

累计推广1亿亩,新增效益190亿元

“快乐”植棉:棉花轻简化栽培技术在全国“落地生根”

——来自山东棉花研究中心的创新报告

本报记者 魏东

金秋十月,瓜果飘香的季节,但10月17日上午在山东省无棣县西小王镇却出现了“瑞雪兆丰年”的奇特景象:一望无际的棉田,朵朵洁白的棉絮挂满枝头,在阳光下发出耀眼的光芒,远远望去,犹如刚刚下过一场“鹅毛大雪”。此情此景,让前来参加“全国棉花生产全程机械化推进活动”的农业专家和植棉大户们赞叹不已。随着一台台采棉机开进棉田,“白雪”消失殆尽,留下了恰似一条条干净马路的轨迹。这次机械采棉活动,充分展示了黄河流域棉花全程轻简化生产的最高水平。

这片如同“雪野”的棉田,是山东棉花研究中心在该镇建设的棉花轻简化生产示范基地。记者了解到,这个基地全面采用了该中心制定的棉花轻简化栽培技术规程,包括精量浅播、合理密植、一次施肥、简化整枝、集中成铃、脱叶催熟等关键技术。“除比传统种植略有增产外,每亩地实际用工仅6个,这比传统种植用工一下子减少了18个!它轻便快捷,降本增效,把棉农从传统繁琐的植棉程序里真正解脱出来,使从中体会到了植棉的快乐!”基地棉田的主人、曾饱受种棉辛苦的陈斌难掩内心的激动。

大幅度减少用工,让棉农感受植棉的快乐,实现降本增效,则是棉花轻简化栽培技术创新团队开展这项技术研究的初衷与理念。

2007年以来,在公益性行业(农业)科研专项和国家现代农业产业技术体系、山东省农业科学院创新工程等项目支持下,山东棉花研究中心联合新疆农业科学院经济作物研究所、石河子大学和安徽省农业科学院经济作物研究所等单位组成创新团队,针对棉花“种、管、收”各环节轻简化的技术瓶颈,以轻简省工、降本增效为目标,按照简化农艺工序、减少作业次数、农机农艺融合的总体思路,突破轻简化植棉的关键技术,建立了棉花轻简化栽培技术体系,被农业部列入国家主推技术,在黄河流域、长江流域和西北内陆棉区得到广泛应用,创造了平均省工28.3%、减少物化投入8.2%、增产5.5%的显著成效。截至目前,该技术已累计推广1亿多亩,新增经济效益达190多亿元,并摘得农业部中华农业科技奖一等奖和山东省科技进步一等奖的桂冠。

在今年3月举行的全国棉花轻简化生产技术交流会上,来自国内棉花界的同行专家一致认为,该技术找准了我国棉花生产中存在的突出问题和农民迫切需求,具有很强的针对性、先进性和实用性,不仅显著提升了我国棉花栽培科技水平,也为整个棉花产业的可持续发展发挥了重要的引领作用。中国农学会组织以中国工程院院士董合忠教授为组长的11人专家组,在此前对“棉花轻简化丰产栽培关键技术及区域化应用”成果进行评价时表示,该成果总体达到国际先进水平。

不仅如此,这项技术在全国的成功应用,也让院士们为之振奋。我国棉花权威、中国工程院院士喻树迅认为:“它突破了轻简植棉的关键技术并阐明了相关理论机制,为促进我国棉花产业转型升级、降本增效发挥了重大作用。”作物栽培专家于振文院士认为:“它开创了适合中国国情的轻简化植棉新路子,为我国棉花生产从传统劳动密集型向轻简节本型转变提供了坚实的理论与技术支撑。”棉花生产机械化专家陈学庚院士认为:“它是我国棉花栽培技术领域的重大突破和创新。”

无疑,“快乐”植棉的背后,是这项可操作性强、适应性好的现代植棉技术体系在做支撑。这项既“接地气”又“含金量”极高的轻简化技术是如何“炼”成的?记者日前专程采访了国家农业产业技术体系岗位科学家、山东棉花研究中心主任董合忠研究员。作为该技术创新团队的带头人,董合忠是我国棉花轻简化栽培技术的主要研制者。记者了解到,董合忠还是国际棉花学会(ICRA)执委、国家农业部棉花专家指导组成员,作为主要完成人曾荣获四项国家科技进步二等奖。但记者眼前这位棉花专家,憨厚、朴实、热情、豁达,犹如一位邻家大哥,说起话来更是理性中带着激昂与干脆,一如他实施的“棉花轻简化”,使人感到既简洁有力又通俗易懂,让记者不经意间走进了棉花轻简化栽培技术研发的心路历程。

传统复杂繁琐的植棉方式已不再适用当前国情,时代呼唤“轻简化”栽培技术的诞生

为什么要研究棉花轻简化栽培技术?这还要从时代的背景说起。

“新中国成立以来,面对人多地少和原棉消费量不断增长的实际需求,如何让棉花夺取高产,成了当时我国棉花科技工作者的主要攻关目标。”据董合忠介绍,我国几代棉花科学家经过半个多世纪的研究与实践,建立了以精耕细作为核心的传统棉花栽培技术体系及其理论体系。“毋庸置疑,这两个体系的建立,为我国奠定世界第一产棉大国地位作出了重要贡献。”

但进入21世纪以来,这个一直依赖于精耕细作的高产栽培技术体系却遭到了前所未有的严峻挑战。“概括起来不外乎有三方面原因。”董合忠向记者



董合忠(中)与创新团队核心成员在示范基地

分析,一是过去由于我国农村劳动力多、人工成本低廉,适宜对棉花进行精细化管理,也就形成了繁琐、复杂的棉花精耕细作技术。“前后包括40多道工序,每公顷用工300多个,费工时,是粮食作物的3倍。”但随着时代的飞跃发展,人们生活条件的大幅提高,繁杂的植棉程序成为令棉农烦恼的“苦差事”,植棉的积极性大为减弱。

另一方面,随着城市化进程日益加快,我国农村劳动力数量和质量均发生了巨大变化。“劳动力的数量骤减、人工成本的大幅提高,谁还愿意来种棉?这显然是摆在眼前亟待解决的现实问题。”第三个原因就是,以高产为目标的农业生产技术由于过分依赖高投入,随着化肥、农药、农膜的大量使用,不仅地越种越薄,而且带来了严重的面源污染,让资源环境亮起了“红灯”。传统的种植模式虽然产量不低,但品质却没有同步提升,导致棉花的市场竞争力逐年下降。“由于价格持续低迷,种棉不挣钱,也挫伤了棉农的种植积极性。”

这些现实,均验证了传统复杂的棉花栽培技术已不再适用当前国情。如何加快转变棉花栽培方式,从依靠拼劳动力投入、拼资源消耗、拼农资和拼生态环境的精耕细作中“挣脱”出来,则是棉花专家们形成的共识。

“要实现这一系列重大转变,就要在吸收借鉴传统精耕细作技术精华的基础上进行改革创新,对‘种、管、收’全过程进行一次不亚于颠覆性的‘革命’,探索出适合我国新时代需求的植棉关键技术。在此理念下,我们提出了全方位研究棉花轻简化栽培技术的思路。”董合忠如是说。

在美国,植棉全程采用机械化,平均每亩地只用一个工。“这让曾到美国参观考察植棉技术的董合忠的确感到了震撼。”要知道,我国传统的植棉技术平均每亩地要20个工,多的达35个,是小麦、玉米两季加起来的两倍。

虽被震撼,但董合忠却依然保持着一个中国棉花专家的清醒:“美国、澳大利亚等发达国家实施的棉花全程机械化,是因为有着高度的规模化 and 标准化做基础,而我国的国情与此明显不一样。”

据介绍,除新疆建设兵团接近美国规模化植棉外,我国绝大多数地方主要还是一家一户分散种植,沿用的一直是精耕细作模式,再加上种植制度多样化,不少地方还有一年两熟甚至多熟的间作套种。“尽管全程机械化极有可能是我国未来棉花生产的重要目标,但在相当长的一个时期内,还难以全面实施国外的这种先进模式。”

在董合忠看来:“只有因地制宜,按照现有条件和基础,走符合中国国情的轻简化植棉路子才有前途。”何为“轻简化”?董合忠和创新团队对其内涵有着深刻而统一的认识:“轻”是机械代替人工,减轻劳动强度;“简”是减少作业环节和次数,简化种植管理;“化”则是农机与农艺融合、良种良法配套的过程。

董合忠认为,“轻简化栽培是简化种植管理工序、减少作业次数,农机农艺融合,实现棉花生产轻简便捷、降本增效的新型栽培技术体系”。至此,一条科学合理的棉花轻简化栽培路线图已清晰地呈现在创新团队面前,不仅指明了方向,也明确了主攻目标。

掌握单粒浅位精播壮苗机制,一播全苗技术成为棉花种植史上的一大进步

“棉花是大粒种子类型,适合单粒精确播种,对实现棉花轻简化栽培具有举足轻重的作用。”创新团队首先将目光聚焦到棉花单粒精确播种上。

“在过去,棉种质量远没有现在的好,棉农总担心会出苗不全,往往都是采用大量播种或足量播种,一亩地要播上8~10斤种子。1斤种子约有5000粒,5万粒种子出苗即使按70%来算,仍可出苗3万多棵。”据董合忠介绍,一亩地在新疆实际需要10000~15000棵苗,在内地仅需3000~5000棵苗。多出的棉苗就需要不断疏苗、间苗和定苗,不仅费时费力,还严重浪费种子,造成植棉成本的提高。

在攻关研究中,创新团队有了新发现:单粒浅播的种子在萌发出苗时,由于受到的机械压力较大,会产生较多乙烯,促进了棉苗弯钩形成关键基因HLS1和COP1的上调表达。



拼搏进取的棉花轻简化栽培技术研发团队

“这不仅有利于弯钩及时形成,并顶出土苗和脱掉种壳,而且在出苗后由于每株苗皆有独立的生长空间,会更敦实,相比较发病率也低,更易成苗壮苗。”董合忠告诉记者,正是这个发现,为他们实施单粒精播提供了充分的理论依据。

棉花单粒精播是一个系统工程,要实现单粒精确播种,达到一播全苗的要求,离不开物质和技术的支撑。科研团队按照“良种+良法”的思路,先优化了种子加工工艺,生产出优质种子,精细整地,合理株行距配置,然后实施机械播种,一个由每穴一粒、适当浅播为核心的棉花精播技术就此形成。

据董合忠介绍,目前在西北内陆棉区,该技术与宽膜覆盖、边行内移、适时适量膜下滴灌调控种子周围的温度、墒情和盐碱度相结合,省去了放苗定苗环节,确保了稳健基础群体的构建;在黄河流域棉区,通过与中膜覆盖、肥药随施相结合,确保全苗壮苗并省去了间苗定苗工序,苗弱、死苗等问题也迎刃而解。无论是西北内陆棉区,还是黄河流域棉区,采用精量播种机已能够一次性完成地面平整、铺膜、单粒播种、种肥随施、覆土、喷除草剂等一条龙作业任务。“单粒精播播种技术是常规农业生产向现代农业发展的必然趋势。如此多的工序,被精量播种机一气呵成,可见机械化水平的提升,已成为实施棉花轻简栽培的有力保障。”

记者了解到,采用单粒精播播种,每公顷可节约种子成本达150~200元,同时将播种效率提高了81.1%,省去了疏苗、间苗、定苗等三个繁杂的工序,由此节省的劳动力和减少的用工成本显而易见。单粒浅位精播及配套技术的成功应用,被业界专家誉为棉花种植史上的一大进步。

只需一次施肥,轻简化肥水高效运筹技术被成功突破

目前,我国棉花生产对肥料的使用非常依赖。以氮肥为例,如黄河流域在传统的棉花生产中,使用一般分为底肥、苗蕾肥、初花肥、盖顶肥等。“尤其是到了棉花枝繁叶茂的花铃期,施肥是一件令棉农头疼的事,如果施肥不当还容易烧苗,造成大面积减产。”在董合忠的眼里,解决繁琐的施肥,是棉花轻简化栽培中绕不开的关键环节。“既要实现轻简化,又要达到科学施肥,首先必须摸清棉花在生长发育过程中对营养的吸收利用规律。”创新团队在跟踪研究中发现:棉花对底施速效N肥的吸收比例最小而对初花期N肥的利用效率最高。减施底肥N,增施初花肥N,或底施专用缓释控N肥能提高肥效。底施速效N肥则重供棉花营养生长,花铃期N肥主要供应生殖生长;随施N量增加,供应蕾花铃的比例下降,而供应枝叶和赘芽的比例上升。这些规律的发现为简化施肥提供了理论支撑。

采取“减施底肥,增施初花肥”是创新团队拿出的初步对策。虽然这样的两次施肥策略已经比较简化,但仍然需要在花铃期追肥,还有进一步简化的潜力。为此,他们研制出养分释放与棉花养分吸收相同步的新型专用缓释肥配方,并制定了一次施肥的技术规范,不仅大幅度提高了肥料利用率,更减少了施肥次数,还有效控制了枝叶和赘芽生长,可谓一举多得。

董合忠告诉记者,当前长江流域棉区采用该技术已实现了一次基施缓释控肥,个别情况下“一基一追”。在黄河流域棉区,采用一次性基施缓释控肥、种肥同播。“在播种时深施行下,只需一次施肥,即可满足棉花生长生育的全过程要求。这比传统方式可减少肥料用量达10%以上,肥料利用效率显著提高。”

棉花适应分区灌溉生理机制被创新团队揭示,精准灌溉“水到渠成”

我国是世界上淡水严重缺乏的国家。如何实现既少用水,又能满足棉花的生长需求?这就需要提高灌溉水利用率上做文章。“一项好的灌水技术不仅要达到简化、省工、节水、节能的效果,还要增产增收,至少不能减产降质。”董合忠对节水灌溉有着准确的定位。

创新团队在节水灌溉研究实践中发现,西北内陆棉区灌水量比传统饱和灌溉减少20%的情况下,采用分区滴灌的棉花产量基本不减,但常规的灌溉就会大幅

度减产。这个现象让创新团队找到了研究的线索。他们利用嫁接分根系统准确模拟了分区灌溉,发现分区灌溉诱导棉株地上部大量合成茉莉酸,并作为信号分子经韧皮部运输到灌水侧根系,促进RBOHC基因表达,增加了该侧根系中过氧化氢含量,从而提高了灌水侧根系的吸水能力和水分利用率。

随着攻关的深入,创新团队不仅揭示了棉花适应分区灌溉的生理学机制,还摸清了西北内陆棉区次生盐碱地分区滴灌诱导根系盐分差异分布、减轻盐害的机理,也为他们对不同棉区实施新型灌溉技术找到了“对症下药”的“良方”。

以新疆为主的西北内陆棉区,创新团队采用了膜下滴灌技术,实现了地膜覆盖栽培与地表滴灌相结合、亏缺灌溉与水肥协同前移相结合。“该模式不仅节水,而且省肥显著,还特别适用于机械化大田作业,使棉花的轻简化种植迈上了一个大台阶。”董合忠介绍说。

膜下滴灌水肥融合技术是利用低压管道系统供水,将加压的水经过滤后,和水溶性肥料充分融合,形成肥水溶液,再通过毛管均匀、定量地浸润棉花根系,大大提高了水肥的利用率。“膜下滴灌平均用水量仅为传统灌溉的12%,喷灌的50%,节水效果可谓立竿见影。”董合忠告诉记者,如今,这项技术还实现了与优化成铃、脱叶催熟效果等技术的有机结合,已在西北内陆棉区大面积推广应用。

对于黄河流域棉区,科研团队在淘汰漫灌的基础上,将长畦改为短畦,将宽畦改为窄畦,将大畦改为小畦,改大定额灌水改为小定额灌水,平整畦面,确保了灌水均匀,大大提升了畦灌效果。

建立以优化成铃为核心的合理群体结构指标,为棉花丰产优质和机械化采收奠定了基础

传统棉田群体结构很不合理,西北内陆基础群体过大、局部臃肿,不利于优化成铃和脱叶机采;黄河与长江流域棉田密度偏低,结铃分散,烂铃多,纤维一致性差,不利于集中采收,只能人工多次采收,费工费时。如何调控群体、优化成铃、集中吐絮是轻简化植棉过程中面临的“棘手”问题。

要构建棉花合理群体结构,就必须先制定合理群体结构量化指标。我国棉区多,生态条件复杂多样,不同棉区栽培管理主攻目标也不一样,想搞清楚并不容易。

功夫不负有心人。科研团队克服重重困难,不仅找出了适宜黄河、长江流域和西北内陆棉区的适宜株高、叶面积指数,并摸清了西北的叶面积指数动态,还分别明确了适宜节枝比、果枝及叶片角度分布和棉柴比等。“不同棉区棉花合理群体结构量化指标的建立,为塑造合理群体实现优化成铃、集中吐絮提供了可靠的依据。”董合忠说。

在黄河与长江流域棉区,科研团队采取了以“控冠促根”为主线的方式。要点之一就是适当增加密度并普降株高10~20厘米。二是改大小行种植窄膜覆盖改为等行距中膜覆盖,并适时破膜促根下扎。三是低洼地垄作栽培配合密植减少漏光损失和烂铃。四是采用缩节胺控制株高、塑造集中结铃株型,适时适度封行。

在西北内陆棉区,科研团队采取以“调冠养根”为主线:一是膜上单粒精播播种、膜下滴灌温湿盐调控,逆境成苗而形成稳健的基础群体;二是适当降密,南疆收获株数降为每公顷15.0~18.0万株,北疆降为16.5~21.0万株,株高70~85cm;三是优化株行和膜管配置,宽膜覆盖优化根区环境,促进促根协调;四是化学调控,水肥适当前移,配合水肥一体化管理系统,优化冠层结构和成铃质量,促进早熟,并充分发挥非绿色器官在中后期的光合生产力;五是利用发明的脱叶催熟新技术,脱叶效果鉴定新方法和机采棉除杂控制系统,提高脱叶率,降低含杂率。

先进物质装备是支撑棉花轻简化栽培技术的“有力武器”

在董合忠看来,“实现棉花生产的轻便快捷、降本增效,不仅依赖于关键农艺,还依赖于品种、新型肥料、农业机械等物质装备及其与农艺技术的高度契合”。

为了配合这些技术的实施,创新团队筛选出适宜轻简化种植的棉花品种15个,并培育出新陆中42和K836等5个适宜轻简化栽培的棉花新品种。“如通过山东省审定的抗虫轻简品种K836,其特点是出苗好、赘芽少、叶枝弱、易管理,铃大、吐絮易、易采摘,早熟性好,适合轻简化栽培、机械化收获。”

“棉花缓释控肥,能够按照设定的释放率和释放期或有控制地释放养分,成为减少施肥次数、提高肥料利用率的重要物质支撑。”据董合忠介绍,他们团队针对长江和黄河流域棉区不中种植方式棉花的需肥规律研制出系列棉花专用缓释控肥配方,为实现棉花轻简化栽培起到了事半功倍的效果。

棉花“轻简化”中的“轻”,意味着用机械化代替人

工,以减轻劳动强度,农业生产机械在棉花“轻简化”技术的实施中有着极其重要的作用。棉花生产机械包括机械整地、机械铺膜播种、机械植保、机械中耕施肥、机械收获、机械拔柴和秸秆还田,以及种子加工机械化等内容。

根据轻简化植棉需求,创新团队还研制出2BMC-48型棉花双行错位苗带精量穴播机、2MBZ-3-6A型折卷式覆膜精量播种机和具有种床整备功能的2BMJ-24A型棉花覆膜精量播种机,大大促进了轻简化植棉技术的实施。

因地制宜,量身定做,全国三大棉花主产区有了属于自己的轻简化栽培技术体系

随着单项关键技术一个个被突破,创新团队根据各棉区的生态、生产条件和现实需要,集成建立了区域针对性强的棉花轻简化栽培技术体系,使全国三大主要棉区都有了属于自己的轻简化栽培技术体系。

针对黄河流域棉区一熟制棉花棉田,创新团队建立了以“精量播种、简化整枝、集中收获”为核心的轻简化丰产栽培技术体系。该技术已被国家农业部确定为全国主推技术。其主要内容是以机械单粒精播避免间苗定苗,等行距中膜覆盖并适时揭膜控冠壮根,密植与化控配合实现简化整枝,优化冠层,适时适度封行,精简中耕与缓释肥深施简化中耕和施肥,优化成铃结合脱叶催熟实现集中吐絮。

“该技术的应用,平均减少用工32.5%,物化投入减少9%,增产皮棉5.8%。”董合忠告诉记者,在此基础上,他们还针对减少烂铃、控制早衰和机械采收的需要,建立了以适当晚播、合理密植、简化管理、集中吐絮为核心的“晚高密”栽培技术,使滨海盐碱地达到了每公顷1125kg以上的皮棉产量,并实现了内地机采棉从无到有的突破。“由于采用晚密栽培的短季棉可以实现无膜栽培,还大大减少了对土地的污染。”

长江与黄河流域两熟制棉区则采用了以轻简育苗和简化施肥为核心的棉花轻简化高效栽培技术体系。作为农业部确定的全国主推技术,棉田工厂化轻简育苗代替传统营养钵育苗,速效肥与缓释肥结合实现1~2次施肥代替速效肥多次施用,提高密度,促进集中吐絮,平均省工30.1%,节肥18%,增产4.7%。

针对该区域棉田,棉田、棉柴套作不利于机械化的难题,他们还建立了蒜(油、麦)后直播短季轻简化栽培技术,通过5月底前以机械抢时精准播种早熟棉,减免间苗定苗;合理密植、简化整枝并配合化学封或机械封行;控化、肥控并结结合脱叶催熟,确保棉花适时适度封行、集中早吐絮。该技术使物化和用工投入大幅度减少,经济效益一度提高,并为最终实现机械化采收奠定了基础。

针对西北内陆群体结构不合理、脱叶催熟效果差的现实,创新团队建立了以群体调控优化成铃为核心的棉花轻简化高产栽培技术。作为新疆当前的主推技术,其要点是采用单粒精播播种苗壮苗获得全苗壮苗和稳健的基础群体,通过优化株行距和膜管配置调控冠层;分区灌溉与水肥协同技术结合,水肥药统筹,农艺与农机有机融合,塑造既定指标的合理群体并优化成铃、集中吐絮。

“实践证明,该技术在新疆棉区平均减少用工22.3%,节水15.5%,增产皮棉4.5%。”董合忠告诉记者,在此基础上,他们还制定了棉花健康高产简化栽培技术,即之字形单粒精播浅播,等行距种植并适当降密,一膜3行3管;水肥前移,水肥药促控结合,健个体、强群体;促早熟,塑造合理群体结构;利用脱叶催熟新方法并辅之精确监控实现彻底脱叶,有效提升了新疆机采棉的生产品质,引领了全国机采棉的健康发展。

棉花轻简化栽培技术实现了经济效益与社会效益的“双丰收”

“我们在研究棉花轻简化栽培技术上,走了一条协同攻关的路子,期间联合了新疆农业科学院经济作物所、石河子大学、华中农业大学、安徽省农业科学院棉花研究所、河南省农业科学院经济作物研究所、滨州市农业机械化研究所等单位共同发力,并得到了中国工程院院院士喻树迅研究员、中国农业大学李召虎教授和中国农业科学院棉花研究所毛树春研究员的指导和支

持,大大缩短了整套技术体系的研发时间。”记者了解到,创新团队以技术培训、示范辐射、高产展示等形式,大大推动了这一新技术在全国的普及与应用。截至目前,该技术在我国已累计推广达10018万亩,通过省工节本增产,共计新增经济效益达190多亿元。此外,还培植农民专业合作社50多个,培训农技人员和棉农20多万人次,获得了经济效益与社会效益的“双丰收”。

尽管如此,在董合忠看来,“轻简化栽培技术需要因地制宜、与时俱进,要在推广应用过程中不断优化提升,不断创新突破,这样才能保持生命力,持续为我国棉花产业健康发展作出新贡献”。



通过实验轻简化技术获得丰收的棉田