

浅析设施蔬菜高效栽培特点及在我国发展的必要性

王富强¹, 傅常智¹, 刘鲁江¹, 张天柱^{1, 2*}

(1.北京中农富通园艺有限公司, 北京 100083; 2.中国农业大学水利与土木工程学院, 北京 100083)

摘要: 立足设施蔬菜高效生产在国外的发展现状和特点, 尝试分析了设施蔬菜高效生产在我国发展的必要性, 指出设施蔬菜高效栽培是绿色理念发展的需要, 是我国农业供给侧结构性改革的需要, 是我国设施农业可持续发展的需要, 是经济新常态下产业融合、创新发展的需要; 并对我国发展设施蔬菜生产提出相关建议, 如加快设施蔬菜高效栽培产业集群的建设工作; 形成拥有自主知识产权的核心技术体系; 加强设施高效栽培蔬菜的食品安全生产工作等。

关键词: 设施蔬菜; 高效; 生产; 发展; 必要性

Analysis on the Characteristics of High Efficient Cultivation of Facility Vegetable and the Necessity of Its Development in China

WANG Fuqiang¹, FU Changzhi¹, LIU Lujiang¹, ZHANG Tianzhu^{1, 2*}

(1. Beijing Zhongnong Futong Horticulture Corporation Limited Company, Beijing 100083, China;

2. College of Water Resources and Civil Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: Based on the present situation and characteristics of high efficient facility vegetable production in foreign countries, the necessity of the development of high efficient vegetable production in China was analyzed. Efficient cultivation of facility vegetable was the needs of the green development concepts, the structural reform of the agricultural supply side in China, the sustainable development of facility agriculture in China and industrial integration and innovation in the new normal economy. In addition, some suggestions were put forward for the development of vegetable production in China, such as speeding up the construction of high efficient vegetable cultivation industry cluster, forming a core technology system with independent intellectual property rights and strengthening the safe production of vegetable with high efficient cultivation.

Keywords: Facility vegetable; High efficiency; Production; Development; Necessity

近年来, 我国的设施蔬菜生产在农业供给侧结构性改革的大背景下面临着转型升级。设施蔬菜高效生产作为国外设施园艺业发达国家一项业已成熟的产业, 对今后我国设施蔬菜生产的工作

重点转移有着借鉴意义。设施蔬菜高效栽培是指综合利用技术装备达到蔬菜的高效、高产的规模化生产, 是计算机技术、工业技术、工程技术、生物技术、冷链技术、管理技术等交叉的应用型

收稿日期: 2018-04-02

*通讯作者: 张天柱

学科,具有显著的工业化生产属性,是在我国农业向社会主义特色现代化农业转型背景下的全产业链生产模式^[1]。

1 国外设施蔬菜高效栽培业的发展及特点

1.1 工业化水平决定设施蔬菜业的发展程度

西奥多·舒尔茨^[2]认为,传统农业不存在资源配置效率低和隐藏失业的问题,要改变传统农业,首先是提供现代化投入品,其次是对人力资本进行投资。

设施蔬菜高效栽培是基于无土栽培技术的发展而日益普及的,1840年化学家李比希提出“植物矿质营养学说”,1856—1860年同样是在德国,萨克斯和科诺普种下第1株真正意义上的无土栽培植物。20世纪30年代,这项技术真正实现商用,20世纪60年代得到大面积应用,至今已有150余年的历史。

随着工业化进程步伐的加快,部分发达国家率先实现了设施蔬菜的高效生产,以欧美的美国、加拿大、英国、荷兰、西班牙、以色列,亚洲的日本、韩国为代表,这些国家和地区的设施蔬菜生产都各具鲜明特点^[3]。美国、加拿大国土面积辽阔,较容易使某一种农产品形成国际市场优势竞争力,加拿大的设施农业主要集中在萨斯喀彻温省,以家庭农场为主要经营主体^[4],农业基础雄厚,美国基于全球定位系统和卫星遥感技术的设施蔬菜生产已经应用于生产^[5]。英国是传统的园艺强国,近年来3S(遥感技术RS、地理信息系统GIS、全球定位系统GPS)技术在设施蔬菜生产上的应用日益成熟;在基础理论研究方面,细胞学、分子生物学等领域的研究在国际上居于领先地位,蔬菜产值约占园艺作物总产值的60%^[6]。荷兰的设施蔬菜生产水平居世界前列,温室面积达9 488 hm²,约占世界温室总面积的20%^[7],有数据表明,其设施内番茄单产达到了70 kg/m²,黄瓜单产达到了90 kg/m²,是我国传统生产方式的2倍之多,并连续多年保持了土地生产率、人均农业创汇率以及园艺产品出口增速等多个指标的世界第1^[8]。西班牙设施蔬菜生产集中在阿尔梅里亚省,面积达到了2.7万hm²,占据了西班牙设施农业面积的50%以上^[9]。以色列和荷

兰同样面临着国土面积受限的问题,尤其是以色列,沙漠面积占国土面积的60%,节水灌溉技术成为其设施蔬菜高效生产最大的亮点。日本和韩国的设施蔬菜生产在温室小型机械、环境精密化控制等方面居世界前沿水平,韩国的设施蔬菜生产面积在2013年的12.6%的基础上保持稳定增长^[10]。

1.2 国外设施蔬菜高效栽培的工业化特征明显

以园艺业发展迅速的荷兰为例说明设施蔬菜高效栽培的几个特征。一是高度专业化。专业的细分促进了农业服务业的发展,专业化的种子、肥料配比咨询公司等为设施蔬菜经营者提供了个性化的服务。二是产业间的集聚。如荷兰的Westland、Drenthe、Limburg等地的温室集群,它不仅仅是空间上的集合,更多的是产业间的交流和融合,生产者的需求从相关产业从业者那里转变成技术创新信号,生产者之间的交流越密切,这种信号就愈发强烈。三是资源共享促进企业运营成本的降低。产业集群规模化效益的“外溢”使得相关基础设施和公共服务能够以较低的成本运营,产业间的互补使得社会资源更加扁平化分配,以市场为主导的经济活动在农产品生产、加工、物流等环节得到动能的最大释放,活跃的经济促进了资源的共享。四是广泛利用物联网技术进行设施蔬菜的工业化生产。在温室、栽培设施、过程控制计算机、施肥系统、环控系统等方面越来越呈现出智能化发展的趋势,计算机控制软件所能关联的指标和设备涵盖了整个蔬菜生产过程,即便如此,每个种植季结束后,在能够进行大数据分析进而为种植者提供种植方案方面还需要加大研发力度和市场验证。五是大量采用机械代替人工操作。设施蔬菜生产的人工成本约占生产成本的30%,在荷兰,在育苗、定植、植株整理、采收、包装等环节均实现了机械化操作,轨道升降车、电磁引导运输车、温室屋顶清洗机等的利用一方面提高了劳动效率,另一方面也改善了植株生长的小气候^[11]。六是管理过程数据化。设施蔬菜的生产过程很大程度上取决于气候,每个环节的定量化管理是实现农业向工业化生产转型的基础,荷兰的设施蔬菜生产从业者利用计算机劳工管理系统把生产过程细分,从而促进了劳动效率的提升,仅疏花疏果一项,

在荷兰,每人每小时就可以达到2 600株,速度十分可观。七是注重环保和食品安全。欧盟国家早在2000年就已经实现了营养液的循环利用,节约肥料用量34%,节约用水21%。设施蔬菜高效生产的食品安全问题主要集中在农残超标和亚硝酸盐超标2方面,在欧洲等地,IPM(有害生物综合防治Integrated Pest Management)被广泛应用^[12],结合荷兰政府出台的一系列植保法规,IPM技术极大地催生了生物制剂和昆虫天敌商业化的发展,从源头减少了农业化学投入品的使用,但IPM预防技术也存在缺陷,如忽视了昆虫天敌人工释放可能对生态和社会带来的影响,对生态系统自身调控能力强调不够等问题。20世纪80年代,有学者提出了EPM(Ecological Pest Management)概念,更加强调了环境系统的可持续发展。欧美等国家早在20世纪90年代通过立法推行HACCP(危害分析的临界控制点Hazard Analysis Critical Control Point)食品质量安全管理模式,并取得了良好成效^[13]。

2 我国发展设施蔬菜高效栽培的背景和必要性

2.1 绿色发展理念的需要

我国农业在历史上曾长期处于世界领先地位,在错过工业化发展的历史机遇的同时,农业发展也逐渐落后于西方国家,经历了萌芽期、初步发展期、精耕细作期、北方旱作体系形成期、南方水田技术发展期^[14]、传统农业深入发展期、现代农业等几个历史阶段^[15]。我国所处的现代农业阶段也被称为石油农业^[16],严重依赖石化产品提高农产品产量的同时,暴露出污染严重、地力衰竭、人的健康受到影响等诸多弊端。绿色发展理念是党的十八届五中全会提出的指导我国经济社会发展的五大发展理念之一,是我国实现“两个一百年”宏伟目标的重要理论基础^[17]。

基于我国国情,现阶段多种农业发展模式并存,近年来设施蔬菜高效栽培作为一种国际上成熟的生产模式在我国的发展势头迅猛,多地出现了单体面积超1万hm²的栽培设施,不仅仅是在土地资源的集约化利用上优于传统反季节生产设施,在水分、光照、温湿度、二氧化碳等生产要素的调节供给上也实现了自动化控制,节约了

自然资源。针对不同地域特点所制定的一系列高效栽培规程在实现设施蔬菜生产标准化的同时,全程注重食品安全问题,通过过程计算机控制营养供给和病虫害生物防治能够达到绿色蔬菜A级标准^[18]。

2.2 我国农业供给侧结构性改革的需要

2016年中央农村工作会议和2017年中央1号文件都强调,今后一段时期,农业工作的主线是农业供给侧结构性改革,调结构、转方式具体表现在提高农产品质量和效益,特别是注重由“量”到“质”的转变,增强市场竞争力^[19]。

我国是蔬菜消费大国,随着人们生活水平的提升以及社会消费群体结构的变化,农产品个性化消费的趋势越来越明显,人们已经不仅仅满足于蔬菜的日常化消费,更多地追求蔬菜的安全和功能性,如保健功能、美容功能等。不可否认的是,近年来我国蔬菜质量安全问题仍然比较突出^[20],设施蔬菜生产由于部分隔绝了外部环境,在营造适宜作物生长小气候的同时,植物致病微生物也得以传播蔓延,出于对利润最大化的追求,传统的设施蔬菜生产模式中,生产者盲目地施用化学投入品的行为在很大程度上难以得到很好的控制。

在设施蔬菜高效栽培模式中,生产者严格按照既定的操作规程来实施操作的,操作规程中每一个环节参数的规定都是十分严谨的,是基于多年历史栽培经验的量化标准,多个参数间的关联紧密,在更改某一项参数之前都要经过重复计算和试验验证。设施蔬菜高效栽培的关键技术是无土栽培技术,目前比较流行的是椰糠+岩棉复合式高效栽培,椰糠是椰子生产的副产品,经过粉碎、灭菌制成规格一致的栽培装置;岩棉是由60%玄武岩、20%焦炭、20%石灰石加少量矿业副产品经过熔融、抽丝、挤压、切割成型的栽培装置,这2种选材从原料到加工工艺都不含有对人体有害的物质^[21-22]。在作物的整个栽培过程中,高效栽培模式区别于传统栽培方式,植株是在栽培支架上距离地面约50 cm处生长的,隔绝土壤的无土栽培方式,使得作物根系系统侵染性病害的发生几率接近于0,保证了整个栽培过程中农化产品的投入较传统方式大幅下降。在传统

蔬菜栽培方式中,多利用植物生长调节剂,如防落素、氯吡苯脲等处理柱头或果柄,以促进无性结实和果实膨大,蔬菜设施高效栽培区别于上述化学处理方式,是利用物理震动器或熊蜂促进授粉的方式完成的。目前由于分散的农户蔬菜生产方式中,生长调节剂的施用监管和检测手段尚不健全,出现了该类农化投入品滥用的个案而引起社会关注;在加大监管力度的同时,逐步改变和提高生产者的生产理念和生产技术手段就显得十分必要,如蔬菜工厂化高效生产中引进无害化授粉设备可规避生长调节剂的施用。

综上所述,设施蔬菜高效栽培从栽培设施、资材的选择到栽培管理过程的监管保证了产品的商品性和内在品质,能够对市场提供外观整洁一致、安全的蔬菜产品。在今后的生产过程中,如何改善蔬菜产品的品质,以满足受众对蔬菜口味等品质指标更高的要求是设施蔬菜高效栽培从业者所要努力的,从品种选择到田间管理都有很多工作要做^[23]。

2.3 我国设施农业可持续发展的需要

设施栽培在我国农业史上占有重要地位,可以追溯到汉代,但现代意义上的蔬菜设施栽培起步较晚,20世纪50年代,我国引进了简易设施栽培装备,截至2013年,我国设施蔬菜栽培面积达到了370万 hm^2 ^[24],随着我国节能型日光温室的发展,栽培设施面积有了大幅度增加,每667 m^2 的产值比露地提高了2~3倍,在日光温室业发展集中的地区,蔬菜种植户的经济收入得到了很大的提高。

目前,制约我国设施农业可持续发展的瓶颈除了上述环境污染等问题外,更重要的是生产组织模式和科技研发投入不足的问题^[25]。我国设施农业生产长期以来品种单一,高档蔬菜品种的种子大多来源于国外种子公司,地方传统优势品种逐步退出市场。尽管近年来,多地种植户自发组织的合作社发展迅速,但现阶段我国设施农业合作社还处于初期摸索阶段,存在权责不明晰、组织架构繁杂、分配不合理、财务管理混乱、服务内容单一等问题^[26],更有甚者,严重损害农户利益的事件时有发生。我国设施农业包括广义概念上的地膜、小拱棚等,总面积居世界第一。值得

一提的是,日光温室生产模式作为我国特色之一在一定的历史时期为蔬菜周年供应和农户增收作出了贡献,但随着科学技术的进步,这种严重依靠人工劳动、占用大面积土地的生产模式难以融入现代化生产要素。

设施蔬菜高效栽培项目集中了更多的现代化生产要素,科学化和信息化是其显著特征,专业化、标准化、规模化、集约化是其发展方向。设施农业作为农村经济中最活跃的组成部分,如何可持续发展是一种战略性管理观念的体现,这是和区域内经济社会发展水平相适应的,换言之,有什么样的城镇化水平就有什么样的现代农业发展水平。2017年4月1日,在中央提出解决大城市发展问题的“千年大计”后^[27],这种新的城市发展理念必将对区域内城镇化建设水平带来翻天覆地的变化;随之,区域内的设施农业的可持续发展也需要新的管理组织模式和前沿科技作为支撑。

2.4 经济新常态下产业融合、创新发展的需要

2016年中央经济工作会议指出,在我国经济由高速转向中低速发展阶段,各行业要认识、把握、引领新常态,地方传统优势产业面临降产能、调结构的艰巨任务,在今后的一段时间中,稳中求进是经济工作总基调,三去一降一补工作将继续深入^[28]。

设施蔬菜高效栽培是一项系统工程,涵盖了多种产业形态,其中仅温室制造业就包括了钢铁、玻璃、电器等诸多产业;栽培阶段包括育种、传感器、控制软件、施肥机、温室机器人等相关产业;采收物流阶段包括了分选、包装、冷链、电商等行业。在互联网+农业的发展进程中,设施蔬菜高效栽培是这一领域的典范。设施蔬菜高效栽培是一二三产业融合的产物,产业间的集聚使得市场配置更趋合理,公共资源得以共享,在共享经济发展方兴未艾的今天,设施蔬菜高效栽培产业规模化效益明显,这使得相关行业间流通成本大大降低。创新是行业发展的原动力,在经济新常态下,只有创新才能激发多要素生产力。当前,多种形式的社会资本参与到农业行业中,运营一段时间后,喜忧参半,传统农业投入大、周期长的固有属性加上农产品市场价格

的异常波动使得投资者短期内一时不能适应。究其原因,还是对新常态下产业走势估计不足、产业间的融合机制简单、风险意识不足所致。

“大众创业、万众创新”的号召提出以来,在我国广大地区掀起了“双创”热潮,最大程度地激发了市场活力。在农业领域,设施蔬菜高效栽培项目在我国多个地区落地,在引进国外成熟设备的基础之上,消化吸收国外先进管理经验,在提高土地产出率、劳动生产率、资源利用率等方面效果明显;当前,全球经济形式仍不明朗,我国人口红利消失,劳动力资源出现回流,更多在他乡工作的年轻人自发地返乡创业,他们所从事的大多是新业态、新行业。在我国农业服务业特征越来越明显的当下,蔬菜高效栽培已经成为新常态下设施农业创新的重要抓手。

3 我国设施蔬菜高效栽培发展的几点建议

3.1 加快设施蔬菜高效栽培产业集群的建设工作

设施蔬菜高效栽培项目的选址大多在大中城市周边,以都市居民为目标客户群,市场定位决定了该类项目落地是否能够充分发挥产业集聚效能。设施蔬菜高效栽培改变了项目地传统的小而散的蔬菜生产模式,融入现代化企业管理机制,从根本上改变农业发展方式,使得设施农业向产业化、工业化方向发展,走高效绿色可持续的道路。

美国哈佛商学院战略管理学家迈克尔·波特在1900年提出了国家竞争优势理论(又称为波特钻石模型Porter's "Diamond" Model),这一理论的提出为产业集群的分析提供了工具。该理论认为,生产要素、需求条件、支持及相关产业、企业战略结构及竞争、机遇、政府作用这6种因素决定着产业是否具有市场竞争力,强调动态的创新式发展以及知识资源的积累^[29](图1)。

在我国,比较有代表性的是山东寿光的日光温室产业集群。有数据表明,寿光市蔬菜种植面积达5.3万hm²,日光温室数量40万个以上,年产量40亿kg,年交易额达100亿元。究其原因,主要是寿光市地理位置优越、交通便利,其半岛性气候非常适宜设施蔬菜的生产;随着人们饮食结构的转变,我国反季节蔬菜消费量有了大幅提高;国内科研机构和跨国农化及种子公司纷纷在

寿光设立办事处或分公司,使得当地农户能够及时得到种植服务;通过蔬菜市场和中介组织的建立、专业协会和培训组织的成立有效地传递了市场信息,避免了无序竞争;国家先后出台政策鼓励土地经营权的流转和适度规模化经营,在很大程度上激发了广大农户参与到设施蔬菜生产中来;寿光市政府在市场流通信息体系建设、基础设施建设等方面做了详尽的规划和建设。不难看出,发挥市场在资源配置中的主导地位,转变政府职能,统筹多种生产要素,形成合力,推进设施蔬菜高效栽培产业集群的建设符合我国农业转型期产业发展的趋势。

3.2 形成拥有自主知识产权的核心技术体系

在设施蔬菜高效栽培涉及到的工程装备和技术规程体系中,温室制造实现了本土化,而施肥机、控制软件、栽培基质如岩棉等栽培设施国产化工作滞后,性能和质量与国外同类产品对比还有很大差距。目前,国内此类项目多是邀请国外有经验的种植者来进行田间管理过程的技术指导,由于我国气候和国外特别是欧洲的气候差异较大,国外技术人员在结合自身经验的同时,需要不断修正技术参数,才能获得理想的蔬菜生长效果。

在国外,有着成熟的作物生长模拟模型,如以色列的TOMGRO模型、美国的COMAX/GOSSYM模型、荷兰和以色列合作研发的HORTISIM模型等,国内相关学者在这方面也做了卓有成效的工作,但对比来看,在实用性、机理性和实践性上和国外研究成果还有很大的差

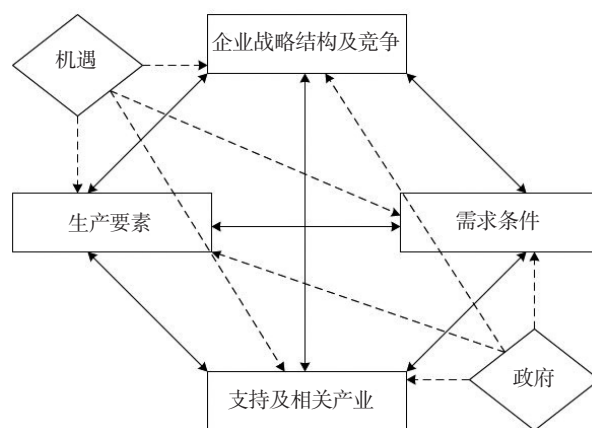


图1 波特钻石模型

距^[30]。我国已有可以分析作物光合作用、呼吸作用、叶面积指数、干物质积累量、病虫害诊断的模型,建议在此基础上,增加植物不同发育阶段对各种营养元素的需求、根系活力指数以及不同季节下营养液配方及灌溉策略的分析模块,以便每一个生长季结束后,过程计算机就能够为种植者提供一套完整的种植解决方案,节省大量人力。在我国提出“中国制造2025”发展战略的大背景下,设施农业向智能化、工业化发展的步伐加快,同时加速了我国科研成果转化^[31],而结合我国广大不同地区的气候特点,构建基于大数据分析 and 云计算技术的专家管理系统是我国设施蔬菜高效生产实现跨越式发展的关键。

3.3 加强设施高效栽培蔬菜的食品安全生产工作

人们的传统蔬菜消费意识中认为,土壤栽培的蔬菜要比高效栽培方式的安全,但随着近年来土壤面源污染的发展,适合生长有机标准蔬菜的地块越来越少,且有机蔬菜的价位偏高,面向的是高端消费人群,普通消费者对有机蔬菜的消费意愿并不强^[32]。以往未被人们所重视的土壤微生物污染问题以及禽畜养殖副产品作为基肥所带来的抗生素超标等食品安全问题对广大消费者的威胁仍未完全消除。

现代设施蔬菜高效栽培模式利用的是复合栽培基质,植物营养成分以离子态在营养液中存在,可供植物根系直接利用,避免了在土壤中需经过复杂的生化反应后才能被植株根系所吸收的过程,以磷肥为例,有数据表明:传统土壤栽培中,由于铝、钙等的固定作用,其利用率只有20%~30%,而设施高效栽培中可以达到90%~95%^[33],水肥的利用率远高于传统土壤栽培方式,以降低蔬菜亚硝酸盐含量为目的,有选择性地选用氮源作为设施蔬菜高效栽培的肥源成为可能。对于高效栽培蔬菜的安全性,亚硝酸盐的含量是一项关键指标,由于传统土壤栽培方式的粗放,蔬菜的亚硝酸盐超标问题引起了人们广泛的关注。设施蔬菜高效栽培模式中的营养液的供液策略是根据不同作物以及不同设施环境来制定的,通过计算机的控制来实现植物营养的有效供给,这种方式能够保证营养液中有较高溶氧量,即氧化还原电位较高,降低了硝酸盐还原为

亚硝酸盐的数量。

从以上几个方面可以看出,通过科学的技术调控,设施蔬菜高效栽培模式的产品安全性是能够得到保证的。另外,在流通体系方面还需加强质量安全可追溯体系的建设以及市场营销的诚信体系建设,才能让广大消费者了解设施蔬菜高效栽培产品的安全性。

参考文献

- [1] 王勉.高效设施农业发展现状及趋势分析[J].经济论坛,2012(2):110-113.
- [2] 西奥多·舒尔茨.经济增长与农业[M].郭熙保,周开年,译.北京:中国人民大学出版社,2015.
- [3] 徐茂,邓蓉.国内外设施农业发展的比较[J].北京农学院学报,2014,29(2):74-78.
- [4] 张杨.2012加拿大、美国现代设施农业见闻[J].农业工程技术,2012(7):11-13.
- [5] 刘毅,袁松.看他山之石,思中国设施农业产业发展——美国现代农业考察纪实[J].农业工程技术,2016(28):56-59.
- [6] 张培增.英国现代农业印象[J].农业技术与装备,2011(6):32-35.
- [7] 陈春良.荷兰、日本、以色列设施农业发展经验与政策启示[J].政策瞭望,2016(9):47-50.
- [8] 厉为民.荷兰的农业奇迹[M].北京:中国农业科学技术出版社,2003.
- [9] 顾莉萍.西班牙“阿尔梅利亚奇迹”对中国农业发展意义[J].世界农业,2016(1):179-184.
- [10] 郭林宇,宋欣欣,石昊飞,等.韩国蔬菜生产与消费现状及贸易展望[J].中国蔬菜,2016(10):5-9.
- [11] 李新旭.从番茄现代化生产解析荷兰温室优质高产的原因[J].农业工程技术,2016(7):60-65.
- [12] 徐小俊,孙继华.国外绿色植保的经验与启示[J].世界农业,2016(12):173-178.
- [13] 程琳,郑军.国内外蔬菜质量安全管理研究进展及启示[J].山东农业大学学报(社会科学版),2014,16(3):91-98.
- [14] 刘旭.中国作物栽培历史的阶段划分和传统农业形成与发展[J].休闲农业与美丽乡村,2014(6):3-16.
- [15] 曾雄生.中国农学史[M].福州:福建人民出版社,2008.
- [16] 张慧鹏.中国农业是如何走上石油化工道路的?——农业生产方式转型的体制机制动力[J].开放时代,2016

- (3):176-189.
- [17] 习近平.在省部级主要领导干部学习贯彻党的十八届五中全会精神专题研讨班上的讲话[J].中国应急管理,2016(5):11-19.
- [18] 姚宁宁,张蕾,付强,等.无土栽培蔬菜认知现状调查与需求对策分析[J].东北农业科学,2015(5):108-112.
- [19] 佚名.学习中央农村工作会议精神[J].新农业,2017(4):12-14.
- [20] 王浩.如何守护农产品安全?[J].营销界(农资与市场),2017(5):56-57.
- [21] 姜玲.椰糠基质栽培番茄高产特性研究[D].福州:福建农林大学,2016:8-31.
- [22] 苏芸,臧洁.农用岩棉种植初探[J].上海建材,2014(5):39-40.
- [23] 王锡明,王立华.设施蔬菜的瓶颈及对策研究[J].中国果菜,2016,36(11):40-44.
- [24] 董静,赵志伟,梁斌,等.我国设施蔬菜产业发展现状[J].中国园艺文摘,2017,33(1):75-77.
- [25] 刘芳.农业经济可持续发展问题分析[J].农业开发与装备,2017(4):22.
- [26] 赵冉,苏群.美国、日本农业合作社发展特点及启示[J].世界农业,2016(5):26-29.
- [27] 蔡之兵.雄安新区的战略意图、历史意义与成败关键[J].中国发展观察,2017(8):9-13.
- [28] 张占斌.中国经济政策若干重大问题分析——以2012—2016年中央经济工作会议为重点[J].国家行政学院学报,2017(1):14-19.
- [29] 赵建华,赵晓铭.产业融合背景下我国现代农业产业集群发展策略研究——基于钻石模型的实证分析[J].现代农业科技,2017(5):247-248.
- [30] 王健.番茄生长发育模型研究及其专家系统设计[D].北京:北京理工大学,2015.
- [31] 唐恒,刘帅,金玉成.国内外设施农业技术研究开发热点与发展趋势——基于专利分析视角[J].中国农业大学学报,2016,21(11):185-194.
- [32] 张蓓,黄志平,文晓巍.营销刺激、心理反应与有机蔬菜消费者购买意愿和行为——基于有序Logistic回归模型的实证分析[J].农业技术经济,2014(2):47-56.
- [33] 刘士哲,汪晓云,高丽红.关于无土栽培发展中若干问题的探讨(3)水培蔬菜的营养品质与安全性[J].农业工程技术,2016(19):42-45. 图

中国科学院植物研究所科研人员在揭示光-温信号整合机制方面取得新进展

中国科学院植物研究所林荣呈研究组发现了光信号与温度信号整合的新因子 SEU ,揭示了 SEU 通过与 $PIF4$ 互作形成转录调控复合物,对生长素合成与信号相关的靶基因进行调节,从而改变植物体生长素的含量和信号过程,实现对生长发育的调控,使植物更好地适应光-温环境。

林荣呈等科研人员长期开展光信号转导与叶绿体发育的相关研究工作,近年来致力于挖掘和研究光信号转导的新因子。研究人员前期研究克隆了拟南芥 $EPP1$ 基因,该基因编码的染色质重塑因子 PKL 能通过与多种不同转录因子互作抑制光形态建成及调控温度形态建成。研究人员在前期工作基础上,克隆出 $EPP2$ 基因。该基因编码一个转录辅助因子 $SEUSS$ (SEU)。研究发现, $EPP2/SEU$ 能够响应红光、远红光和蓝光等光信号,是植物光形态建成的负向调控因子;同时, $EPP2/SEU$ 能调控对环境高温(28°C)的生理反应,是温度形态建成的正向调控因子。进一步研究发现, SEU 全长蛋白具有转录抑制活性,但因其C端具有很强的激活能力,不仅能与光-温信号的关键转录因子 $PIF4$ 直接相互作用,也可以结合到多个参与生长素合成及信号转导基因的启动子上并激活其表达; SEU 结合下游基因不依赖于 $PIF4$,而 $PIF4$ 激活相关基因的表达则依赖于 SEU ; SEU 的突变能够导致生长素含量显著下降,表明其通过调控了生长素的合成而影响形态建成。

相关研究成果于2018年5月4日在线发表于国际学术期刊《Molecular Plant》上。 图