

编者按 一粒蚕种,承载千亿产业命脉,牵系千年丝路荣光。本期《产业融合周刊》聚焦江苏科技大学蚕业研究所种质资源保护与育种创新的奋斗历程。第一篇全景展现这一科研重镇数十年如一日守护全球最大蚕种基因库、主导六代品种迭代的宏大叙事;第二篇则以“秋丰×白

玉”为切片,深度剖析一颗夏秋蚕种如何以30年持续改良,破解“抗逆与品质难以兼得”的产业困局,从田间走向太空、从国内走向“一带一路”的突围之路。两篇文章,一大一小,一宏观一微观,共同勾勒出中国蚕桑种业从跟跑到领跑、从经验育种到精准育种、从

单一高产到多元协同的战略升级图谱。透过一颗蚕种的演变,我们看到的不仅是科学的力量,更是一代代科研人扎根田野、守护种源初心的精神底色。在种源安全关乎国家战略的当下,这份坚守与突破值得被更多人看见。

守护“蚕芯”破浪前行

——江苏科技大学蚕业研究所种质资源保护与育种创新纪实

□ 王德弟

种源,是农业的“芯片”。一粒蚕种,牵动的是千亿丝绸产业的命脉,承载的是千年丝路文明的延续。

在江苏科技大学,有一座低调却硬核的科研殿堂——蚕业研究所。这里,收藏着全球规模最大、品类最全的家蚕种质资源宝库;这里,主导完成了我国蚕品种六次大规模迭代升级;这里,用一粒粒蚕种,编织出一条通向产业未来的“新丝路”。

从“华八”到“菁松×皓月”,从“秋丰×白玉”到抗脓病的“华康”系列,数位科研人接力攻坚,让中国蚕种从跟跑到领跑,让一根蚕丝牵动世界。

守护——全球最大“蚕种基因库”

走进位于江苏镇江的国家蚕遗传资源基因库,1200余份蚕种质资源静静安放。它们来自亚、欧、非三大蚕区,涵盖四大地理系统——地方种、引进种、改良系、突变体,品类之全、存量之丰,全球无出其右。

一组数据足以说明分量:2024版《国家蚕遗传资源品种名录》收录170份家蚕地方与引进品种,该所入选118份,占比高达71.76%。2025年,农业农村部新版《国家级畜禽遗传资源保护名录》首次纳入10个家蚕品种,该所占3席。

从2006年中国农业科学院国家蚕种质资源保存中心挂牌,到2021年江苏省蚕遗传资源基因库落子,再到2022年升级为国家级基因库——平台逐级跃升的背后,是国家对这份资源家底的高度认可。

“保存不是目的,用活才是关键。”蚕业研究所率先搭建家蚕种质资源数字化数据库,让沉睡的基因“开口说话”。作为全国蚕种质资源普查牵头单位,团队完成184份国家级、84省份省级种质精准性状测定,分别占各级测定总量的52.27%和67.2%,为国家摸清蚕种“家底”提供了不可替代的决策支撑。

更重要的是,团队从400余份核心种质中,筛选出耐氟、抗NPV、抗DNV-Z、多产卵、斑纹限性等20余项优异性状,挖掘300余份高价值育种素材。这些“宝藏基因”,为精准育种埋下了决定性伏笔。

破译——从“经验育种”到“精准育种”

如果说资源保存是“藏粮于地”,那么基因解析就是“藏粮于技”。

□ 张辉

我国夏秋蚕养殖,年产量占全年总产量的六成以上。这“六成”的背后,是蚕农们每年都要直面的一场硬仗——高温、叶质劣、病虫害高发,叠加早年乡镇企业发展带来的大气氟化物污染,传统蚕品种往往“扛不住”。严重时,减产过半,甚至绝收。

减产还不是唯一的痛。即便勉强存活,传统夏秋蚕品种缂出的生丝,多数只能达到3A至4A级,与高端市场相距甚远。一边是产量“靠天吃饭”,一边是品质“低位徘徊”——抗逆、高产、优质三者的协同提升,成为困扰我国夏秋蚕产业长达20余年的“老大难”问题。

破解这一难题的,是江苏科技大学蚕业研究所育种团队历经两代人接力攻关育成的夏秋专用品种——“秋丰×白玉”。这颗蚕种,用30年持续改良与近3000万盒的推广体量,为产业突围交出答卷。

破解“不可能三角”

抗逆性强则茧质差,产量高则适应性弱——这是传统育种中难以逾越的负相关规律。面对这个问题,蚕业研究所育种团队没有走常规选育的老路,而是创新性地采用聚合育种策略,将不同遗传背景的优良基因“组装”到同一个品种中。

这是一场考验耐心与功力的“基因拼图”。科研人员从数百份种质资源中精准筛选耐氟主效基因,同步锁定优质茧丝性状的遗传



过去,蚕种选育很大程度上依赖经验与运气。而现在,蚕业研究所搭建起覆盖家蚕全部28个连锁群的基因检索与定位系统,利用SSR分子标记技术完成384份核心种质的DNA指纹图谱构建——每一份种质都有了独一无二的“分子身份证”。

更为关键的是,团队成功开发了抗浓核病毒nsd-Z、耐氟、黄绿茧等功能基因的分子标记,构建高精度分子连锁图谱,定位了一批茧丝品质关键QTL位点。这标志着我国蚕育种从传统的“表型筛选”迈入了基因组精准育种的新阶段。

基础研究同样开花结果。团队聚焦生殖发育、脂质代谢、蜕皮滞育等核心通路,解析了BmPiezo、BmdGAT1等关键功能基因的调控机制,阐明昆虫滞育、体色变异的分子进化规律。多项成果达到国际前沿水平。

值得一提的是,研究证实家蚕发育基因在鳞翅目昆虫中高度保守——这一发现,为农业害虫绿色防控和新型杀虫剂研发提供了重要靶点,让“蚕”的研究跨界服务大农业,释放出超出丝绸产业的价值。

依托现代生物技术,团队还开展定向种质创新。将抗DNV-Z基因导入骨干品种“菁松”遗传背景,培育出对浓核病毒完全免疫的新型种质;整合传统杂交与分子筛选,创制耐氟、抗病毒、限性、细纤度等七大类特色新种质,多项性能达到国际领先水平。

与此同时,蚕业研究所牵头制定十余项国家与行业标准,覆盖蚕种保育、资源调查、品种检验、茧丝评定全流程,构筑起完善的产业标准体系。

迭代——六轮升级,六次跨越

育种搞得好不好,最终要看田间地头、看

蚕农收入、看产业效益。

新中国成立初期,百废待兴。蚕业研究所迅速系统整理优良品系,育成“华8×瀛翰”“苏17×苏16”等初代骨干品种,让全国蚕桑产能快速恢复。

此后,历经六轮大规模迭代,蚕品种实现了从“稳产保供”到“优质高效”再到“抗病抗逆、特色专用”的全方位跃升。第二代三元杂交品种提升了制种效率;第三代夏秋品种破解了优质与抗逆之间的“跷跷板”难题,提升了产业稳定性。

第四代品种迭代堪称里程碑。1982年审定的“菁松×皓月”多丝量春用品种,在南方部分省份覆盖率超90%,20年间累计推广5118.3万张,新增社会纯收益41.4亿元。直到今天,它仍然是我国茧丝品质最优的“当家品种”之一。

针对工业污染引发的氟胁迫问题,蚕业研究所育成的“秋丰×白玉”耐氟夏秋品种,耐受桑叶氟含量可达120毫克/千克以上,连续推广30余年,累计超3000万盒,是我国夏秋蚕养殖的标杆品种。

2005年调研显示,当时全国主推的七大蚕品种中,4对出自该所,品种辐射力覆盖全国主产区。这不是偶然,而是数十年如一日的科研积淀使然。

进入新时代,第六代迭代开启了抗病育种新篇章。通过基因导入和病原胁迫筛选,团队培育出“华康”系列抗脓病新品种,联合多省科研单位协同攻关,多个品种通过国家级审定,大幅提升了全国蚕种的整体抗病能力。其中“苏超二号”三眠蚕品种兼具细纤度、抗病、短周期优势,实现了我国高端生丝专用育种的重要突破。

如今,蚕业研究所已构建起春用优质、夏

秋抗逆、特色专用三大品种矩阵。华康系列抗病品种在全国20余省份推广,累计经济效益超500亿元。经过六轮迭代,我国茧丝综合品质已稳居国际先进梯队。

拓界——从“一根丝”到“一条链”

蚕业研究所突破传统育种局限,构建起“常规+分子+诱变”多元融合的现代育种体系,在严格监管下,利用CRISPR-Cas9基因编辑技术创制广食性家蚕品系,有望破解工厂化养蚕的食性瓶颈;全球首次实现家蚕体内植物源甜菜红素的高效合成,拓展了丝腺生物反应器的应用边界。

值得一提的是,蚕业研究所是国内最早开展家蚕航天诱变研究的单位之一。自1988年起开展空间搭载试验,选育出航天三眠蚕等优质变异品系,斩获军队科技进步奖二等奖,填补了行业技术空白。

团队还挖掘了一批调控茧丝产量与品质的关键基因,改造丝腺表达系统创制新型蚕丝纤维,推进家蚕生物反应器的产业化落地。

建所以来,蚕业研究所累计斩获各级科技奖励25项,其中国家级5项、省部级15项。牵头完成77对新品种鉴定、46对品种国家级审定,统一了育种标准,规范了行业秩序。

百年深耕,三次转型——研究范畴从单一品种保育升级为“资源-基因-品种-应用”全链条;技术路径从传统表型育种升级为多元融合现代育种体系;育种目标从单一高产升级为优质、抗病、抗逆、功能化多元协同。

一代代科研人,守的是种源初心,耕的是产业未来。他们用数十年如一日的坚守,建成全球领先的蚕种质保护体系,构筑起中国蚕桑产业的“基因长城”。

不断拓展。

一串沉甸甸的数字

产业化应用以来,“秋丰×白玉”的经济社会效益可以用一串数字清晰勾勒:

截至目前,国内累计推广2644.50万盒,海外出口435.46万盒,两项合计突破3000万盒。累计创造经济效益71.60亿元。其中,蚕种、蚕茧、蚕丝产业直接增收37.22亿元;生丝品质升级、高端丝产品产出带来间接效益34.38亿元;累计实现出口创汇3048.25万美元。

数字背后,是千万蚕农稳定增收的底气,是茧丝绸企业原料品质的提升,更是我国夏秋蚕产业从“低质低价”向“优质优价”转型的生动注脚。

更重要的是,“秋丰×白玉”构建的分子育种技术体系,打通了传统育种与现代分子育种之间的技术壁垒,为我国特色农业的种源自主可控探索出一条可复制、可推广的路径。它不仅是品种创新的典范,更是产学研深度融合、育种技术迭代升级的实践样本。

三十年,一颗蚕种。从破解产业痛点,到引领育种范式变革,再到服务国家战略、走向国门、飞向太空——“秋丰×白玉”的故事,早已超越了一个品种本身的范畴。

它印证了一个朴素而深刻的道理:农业的竞争力,源头在种源;种源的突破,关键在持之以恒的科研攻关。在夏秋蚕产业高质量发展的征程上,“秋丰×白玉”用它的三十年,为后来者标注了一个值得仰望的高度,也为中国蚕桑走向世界、走向未来,留下了一枚坚实的路标。

评论

以“蚕芯”之变窥产业之变

□ 张宇霄

一粒蚕种,轻若鸿毛,却牵动着一条绵延千年的产业链。

在农业领域,种源从来不只是生物学问题,而是关乎产业安全、经济安全乃至国家战略的基础性命题。江苏科技大学蚕业研究所数十年深耕家蚕种质资源与遗传育种,其意义远不止于一个科研机构的学术积累,而是为中国蚕桑产业的高质量发展提供了可供审视的实践样本。

有三个维度值得深入观察和思考。

其一,种源自主可控是产业安全的基本盘。

我国蚕桑产业年产量占全球80%以上,生丝出口长期在国际市场占据重要地位。但产业规模的优势,必须建立在种源自有的基础之上。蚕业研究所建成全球最大的家蚕种质资源库,1200余份种质,覆盖四大地理系统——这意味着无论产业如何升级、市场如何变化,我们始终拥有育种的“原料库”和创新的“发动机”。农业农村部最新保护名录中10个家蚕品种,该所占3席,这份由国家层面确认的战略价值,恰恰说明了种源自主可控的重要性。在当前全球供应链波动加剧的背景下,关键种源不被“卡脖子”,就是守住了一条底线。

其二,科技创新是产业升级的核心驱动力。

夏秋蚕养殖占全年产量六成以上,却长期困于抗逆性与茧丝品质的“负相关”泥潭——这本质上是一个供给侧结构性问题。低端原料过剩、高端原料不足,直接制约了茧丝绸产业的附加值提升。“秋丰×白玉”的破题之处在于,它用聚合育种和分子标记技术,把“不可兼得”变成了“可以兼得”。耐氟、抗病、5A级以上生丝——三个性状的同时实现,使夏秋蚕从“保量”的低端角色,转变为“优质”的价值引擎。截至目前,累计推广超过3000万盒,创造71.6亿元经济效益,其本质是科技创新对传统产业的一次有效赋能。这对其他传统农业产业的转型升级,具有参照意义。

其三,产业协同是高质量发展的重要路径。

值得关注的不仅是“秋丰×白玉”这颗蚕种本身,更是它所撬动的生态效应。在产业端,它支撑了长江、黄河流域主蚕区的稳产增收,带动了茧丝绸全链条提质;在种质端,它作为亲本组配培育17个新品种,持续放大遗传贡献;在科研端,它入选航天实验项目、服务转基因研究,实现了基础研究与应用推广的衔接;在国际端,它沿“一带一路”出口中亚,助力海外蚕业发展,实现了我国蚕桑种源自育品种的技术输出。从田间到太空,从国内到国际,这颗蚕种串联起的是一条完整的创新链、产业链、价值链。

当前,我国正加快培育农业新质生产力,推动传统产业高端化、智能化、绿色化转型。蚕桑产业虽古老,却并非没有“新”文章可做。广食性品系的突破、丝腺生物反应器的探索、功能性蚕丝材料的开发——新赛道上机遇与挑战并存。但前提是,种源这个根基必须牢牢扎根。从这个意义上说,蚕业研究所的探索,为中国特色农业种源自主可控、产学研深度融合提供了一个可复制、可推广的实践范本。

种业强则农业强,种业兴则产业兴。透过一颗蚕种的演变,我们看到的是一代代科研工作者对种源初心的坚守,更是一个传统产业在科技驱动下破茧重生、向新而行的时代缩影。守护好这颗“蚕芯”,就是守护中国丝绸走向世界的底气,也是守护中国农业高质量发展的根基。

桃李有话说

小小蚕茧,藏着一个“蛋白金矿”

说起蚕茧,您可能只想到丝绸。但在大食物观下,这小小的茧里可藏着一个“蛋白金矿”! 缂丝后留下的蚕蛹,粗蛋白高达60%以上,氨基酸构成合理,是卫健委批准的普通食品目录中唯一的昆虫食品。维生素B1更是牛奶的6~26倍! 如今,从干编蚕蛹到提取蛋白粉、开发饲料,这条小虫正撑起“向昆虫要蛋白”的大产业。下次见到蚕蛹,别只当它是“虫子”,那可是大食物观端上来的“硬菜”!