研究与开发项目中，针对目前日光温室结构不合理，性能较差，建造不规范的实际，对日光温室进行了改造创新，提出了 SD－Ⅱ、SD－Ⅲ型等新型日光温室，并在不断改进、规范，在黄淮地区具有良好的推广前景。

(二) 开发应用新型塑料薄膜，改善日光温室的温光性能

我国日光温室蔬菜栽培应用的薄膜多为聚氯乙烯无滴膜，虽保温性能较好，但透光率降低较快，无滴持效期短，且成本较高。当今世界各国都将高耐久、高透光、高保温、长效流滴防雾的覆盖材料作为研究开发的热点。日本用 10余种树脂原料，以聚乙烯和乙烯一醋酸乙烯共聚物(EVA）为主要原料研究开发了可连续使用 5年以上的 PO 系特殊农膜，可使用 10 年的玻璃纤维强化聚酯板等；法国、希腊、西班牙等国家也开发出可连续使用 45 个月以上的耐久性多功能膜。近几年，国内已研制生产了使用期达 1～2 年的高透光、高保温、长寿、流滴性强的聚乙烯与 EVA 多功能复合薄膜，今后要加快推广

需要全本请访问 www.ertongbook.com