主编 / 李芸 编辑 / 朱子峡、温新红 校对 / 王心怡 Tel:(010)62580723 E-mail:zxzhu@stimes.cn

“老科学家学术成长资料采集工程”系列报道 ㉔⑤

束怀瑞：根深叶茂果满枝

■杨宇

束怀瑞(1929—)

果树栽培学家、中国工程院院士。1929 年 10 月出生于山东淄博,1947 年考入山东省立农学院(现山东农业大学),毕业后留校任教。长期从事果树研究,在果树根系、果树营养研究等方面取得多项重要成果。发表科研论文 300 余篇,主编出版了《果树栽培生理学》《苹果综合标准》《苹果学》《果树栽培理论与实践》《果树产业可持续发展战略研究》《苹果标准化生产技术原理与参数》等著作。他发明的“地膜覆盖穴贮肥水技术”,1987 年被国家科委列为“七五”“八五”重点推广项目;主持完成的“山东省百万亩苹果幼树优质丰产综合技术研究与应用”课题 1996 年获国家科技进步奖二等奖;2009 年获何梁何利基金科学与技术进步奖。曾先后荣获全国五一劳动奖章、中华农业科教奖、全国科普先进工作者、全国农业科技先进工作者、山东省科教兴农功勋科学家、齐鲁最美教师等奖项。

束怀瑞在果园(2013 年)

2009 年，束怀瑞获何梁何利基金科学与技术进步奖。

2012 年，束怀瑞在第四届国际苹果学术研讨会上作报告。

金秋十月,硕果满枝,祖国大地到处是喜人的丰收景象。据最新统计,我国已成为世界最大的苹果生产国，苹果种植面积和产量均占世界 50%以上。苹果产业的大发展，离不开我国农业科技人员的智慧和奉献。

束怀瑞，我国著名果树栽培学家、山东农业大学教授、中国工程院院士。在近 70 年的工作生涯中，他潜心于果树园地,辛勤耕耘,使之蓬勃发展、结出累累硕果……

与农结缘 根植沃土

束怀瑞 1929 年农历九月二十六日出生于山东淄博一个中医世家。在他 4 岁时,父亲因病去世,家道从此衰落。束怀瑞的母亲虽不识字,但十分重视孩子们的教育培养,她省吃俭用,想方设法让 6 个孩子上学、完成学业,其中有 5 人大学毕业。

1947 年 9 月,束怀瑞考取了新成立的山东省立农学院(后更名为山东农学院,现为山东农业大学)园艺系。这所学校最吸引他的是不收学费,每月还发两袋面,这可以使他生活自立,减轻家里负担。

当时的山东省政府对山东省立农学院的办学相当重视，由实业厅农林处处长、留法回国的博士闫若珉任院长、教授，并聘请了多位留学回国专家和国内有影响的专家任教。植物学家于志忱教授、园艺学家王学书教授等名师不仅知识渊博,而且讲课深入浅出,让束怀瑞受益匪浅，为他打下了良好的专业基础。1948 年济南解放后，解放区派来的干部进驻学校,他们从实际出发、理论联系实际，以及全心全意为人民服务的好作风给束怀瑞留下深刻印象，也为他后来的成长打下很好的思想基础。

学校十分重视学生实践能力的培养。进入大学二年级,富有生产经验的老师经常带学生到泰山周围的果园参观实习,介绍苹果、葡萄等果树的生长习性、品种特性和栽培管理技术。实践锻炼让束怀瑞认识到,生产实践是另一个大课堂,能学到许多书本上学不到的东西,实践需要理论的指导,理论必须与实践结合。

新中国成立后急需大批干部和技术人才。1950 年 6 月,山东省立农学院首届学生提前一年毕业,束怀瑞留校任教。他满腔热情地投入工作，积极参加建校劳动、沿海植物调查、生产救灾等工作,还主动开展果树资源调查,短短几年间就跑遍了山东省主要果树产区,对各地的生产情况、品种资源等有了全面了解。1953 年,他在蒙山考察时首次发现了平邑甜茶,后来这种野生植物被广泛用作苹果的砧木和试验材料。束怀瑞还和同事们一起对山东干果、山东名特果树等进行调查,有了许多新发现,发表了《乐陵金丝小枣的生物学特性》《肥城桃品种组成及丰产性状的探讨》等研究论文,并编写了《山东柿树》《山东干果》等教学讲义。

1957 年，束怀瑞参加了在北京农业大学举办的果树专家培训班,由苏联著名果树专家德拉加伏采夫教授授课。这位专家善于从生物学特性的角度分析果树生长规律,阐述果树研究观点和方法,而且对山地果园生产、果树根系研究等有许多新见解。束怀瑞深受启发,并树立了从果树生物学的角度开展研究的理念。

在上世纪 50 年代,束怀瑞调查最多的地方是烟台地区。烟台是我国最早引种苹果的地方,苹果种植面积大、生产水平高,有许多劳动模范和生产能手。束怀瑞虚心向农民学习，全面了解品种资源和栽培管理技术。1958 年,他和牟云官老师等在总结劳模陶遵祜果树整形修剪经验的基础上，提出了推广苹果三大主枝主干疏层形的树形的建议。这种树形一经推广便在生产上广泛应用，至今仍是稀植果园采用的树形。根据此次调查的结果,束怀瑞还提出了枝组的概念,他认为:“在一个枝组里面，各类枝条相互调节和影响,要实现高产,必须培养枝组。”这些技术观点和方法为果树整形修剪提供了科学指导意见。

在束怀瑞近 70 年的工作生涯中,他有一半多时间是在果树产区搞调查、指导生产，如今他仍每年要到生产基地去考察指导。长期深入生产实践,不仅启发了科研灵感、找到了科研选题,也让他对农业、农村、农民有了更深切的了解,增进了与农民和基层农业科技工作者的感情。

潜心攻关 探寻规律

在上世纪 50 年代,果树栽培和管理往往只重视地上部分,在修剪整形、浇水施肥等方面下很大功夫，却很少有人研究地下的根系。根系如何发展变化、如何影响地上部生长,束怀瑞自 1954 年起就开始研究这些内容，是我国较早从事果树根系研究的专家。

那时，为了观察根系的生长动态,他在学校果园里建起一个简易根窖,1956 年又建了一个面积为 165 平方米的根窖,此为当时国内最大的根窖。经过多年深入研究,束怀瑞对根系有了新的认识,提出了根系“是生态变异大、对环境适应阀值小的非整体性补偿器官”“是果树的营养源、信号源和耐逆调节多变体”等重要观点,并认为“果树生产中地上出现问题的根本在地下,任何影响根系发育的因子都会影响整个植株的生长发育；果树根系是提高果品产量和改善果实品质的潜力所在”。

束怀瑞带领团队经过几十年坚持不懈的探索，提出了新的苹果根系分类观点;分析了影响根系发生和生长的因素,研究了根系发生周期，提出了控制冗余消耗及局部优化的观点；研究了根系的主导功能和被迫应答效应，以及根系的互补、排斥效应等。这些研究成果为果树栽培研究提供了重要理论支撑。

根据这些研究成果，束怀瑞提出了沃土养根、养根壮树的理念,并探索出限根栽培、根系界面效应利用、根系介质转换、隔行交替灌溉,以及通过断根提高果树水分利用效率等技术措施，对果树生产起到了重要推动作用。

束怀瑞科研的另一个重点是果树营养。从 1957 年起,他开始对果树碳素营养进行研究。叶片是植物吸收、合成碳素营养的最主要器官，他带领老师们从研究叶片光合作用开始，深入分析了叶片的光合性能、发生、结构,以及叶片同化功能在一年周期中的动态变化。上世纪 60 年代初，他与李雅志老师等在国内率先利用同位素示踪技术研究果树碳素营养的吸收、运转和分配规律,为果树营养研究开辟了新途径，在碳素同化物运转和交换、分配规律,以及贮藏营养的核心作用等方面提出了许多重要观点。

与此同时，束怀瑞与顾曼如等老师一起开展了苹果氮素营养研究。他们从分析果树需氮特性开始，研究了苹果植株中不同形态氮素营养的年周期变化特性,及其对苹果器官分化与形成的影响,并利用同位素示踪技术对不同器官、不同环境和条件下氮素营养吸收、运转、分配的规律进行了深入研究，为制定合理的施氮技术提供了理论依据。

束怀瑞把碳素营养、氮素营养研究结合起来,对果树的生长规律进行分析,根据生长发育状况把苹果树分为丰产稳产树、旺长树、大小年树、饥饿树、小老树等五种营养类型。他认为:“致力于提高果树贮藏营养水平，在丰产稳产优质栽培管理中具有首要的地位。”并强调果树管理要“看碳施氮,以氮促碳,养根壮树,沃土丰产”。这成为指导果树生产的经典原则。

束怀瑞在果树研究方面虽然广有涉猎,但重点突出、方向明确,根系和碳氮营养研究近 70 年来一直是他和团队科研攻关的重点,而且成果丰硕,形成了山东农业大学果树科研的特色和优势。

服务生产 硕果满园

束怀瑞十分注重把研究成果应用于生产实践。

上世纪 70 年代初,山东农学院组织专家在山东禹城县围绕盐碱地开发利用,开展土壤改良、粮棉果高产栽培等方面的研究与开发。束怀瑞来到禹城县伦镇开展幼树提早结果试验。他经过研究发现,这里的果园土层下面有粘板层阻隔,根扎不下、水渗不下,在雨季容易积涝,导致果树黄叶落叶；而在旱季，表层土壤水分很容易蒸发,导致土壤缺水。于是他便有针对性地采用新的栽培办法:先挖大沟,打破土壤粘板层,再在沟底铺 40 厘米厚的树枝、麦草等,然后填上土栽树。这样既可以阻隔下层盐分,又等于上了绿肥,同时在树下起垄可以有效地防止田间积水，此外采用宽行栽培可以增加光合作用。

在探索新技术的同时,束怀瑞还不辞辛苦地为当地农民举办培训班,讲解各个时期的果树管理技术。通过推广这项技术,这里的 8000 多亩果树,在粗放管理条件下,平均亩产达到 2000 公斤以上。

后来,束怀瑞又到山东菏泽地区的鄄城、巨野等地蹲点,指导生产,针对平原地果园积涝的问题,提出了开沟排水、沟边埋草、起垄栽培的管理措施。这项起垄沟草制技术也同样收到了明显的增产效果。

1982 年，束怀瑞参加了山东省科委组织的沂蒙山扶贫开发项目，以蒙阴县为基点开展“山区苹果园旱地节水高产研究”课题。蒙阴县 94%的面积是山区丘陵,水土流失严重,土地瘠薄,全县 5 万多亩苹果园中只有几千亩结果，绝大多数果园产量极低甚至多年不结果。过去也有不少专家前来指导生产，虽然都知道缺肥缺水是影响生产的主要原因,但谁都没能提出有效的解决办法。

如何破解这些难题？刚开始,束怀瑞也没有十分有把握的措施。他在条件最差的九里龄选了 7 亩最贫瘠、多年不结果的果园进行试验，根据自己开展根系和营养研究的结果,创造了“地膜覆盖穴贮肥水”技术——在根最密集的地方挖 4 个营养穴,穴里面放上草把,每个穴里放约 1 两尿素、1 两过磷酸钙,再灌 5 公斤水,用地膜把穴封严后再在覆盖的地膜上挖一小孔,再盖上一个石块,以有效收集降水。采用这项技术,当时每棵树的成本仅需 2.4 元。

连束怀瑞自己也没料到，这 7 亩试验地在第二年竟结出了平均亩产 1100 多公斤苹果。

这事一下子传开了,1985 年,“地膜覆盖穴贮肥水”技术推广面积达 7900 亩,每亩增值 1250 元。同年,这项成果获山东省科技进步奖二等奖，该技术被列入“七五”“八五”国家重点推广计划,在全国推广了 470 多万亩，效益达 7.5 亿元。如今这项技术仍在旱地果园应用。

山东省是苹果主产区,上世纪 80 年代开始以苹果为主的果树面积迅猛增加,但由于立地条件差,苗木混乱、品种混杂,果农技术素质较差,经营管理粗放等原因,导致苹果单产水平低、果品质量差。为解决这些问题,1989 年束怀瑞主持了山东省科委下达的“山东省百万亩苹果幼树优质丰产开发研究与应用”课题,在全省 18 个县市区 108 万亩的果园进行开发。经过连续 4 年的开发,108 万亩开发园片的产量持续上升，品质也大大提高。到 1993 年，累计总产达 253773.49 万公斤,总增产 154769.89 万公斤，平均亩产达 1010 公斤,增加经济效益 56 亿元。

1996 年,“山东省百万亩苹果幼树优质丰产综合技术研究与应用”成果获国家科技进步奖二等奖。

打造平台 再上台阶

随着苹果产业的迅速发展，束怀瑞意识到,随着产量大幅度增加,苹果销售应随之跟上,提高质量、加工增值、扩大出口将成为苹果生产面临的核心问题,这需要围绕苹果全产业链来进行研究。

在束怀瑞建议下，山东省苹果工程技术研究中心于 1998 年成立。作为该中心主任，束怀瑞组织省内有关高校和科研单位、龙头企业，围绕苹果新品种选育、高接换种、栽培管理技术、果品加工等方面,开展基础理论和应用技术研究,并在种质资源利用和新品种选育、优质高效栽培理论与关键技术研究、贮藏保鲜工程与加工技术研究等方面取得了多项重要成果。

2009 年，科技部正式批准依托山东农业大学组建国家苹果工程技术研究中心,山东省农科院果树研究所、济南果品研究院参加,束怀瑞任中心主任。

束怀瑞对国家苹果工程技术研究中心的建设有更高的要求。他提出,要针对生产中存在的突出问题开展研究，提供有效的技术和管理措施，推动我国苹果产业再上新台阶。

为更有效地开展研发,尽快出成果,国家苹果工程技术研究中心充分发挥人才资源优势，组建了苹果种质资源与育种、苹果标准苗木繁育、苹果矿质营养、苹果根系、苹果生理生态与栽培等 9 个方向的研发团队和 8 个实验室，承担了国家和省部级项目 100 余项，在标准苗木培养、果园改制、果树保护地栽培、观赏果树、果树专用肥、高原苹果生产等方面取得了大量有影响的研究成果，获得包括国家级和省部级科技奖在内的多项奖励，研发的工程化技术成果得到快速推广和转化，推动了苹果产业可持续发展。此外,在基础研究、人才培养、学术交流等方面也都取得了可喜的成绩。

倾心浇灌 桃李芬芳

束怀瑞教书育人近 70 年，桃李满园。在人才培养和科学研究上,他一直倡导开放、合作的理念,主张通过联合培养来提高研究生的质量。

束怀瑞 1985 年开始招收硕士研究生、1991 年开始招收博士研究生。在他看来,研究生是高层次人才,应该让他们具有更深厚的专业基础、更宽阔的研究视野、更活跃的学术思想。

他认为，研究生的培养不能仅靠导师一个人,导师虽然在某一领域有特长,但也总会在某些领域有一定局限性,应该请相关专业有特长的老师一起参与、联合培养，这样对开阔学生的学术视野和研究思路有重要意义。于是,他先后请本校化学学科的黄天栋教授、植物生理学科的李德全教授，以及土壤学科的张民教授、植物发育学科的张宪省教授、农业经济管理学科的胡继连教授等老师加入他的导师组,共同指导研究生。

除了请本校教师，束怀瑞还请兄弟高校和科研单位的专家参与研究生指导。1994 年,在他倡导下,山东农大、河北农大、华中农大、沈阳农大四所农业大学和中国科学院遗传研究所组成了四校一所联合体,合作培养研究生。这个联合体定期交流科研进展，探讨研究生培养方案,达到了强强联合、取长补短的目的,对提高研究生培养质量起到重要作用。

作为学科带头人，束怀瑞在师资队伍建设上倾注了大量心血。上世纪 90 年代初，山东农大果树专业的青年教师绝大多数是毕业留校的，而且都没有博士学位。为尽快提高青年教师水平,拓展研究思路,避免“近亲繁殖”,束怀瑞鼓励青年教师去果树学科力量强的其他高校读学位、进修,并积极为他们推荐导师。山东农大果树学科有十几名青年教师分别到中国农大、华中农大、西北农林科技大学、沈阳农大、中科院遗传研究所等读博士学位。此外,一些教师到国外读学位和进修，了解国际上果树研究最先进的成果和研究方法。目前,这些教师都已经成为各研究方向的骨干。

束怀瑞招收的博士研究生很多来自数学、生物、资源环境、化学、物理、气象、经济等学科。他认为:“培养跨专业跨学科的学生,有利于开阔学术视野,吸收借鉴其他学科的优势。”

由于专业背景不同,这些研究生在研究课题的思路、思想方法上确实有独到之处。采取这种学科交叉融合的方式培养,使研究生的培养质量得到很大提高，许多人在果树研究方面取得了有影响的成果。

自 1991 年以来，束怀瑞培养了 80 多名博士和博士后。其中,在国内的学生都成了高校或科研单位的骨干，大部分是教授、研究员、博士生导师,还有大学校长、国家实验室和工程中心主任,有 2 人还被评为全国青年女科学家；在国外的 18 人中,有的是终身教授、研究室主任,有的在高新技术企业担任技术骨干。

情怀满园 躬耕不缀

束怀瑞善于学习、思维活跃,不仅专注果树科研，也十分关心其他领域研究动态,并与果树科研相结合,不断有新发现、新成果。他是果树科研园地里的一棵长青树。

海藻中有丰富的活性物质，对人类健康和植物健康有重要价值。自 2006 年起，束怀瑞组织校内外专家围绕海藻中的微量元素与果树营养的关系进行深入研究,并在海藻肥配方、生产工艺等方面进行探索。2011 年,国家苹果工程技术研究中心与明月海藻集团开展合作，共同研发生产海藻有机肥。如今,海藻肥已经在全国各大苹果产区销售。

2007 年,束怀瑞受张齐生院士有关生物炭研究成果的启发，组织团队成员围绕生物炭在果树营养中的作用开展系统研究。结果表明，生物炭有利于改善土壤环境,诱导果树吸收根的发生,提高果树营养水平。他还与企业联合,生产的添加生物炭的有机肥增产提质效果非常明显。

束怀瑞在年轻时非常善于学习总结果农的生产经验,后来成了知名专家、当了院士后，仍十分谦虚地向农民学习。2007 年，他听说蓬莱有个名叫曲受彭的果农,种的苹果亩产 1 万公斤,而且连续多年没有大小年。于是,他便多次前去曲受彭的果园考察学习，从品种、树形结构、栽培管理等方面进行详细了解。他对曲受彭的经验进行分析,又从冗余消耗、施肥管理等方面开展深入研究，取得了多项成果。其中,他提出的“果园土壤局部优化、分层管理技术”,通过表层覆盖防止蒸发、中层微补水肥、下层蓄水等措施，可以为果树生长提供稳定的土壤环境。该项技术可以使果园每亩每年仅需 0.8 吨有机肥和少量化肥,依靠自然降水就能保证果树正常生产，成年树能达到亩产 5000 公斤水平,在大量节省劳力和资源的情况下实现稳产高产。

束怀瑞不仅善于向农民学习，也向自己的学生学习。他的学生王家喜在大樱桃保护地矮化栽培、苹果组培苗生产等方面成就突出；学生吴绍行对北方地区种植热带果树有深入研究,成果显著。束怀瑞多次到这两位学生的基地考察,对他们的经验进行总结，并推荐团队成员和其他科研单位人员、基层农技人员去参观学习,推广他们的技术。2017 年,束怀瑞总结了 40 条致富实用技术,其中很多是他学生的成果。

束怀瑞在果树园地勤耕不缀，充满活力,即使在耄耋之年也不断有新发现、新成果、新见解——他指导博士研究生在苹果新根发生和诱导机制的研究中有重要发现,2013 年提出了水氮诱导生长根、基质诱导吸收根等重要观点;在对多年研究成果总结分析的基础上,2017 年他提出了“植株健康和土壤健康是果树产业可持续发展的基础”的观点;2018 年,他提出苹果简化精准栽培技术体系,以及建立生态果业模式的主张……

“回顾自己走过的路,我主要是向农民学习、向学生学习。我坚持这样一个理念:要努力多做事、做成事。果树是农业产业结构调整和农民脱贫致富的重要抓手，我还要尽自己所能，继续为乡村振兴和果树产业发展作出贡献。”如今已 90 岁高龄的束怀瑞院士仍每天上班，密切关注果树产业发展动态，组织团队成员对相关问题开展研究。

（作者单位:山东农业大学）

1962 年束怀瑞在泰安考察果树。

1983 年,束怀瑞与著名果树专家章文才(前排左)合影。李育农(后排右)、王业遴(前排右)

2017 年 10 月,束怀瑞在五莲县指导果树生产。

本版组稿负责人:张佳静