

山东禹城资源节约型现代农业 发展模式的实践与经验*

欧阳竹 武兰芳 王春晶 李运生

(中国科学院地理科学与资源研究所 北京 100101)

摘要 文章以中国科学院在山东省禹城开展农业科技试验示范 40 余年的工作实践,在总结不同发展阶段农业发展模式和技术体系的基础上,创立了资源节约型现代农业发展模式,其成果和经验具有一定代表性,可为我国现代农业发展提供依据和参考。

关键词 现代农业,资源节约,模式

DOI:10.3969/j.issn.1000-3045.2011.04.004



中国科学院



欧阳竹研究员

1 引言

粮食生产和农业可持续发展一直是党和国家关注的重大问题。中科院在农业领域的科研工作坚持科研为国家需求服务,坚持科研联系实际,

坚持“联合、综合、点片面、长期干”方针,在不同时期和不同区域,为我国的粮食生产和农业发展做出了重要贡献。山东禹城农业综合试验区(以下简称试区)建于 1966 年,是遵照周恩来总理的指示,为解决华北平原旱涝盐碱问题,由原国家科委副主任范长江带领专家选址建立的,是我国在黄淮海平原最早建立的旱涝盐碱综合治理试区之一。40 多年来,依托中科院禹城综合试验站,并组

* 收稿日期 2011 年 7 月 5 日

织地理所、南京地理与湖泊所、兰州沙漠所等 22 个研究所的数百名科技人员先后参加了试区的工作,历经旱涝盐碱治理、中低产田改造、农区畜牧业发展、农业综合开发和资源节约型现代农业发展等几个阶段的科研和实践,形成了具有示范带动作用的综合配套技术和发展模式,为地方乃至全国农业的发展提供了有益的经验 and 样板。

2 中科院在山东禹城农业科技试验示范第一阶段的工作

2.1 旱涝盐碱综合治理为粮食持续稳定增产奠定了基础

1966 年初创建的 14 万亩“禹城旱涝碱综合治理实验区”,在不同时期为黄淮海平原旱涝碱综合治理、中低产田改造和农业持续发展分别提供了配套技术,例如:60 年代,提出了“井灌井排旱涝碱治理技术”;70 年代,与其他单位共同提出了“井、沟、平、肥、林、改”治理旱涝碱综合技术;80 年代,提出了“重盐碱地、渍涝洼地和风沙地”综合治理配套技术;90 年代,提出了“治理区生

态稳定性和农区畜牧业发展技术”等。

80年代是中国农业发展的重要时期,1981—1984年农村体制改革解放了生产力,农业产量持续快速增长,1984年我国粮食总产达8700亿斤,但此后连续3年徘徊,与此同时,中国人口却增加了4500万。粮食生产若继续徘徊势必影响国家发展和社会安定。国家粮食生产的目标是从8700亿斤增产到1万亿斤。调查结果表明,黄淮海平原原有2200万亩盐碱地,3000万亩砂疆黑土地,2000余万亩风沙地,低产地总面积约占耕地面积的三分之一,增产潜力500亿斤。针对黄淮海平原的盐碱、风沙和渍涝3种洼地的中低产田类型,禹城试区研究创立的“强灌强排重盐碱地治理技术、鱼塘台田人工调控系统渍涝洼地改造技术、生态防护林和经济林建设结合的风沙地治理技术”^[1]取得了明显的治理效果,为黄淮海平原的农业开发建立了样板,做出了重要贡献。

上述配套技术的实施,使禹城农业生产条件得到了极大改善,全县农田基本建设基本达到了田成方、林成网、渠相通、路相连、桥涵闸设施配套,旱涝保收面积达80.0%以上,粮食亩产从建区初期的90公斤到2008年亩产超吨粮,全市粮食总产达75.2万吨,粮食单产水平和人均粮食占有量在山东省均位居前10位,被确定为全国粮食生产基地县(市)。

2.2 农区畜牧业发展促进了农业生产结构优化

粮食持续增产以后,为促进禹城农业生产结构优化,1989年初,以肉牛、肉鸡饲养和系列加工为重点,试区提出了以优良种公牛群、基础母牛群、一代商品群和人工授精网为基础的“三群一网”繁育技术体系,构建了良种繁育、肉牛改良、规模育肥、加工销售4大畜牧发展体系。1981—2005年,畜禽饲养存栏量由71.89万头(只)增加到574.85

万头(只),畜牧业产值由977万元增加到10亿元以上,占农业总产值比重由7.5%增加到40%以上。1993年被确定为“国家级秸秆养牛示范县”,1994年被农业部授予“全国秸秆氨化先进单位”,1995年被评为“全国秸秆养牛十强县”。全市年肉类产量10.2万吨,奶类产量3.78万吨,禽蛋产量3.06万吨。同时,蔬菜、瓜果等经济作物种植也不断增加,蔬菜种植面积发展到25万亩以上,年生产蔬菜由2万吨增加到50万吨。禹城农业生产形成了种养结合、粮食和经济作物协调发展的优化结构。

2.3 农业高新技术的应用带动了高效农业快速发展

禹城实现粮食生产持续增长和畜牧业的快速增长之后,中科院适时向禹城市转让了一项低聚糖生产技术成果,在该技术的推动下,禹城市很快形成了以低聚糖、木糖和木糖醇3大功能糖生产为主体的玉米深加工循环经济产业群。该市2007年被中国轻工协会定为“功能糖城”,目前每年生产功能糖110万吨、产值达100亿元、上缴利税16亿元,年加工玉米160万吨、玉米芯80万吨,辐射周边150万亩玉米种植区,带动农民增收8000万元,改变了以往“粮食大县就是经济穷县”的普遍现象与惯常认识。

1980—1990年代,中科院先后为禹城引进的技术还有可控光解地膜、优质白酒葡萄酒酿造、微生物能源等多项与农业有关的高新技术,农业产业化进程不断加快,形成了功能糖、大豆油脂、木材加工、羊绒加工、食品加工等6大产业体系。2008年统计表明,全市以农产品为原料的加工业产值达175.7亿元,约占全市工业总产值的70.1%。

2.4 农业综合发展促进了农民收入持续增长

随着农村经济的发展,禹城农民人均纯收入从改革之初的50元左右增加到2008

年的 5 770 元, 跨上 5 个 1 000 元台阶。其中从 1980—1993 年农业生产主要以种植业为主, 历时 12 年跨上 1 个台阶; 从 1993—2003 年农业生产逐步转向种养结合, 历时 10 年跨上 2 个台阶; 从 2003 年至今, 以种养结合为基础、多种生产经营相结合, 仅用 4 年就又跨上 2 个台阶。目前农民纯收入中, 来自种植业的收入占 34%, 畜牧收入占 11%, 工资性收入占 29%, 说明农业生产仍然是农民收入的主要来源。禹城以农业生产为基础的涉农产品加工循环经济的发展与产业链的延伸, 不仅为当地农民提供了就业机会, 同时, 也使农田种植收入大幅增加。如以加工生产功能糖为龙头的玉米循环产业链体系为例, 在每年消化 530 万亩玉米籽粒的同时, 使玉米秸秆和玉米穗轴也得到了转化升值, 与以往种植玉米相比每亩可增收 100 元以上。

1988 年国务院总理李鹏视察禹城后做出了“这里取得的成绩, 对整个黄淮海平原开发, 乃至对全国农业的发展都提供了有益的经验”的结论, 并由此启动了“黄淮海中低产田治理计划”(后改为农业综合开发)。

3 中科院在山东禹城农业科技试验示范第二阶段的工作

当前我国农业发展正处于转型的重要阶段。党的“十七大”强调, 走中国特色农业现代化道路是党中央、国务院提出的一项重要任务, 是新时期中国解决“三农”问题、建设社会主义新农村的战略举措, 是推动农业结构调整、增加农民收入的重要途径, 是增强农业国际竞争力的必然选择。从目前的农业、农村发展情况看, 有利的因素不少, 但是不利的方面也很多。特别是在农业自然资源不断减少、生态环境在有些方面还没有扭转恶化趋势的情况下, 农业要想进一步发展, 难度会越来越大。要想按照科学发展观的要求来促进农业发展的话, 就必须转变农业增

长方式, 也就是要通过经营理念、经营手段等方面的现代化, 来改变传统的主要依靠外延扩张、增加资源投入来发展农业的道路, 实现农业又好又快的发展^[2]。禹城试区在第一阶段取得农业快速发展的基础上, 第二阶段的重点是遵照党的“十七大”精神, 探索中国特色现代农业的路子, 实现禹城农业由传统农业向现代农业过渡。通过中科院“十一五”重大农业项目的支持, 经研究提出了“四节一网两增”的资源节约型现代农业模式, 四节是指“节水、节能、节肥、节药”, 一网是指农业信息服务网络, 两增指增产、增效。中科院在禹城试区的工作初步展现了中国特色现代农业的一个雏形, 受到了当地农民、政府的欢迎, 引起了国家相关部门的关注。

3.1 节水灌溉技术, 工程-技术-管理结合

根据长期试验观测, 该地区小麦玉米耗水在 900—950mm^[3], 扣除 580mm 的降雨, 需要补充 370mm 左右的灌溉。目前引黄自流灌溉量一般在 330—360m³/亩, 相当于补水 540mm, 节水潜力大。节水的潜力: 通过末级渠系建设, 渠道水分利用率提高 20%, 每亩节水 30m³; 通过农田墒情监测和灌溉决策系统指导灌溉, 每亩可节水 50m³; 通过农田规格优化(畦宽 4.0—6.5m), 节水率 22%, 可节水 25m³。合计可节水 105 m³。鉴于此, 采取的技术和措施为: (1) 农田末级渠系建设: 建成 2.3 万亩的支、斗、农 3 级末级渠系衬砌改造, 提高渠道水分利用率; (2) 灌溉计量技术: 开发了末级渠系灌溉计量系统, 安装在支、斗两级渠系, 实现灌溉按方收费; (3) 农田墒情采集和遥感信息结合的监测技术: 采用土壤墒情传感器和遥感监测技术, 建立了农田墒情监测平台, 实现有预测和有计划调水; (4) 建立用水者协会: 通过用水者协会按计划统一灌溉, 统一计量和收费, 实现灌溉的组织管理。通过实施, 节约灌溉用水 30%, 每亩耕地节约水费 17.5 元, 目前已



中国科学院

将示范面积由 2.3 万亩扩大到 10 万亩。如在黄河下游的山东潘庄引黄灌区应用,可增产粮食约 10 亿公斤。

3.2 节能耕作技术,免耕-机械-合作化结合

我国农业机械化程度在不断提高,但是由于过去一家一户作业,配备的主要是小型机械,加上采用传统耕作方式,故能耗大、效率低。采取的技术和措施:(1)改传统耕作为保护性耕作,采用自行研发的小麦、玉米免耕播种机,不对耕地进行翻耕,播种、施肥、补水一次完成,节约机械能耗 40%—50%;(2)改小型机械为中型机械,实行耕地集中联合作业,节省机械能耗 25%。如果禹城市 60 万亩小麦玉米实施该技术体系,全市每年可节约柴油 1 300 吨。

3.3 节肥种植技术,缓释肥-优化施肥结合

该地区粮食作物的肥料利用率较低,主要原因是土壤质量下降、肥料质量不高、施肥方式不合理。提高肥料利用效率要从土壤质量提升、高质量新型肥料的开发和科学的施肥方式等多方面进行技术集成。采取的主要技术措施为:(1)采用高质量缓释肥,减少肥料的挥发、流失等浪费,缓释肥比普通复合肥提高肥效 30%,每亩可节肥 10kg;(2)采用微生物有机肥,用于增加土壤微生物数量和多样性,培肥土壤,提高土壤质量;(3)夏玉米采用种肥同施,改变夏玉米不施种肥的习惯,促进玉米苗期快速生长。新型肥料结合优化施肥和种肥同施技术,节肥 15%,玉米增产 40kg/亩;冬小麦在 450—500kg/亩水平下,220—270mm 的低水量灌溉配合施氮量 15kg/亩,可有效降低氮素淋失的风险。

3.4 节药病虫害防治技术,生态防护-生物防治结合

针对我国农田生态系统功能下降,防护能力差的现状,应用昆虫生态学、植物资源

科学等方面的理论和研究成果,重点解决小麦、玉米农田的蚜虫、玉米螟等害虫的生态防控和生物防治,减少化学农药的使用。采取的技术和措施为:(1)通过农田边际土地的乔(杨树)、灌(紫穗槐)、草(苜蓿、鲁梅克斯)搭配种植,构建了农田边际生态防护屏障;(2)利用农田边际耕地或仅 2%的农田面积嵌作苜蓿、鲁梅克斯(草)、油菜、黑麦草等作物,构建农田害虫生态防治体系,实现蚜虫的生态防控^[4],节省化学农药 30%—50%;(3)采用赤眼蜂携带昆虫病毒(生物“导弹”)防治玉米螟技术,在玉米螟发生前,选择温度适合、无雨的天气,每亩玉米地挂 5—6 片布满感染玉米螟病毒的赤眼蜂虫卵的挂片,赤眼蜂孵化后,将病毒感染给玉米螟的虫卵,防治效果可达 95%以上,基本可以不用化学药物防治。

3.5 农业信息服务网络,低成本-个性化-智能化的结合

对于我国农业生产经营信息服务不畅通,信息入户难等问题,开发了无线信息机、信息手机、无线信息电话机等多类型信息终端,建立了高效能的信息数据库和管理服务后台,采用搜索引擎、遥感、地面传感器监测等多方法获取信息,公共信息和本地信息结合,为农户提供农业综合信息、农业专家系统、农田旱情和灌溉指导、全国主要市场农副产品动态市场行情、全国各地农村商品动态供求信息、农村商务信息快速发布等方面的信息服务,实现了低成本(无线信息机每台 500 元,无线信息手机每部 300—500 元,信息服务费用每月 5 元)、个性化(可以根据农户的生产经营类型定制所需信息)的信息服务,深受农户欢迎。

3.6 小麦、玉米超吨粮增产增效技术,品种-技术-农资-机械的优化

在禹城市粮食亩产吨粮的基础上,针对该地区小麦稳定获得超高产的风险较大、投

入成本高,而玉米的增产潜力尚未发挥的实际情况,建立了以稳小麦单产、促玉米高产的粮食亩产 1.2 吨生产配套技术,其技术构成如下:(1)品种选择:高产优质早熟小麦品种小偃 81(早)和高产优质小麦品种济麦 22,中晚熟玉米品种登海 605 和郑单 958;(2)耕作:采用小麦带状旋耕播种机和玉米单粒免耕播种机械;(3)施肥:玉米种、肥(缓释肥)、水同施和追肥;(4)害虫防治:赤眼蜂携带玉米螟病毒生物防治(生物导弹)、高效微生物抗菌剂,结合其它病虫害防治;(5)中型机械化收割和播种。通过该配套技术和措施,玉米早播 3—4 天,晚收 7—10 天,玉米生育期延长 10 天左右,每亩可增产玉米 100 公斤,在不增加种植成本的情况下,小麦产量 450—500 公斤,玉米产量 700—750 公斤,小麦-玉米平均亩产可达 1.2 吨/亩以上。

3.7 现代农业的科技服务模式,科技-合作社-企业-农户联合体

技术和技术服务体系的有效结合才能使技术产生巨大的生产力,我国现代农业发展面临的关键问题之一是要突破农业科技服务体系不健全这一瓶颈。新形势下我国农业科技服务体系建立的关键是如何应用市场机制将科技、企业、合作社、农民的目标和利益形成一个共同体,协同为农业生产提供优质的、持续的服务,以解决我国农业技术服务目前面临的服务主体多而分散、无序竞争;服务主体和农民的利益不统一;服务主体以产品销售为主、技术服务不配套;农民始终处于被消费,缺服务的地位等问题。针对面临的问题,我们通过探索和实践,提出了科技-企业-合作社-农民联合体的科技服务模式(图 1)。该模式中,合作社是服务的主体,它和农民紧密联系,同时它又和科研单位、相关的企业形成联盟,发挥了几方面的优势和作用:(1)发挥科研单位的技术

优势,将产品和生产技术集成为服务农业生产过程的技术包,使产品和技术发挥“功能团”作用;(2)发挥合作社和农民联系紧密的作用,协调企业和农民利益的统一;(3)发挥企业产品质量、资金和市场的优势,减少中间环节,提供规范的服务,给农民让利;(4)科研、企业、合作社、农民共同参与技术研发、技术集成、试验示范,使推广的技术和产品符合当地实际,符合农民需求。

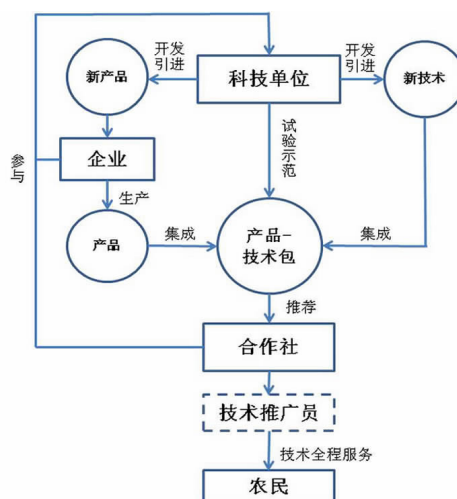


图 1 科技-企业-合作社-农民联合体结构关系图

禹城农业科技服务模式的组织结构包括:(1)科研技术单元(中科院禹城综合试验站);(2)农业技术推广服务单元(禹城新农种植专业合作社);(3)提供产品和技术服务的企业单元(种子、机械、肥料、病虫害防治、信息等公司);(4)技术用户单元(农民、农业专业合作社、生产基地)。农业技术推广服务单元是技术推广和服务的主体;科研技术单元是新技术开发、评价和集成配套的机构,其提供和推荐先进的技术和产品,对推广的技术具有权威性;企业单元负责提供优质、优价的技术产品。

禹城新农种植合作社在中科院禹城综合试验站倡导下于 2008 年成立,它与中科院禹城综合试验站以及多个涉农企业形成了科技-企业-合作社-农民联合体,下



中国科学院

设 35 个乡镇级分社, 有 400 名村级技术推广员, 覆盖全市 70% 的村庄。合作社以中科院禹城综合试验站建立的小麦、玉米超吨粮高产配套技术为主体, 先后与登海种业、隆平高科种业、住商肥料、中科华凯、百米生物、ETS 生物等国内外知名涉农企业及其他地区合作社建立合作联盟。形成了科研主导、政府推动、企业联盟、合作社运作、新技术和新产品配套、作物生长期全程服务的新型农业技术推广服务体系。

具体做法是: 技术和产品配套、典型示范促推广、全程服务促销售、信息技术帮指导、服务网络全覆盖。禹城市两年推广小麦、玉米高产配套技术 18 万亩, 实现节种 (4 斤 / 亩), 省工 (间苗、施肥 60 元 / 亩), 亩节省 90 元; 提高肥效 30%, 节肥 (20 斤 / 亩), 亩节省 30 元; 节省化学农药 50%, 减少污染, 环保、安全, 亩节省 5 元; 玉米亩增产 100 公斤, 亩增收 200 元。即综合配套技术比传统种植方式亩可增收 180 元, 节支 125 元, 亩增效 305 元。

根据新农合作社 2013 年的目标, 禹城市小麦、玉米高产技术推广面积由目前 18 万亩增至 30 万亩以上, 亩产达到 1.2 吨; 带动鲁北和鲁西南地区 300 万亩, 粮食亩产接近吨粮; 带动销售玉米良种 300 万袋 (每袋 4 400 粒)、新型机械 15 000 台套、缓释肥料 12 万吨、禹城地区“生物导弹”产品 180 万片, 实现服务效益 450 万元。

4 几点经验和体会

(1) 以现有的野外试验站为主体, 建立农业科技的试验示范平台。农业科学技术的开发和试验示范需要紧密结合当地农业生产实际, 分布在我国不同区域的野外试验站应成为农业开发和试验示范的重要基地。2005 年科技部成立了国家生态系统野外科学观测研究站网络, 第一批遴选了 31 个野

外试验站, 其中农田生态系统的野外试验站有 13 个, 中科院禹城综合试验站就是其中之一。这些试验站的主要任务是对典型生态系统的演变和动态过程进行长期监测, 对其规律和机理进行长期研究, 对解决当地和国家的重大生态、资源环境和农业生产问题进行治理、调控、优化管理的长期试验示范。这些试验站科研人员紧密结合生产实际, 依据长期的观测和试验数据, 通过深入研究, 开发和形成了各种农业技术体系和优化模式。试验站大都研究条件较好、科技队伍完备, 广泛联系其他科研机构 and 单位, 具有技术开发、技术引进、技术集成和人才引进的优势。因此, 建议国家应更加重视依托这些野外科研平台和设施, 建立农业科技的试验示范平台, 为我国农业的可持续发展做出更大的贡献。

(2) 农业科技试验示范要建立系统观。农业本身就是一个生产系统, 涉及到基础设施建设、技术应用、推广服务体系、农民和农业企业家的培训等等。针对农业发展的目标, 农业科技的试验示范, 需要系统分析实现目标的过程和涉及到的环节, 在技术体系和开发模式上要进行系统设计。我国农业科技试验示范工程中, 更多的是重视技术的投入和基础设施建设的投入, 对于技术推广和服务、运行机制、管理模式等方面重视不够, 往往是由于管理机制和服务模式等方面不健全, 导致技术和基础设施的投入效果不能得到充分发挥。因此, 在科技试验示范过程中, 应加强科研人员、工程技术人员和技术推广服务的有效结合, 发挥综合和系统优势, 其效果和应用性才能得到体现。

(3) 农业科技试验示范要有长期性, 要有对国家的责任感和奉献精神。农业科技试验示范是一项长期的、艰苦的工作, 只有在一个区域长期坚持开展研究, 对农业的现实

问题有更多的了解,对农业发展过程、趋势有更准确的判断,科研活动才更具有经济价值和社会价值。禹城试验站的40年,经历了我国农业发展的几个阶段,通过几代科学家的艰苦努力,科研和试验示范成效显著,科研路线图清晰,国家受益、地方受益、农民受益、中科院受益、科技工作者受益。1988年陈俊生国务委员视察禹城农业开发工作后,在亲自向中央撰写的《从禹城经验看黄淮海平原农业开发的路子》的调查报告中指出:“几十年来,中科院的数百名科研人员,一直深入生产第一线,风里来,雨里去,离家别亲,蹲点实验,付出了巨大劳动,为科学技术转化生产力做出了重要贡献。大家看到,来自兰州、南京、北京的中国科学院治理荒沙、涝洼、盐碱地的科研人员,在荒郊野外的沙滩上、鱼池旁、盐碱窝建房为家,辛苦工作,无不令人感叹敬佩。”陈俊生国务委员这充

满情感的话语是对野外台站农业科技工作者国家责任感和献身精神的肯定和鼓励。国家应创造条件鼓励更多的科技工作者到基层联系实际,服务国家农业发展需求,服务农民生产的需要,并为之做出更大的贡献。

主要参考文献

- 1 中国科学院禹城试区课题组.《河间浅平洼地综合治理配套技术研究》总结.胡朝炳,丘山.中国科学院禹城综合试验站年报(1988-1990).北京:气象出版社,1991,83-87.
- 2 陈锡文.今年1号文件为何把现代农业放在首位.中国经济周刊,2007(7):13.
- 3 任鸿瑞,罗毅.鲁西北平原冬小麦和夏玉米耗水量的实验研究.灌溉排水学报,2004,23(4):27-39.
- 4 黄顶成,张润志,董兆克等.小麦和牧草上的蚜虫与天敌种群动态及其相互关系.环境昆虫学报,2008,30(4):325-330.

Practice and Experience for Modern Agricultural Development Mode with Resources-saving Type at Yucheng City, Shandong Province, China

Ouyang Zhu Wu Lanfang Wang Chunjing Li Yunsheng

(Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS 100101 Beijing)

Abstract The sustainable agricultural development is a greatly concerned world-wide issue. Agriculture in China has been developing along the direction of modern agriculture with Chinese characteristics under the background of huge population, shortage of resources and big environmental pressure. This paper focus on introducing resources-saving modern agricultural mode on the basis of the experiences of the agricultural science and technology demonstration carried out by the scientists from the Chinese Academy of Sciences for the past four decades, at Yucheng City, Shandong Province and summarizing the agricultural development modes and technical systems at different developmental stages. The results and experiences achieved at Yucheng are representative, which can provide the basis and references for the modern agricultural development in China.

Keywords Modern agriculture, Resources-saving, Mode

欧阳竹 中国科学院地理科学与资源研究所研究员,博士生导师。中科院生态系统研究网络观测与模拟重点实验室副主任、中科院禹城综合试验站站长、中国生态学会长期生态研究专业委员会副主任兼秘书长。主要从事农田生态系统可持续管理研究,主持和参加了多项国家攻关、“973”、“863”、国际合作、中科院方向性项目和重大农业项目等科研任务。发表研究论文50余篇。1991年获中科院科技进步奖一等奖,2009年获周光召基金“农业科学奖”。E-mail:ouyz@igsr.ac.cn



中国科学院