

光学技术对促进广西现代农业发展的思考

On the Application of Optics Technologies in the Development of Modern Agriculture of Guangxi

杜凯阳¹, 黄志民^{2*}, 郭海燕³

Du Kaiyang¹, Huang Zhimin², Guo Haiyan³

(1. 广西质量技术工程学校, 广西南宁 530022; 2. 广西科学院, 广西南宁 530022; 3. 广西大学, 广西南宁 530004)

(1. Quality and Tech. Engi. School of Gangxi, Nanning, Guangxi, 530022, China; 2. Guangxi Academy of Science, Nanning, Guangxi, 530022, China; 3. Guangxi Univ., Nanning, Guangxi, 530004, China)

摘要:介绍植物光生态和光敏色素的研究现状,以及光生态膜、人造光源和植物超弱发光等光学技术及产品在现代农业生产方面的应用情况,提出广西发展光学技术及产品在现代农业中的应用,应加大科技投入力度,多层次开展研究开发工作,加强培养人才,做好科普宣传工作,抓好光学新技术及产品的普及应用和示范推广应用等工作。

关键词:光学技术 光生态 光敏色素 现代农业

中图分类号:S123 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2005)03-0161-05

Abstract: The current researches on plant photo-ecology and phytochrome as well as techniques and products of photo-ecological membrane, artificial light sources and plant ultra weak luminescence are introduced. To enhance the applications of optical techniques and products in modern agriculture of Guangxi, there are more jobs that need to be done in the aspects of more invest in scientific activities, professional education, pop science education and demonstration.

Key words: optical technology, photo-ecology, phytochrome, modern agriculture

20世纪以来,人们通过大量使用化肥和农药等化学产品来提高农作物的产量和质量,但同时也带来了土壤劣化、农产品污染等影响人类健康和生存的问题,并制约了农业的可持续发展。因此,近年来兴起的生态农业越来越受到人们的重视。

物理农业是实现生态农业的主要途径之一。在物理农业中,光是植物生长发育中的一个重要环境因子,它不仅提供植物光合作用所需要的能量,而且还提供植物正常生长发育所需要的信息^[1]。绿色植物对光的需求是有选择性的,因此,在充分利用太阳光以及在太阳光不足情况下增加特定人造光源对绿色植物实施不同光质的光肥,就会促进作物生长和

分化,能够有效地利用土地资源,达到优质、高产、高效以及无公害生产农产品的目的。本文通过介绍光学技术在现代农业生产方面的研究及应用,对如何利用光学技术促进广西现代农业的发展提出一些思路,供有关方面决策参考。

1 光学技术在现代农业生产方面的研究及应用

1.1 基础理论研究

1.1.1 植物光生态的研究

植物光生态研究涉及植物的生态学和光学两门学科,其主要研究光质对植物光合作用速率的影响和对植物生长的调控^[2]。

近年来,随着相关科学技术及仪器设备的快速发展,光生态研究得到了迅速的发展。已经研究表明,红光(含近外红光,波长600~800nm),可以促进植物的营养成长和光形态的形成,而远红光

收稿日期:2005-01-04

修回日期:2005-04-05

作者简介:杜凯阳(1967-),男,广西邕宁人,讲师,主要从事物理教学工作。

* 通讯作者。

(LFR; 700~800nm)对植物的生态和形态的形成有很大影响;蓝光(波长 400~500nm)可以促进植物的繁育生长;紫外光可调节植物的生长周期,对抑制植物生长、调节花期和结果期有一定的作用,此外,紫外光和蓝光还能促进植物的着色;绿光对植物几乎没有效果^[1]。一般植物的光合作用随着光强度的增加而增加,当达到该植物的光饱和点后不再增加;无论是长日照或短日照的植物,强光都比弱光的效应大。当照射光中红外与近红外部分的比例变大时,植物的茎长变短;在光合作用有效波长范围内,蓝光强度的比例变大时植物的茎长也变短^[1]。

1.1.2 光敏色素的研究

在植物生长过程中,光信息的接受和传递都是通过光敏受体的活动来完成的,光敏色素是一个具有广泛的光敏受体^[2]。

20世纪80年代以来,人们从生理学、光谱学和免疫学等方面的研究得知^[3],植物黄化苗和绿苗中的光敏色素性质不同,人们曾把黄化苗中大量存在的在光照条件下易分解的光敏色素称为 P I,把在各种光照条件下含量基本恒定的光敏色素称为 P II。Sharrock 等^[4]分离、克隆了光敏色素 A、B、C 的基因(phyA、phyB、phyC)并测定了它们的全部编码和顺序;此后 Clack 等^[5]又测定了光敏色素 D、E 的基因(phyD、phyE)的编码和顺序。在对植物的研究中,人们发现在黑暗中才大量形成 PhA 光敏色素,即 P I,而它们 phyB 的基因产物则是 P II 脱辅基蛋白中的一种。

在植物生长发育过程中,由于光环境的改变,引起植物对光产生不同的生理反应,不同光敏色素的生理功能也与此密切相关。研究表明^[6],光敏色素 A 调节仅限于黄化植物远红外光高辐射度反应;光敏色素 B 调节的反应主要是光照条件下植物生长的 EOD 反应(指光下生长的植物,在白天成光期末给予远红外光照射后植物光敏色素所调节的反应)、R-FR 效应(指光敏色素接受入射光中的红光和远红外光量子比例发生变化时引发的反应)和 R-HIR(红外光高辐照度反应)。需光种子的发芽受到 PhyA 和 PhyB 共同调节^[7]。

目前对光敏色素在植物个体发育中的综合作用,研究结果最清楚的过程是植物的去黄化过程,包括植物下胚轴生长抑制、子叶伸展、叶绿体发育等阶段^[8]。

如果把不同光敏色素理论研究成果应用于各类农林作物及园艺花卉种植、生态环境治理等诸多领

域,将会给作物的合理布局,繁殖开花的控制及产量和品质的提高开辟新的发展途径。

1.2 光在现代农业生产方面的应用

1.2.1 光生态膜的研究开发状况

在太阳光中最丰富的是 520nm 左右的绿光,蓝光、紫光和红光的强度都很微弱,特别是在红光部分更弱。地球上绿色植物进行光合作用时对太阳光的利用平均不到 1%,利用率极低^[9]。任何提高绿色植物对太阳光的利用率,已成为各国竞相研究和开发的重点。

光生态膜是作物光生态研究成果在种植跨季、反季作物以及农业工业化育秧、育苗等方面的应用之一,它有红光膜、蓝光膜、光转换膜、荧光膜等。这些生态膜由于在其内添加了某些特定的有机助剂,使通过它的阳光发生光谱特性变化,与作物光合作用的光谱趋于一致,从而使通过它的光线成为作物生长所需的特定的“光肥”,达到促进作物繁育和生长的目的^[10]。在温室蔬菜作物生产上,这些生态膜大多前期增产明显,后期增产幅度变小,其主要是荧光助剂和树脂老化引起的^[10]。近几年来开发的有机共轭分子荧光助剂具有相溶性好、发光效率高、光学稳定性好、价格低廉等优点,很大程度上解决了荧光助剂和树脂老化的问题,使其投入产出比可以达到 20~100 倍^[10]。

俄国研制出以钕有机络合物为荧光助剂的光转换膜,可以将 310nm 的紫外光转化为 613nm 的橙色光,用这种生态膜的温室可以提高作物的产量^[11]。日本研制并生产出一种称为“超级太阳”的生态膜,其透光率可达到 85%,用这种膜进行温室蔬菜的生产,可提高蔬菜的质量,增加果实着色^[10]。美国等国的科学家用彩色塑料薄膜把不同波长的太阳光照射到农作物上,能够收到增产的效果,例如,用黄色塑料薄膜盖芥菜,能够使芥菜长得叶大茎不粗;在黄瓜幼苗生长期用黑色薄膜覆盖几天,可提前绽放开花;用紫色薄膜覆盖茄子,可以提高茄子产量;用绿色膜覆盖过的菠菜,只要 4d 可以长到 7cm 高^[10]。

孟继武等^[11]用光生态膜进行温室蔬菜生产和人参种植的试验表明,在单季节生产上,小白菜增产 70%~100%,果菜增产 20%~30%,人参增产 11%~20%,蕃茄产量提高 5%以上。天津技术物理研究所推出具有 PE 红外光转换功能棚模,在寒冷的冬季,这种红外功能膜可以提高棚内地表温度 2~3℃;在 PVC 中添加各类非离子表面活性剂和消雾

助剂,可使膜具有好的无滴性,可有效地提高棚内温度,降低湿度,增加光照,有效防止作物病虫害的发生^[10]。甘肃皮革塑料研究所研制成功一种具有转换光谱和紫外光吸收的双重增温效果的 PE 光效增强农膜,该农膜在 PE 原料中加入特殊助剂厚,在阳光透过时能将一部分紫外线转换为有利于农作物生长的红外光,而将另外一部分紫外光适量吸收,提高棚内温度,达到农产品早熟增产的目的^[10]。哈尔滨工业大学目前开发了一种新型光生态膜,可使不同的蔬菜和其它农作物自动选择利用自己生长所需的光线,并使得叶菜的产量增产 50%~70%,果菜增产 20%~50%^[10]。

1.2.2 人造光源的研究开发状况

科技工作者利用人造光源技术在实现集约、高效及可持续发展的农业现代化、产业化方面进行了大量的研究和开发。

1.2.2.1 激光 从 20 世纪 60 年代起,美国等国首先将激光用于诱变育种^[12]。我国激光育种始于 1972 年,取得了喜人的成绩,初期主要用于粮食作物育种,后来向经济作物扩展。到 1995 年为止,我国利用激光育种已育成了 42 个作物新品种^[13]。

湖南省原子能农业应用研究所利用水稻激光育种技术,先后育成了湘早灿 21 号等水稻新品种,现已累计推广 600 多万亩,经济效益近 3 亿元^[12]。刘学华等^[14]用激光诱变育成的“安激一号”、“安激二号”大豆品种和 AC10 菜用大青豆品种,产量高、品质好,脂肪和蛋白质含量高,打破了脂肪和蛋白质、产量和品质呈负相关的连锁关系,累计推广面积达 11 万亩,创经济效益亿元以上。郝丽珍等^[15]用 737mW/cm² 的二氧化碳激光照射油菜干种子,在激光分别照射 10s、30s、50s 后提高了出苗率和出苗势,增产幅度为 4.3%~27.6%。

科技人员使用激光辐射蔬菜种子和蚕、蚕蛹、鱼、鸡等都获得了良好的结果^[13]。

在生物工程中,激光镊子(激光微束)可用于细胞融合技术和外源基因转移,这就从根本上改变了过去盲目大量诱变,然后再从中进行筛选的传统做法^[12]。美国科学家对蕃茄的基因进行改造,得到不易软化和擦伤的品种,可以在成熟后收获,且保存时间较长,避免了过去在成熟前收获导致口味不好等缺点^[12]。

1.2.2.2 新光源 根据不同植物的光生态机理,科技人员应用高压钠灯、稀土三基色荧光灯、金属卤化物灯、无极放电灯和发光二极管等新光源,在温室大

棚中对农作物、花卉的繁殖、生长以及工业化育秧育苗进行大量的研究应用^[1]。目前,用于植物照明的光源分为两系列:红光系列和蓝光系列。红光系列以高压钠灯为代表,主要用于植物的营养成长和光形态形成;蓝光系列以荧光灯和金属卤化物灯为代表,主要用于植物的繁殖生长;另外,紫外光和蓝光系列灯可用来促进植物着色,光量度小的白炽灯、荧光灯和发光二极管可作为植物光形态形成的诱发和控制光源^[1]。

河北大学根据作物生长的最佳光谱(饱和光谱),研制生产了系列农业专用光源,经实验表明^[12]:光对育苗十分有效,可加速作物生长,改善果蔬品质,增强抗病能力,减少农药用量和污染,一般作物成熟提前 7~15d,产量提高 20%~30%。

1.2.3 植物超弱发光的应用

任何生命物质都会发射一种强度为 10⁵~10⁸h/s·m²,量子产额为 10⁻⁹~10⁻¹⁴,光谱范围为 180~800nm 的超弱光子流^[16]。作物种子的超弱发光强度与作物抗旱性和抗寒性呈正相关的关系^[17]。所以测定作物种子超弱发光强度是一种鉴定和选育抗旱、抗寒品种的简便、准确和有效的方法,特别适用于珍贵生物品种的鉴定。

2 利用光学技术促进广西现代农业发展的思考

广西属于亚热带湿润季风气候区域,主要特征为气温高、雨量充沛。桂北山区、湘桂走廊年有霜雪,桂南边缘、沿海地带基本无霜,全年平均气温为 17~22℃,降水量为 1250~1750mm,是全国水热条件最优越的地区之一。植物物种资源丰富,是我国植物种类最多的省区之一,居全国第三位,其中果树资源尤其丰富,有 700 多个品种和品质^[18]。但广西年日照时数仅为 1600~1800h,是我国太阳能资源四类地区,属光资源贫乏地区^[19],加上绿色植物进行光合作用时对太阳光的利用平均不到 1%,因此广西地区的绿色植物对太阳光的利用值就更低了。

广西从事现代光学技术方面研究开发和应用推广的技术人员较少,近几年的科研成果更是凤毛麟角。广西现代农业发展应充分利用现代光学技术,促进广西农业规模化、专业化、现代化和区域化的发展。

2.1 增加科技投入,开展多层次的研究开发工作

针对广西的实际和国内外光学技术及产品在现代农业生产方面的应用和发展趋势,广西应该增加

科技投入,并采用多层次战略开展研究开发工作。

第一层次:近期要重点在光生态膜的优选和作物生长工艺方面加强应用研究,确定具有较高经济价值作物的光生态膜应用实施方案。远期,要根据研究和实施结果,开展适应广西客观条件的新型光生态膜的研究开发工作。

第二层次:加强激光育种方面的应用开发研究,主要应针对水稻、甘蔗和木薯以及海洋养殖产品等品种。

第三层次:近期应针对具有较高经济价值的作物,开展以确定不同新光源与不同育种作物优化的生产工艺实施方案为目的的研究开发工作。远期,要根据研究和实施结果,研究开发适合广西特色的新型光源产品。

第四层次:有选择地重点开展植物超弱发光技术在珍贵生物品种方面鉴定技术的研究开发工作。

2.2 加强人才培养

广西应该采取多种人才培养方式加强现代光学技术人才的培养,构建产学研的联合以及多学科的集成,一方面可以在高等院校相关学科的本科或研究生中开设有关现代光学应用在农业技术方面的课程;另一方面在从事这方面工作的科研机构或企业中利用科研项目或研究开发工作,不断地培养、锻炼人才。从而为支持现代光学技术的研究、应用和推广提供人才保证,这将会促使广西农业的特色化、现代化、规模化、高效率 and 可持续发展。

2.3 做好科普宣传工作

对普遍缺乏光学技术在农业生产方面综合知识的广大农业科技人员和农民进行科普教育,使人们认识到光学在农业生产中的作用,才能加以推广应用,最终才能推动该技术的进一步研究和开发。目前,广西各地已建立和正在建设的许多农业示范园区、大宗农产品基地和城市菜篮子工程,近期应该重点对这部分群体的科技人员和农民进行这方面的科普教育。

领导重视是加快开展现代农业光学技术工作的基础。科技人员除了多做宣传,做好本职工作之外,要及时向有关领导汇报光学技术的研究进展,使领导充分认识这类技术对农业生产发展的重要作用,从而热心支持各项工作的开展。

2.4 抓好新技术的普及应用和示范推广工作

目前来看,要解决农业生态化问题,提高农业规模化、专业化、现代化和区域化水平,工厂化育秧育苗生产是基础,充分利用现代光学技术是重要的手

段之一。

在5月~11月,广西地区太阳能资源约占全年的70%~80%^[19],这一时期应用生态膜覆盖技术以充分地利用太阳光,促使植物进行光合作用,快速生长,生产出品种、颜色、上市时间和环保方面都符合人们需求的农产品供应市场。

在12月至次年4月,广西地区的太阳能资源仅占全年的20%~30%^[19],应用生态膜覆盖技术和温室大棚技术,利用仅有的太阳光,大力开展冬菜生产和春季育秧育苗工作,还可以进行温室大棚工厂化育秧育苗生产,最大限度地让太阳光产生效益,解决加速植物繁育和生长问题,有效地改变植物的生长周期,以适应市场的需求。

目前应以点带面,有计划有步骤地开展推广示范工作。针对我区各地的农业示范园区、大宗农产品基地和城市菜篮子工程,选择合适的地方建立示范样点搞好试点工作,在取得一定的成效和经验后再大范围进行推广。

3 结束语

目前,在广西现代农业领域应用现代光学技术的范围和深度还远远不够。随着科学技术特别是现代光学技术突飞猛进的发展,还会有更多的现代光学技术不断地应用到现代农业领域,从而在一定程度上实现高效地利用土地资源,达到优质、高产、高效以及无公害生产农产品的目的。

参考文献:

- [1] 王尔镇,周启芳.园艺照明技术的应用和发展[J].照明工程学报,1998,7(1):28-35.
- [2] 洪宇,董哲.光敏色素在植物个体发育中的作用[J].植物生理学通讯,1998,34(6):417-421.
- [3] Furuya M. Phytochromes: their molecular species, gene families, and functions[J]. Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol, 1993, 44: 617-645.
- [4] Sharrock R A, Quail P H. Novel phytochrome sequences in *Arabidopsis thaliana*: structure, evolution, and differential expression of a plant regulatory photoreceptor family[J]. Genes Develop, 1989, 3: 534-544.
- [5] Clark T, Mathews S, Sharrock R A. The phytochrome apoprotein family in *Arabidopsis* is encoded by few genes: the sequences and expression of PHYD and PHYE[J]. Plant Mol Biol, 1994, 25: 413-427.
- [6] Porks B M, Quail P H. By8, a new class of *Arabidopsis* long hypocotyl mutants deficient in functional

- phytochrome A[J]. Plant cell, 1993, 5: 39-48.
- [7] Gilbert I R, Seavers G P, Jarvis P G, et al. Photomorphogenesis and canopy dynamics, phytochrome-mediated proximity perception accounts for the growth dynamics of canopies of populus trichocarpa X detto ids beaupre[J]. Plant Cell Environ, 1995, 18: 475-497.
- [8] Quail P H, Boylan M T, Parks B M, et al. Phytochromes: photosensory perception and signal transduction [J]. Science, 1995, 268: 675-680.
- [9] 李承志, 廉世勋, 吴振国, 等. 棚室作物吸收光谱的测定及其光生态膜的研制[J]. 光谱实验室, 2001, 18(5): 589-590.
- [10] 《塑料工业》编辑部. 1999~2000年我国塑料工业进度[J]. 塑料工业, 2001, 29(1): 19.
- [11] 孟继武, 任新光. 莒苳的光生态研究[J]. 激光生物学报, 1999, 8(4): 279-283.
- [12] 毛炎麒, 严衍绿, 金仲辉, 等. 物理学在促进农业发展中的作用[J]. 物理, 2002, 31(6): 395-396.
- [13] 唐玄之, 封国林. 激光及激光生物学发展概况[J]. 激光生物学报, 1999, 2: 157.
- [14] 刘学华, 朱汉林, 周立人, 等. 激光诱变选育 AC-(10) 菜用大青豆的研究报告[J]. 激光生物学报, 1995, 03: 697-699.
- [15] 郝丽珍, 袁德正, 王建忠, 等. CO₂ 激光照射对油菜种子活力指数的数学模拟[J]. 激光生物学报, 2000, 9(3): 161-164.
- [16] 梁运章, 白亚乡. 环境生物物理学[J]. 物理, 1999, 1: 39.
- [17] 习 岗. 植物超弱发光及其在农业上的应用[J]. 物理, 1994, 9: 548.
- [18] 红旗杂志社经济编辑室. 中国省情[M]. 北京: 工商出版社, 1986.
- [19] 黄志民. 开发广西太阳能资源的可行性[J]. 广西科学院学报, 1992, 8(1): 94-98.

(责任编辑: 韦廷宗 邓大玉)

(上接第 160 页)

“公司+科研院所+农户”是公司出资金, 科研院所出技术, 农户出劳力, 三方共同经营, 共同承担风险; 采用董事会→经理→场长→管理员→种植户的形式, 每一级都有相应的、具体的管理制度, 环环相扣, 各行其事, 各负其责, 实行管理制度化、规范化。

3.5 加强信息服务

广西的有机农业发展处于起步阶段, 仍需要加强信息的咨询与服务的力度。可以在现有信息网络的基础上, 增加有机农业信息网, 建立一个全省乃至全国的有机农业信息中心, 发布有机产品出口、基地(产品)申报与认证、有机农业和有机食品的生产技术等相关信息。

参考文献:

- [1] 俞东平, 杜相革, 陈永民, 等. 有机农业发展概况[J]. 世界农业, 2002, 4: 15-18.
- [2] 杜相革, 单绪南, 刘志琦, 等. 有机农业与食品安全[J]. 有机农业与食品科学, 2004, 20(1): 122-125.
- [3] 李显军. 中国有机农业发展的背景、现状和展望[J]. 世界农业, 2004, 7: 7-10.
- [4] 陈新娟, 孙高林. 有机农业的发展历程和国际管理体系[J]. 世界农业, 2003, 6: 9-11.
- [5] 杜相革, 王慧敏. 有机农业概论[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2001.
- [6] 韦本辉. 广西农业现状及发展战略和对策[J]. 广西农业科学, 2000, (4): 210-213.
- [7] 广西土壤肥料工作站. 广西土壤[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 1994.
- [8] 韦海鸣. 发挥优势加快发展广西亚热带特色农业[J]. 经济与社会发展, 2004, 2(5): 1-4.

(责任编辑: 黎贞崇)