

■绿色前沿

# 褚清河：为农民着想 用科技说话

□ 本报记者 马爱平 通讯员 李蔚

“为农民着想，用科技说话。”山西省农科院农业资源与经济研究所研究员褚清河总是这样激励自己。39年醉心土肥研究，他将足迹深深留在土壤深处，并延伸到作物育种。

土壤施肥与作物育种，是农业界无法联系在一起的两个不同领域，愣是让褚清河从中找到了“联系密码”。

“作物施什么肥料增产效果好，主要是由作物品种的营养遗传特性来决定；应用新的育种理论和方法，可较常规育种缩短一半左右的时间，选育出适宜在不同肥力农田相应土壤最大施肥量下种植的营养配合施用新品种……从而可有效解决目前作物品种产量潜力很高，但大面积应用亩产水平较低与无有效方法大幅度提高中低产田产量的问题。”褚清河说。

为了发现这样的联系，褚清河付出了30多年的努力。

## 追逐增粮梦想

褚清河热爱自己所从事的农业科技工作，这源于儿时就埋藏在他心头的一个梦想。

1957年，褚清河出生于娄烦县一个贫困农家。初中时，一次听哥哥和父亲谈起，一位本家哥哥应用科学技术种土豆亩产比普通人多产了一倍，因此人家就没有挨过饿……

“哥哥和父亲的一席话，在我少年的心中，‘种’下了一个要用科学技术解决粮食增产的梦想。”褚清河说。

1977年，我国恢复高考制度。褚清河考上山西

农大土壤化学系，开始追逐自己的梦想。

“像久旱的禾苗遇到春雨，我对土壤供肥和作物如何吸肥等知识如饥似渴地汲取，但在老师讲授作物营养与施肥时，我却对施肥最小因子理论百思不解。因为，最小因子理论与植物主动吸收、选择吸收及离子相助作用的理论相悖。”褚清河说。

1982年，褚清河大学毕业分配到山西省农科院农业资源与经济研究所。工作之余，他借到李比希《化学在农业和生理学上的应用》原著译本，短短一个月看了N遍，终于知道了最小因子理论的来龙去脉。李比希最小因子理论是养分归还学说的内容，根本不是什么高产施肥理论。从此，他走上了一条证明李比希最小因子理论正确与否的探索之路。

## “调控肥”火了

证明最小因子理论并不成立不是趴在桌子上解数学题，最主要的就是靠大量的田间试验示范来“说话”。

“农民种庄稼进行追肥认为可以增产，然而这却是一种错误的认识。”褚清河通过研究得出结论，作物吸收养分是由前一阶段吸肥水平决定后一阶段吸肥水平的系统连续过程。

作物苗期植株氮含量高者产量必然也高，植株苗期氮含量高低与播种前的最大施肥量和施肥比例密切相关，而土壤肥力水平和养分对比关系决定着作物苗期土壤的最大施肥量和最佳施肥比例。

他发明了依土壤主要肥力指标直接计算土壤最大施肥量和最佳施肥比例的“数学计算方法”。褚清

河总是没日没夜地学习和研究全国施肥方面的资料和成果，想尽办法进行氮磷肥料单施与配施的试验。

1995年，褚清河确立了作物的潜在产量主要由作物苗期的土壤养分供应比例、供应量和供应时间三项要素决定的观点。

此外，褚清河发现土壤种植作物存在的氮高磷低、磷高氮低等10种状况和改变这10种状况的特定施肥比例规律，从而发明了能标准化生产的10剂型肥料，研究成功依土壤主要肥力指标直接计算土壤种植作物所需复合肥料型号和用量的“数字化施肥技术”。

10剂型肥料称之为“调控肥”。褚清河说，所谓“调”，就是调整苗期土壤养分供应比例；所谓“控”，就是控制作物苗期土壤养分供应强度。农民只要知道自己的土壤属于哪种状况，就可“对号入座”选用适合的肥料，做到农民看图标种。

据统计，2001—2003年，褚清河领衔的项目组，三年间累计在山西省推广“调控肥”130多万亩，亩均增产幅度达30%以上，亩均增加纯收入至少152元。由于调控了地力允许的最佳施肥量和施肥比例，施肥不超标，各元素搭配合理，种出的农产品普遍品质上乘。

一时间，“调控肥”火了，褚清河火了，有山西省内知名企业主动找上门来寻求成果的落地转化。“我第一次感受到了自己的研究成果，距离儿时的梦想不再那么遥远。”褚清河说。

## 施肥“联姻”育种

2008年，褚清河考取南京农大博士学位。回到

单位后继续进行深入研究，找到施肥报酬递减的原因，进而找到粮食持续增产的奥妙和方法。

这之后，褚清河又结合自己在土壤方面的独特研究进一步提出，农业要实现质的突破，必须通过科学研究解决育种理论和方法的问题。

通过大量的科学研究，他于2014年得出结论：即不同玉米品种存在一个氮磷单施和配施的营养遗传特性及由营养遗传特性决定的最大施肥量，而土壤也存在一个由土壤肥力水平和养分对比关系决定的施肥量和相应的氮磷配施比例，作物施肥的目的就是从时间上协调玉米品种的施肥比例和施肥量。

在此基础上，他提出了土壤施肥配比理论，即作物要获得高产，氮磷在作物耐肥性允许的任何土壤养分含量水平下均需施用，而钾只有在缺乏时才需与氮磷配合施用，否则就会降低作物的产量水平。

“由此证明，决定作物产量的，并非是土壤中那个相对含量最小的有效植物生长因素，而是取决于施什么肥料效果好以及以什么比例施用和施多少合理的作物品种营养遗传特性。”褚清河说，这一结论，较为系统地阐述了作物品种选育与数字化种植的理论方法和技术。

目前，褚清河的数字化施肥相关研究成果已在山西省75个县(市、区)推广应用，累计推广面积达283万公顷，其中粮食作物增产幅度达23%—48%，同时在山东、江苏等省示范应用，取得显著增产效果。



5月30日，全国首场淘宝农特产品直播在重庆市秀山土家族苗族自治县开播，让消费者更直观地了解自己选购的商品。接下来淘宝会在全国各地陆续开展农特产品直播。因为工作人员通过直播向消费者展示土蜂蜜的采集。新华社记者 陈诚摄

# 追日的新亮点

□ 本报记者 宋莉

夸父，追赶太阳的人；

追日，让光更好地造福人类的企业。

进入光伏领域7年来，追日电气在董事长、总裁陈建国的带领下，交出了一份令人满意的答卷：2MW集装箱式1500V光伏逆变器、追日智慧云平台、新能源汽车光伏电源动力系统、户用及商用光伏逆变器，以及光伏精准扶贫解决方案，这些产品及业务涵盖光伏逆变器及光伏电站“一站式”服务、电动汽车充电系统、电力滤波、智能动态补偿等电能质量优化。基于这些产品、技术，追日电气率先实现了分布式光伏与智能电网的融合，凭借多项核心技术，完全自主知识产权成为“一站式”光伏智网系统集成领航者。

展会上，陈建国向记者介绍在业内首推的2MW/1500V光伏逆变器。这款产品可以说是光伏平价上网新引擎，实现光伏平价上网就需要有效降低光伏系统整个生命周期的度电成本，而度电成本的下降正须提高系统发电量，负则须减少成本，包括初始投资成本和后期运维成本。1500V新技术正好可以有效满足这两方面的要求。”

陈建国说，从2007年至2015年，并网光伏系统价格从每瓦60元降到每瓦7元至8元，逆变器价格从每瓦4元下降到了每瓦0.3元。基于当前技术，后续光伏成本的下降空间比较小，趋势将越来越平缓。面对平价上网的催促，光伏行业将目光聚焦于新技术，直流1500V新技术由此进入人们的视线。

“这款2MW集装箱式1500V光伏逆变器装置，大功率，小体积，与传统500KW逆变器相当，输入端为1500V直流电压，并网输出端电压为交流690V，功率密度提高一倍，单机功率可达1000KW，逆变器内部集成了直流柜、通讯单元，使逆变器功率密度大大提升，体积缩小，从而降低了电气、土建及人工成本；整个电站的线路损耗仅为传统主流两电平逆变器的25%。更先进，更高效，逆变效率可高达98.9%，同时该装置首次实现了在电容功率因数小情况下，也能在纯容性无功模式下，实现均压误差小于10V。”

正由于此，追日电气的2MW集装箱式1500V光伏逆变器装置被评为此届展会的“十大亮点”之一。

一直以来，追日电气以“追求智慧光明，造福社会人群”为己任，在扶贫助困、承担社会责任方面做出了自己的贡献。“追日电气开发、承建的很多光伏扶贫项目还开启了畜牧业与光伏产业结合的新思路，被当地政府誉为农业产业化、农村清洁能源开发的新亮点。”陈建国说。

“这款2MW集装箱式1500V光伏逆变器装置，大功率，小体积，与传统500KW逆变器相当，输入端为1500V直流电压，并网输出端电压为交流690V，功率密度提高一倍，单机功率可达1000KW，逆变器内部集成了直流柜、通讯单元，使逆变器功率密度大大提升，体积缩小，从而降低了电气、土建及人工成本；整个电站的线路损耗仅为传统主流两电平逆变器的25%。更先进，更高效，逆变效率可高达98.9%，同时该装置首次实现了在电容功率因数小情况下，也能在纯容性无功模式下，实现均压误差小于10V。”

正由于此，追日电气的2MW集装箱式1500V光伏逆变器装置被评为此届展会的“十大亮点”之一。

## 更正说明

本报在2016年5月31日第14版，《两系法杂交水稻技术创新与规模化应用》一文中“超级稻第四期攻关项目实现重大突破，百亩亩产达到创纪录的10267千克。”数据有误，应为“百亩亩产达到创纪录的1026.7千克。”特此更正，并向读者和相关单位致歉。

# “先驱树种”枯木逢春

□ 本报记者 马爱平

5月上旬，正值农业生产的关键期，近几年我国一些地区的干旱带出现了不同程度的旱情。

“在干旱半干旱地区，水是制约植物生存和生长的重要主导因子之一。我国干旱区面积已达约280万平方公里，占国土面积约29.2%。”乌云塔娜说，仁用杏、长柄扁桃是以种仁作为主要用途的生态经济型树种，主要分布在西部干旱及半干旱地区，是未来区域发展和生态恢复的重要“先驱树种”之一。

中国科学院经济林研究中心经过20余年的长期努力，在国家“十二五”国家科技支撑计划“仁用杏和巴旦杏高效生产关键技术研究与示范”等课题支持下，该中心首席专家乌云塔娜教授率领仁用杏研发团队，针对仁用杏、长柄扁桃产业发展中存在的产量低、抗性强、良种短缺等突出问题，重点开展了仁用杏、长柄扁桃高效生产关键技术研究，取得了突破性研究成果。

“我们还研发出了仁用杏系列纯天然绿色功能产品，以及仁用杏功能性食品与饮料、长柄扁桃高档

配方食用油、长柄扁桃植物蛋白饮料、长柄扁桃颈椎枕等，提高了产品附加值及其综合效益，为仁用杏和长柄扁桃产业可持续发展提供了有力的科技支撑。”乌云塔娜说。

乌云塔娜带领的创新团队建立了国内外最大的仁用杏和长柄扁桃异地保存种质资源库。研究人员已收集保存了仁用杏、长柄扁桃种质资源2300余份，建成国内外最大的仁用杏、长柄扁桃异地保存种质资源库；建立了完善的表型性状、经济性状、品质和分子标记种质资源评价技术体系；筛选出了经济性状突出、花果期抗倒春寒能力强、树体抗冻性突出、具有特殊性状的种质资源，并构建了由300余份种质组成的核心种质库。

“研究人员以高产、优质、抗(避)寒、自交亲和为育种目标，采用实生选择、杂交育种、无性系选育、诱变育种等方法，选育出仁用杏和长柄扁桃优良无性系和家系200余个，仁用杏良种6个，单产比主栽品种提高30%—40%。长柄扁桃优良无性系每亩产仁

量达70—80kg，产油30—40kg，植物蛋白15—20kg，苦杏仁苷1—2kg，综合效益每亩可达6000—8000元。”乌云塔娜说。

该团队首次建立了由300余份种质组成的高产、高油、高蛋白、高苦杏仁苷、高出仁率、大仁、薄壳、以抗(避)倒春寒为目标性状的育种群体，建立了仁用杏和长柄扁桃杂交育种圃200余亩，在西北、华北、东北仁用杏适宜种植区建立了仁用杏、长柄扁桃无性系繁殖育苗基地。

除此以外，该团队还建立了叶片无损营养诊断方法及其精准施肥技术、抗(避)倒春寒栽培集成技术等仁用杏标准化集约化高效栽培模式；研发了仁用杏推迟开花技术，可推迟仁用杏花期7—15天，有效避开了倒春寒；研发了仁用杏抗冻剂，有效降低了花果期倒春寒的危害；研发了仁用杏采收后“灌水—施肥”技术，有效提高了树体抗冻性；利用该规模化栽培体系营建的示范林杏仁仁产量突破了90公斤，收入达4000—6000元/亩。

# 新技术全程护航绿色农产品

□ 本报记者 马爱平

产地环境是农产品赖以生存的环境要素，是影响绿色食品产品质量最基础的因素之一。因此，把住生产环境安全关，净化农产品产地环境，切断污染源链条，把好各个生产环节质量控制对绿色食品生产至关重要。

中国科学院沈阳应用生态研究所分析测试中心主任、农业部农产品质量安全环境因子风险评估实验室(沈阳)主任王颜红研究员带领的研究团队完成了多项技术攻关，建立了全程、立体的绿色食品产品质量保障技术体系，形成了风险监测与预警机制，实现了绿色食品产前、产中、产后全过程质控。

王颜红团队先后攻克了农产品产地环境质量功能区划与预警技术、农产品产地安全监控关键技术、农产品的溯源与有害物质筛查等关键技术。

团队从产地环境适宜性划分、生产过程中投入品造成的农药残留和重金属污染隐患、农产品质量监控与溯源等问题入手，开展保障农产品安全的全

程质量控制机制，绿色农产品产地功能区划与种植结构调整、绿色农产品安全生产的农用投入品控制与监管、绿色农产品同位素溯源与筛查等技术攻关研究。

在产地环境评价与区划技术方面，团队在原有基础上，考虑到土壤地力条件、不同区域的环境特征与农产品种类的数量关系，以及影响农产品质量安全的至关重要的重金属及有效态、有机污染物残留指标，完善了产地环境评价与区划指标体系和评价技术。利用该技术，在全国率先开展以县域为单位的农产品产地环境质量监测、评价与规划，编制规划报告，为地方因地制宜发展绿色食品产业提供依据。

在产中投入品控制方面，王颜红团队以农用投入品的环境行为与膳食风险响应机制为突破口，针对不同生产环境提出了重金属累积和有机农药残留规律与安全监控方法，形成了多项设施农业生产中农药安全施用系列规程，并在辽宁省内推广实施。

在产品质量监控方面，该团队采用同位素分析与主成分分析技术，引入指纹图谱及组学技术，建立了农产品中未知有害物质的筛查和产品鉴别及产地溯源技术，成功应用于不同省份的花生、五味子等农产品鉴别，判别率最高达100%，该项技术的推广应用将为地理标志农产品和地区特色品牌的原产地保护、掺假鉴别提供科学有效的监管手段。

目前，王颜红团队研发的以农产品安全保障为目标，集成产前产地功能划分、产中化学投入品控制、产后农产品溯源等各环节的关键技术共27项。相关技术在辽宁省14个市30个县区推广应用，推广生产面积1353万亩，助力绿色食品标志产品数量增长，取得了巨大经济和社会效益。先后获得行业标准5项，地方标准17项，发明专利8项(授权3项)，出版专著1部。形成了一套适合我国东北地区绿色食品质量安全保障的新原理、新方法和新技术，部分技术处于国内领先、国际先进水平。

# ■聚焦农业863·项目首席谈创新

## 林木花卉转基因育种获阶段性成果

□ 本报记者 马爱平

获得了一批杨树、白桦、桉树、鹅掌楸、菊花、百合等林木及花卉转基因株系，这些转基因株系在抗旱、耐盐、抗寒、抗虫、优质、观赏等重要经济性状有所突破，部分已经扩繁在可控的温室环境中，进行了一定数量的扩繁。筛选了分化效率高的不同菊花品种无性系用于转基因研究，建立了鹅掌楸高效瞬时转化体系，进行了纳米材料介导的林木遗传转化研究。同时，筛选鉴定了耐盐、抗旱、耐重金属、抗病、抗虫、速生、优质、花期调控等过程中起重要作用的50余个，完成构建了大量用于遗传转化的表达载体……这是2015年863计划现代农业技术领域“林木花卉转基因育种”项目取得的阶段性成果。

该项目首席专家东北林业大学的杨传平教授说，项目实行课题负责人负责制，通过设置课题进行目标管理，发挥课题组的优势，分工协作，责任到人，充分调动课题参加人员的积极性和创造性，协力完成课题任务。实行专家咨询制度，邀请国内知名育种专家跟踪

项目的进展，提出意见和建议；课题实现成果及时交流的机制，形成的论文或其他相关材料需注明本课题第一资助；在项目实施过程中任务分工明确，责任落实到人。项目每年定期召开年度总结与学术报告会，有项目专家咨询组成员检查各课题的研究进展，人员到位及研究内容是否与任务书要求一致等情况，发现问题及时解决，以确保各课题如期圆满完成任务。

专家咨询组建议，因为大部分林木缺乏高效的再生系统，使得林木的遗传转化较为困难。截至2015年11月，已有两条基因成功转入鹅掌楸并产生了表型。科研人士表示，在后续的研究中，将继续优化鹅掌楸胚发生体系，简化培养条件和方法，提高转化效率，积极尝试农杆菌介导、基因枪法等多种方法进行遗传转化。此外，积极尝试多种纳米材料进行遗传转化，完善鹅掌楸瞬时转化体系，并逐渐应用到功能基因的遗传转化当中来。同时，项目各课题从杨树、白桦、桉树、落叶松、鹅掌楸等树种的转录组、蛋白质组学研究中已经获得了大量的数据，迫切需要进一步分析，以挖掘其中的基因资源，为林木的遗传育种提供支持。

项目首席专家东北林业大学的杨传平教授说，项目实行课题负责人负责制，通过设置课题进行目标管理，发挥课题组的优势，分工协作，责任到人，充分调动课题参加人员的积极性和创造性，协力完成课题任务。实行专家咨询制度，邀请国内知名育种专家跟踪

项目的进展，提出意见和建议；课题实现成果及时交流的机制，形成的论文或其他相关材料需注明本课题第一资助；在项目实施过程中任务分工明确，责任落实到人。项目每年定期召开年度总结与学术报告会，有项目专家咨询组成员检查各课题的研究进展，人员到位及研究内容是否与任务书要求一致等情况，发现问题及时解决，以确保各课题如期圆满完成任务。

专家咨询组建议，因为大部分林木缺乏高效的再生系统，使得林木的遗传转化较为困难。截至2015年11月，已有两条基因成功转入鹅掌楸并产生了表型。科研人士表示，在后续的研究中，将继续优化鹅掌楸胚发生体系，简化培养条件和方法，提高转化效率，积极尝试农杆菌介导、基因枪法等多种方法进行遗传转化。此外，积极尝试多种纳米材料进行遗传转化，完善鹅掌楸瞬时转化体系，并逐渐应用到功能基因的遗传转化当中来。同时，项目各课题从杨树、白桦、桉树、落叶松、鹅掌楸等树种的转录组、蛋白质组学研究中已经获得了大量的数据，迫切需要进一步分析，以挖掘其中的基因资源，为林木的遗传育种提供支持。

## ■一片绿叶

### 科德宝展示最新科技成果

科技日报讯(记者宋莉)科德宝集团近日在京介绍了专为中国的农业、可再生能源、汽车和生物技术行业开发的最新创新成果。

针对中国制糖产业，科德宝在中国本地开发了一款新型润滑剂，满足客户对高性能、安全、环保润滑剂不断增长的需求。这款润滑剂配方中可再生原材料比例超过95%，完全生物可降解，浅色外观，无特殊气味，易于操作，可降低润滑剂消耗量达50%，最高节能2.5%，具有可持续性操作，目前已经成功应用于中国最大的制糖生产链，日压榨量达13000吨。科德宝宜信信息技术亚洲公司为中国不断扩大的客户群体提供专家服务和IT解决方案，在效率、质量和连接，直至“工业4.0”意义上的智能制造领域提供全面支持。

科德宝集团亚洲地区代表文德表示，科德宝集团的业务活动以提供创造附加价值的创新解决方案为基础，紧密贴近中国客户，这使科德宝能更好地应对充满挑战的市场环境。

### 遵化市实施“旅游+”战略

科技日报讯(记者宋莉)5月27日，清东陵5A级景区揭牌仪式暨中国优秀旅游城市——河北遵化全域旅游推介会在清东陵景区举行，这是遵化市推进旅游转型升级、打造旅游商贸名城的又一果敢实践。

据了解，遵化市先后投资1.05亿元用于景区的基础设施、服务设施、管理设施和功能设施的改造，完成了9000平方米清东陵大景区景观建设，7469平方米各类花卉、783棵风景树栽植，共计完成绿化面积6万余平方米。

在推进“旅游+农业”方面，着力打造赏娘庄杏花、摘亚草莓、吃尚禾源航天蔬菜等休闲品牌，构建“春赏花、夏戏水、秋摘果、冬滑雪”的乡村旅游格局。在全域旅游推介会上，还吸引了中粮集团生猪养殖及肉食深加工项目签约，总投资19.5亿元，分两期建设，其中一期建设年出栏30万头(含商品仔猪)生态生猪规模化养殖基地，二期建设年出栏70万头的生猪养殖基地及其配套的饲料加工和肉食深加工等项目；项目全部建成后，将带动遵化市饲料生产、运输、服务等相关行业发展。