

文章编号 :1003-8701(2003)03-0050-05

物理农业的现状及其发展前景

张丽华 杨 建

(吉林省农业科学院综合所,吉林 公主岭 136100)

摘 要 物理农业是近些年来发展起来的一种新的高科技农业技术。它是利用基本物理学科的知识及相关领域的高新技术相结合,应用于农业科研和生产中,在无污染的条件下达到增产、优质、抗病的目的,并具有广阔的发展前景。

关键词 物理农业;高科技;无污染;增产;优质;抗病

中图分类号 S12

文献标识码 A

20 世纪的化学农业极大地提高了农作物的产量,但化肥和农药的过量使用,造成地力衰退、农作物品质下降和环境污染等严重影响农业的可持续性发展。当前,农业正处于由化学农业向生态农业过渡时期,而物理农业是实现生态农业的主要途径之一。

1 物理农业的现状

物理农业是以光、电、磁三要素作为支撑的包括光助素、调光素、激光和磁化育种等在内的一整套物理农业新技术。其中很多技术已成为当前革新传统农业,促进农业现代化的科学技术手段之一。

1.1 核技术

核技术是利用原子核的结构、反应衰变原理及伴随衰变的射线特性而建立和发展起来的各项测试、分析显示和应用方法的总称。包括辐照应用、同位素示踪、活化分析和核仪器应用等技术。

我国的辐射育种始于 1958 年,至 1988 年育成突变品种达 285 个,约占全世界辐射育成新品种的 1/3,至 1999 年底育成推广了 605 个优良品种,最大年种植面积约 900 万 hm^2 。离子束辐射诱变育种技术的开展为它增添了新的活力。而离子束作为一种新技术应用于生物品种改良的研究始于 1986 年,离子束注入作物引变是能量的沉积、动量的传递、粒子的注入和电荷的交换过程。不仅损伤轻、突变率高、突变谱广,而且具有高激发性、剂量集中性和可控性,将来还可能发展成定位诱变,成为基因工程的一个有效手段。总之,我国利用诱发突变育成的品种数量、种植面积、社会与经济效益均居世界首位。

用很低剂量的射线照射生物体,不但能刺激其生长发育,还能使生物的生命力、形态和生理生化等发生有益的变化。用高剂量的 γ 射线辐照食品能杀虫灭菌,而且不改变原来的色、香、味和质量,又无残留。辐照果蔬可延长贮藏期,起到保鲜作用。用一定剂量的射线辐照昆虫可引起不育从而达到消灭和控制害虫的目的。其防治效果好,专一性强,成本低,无污染,不影响生态平衡。

同位素示踪技术在农业上主要用于研究土壤改良和肥料的合理使用。如肥料在土壤中的转化、固定和损失状况,提高肥效的方法可直接影响农业生产问题,不少问题是用常规方

收稿日期:2002-10-21

作者简介 张丽华(1974-),女,吉林省公主岭市人,吉林省农业科学院综合所,学士,主要从事农作物栽培技术研究。

法难以解决的。如分别用 ^{32}P 、 ^{86}Rb 和 ^{15}N 研究磷肥、钾肥和氮肥问题。用 ^{59}Fe 、 ^{54}Mn 、 ^{65}Zn 、 ^{60}Co 来研究微肥。同位素示踪技术还应用于作物营养、生理研究和农业环境保护。

有些微量元素如 ^{64}Cu 、 ^{97}Mo 的放射性核素中半衰期短,不便农业使用,可用另一种核技术——中子活化分析来研究。包括土壤中元素含量分析,快速准确地同时测定肥料和饲料中各元素含量,能随时监测和评价其质量,可准确测定食品中多种有害元素的含量,对作物样品中的蛋白质和多种微量元素进行位置分析、微区分析、深度分析和结构分析,能较准确地研究它们在作物体内的生理过程,农业环境样品分析,如大气污染和水质分析。核仪器包括中子土壤水分仪、核磁共振谱仪(用于测量各种固体和液体的分子结构)、穆斯堡尔谱仪(研究生物铁蛋白)。

1.2 卫星、航天技术

全球卫星定位系统(GPS)是美国于20世纪70年代发明的一种技术,该技术在农业上的运用将是21世纪现代农业又一主要发展趋势。用GPS进行作物栽培,在英、美、法、德等发达国家已成功地应用于生产,收到良好效果。英国研制一种用卫星定位系统导航的仪器,能为拖拉机等农机具导航,耕翻土壤,检测土壤肥力,根据土壤肥力高低精确地播种,并有针对性地施肥。同时还可将除草剂或农药有针对性地喷洒在有杂草或害虫的地方。美国用GPS进行作物收获,利用收获时获得的产量信息测土施肥和除草,降低了农业成本。在我国可持续性农业不仅要求提高农作物产量及品质,提高经济效益,而且要求减少不必要的投入,最大程度地保护自然资源,因此精准农业应运而生。GPS的运用可能是精准农业最重要的突破,把精确带进了农业。GPS在定位施肥、喷药、灌溉、播种、耕作等方面的运用,保护了自然资源,保持了生态平衡,真正实现了农业现代化。

卫星、航天遥感技术在我国农业上的应用始于1979年,经过20多年的历程,已有长足的发展,为实现我国农业现代化做出了很大贡献。遥感技术在农业上的应用可概括为:①农业资源调查、评价、规划和管理。②在减轻自然灾害中的应用。③农作物动态监测与估产。④遥感资料与辅助资料以及物理或统计模式结合,还可以求算叶面积指数、物候期等。还具有估算土壤湿度和植物水分状况的特别潜力。可见光遥感在发达及发展中国家都已广泛开展。20世纪90年代开始一种更先进的空间遥感信息——微波遥感迅速得到扩展,弥补了可见光遥感只能在晴天条件下工作的局限性,更好地发挥了遥感技术在农业上应用的潜力。

科学家利用太空失重下的自然辐射,以及高能重粒子和微重粒子对植物细胞功能的协同作用,诱导细胞生理、生化变化和遗传变异,培育新品种。目前美国、俄罗斯及我国都先后培育出了太空番茄、太空小麦和太空水稻,使作物产量、品质和抗逆性都有很大提高。近期,美国和日本科学家正在联合攻关,建立太空农场,培植太空作物。

1.3 磁处理技术

磁处理技术是近年发展起来的农业物理技术,具有生理损伤小、操作简便、快速和有效等特点。广泛用于诱变育种、诱变机制、促长增产和杀菌保鲜等研究。包括应用磁场直接处理种子和用磁化水浸种或农田灌溉。利用电磁场处理农作物种子是电磁生物效应研究最早、在农业上应用最多的一个方面。种子经适当的磁(电)场处理后,可使各种酶的活力增强、种子的呼吸强度提高、促进种子萌发、根系活力增强、根系发达、发芽势和发芽率提高,还可促进幼苗生长并提高植株的抗逆性,从而提高产量。电磁场种子处理技术不仅可以直接应用于农业生产,还可以利用其产生的各种变异为诱变育种提供良好素材。

磁(电)化水是指以一定速度流过适当强度并与水流垂直的磁(电)场的水或水溶液。国内外大量事实证明,在农业生产中,用磁化水浸种、灌溉可以促进作物生长发育,增加产量。通过大量研究资料统计分析认为,粮食作物的适宜磁感应强度为0.1~0.2 T,瓜果类作物

0.2 ~ 0.4 T, 磁化水处理作物种子的最优组合是 0.15 T 4 次或 2 次切割磁场。此外, 还有用磁场处理土壤, 使植物在超过地磁场的磁场中生长。如直接制成磁性肥料施加到土壤中或喷施在叶面上。磁化水还具有杀菌、除垢、防垢等作用, 若用磁化水冲洗果蔬, 可延长保存期, 具有保鲜作用。

静电技术是电磁生物效应研究的又一方面, 用于静电分选和静电喷洒农药。为了进行精量播种, 必须对种子进行严格的分级、精选。利用各种不同活力的种子在静电场中取向 (或位移) 场强的差异, 将不同活力的种子进行分级。早取向 (位移) 的是活力低的种子, 晚取向 (位移) 的是活力高的种子。静电分级机还能提高种子的发芽率、发芽势和促进生长等作用, 还可以清除混在其中的杂草种子。静电喷洒农药就是在喷粉或喷雾器的喷嘴处加上一个带静电的旋杯, 农药经旋杯时被粒化和雾化, 喷洒全面、附着力强, 提高农药的利用率, 既能有效地防治病虫害, 又能减少环境污染。

1.4 激光技术

用低剂量的激光对农作物的种子在播种前照射, 可打破种子的休眠期, 促进种子早发育, 提高种子的新陈代谢能力, 并使出芽率和出苗率提高, 幼苗的叶绿素提高, 根系发达, 增强作物抗病能力和促进提早成熟, 达到增产提质的目的。作物生长期照射幼苗, 可促进作物生长与增产, 并且成本低, 经济效益高, 效果全面, 且无毒、无污染, 此技术被称为“激光追肥”。用激光照射过的灌溉用水易被植物吸收, 还能很好地清洗土壤中过多的盐分, 也能达到早熟增产的目的。

激光诱变育种是利用激光因子引起生物染色体、DNA 畸变, 从中培育新品种。目前, 通过激光诱变可以得到不同成熟期、不同株型、不同粒型、不同品质的农作物良种达 40 余种。与辐射育种相比具有激光作用温和、成活率高、诱变类型广、有益突变多、能使远缘杂交成功、育种周期短以及对辐射有修复作用等特点。

激光照射农产品可延长贮藏期, 激光还有杀虫灭菌的能力。此外, 还有激光除草、激光整地、激光预报天气和激光检测作物病因等。

1.5 植物声频控制技术

植物声频控制技术及其产品是物理农业的一个重要方面, 该技术是我国生物物理学家侯天侦于 1995 年发明的。他针对植物普遍具有自发声和接受声的特性, 精确地测定出植物的自发声和接受声的频率, 并通过频谱分析, 找到了能够刺激植物生长的最佳频率和波段, 使之与植物的自发声发生谐振, 匹配吸收, 增加植物的光和作用 and 综合吸收能力, 促进其生长发育, 从而达到增产、优质、抗病的目的。植物声频发声器操作简单, 支放在地里可向周围发射声波, 根据不同作物及当时的温度和湿度选择不同频率的波段, 一般每周 3 次, 每次 3 h, 一只发声器发出的声波可覆盖大约 7 hm² 的作物。该项技术在国内外的 30 余种作物、蔬菜、花卉和果树上进行了为期 7 年的试验。结果显示, 在增加作物产量、提高营养品质、增强抗病性能、延长贮藏时间和提高种子发芽率等方面都有显著效果, 且不污染农产品, 表现出良好的推广应用价值。

2 存在的问题

由于射线辐照的剂量不同而表现出不同的生物效应, 即低剂量刺激生长、生长抑制、基因突变和辐照致死等。辐射诱变是基因重组或染色体发生断裂而导致的基因突变或染色体畸变, 具有不可控制性和突变率低的弱点。离子束诱变育种弥补了这一弱点。但离子束会引起减薄细胞壁和损伤细胞膜, 在剂量较大时甚至使细胞破裂。所以采用多大剂量才能达到最好的效果仍需进一步探讨。

全球卫星定位系统具有高度的精确性,但目前定位时仍存在一定误差,最主要的是选择有效性误差,其次是大气层电离层对全球定位系统发射速度的影响、定位系统卫星分布的几何位置、卫星本身的原子钟及接收器的误差等。当前提高全球定位系统精度的有效途径之一是使用差分定位系统,可使定位精度提高到数米范围。在农业信息提取中,如何考虑把光学遥感图像与微波雷达图像联合加以应用,是近年一些农业遥感工作者应注意加以研究的问题。

生物体的电磁处理过程,既是物理的,又是生理生化极其复杂的转化过程。电磁场对生物体的影响已在许多方面得到研究和开发利用,但是农业生物电磁环境效应的研究工作尚处于揭露事实、积累经验和总结规律的阶段,研究对象也很不全面,有待于探索的问题还很多。电磁场对生物体的非热效应,有各种可能的解释,多种理论并存,但都具有各自的局限性。为了弄清非热生物效应的微观机理,仍需更系统的实验研究和更深入的理论研究。

激光促长增产技术使用方便,成本低,经济效益高,可与其他增产措施联合使用,食用激光处理的农产品对人畜无害,激光容易防护,不污染环境,便于推广。但对于何种种子或在作物生长的哪个时期照射何种部位,采用何类激光,并使用多大照射剂量才能最大程度地达到增产的效果,仍需大量细致的研究。激光育种的变异率与选用何类激光器、不同时期、照射部位、照射剂量及植物的遗传特性等多种因素有关,也有待于进一步研究。

植物声频控制技术是物理农业的一个重要方面,而声频发声器只是初期产品,急需开展相应的基础性研究,扩大声频技术的应用范围和作物种类,优化、规范产品的使用条件,深入研究声频技术的增产机理,更新换代产品。

3 前 景

核技术以特殊的选择性,高度的分析灵敏性和准确性,以及适用的广泛性,而被越来越多地应用在农业科研和生产中,成为推动农业现代化的一个有力手段,发挥着其他方法难于或不能代替的作用。

用卫星技术、航天技术等尖端科技推动农牧业发展,提高农牧业生产水平和生产效益已成现实。精准农业的研究和运用,真正地实现了农业现代化,走上了可持续发展的道路。遥感技术因其独具的优势,如宏观优势、客观优势、重复优势和廉价优势,能做常规方法做不到的事,因而广泛应用于农业领域,在农业种质资源管理、植物病理研究和遗传细胞工程研究中均有广阔的应用前景。

随着一些新技术的发展,磁处理技术将会在农业的更多基础研究和应用研究领域起到越来越重要的作用。

由于激光对生物体会产生热、光、压力、电磁4种基本作用,近年来,激光新技术与农牧业科技、生物科技相结合,不断开拓出一系列现代科技技术,并展现出良好的发展前景,相信在21世纪开展深入的研究并推广使用激光新技术必将成为一个热门的课题。

植物声频控制技术在国内外大量试验结果证明,在增加作物产量、提高品质、增强抗病性及保鲜等方面都有显著的效果,且不污染农产品,表现出良好的推广应用价值。

总之,物理农业具有降低能量消耗、改善环境质量和改善品质等优点。在突变育种、种子活化处理、声波助长增产、病虫害防治、增强农作物对光能和肥料利用率、农业预测与估算等方面有着极为重要的作用。物理农业技术与生物工程技术紧密结合会对我国农业产业化发展带来重大变革,并表现出广阔的发展前景。

参考文献:

[1] 孙来彦.核技术及其农业应用[J].农牧情报研究,1992,(2):16-22.

- [2] 侯曜禹. 我国核技术诱变育种成果多多[N]. 农民日报, 2001-05-16.
- [3] 陈慧选, 等. 浅谈离子束在生物品种改良上的应用[J]. 山西农业科学, 1998, 26 (1) :83-84.
- [4] 陈子元, 等. 核技术及其在农业科学中的应用[M]. 北京: 科学出版社, 1983.
- [5] 江泽慧, 等. 离子束应用于生物品种改良的研究进展[J]. 安徽农业大学学报, 1994, (3) :295-298.
- [6] 徐增亮, 等. 离子注入生物效应及育种研究进展[J]. 安徽农学院学报, 1991, (4) :251-257.
- [7] 张宏名. 微波遥感在农业上的应用[J]. 世界农业, 1995, (10) :46-48.
- [8] 莫 虹. 遥感技术在我国农业上的应用现状与发展前景[J]. 黑龙江农业科学, 1998, (4) :36-37.
- [9] 马友华, 等. 全球卫星定位系统在现代农业中的运用[J]. 中国农学通报, 2000, 16 (2) :40-42.
- [10] 陆登槐. 农业遥感的应用效益及在我国的发展战略[J]. 农业工程学报, 1998, 14 (3) :64-70.
- [11] 孙九林. 中国农作物遥感动态监测与估产总论[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996.
- [12] 熊利亚. 中国农作物遥感动态监测与估产集成系统[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996.
- [13] 王人潮, 等. 加快发展中国农业遥感技术应用的探讨. 遥感新进展与发展战略[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996.
- [14] 何建邦, 等. 重大自然灾害遥感监测与评估研究进展[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1993.
- [15] 陈术彭. 遥感在农业科学技术中的应用[M]. 北京: 北京农业出版社, 1979.
- [16] 张明峰. 卫星、航天技术在农牧业中的应用[J]. 世界农业, 1996, (9) :33.
- [17] 胡玉才, 等. 农业生物的电磁环境效应研究综述[J]. 农业工程学报, 1999, 15 (2) :15-20.
- [18] 林仁荣, 等. 磁处理技术在农业中的应用[J]. 福建农业大学学报, 1999, 28 (4) :509-512.
- [19] 卢高声, 等. 磁场处理农作物种子的生物学效应及其机制研究进展[J]. 种子, 1990, (3) :47-49.
- [20] 陈信波. 种子处理技术在提高种子活力上的应用[J]. 种子, 1991, (1) :43-45.
- [21] 房正浓, 等. 物理因素处理对农作物种子的生物学效应[J]. 种子, 1998, (5) :40-44.
- [22] 高明英, 等. 磁技术在农作物种子上的应用[J]. 物理通报, 1992, (12) :33-34.
- [23] 赖光新, 等. 磁场对农作物种子的生物效应[J]. 种子, 1986, (1) :23-25.
- [24] 何铭章, 等. 磁场对玉米苗期生长和经济性状的影响[J]. 种子, 1985, (2) :41-43.
- [25] 王书良. 磁化水浸种对玉米增产效果的研究[J]. 种子, 1994, (5) :52-53.
- [26] 习 岗, 等. 外磁场对农作物种子萌发与生长的影响及其作用机理[J]. 物理, 1993, 22 (10) :610-614.
- [27] 赵树仁, 等. 磁化水处理种子的生物效应[J]. 生物化学与生物物理进展, 1980, 7 (5) :77-79.
- [28] 葛 飞. 激光技术在农牧业中的应用[J]. 农牧产品开发, 1999, (5) :28-29.
- [29] 李荣泽. 激光在农牧业中的应用[J]. 农业科技通讯, 1998, (1) :39.
- [30] 宋小义. 激光在农业中的应用. 1997 年全国水院校物理研讨会论文集[C]. 成都: 成都科技大学出版社, 1998.
- [31] 王宝琳. 庄稼听喇叭长得快. 柳州市科技信息网, 2002-03-11.
- [32] 董学清, 等. 推广物理农业的人[N]. 农民日报, 2002-04-16.
- [33] 唐树延, 等. 农业物理新技术应用研究[J]. 物理, 1994, 23 (1) :32-35.
- [34] 孙 凡. 物理学技术在农业病虫害防治中的应用[J]. 世界农业, 1999, (1) :31-33.
- [35] Anon Precision Agriculture in the 1st century: geospatial and information technologies in crop management. Washington DC: Board on Agriculture, National Research Council, National Academic Press, 1997.
- [36] Arthur Wallace. High-precision agriculture is an excellent tool for conservation of Natural resources. Common Soil Sci. Plant Anal, 1994, 25 (1&2) :45-49.

The Present and Future of Physical Agriculture

ZHANG Li-hua, YANG Jian

*(Institute of Comprehensive Research Jilin Academy of Agricultural Sciences,
Gongzhuling 136100, China)*

Abstract: Physical agriculture is a advanced agricultural technique developed in recent years. It has been used in the study and production of agriculture by combining base knowledge of physics with high technique of relative fields. It will reach the aim of increasing yield and quality and disease resistance without pollution. Physical agriculture will develop a bright future.

Key words: Physical agriculture; High science and technique; No pollution; Increasing production; High quality; Disease resistance