

钱荷英, 张 潇, 叶夏裕, 等. 中国家蚕种质资源与品种选育研究进展[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(24): 1-7.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.24.001

中国家蚕种质资源与品种选育研究进展

钱荷英^{1,2}, 张 潇¹, 叶夏裕², 赵国栋^{1,2}, 李 刚^{1,2}, 刘明珠^{1,2}, 徐安英^{1,2}

(1. 江苏科技大学生物技术学院, 江苏镇江 212018; 2. 中国农业科学院蚕业研究所, 江苏镇江 212018)

摘要:中国作为世界养蚕业的发祥地和家蚕的起源与分化中心, 养蚕历史悠久, 蚕区分布辽阔, 经过长期的人工选择和自然淘汰, 家蚕品种分化复杂多样, 因此蚕种质资源丰富。整理、汇总了中国蚕种质资源研究现状, 目前, 我国拥有蚕种质资源 4 500 多份, 保存在 27 个省(市、区)的 32 家科研教学机构中, 主要包括地方品种、改良种、国外引进品种、多化性品种、种质创新材料及基础材料、基因突变系统、测交系、近等基因系等几大类。这些种质资源最大限度地保存了我国蚕资源的遗传多样性, 是家蚕遗传育种最主要的亲本来源, 也是遗传工程、细胞工程等生物研究领域最重要的物质基础。我国家蚕品种选育也有着漫长的发展历程, 中华人民共和国成立后的 70 年主要经历 3 个发展阶段, 取得卓著成绩, 1949—2010 年合计育成家蚕新品种 204 个, 包括春用品种和春秋兼用品种 103 个, 夏秋用品种 85 个, 特殊用途品种 16 个。中国多数蚕区因地制宜地推广上述品种, 完成了 4 次家蚕品种的更新换代, 今后家蚕新品种选育将呈现更加多样化的格局, 满足蚕桑产业集聚化、多元化发展的需求。

关键词:家蚕; 种质资源; 收集; 保存; 遗传育种; 经典品种

中图分类号: S882.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)24-0001-07

中国有 5 000 多年的栽桑养蚕历史^[1]。在长期的生产实践中, 人们逐步懂得汰劣存优, 制取优良蚕种对生产的重要性。因此, 以适者生存为标志的自然选择和去劣存优、改良经济性状为目标的人为选择长期并存, 满足了生产需要。分散在全国各蚕区的家蚕原始种, 在地理隔离的状态下, 历经不同环境条件的自然选择和不同目标的人为选择, 变异不断被扩大和积累, 向着不同的方向变化, 逐步形成了遗传性状各异的各种家蚕种质资源。而这些种质资源又成为家蚕遗传育种、遗传工程乃至细胞工程等生物研究领域最重要的物质基础。

蚕品种的发展历史又与整个蚕业的发展历史密不可分, 我国家蚕品种选育与推广经历了由落后到先进, 从饲养农家土种到饲养一代杂交种, 从低丝量发展到高品味多丝量蚕品种的过程^[2]。近 1 个世纪以来, 我国家蚕育种工作成绩卓著, 尤其是 1980 年国家建立蚕品种审定制度以来, 我国自主育成了大批实用新蚕品种, 使我国的家蚕育种水平跻身世界前列, 部分育成品种的经济性状和育种手段

处于世界领先水平, 极大地提高了我国蚕茧产量与质量, 使中国茧丝绸产品在国际市场不仅具有数量优势, 且具有定价话语权^[3]。

回顾中华人民共和国成立至今, 中国在家蚕种质资源研究和实用蚕品种的选育及推广应用研究方面取得了巨大的成绩。为了充分发挥家蚕品种的增产潜力, 更有效地研究利用现有品种资源中蕴藏着的特异基因和优异性状, 现对全国家蚕种质资源研究及育成品种进行整理, 以期为相关研究和品种选育与推广提供参考。

1 中国家蚕种质资源研究

1.1 新中国成立之前的蚕种质资源研究

理论上说蚕种质资源保护工作从家蚕驯化以来就一直存在, 只是比较朴素, 从事着简单保种和继代, 保持蚕资源代代相传。

我国系统进行家蚕种质资源保存研究始于 19 世纪末与 20 世纪初。1897 年杭州太守林迪臣于西湖之滨创立了蚕学馆, 是我国近代蚕业史上第一个蚕学专业教学研究机构, 培养专门人才, 收集、整理蚕品种, 至 1904 年收集全国地方品种达 1 277 份, 育成一批实用品种推广, 对我国蚕业科学的发展起到了先期的重要作用。

20 世纪 20 年代末与 30 年代初, 由于大量推广

收稿日期: 2020-04-13

基金项目: 江苏省自然科学基金面上项目(编号: BK20181228); 现代农业(蚕桑)产业技术体系建设专项(编号: CARS-18)。

作者简介: 钱荷英(1971—), 女, 江苏溧阳人, 博士, 副研究员, 主要从事家蚕种质资源与遗传育种。E-mail: 646034478@qq.com。

普及一代杂交种,大批土种被消灭,但当时各地蚕业界的有识之士,抢救式地收集、保存了一批地方品种,成为我国当代家蚕种质资源库的重要组成部分。这批地方品种在 1937 年抗战期间从南京转移到重庆;为了保存这些品种,在四川省四易其所;抗战胜利后又安全回到南京。同样,中国广东蚕品种资源,抗日战争期间先转移到越南河内,后经中国广西,最后到中国湖南,完成了广东品种的保存任务。

1.2 中华人民共和国成立之后蚕种质资源研究

1949 年中华人民共和国成立后,蚕种质资源研究工作有了根本性转变。1951 年成立华东蚕业研究所,1957 年中国农业科学院成立后,改称中国农业科学院蚕业研究所。在中国农业科学院蚕业研究所建所之初,我国政府即将前华东农业科学院蚕业研究所、无锡蚕丝试验场、苏州蚕桑试验场、上海纤维研究所、浙江蚕桑试验场、公私合营吴县蚕种场等单位保存的 329 份蚕资源品种移交给中国农业科学院蚕业研究所,并成立了家蚕品种保育课题组,专门进行蚕品种资源的保育和研究工作。

此后又从全国各地陆续收集了不少地方品种、改良品种和具有某些特性的基础品种,如 20 世纪 50—60 年代有计划地组织了几次规模较大的“土种”(地方品种)收集、整理工作。在国外引种方面,我国通过多种方式先后从前苏联、日本、朝鲜、印度、越南、保加利亚、法国、德国、意大利、马达加斯加、西班牙、匈牙利等许多国家和地区引进了各种类型的家蚕种质资源,如 20 世纪 50 年代从前苏联等东欧国家引进一批一化欧系品种,1983 年中国政府从日本国立蚕丝试验场品种保存研究所引进 16 个家蚕基因系统。通过收集和引进极大地丰富了我国蚕种质资源数量和类型,为我国蚕品种的改良和蚕丝业的进步作出了重大的贡献^[4]。

目前,除北京、天津、西藏、青海和港澳台外,全国共有 27 个省(区、市)有蚕业生产,全国有蚕业科研教学机构 32 家。这些科研教学单位收集、保存着全国大部分的蚕种质资源,主要包括地方品种、改良种、国外引进品种、多化性品种、种质创新材料及基础材料、基因突变系统、测交系、近等基因系等几大类,合计超过 4 500 份(有部分重复异地保存)。

1.2.1 中国农业科学院蚕业研究所蚕种质资源研究 中国农业科学院蚕业研究所是以桑、蚕、茧为主要研究对象的全国唯一的国家级专业所,成立之初(1951 年)就保育蚕种质资源 329 份,主要来自于

中华人民共和国成立前后从全国各地农家征集而来的农家土种^[5]。经过 60 年多年来几代人的艰苦不懈努力,目前已建成包括四大地理系统的覆盖亚、欧、非各国主要蚕区的蚕种质资源库,2006 年挂牌成立“中国农业科学院蚕种质资源保存中心”。该中心现收集保存了世界 4 大地理系统及各种生物特性和生产特性的蚕种质资源 1 316 份。其中,珍稀地方种 110 份,国外引进种 158 份,改良种 280 份,多化性种 30 份,基因突变材料 326 份,育种材料 390 份,蓖麻蚕 22 份,有部分是国际孤本,数量及其种类均居世界首位^[6]。

在对蚕种质资源收集、整理、保存的同时,还先后对部分种质资源的形态性状、生理生化特性、抗病耐逆性、生产性能等几十项性状进行了评价、鉴定,并阐明了多项性状的遗传规律以及性状之间的相关关系。从中发掘出拥有 20 多项特殊性状的优良素材 300 余份,创建了多种类型的新种质,如耐氟化物污染、抗 BmNPV、抗 BmDNV、多产卵、天然散卵、幼虫斑纹及卵色、茧色等限性种质^[7-12],已建立了家蚕全部 28 个连锁群的连锁系统和基因定位系统,培育了家蚕连锁群的近等位基因系。利用现代分子生物学技术开展了家蚕种质资源 DNA 指纹图谱构建工作,选用了覆盖所有 28 个连锁群的 100 个 SSR 标记构建了 510 个家蚕品种资源的指纹图谱,实现从分子水平鉴别各类家蚕品种,并根据各品种的指纹图谱,分析了各品种间的分子遗传距离及亲缘关系^[13-15]。创建了家蚕种质资源数据库,在此基础上构建了中国农业科学院国家蚕种质资源网(<http://www.cnsilkworm.com>),实现了蚕种质资源数据信息的网上检索查询。

由中国农业科学院蚕业研究所组织编写出版的《家蚕遗传育种学》《中国家蚕品种志》,国家蚕桑产业技术体系育种与蚕种功能研究室组织编写出版的《中国家蚕实用品种系谱》等一系列书籍,是家蚕遗传育种及品种选育的重要参考教材。另外,中国农业科学院蚕业研究所还研究制定了《家蚕种质资源调查与监测技术规程》《家蚕种质资源收集技术规程》《家蚕种质资源整理技术规程》《家蚕种质资源保存技术规程》《家蚕种质资源描述规范》《家蚕种质资源数据标准》等标准和规范,初步建立了蚕种质资源收集、整理、保存与评价利用技术体系。

1.2.2 浙江省蚕种质资源研究 浙江省的杭嘉湖地区养蚕历史悠久,素有丝绸之府美誉,蚕桑丝绸一直是浙江省的传统经典产业,因此省内从事蚕桑

种质资源和遗传育种的科研、生产单位众多。在长期生产实践、科学研究和技术交流中,一批又一批的新蚕品种被育成和推广应用,加上原有的地方品种及不同时期的各类引进品种,使浙江省的蚕品种日益增多,种质资源不断扩大,成为中国十分重要的家蚕种质资源保存和研究基地之一。

对众多的蚕种质资源,浙江省于 1981—1982、1990—1991、2008—2009 年进行了 3 次大规模的资源普查。截至 2009 年年底,浙江全省拥有家蚕种质资源数 809 份,约占全国总数的 23.2%。其中,育成品种 63 份,育种素材 495 份,特殊用途品种和地方品种 251 份。在特殊用途种质资源中,有性连锁平衡致死系 60 份,雌蚕无性克隆系 20 余份,限性卵色系和限性皮斑系 50 余份^[16-17]。在资源普查的基础上,编写出版《浙江省蚕品种志》《浙江家蚕种质资源》。又于 2010 年建成了“浙江省家蚕种质资源信息平台 and 数据库查询系统”,该系统拥有 800 多份蚕品种资源、4 000 多幅遗传彩图,每份蚕品种资源各有 71 项性状,近 70 个字段、800 多项记录^[18],为家蚕种质资源的收集、引进、研究和利用提供了有力的现代化手段。

1.2.3 西南大学蚕种质资源研究 西南大学建立了中国第一个家蚕基因库,整理了包括最早于 20 世纪 40 年代,尤其是 80 年代后期以来收集、引进、创造的家蚕各种突变基因、染色体变异系统及特色遗传材料 1 000 余份。通过对品种资源进行形态、生理、生化性状的鉴定和遗传分析,构建和完善的保存系统有 600 余个家蚕基因的资源库,保存的家蚕突变基因种类覆盖国际现存家蚕突变基因的 90% 以上。其中,珍稀突变基因达 100 余个,首次发现的突变基因 60 余个^[19-20]。

通过对突变系统进行杂交分析、连锁检索测验定和三点位,构建了完善的家蚕连锁检索标记体系,含全部 28 个连锁群的标志基因有 230 个;构建了各连锁群的基因定位系统(隐性基因合成系);发现了基因互补突变卵色和第三型母性遗传卵色,发现了白色卵突变基因上位作用的普遍性;育成了以形态突变基因为标记的、相互独立的近等基因系 28 个。开发了高饲料效率、性别标记、天然有色茧丝、抗病性、广食性、可控制单性别孵化等一系列有重大应用前景的有用突变基因育种新素材;建立了较为完善的家蚕基因资源持续保存的方法和管理技术体系^[21]。

此外,全国重点蚕区的省级科研单位也保存有

大量地方品种和生产改良种,如广东、山东、四川、新疆、云南和山西等省蚕桑研究所一地保存资源量都超过 100 份,又具有鲜明的地方特色,如广东以多化性品种为主,保存有多化性品种 34 个,广西蚕业指导所保存蓖麻蚕品系 21 个。此外,在我国的黑龙江、辽宁、河南、吉林、等省还存有 130 余份柞蚕资源和丰富的天蚕资源。

2 我国家蚕实用品种选育概况及主要发展阶段

中国的农耕社会发展一直以农为首,而农业又以种为先。家蚕新品种的培育历来也是蚕业科技的核心内容,是各个时期蚕业科学技术发展水平的标志。20 世纪 50 年代开始,新中国的蚕丝业经历了恢复、发展阶段,并取得了举世瞩目的成就,至 20 世纪 70 年代初我国蚕茧产量跃居世界首位,这标志着世界蚕业中心又重回到了它的发祥地。

回顾中国实用蚕品种的选育工作,70 年来可分为 3 个阶段,即 20 世纪 50 年代开始至 70 年代,以引进品种和地方品种的分离、选拔及利用为主阶段;20 世纪 70 年代以后,进行品种自主创新研发,加快培育经济性性状优良的蚕品种并应用于蚕桑生产阶段;20 世纪末开始至今,蚕品种选育则要求适合省力化、多样化需要。

十二五期间,“国家现代蚕桑产业技术体系”在对全国家蚕育成品种进行调研、整理的基础上,系统全面地将现行推广品种、不同历史时期应用过的优良品种以及一部分有价值的遗传研究材料汇编成册,编撰《中国家蚕实用品种系谱》。该书共编入新中国成立后我国家蚕育成品种杂交组合 204 对,其中春用品种和春秋兼用品种杂交组合 103 对,夏秋用品种杂交组合 85 对,特殊用途品种杂交组合 16 对。该著不仅为开展家蚕分子生物学研究提供了基因信息,同时对于利用家蚕种质资源,有效开展家蚕遗传育种学的研究具有重要的现实意义。

2.1 引进品种和地方品种的分离、选拔及利用阶段(1949—1980)

中华人民共和国成立初期,国力弱、基础差、从事家蚕遗传育种工作的单位少,科技力量薄弱。据统计,这个阶段全国从事蚕育种工作的单位仅有 9 家(分属 6 个省),30 年间仅育成家蚕品种 26 对,占全部育成品种 204 对的 12.75%,当时主要选育成功的品种有华 8 × 瀛汗、华 9 × 瀛汗、华 10 × 瀛汗等优良品种,供全国各地蚕区生产应用。这些品种的

茧层率、鲜毛茧出丝率、茧丝长、净度分别为 20%、15%、1 100 m 和 89 分^[22]。

到了 20 世纪 70 年代,参与家蚕遗传育种研究的单位和科技人员逐渐增多,一批优秀家蚕新品种应运而生,比如华合×东肥、华合×东肥·671、苏 17×苏 16、杭 7×杭 8、871×872·734(川蚕 4 号)等品种,其产量与质量都有了不同程度的提高。同时,这一阶段的夏秋用蚕品种选育也有了一定的进展,取得了一些宝贵的品种培育经验,为进入 20 世纪 80—90 年代的夏秋用品种选育工作开展奠定了基础。如,这一阶段由广东省的育种单位育成了适宜于高温多湿环境条件下饲养的 115 南×九海白、306×华 10、东 34×苏 12 等品种^[23],由中国农业科学院蚕业研究所育成了苏 3·秋 3×苏 4、苏 3×苏 4 等夏秋用品种^[24],浙江省育成了东 34×603、浙农 1 号×苏 12^[25]等夏秋用品种。这些强健性夏秋品种的育成与推广,对稳定当时我国夏秋季蚕茧生产起到了积极的作用。

2.2 品种自主创新,加快培育经济性状优良蚕品种并应用于生产阶段(1981—1995)

中国蚕茧生产从 20 世纪 70 年代开始超过日本,成为世界首位。20 世纪 80 年代开始国家建立了蚕品种审定制度,这个阶段是我国蚕桑产业大发展阶段,也是我国大批新蚕品种被育成并推广应用于生产的阶段。1981 年,全国有桑园面积 361 095 hm²,全国发蚕种 1 014.6 万张,产茧 251 953 t。1995 年,全国桑园面积发展到 1 269 107 hm²,发蚕种 2 731 万张,产茧 707 921 t^[26]。在此期间,蚕品种选育工作被列入国家“七五”“八五”“九五”科技公关项目,新育成了一批具有自主知识产权的优良蚕品种,并在生产中得到推广应用,使我国蚕桑产业的原料茧生产数量、质量均有了较大幅度的提高。这个阶段全国从事家蚕育种工作的单位增加到 16 个省(区、市)的 32 家,15 年期间共育成并通过国家级或省级审定的品种有 81 对,占全部育成品种 204 对的 39.7%。

这个阶段育成的春用品种的茧层率、鲜毛茧出丝率、茧丝长、净度已分别达到 25%、20%、1 400 m 和 94 分,达到国际先进水平。有的品种至今仍是生产上大面积推广应用的品种,如春用品种有菁松×皓月^[27]、春·蕾×镇·珠、苏·菊×明·虎、苏·镇×春·光、871×872、陕蚕 4 号等;夏秋用品种有两广 2 号^[28]、秋丰×白玉^[29]、芙蓉×湘晖^[30]、薪杭×白云等。上述品种的育成与推广应用,先后获

得了国家发明奖(芙蓉×湘晖)、国家科技进步奖(两广 2 号、春·蕾×镇·珠)、省级科技进步奖(秋丰×白玉、菁松×皓月)。

2.3 育成蚕品种适合省力化、多样化需要的阶段(1996—2019 年)

社会的进步和人们物质生活水平的不断提高,对劳动密集型的蚕桑产业提出了劳动省力化和品种多样化的要求。蚕品种选育工作进入了适合省力化、品种多样化需要的育种阶段。

幸运的是,从“十一五”开始,蚕桑与水稻、玉米、小麦、大豆等其他产业被纳入了现代农业产业技术体系(涉及 34 个作物产品、11 个畜产品、5 个水产品)^[31]。随着国家对蚕桑科技投入的不断增加,科技力量不断增强,科研设施设备逐步改善,育种效率不断提高,育种速度不断加快,先后育成了一大批新品种。这些新育成的蚕品种很快在生产上被大面积推广应用,而且还极大地丰富了蚕种质资源,扩大了蚕种质资源基因库,增强了遗传育种的后续。这个阶段全国从事家蚕育种工作的单位增加到 17 个省(区、市)的 29 家,从 1996—2010 年的 15 年间共育成并通过国家级或者省级审定的蚕品种 97 对,占全部育成品种 204 对的 47.55%,而且育成的品种具有省力化、多样化的特点^[32]。

(1)以提高制种效率为目的的多元杂交种(包括三、四元杂交种)被大量育成,共有 66 对之多,占此阶段育成的 97 对蚕品种的 68.04%。

(2)以培育强健性品种为主攻方向,有些品种可以作为春秋兼用品种,并适合少回育、省力化饲养;还有适用于氟污染严重地区饲养,具有一定耐氟性;此外,还有抗 BmNPV、抗 BmDNV 等品种被育成推广。

(3)育成具有特殊用途的蚕品种 16 对,约占此阶段育成品种总量的 7.84%,包括便于雌雄鉴别的幼虫斑纹双限性品种 6 对,彩色茧品种 3 对,利用荧光茧色判别雌雄蚕茧的品种 2 对,细纤度三眠蚕品种 1 对,茧色限性品种 1 对。

除此之外,还育成一系列雄蚕品种^[33—37](雄蚕率 99% 以上)。众所周知,雄蚕品种具有体质强健好养、叶质转化效率高、茧质好、丝质优等特点,目前,已在浙江、山东、云南、四川、江苏和广西等省区推广,平均每张蚕种可增加效益 20% 以上。雄蚕品种的育成与推广,使中国成为世界上唯一一个大規模专养雄蚕、生产雄蚕丝的国家,该成果获浙江省科技进步一等奖。同时,一大批具有性别控制基因

的品系、品种也被育成性连锁平衡致死系、限性卵色系、雌蚕无性克隆系,填补了国内在这一研究领域的空白,极大地丰富了全国的家蚕种质资源库,是家蚕遗传育种长期研究利用的宝贵资源。雄蚕品种的育成和推广应用是蚕业发展史上继一代杂交种推广应用后的又一次技术飞跃。

(4)21 世纪以来,分子遗传学和分子生物技术飞速发展,新技术、新成果也不断应用于动物育种领域,RFLP (restriction fragment length polymorphism)、RAPD (random amplification of polymorphic DNA)、AFLP (amplified fragment length polymorphisms)、SSR (simple sequence repeats) 和 SNP (single nucleotide polymorphism) 等分子标记相继被应用到家蚕遗传育种中^[38],这一系列分子标记和家蚕基因组学信息为家蚕遗传育种如何突破传统资源利用的极限提供了新的思路和靶标。利用家蚕转基因技术,部分靶标已经被成功地转化到家蚕遗传育种工作中,在产量、质量、抗性等方面累积了大量的转基因素材,也开拓了生物反应器、害虫防控等新的应用领域^[39]。

2.4 国家蚕品种鉴定、审定工作步入法制化、规范化道路

中华人民共和国成立后,我国桑蚕品种鉴定、审定工作不断改进和完善,对促进我国桑蚕生产的发展起了重要作用。1952 年华东蚕业研究所(现中国农业科学院蚕业研究所)草拟了《家蚕品种工作细则》,经过几年的实践,于 1955 年修定了《家蚕新品种鉴定工作细则》草案,供全国各育种单位参照执行。1958 年,中国农业科学院蚕业研究所组织江苏、四川、浙江、山东等省对 30 个品种共同鉴定,选出了苏 16 × 苏 17 等品种,对桑蚕生产起了一定作用。

至 1980 年,农业部颁发了《桑蚕品种国家审定条例》和《桑蚕品种国家审定工作细则》,同时成立了桑蚕品种全国委员会,此后相继有一大批家蚕新品种通过国家审定,并得以在全国推广应用。2005 年,国家出台《中华人民共和国畜牧法》,并于 2006 年开始施行;同时,《畜牧法》首次将蚕列入调整范围。农业部根据《畜牧法》纲要,于 2006 年 6 月颁布、实施《蚕种管理办法》。根据《蚕种管理办法》第十一条规定,新选育的蚕品种在推广应用前应当通过国家级或者省级审定。未经审定或者审定未通过的蚕品种,不得生产、经营或者发布广告推广。从此,全国桑蚕品种的鉴定、审定工作步入法制化、规范化的道路,这对我国蚕品种选育工作产生积极

而深远的影响。

3 一些经典家蚕实用品种

家蚕新品种的培育历来是蚕业科技的核心内容,是各个时期蚕业科技发展水平的标志。中华人民共和国成立后的 70 年里,尤其 1980 年开始国家建立蚕品种审定制度以来我国蚕品种的选育工作有了长足的进步,育成并推广使用了大批实用蚕品种,其中有的育成品种因为适应能力强,经济性状优良,虽经岁月的洗礼,依然在生产上广泛推广和使用,成为育成品种中的经典。

3.1 优质高产多丝量春用品种“菁松 × 皓月”

由中国农业科学院蚕业研究所育成,1982 年通过全国农作物品种审定委员会审定^[27]。该品种经济性状优良,尤其以出丝率高、丝质优而著称,它的推广和应用实现了我国多丝量品种的第四次更新换代,持续 30 余年一直是我国最主要的多丝量品种。据不完全统计,1982—2000 年全国累计推广菁松 × 皓月 4 178 余万张,是我国推广量最大的春用品种^[40]。同时,也是目前全国家蚕新品种审定的对照品种,其亲本被全国主要育种单位广泛引进,作为培育新品种的基础材料。

3.2 耐氟夏秋用品种秋丰 × 白玉

由中国农业科学院蚕业研究所育成,1989 年通过全国农作物品种审定委员会审定,1990 年又通过浙江省农作物品种审定委员会审定。该品种是鉴于上世纪 80 年代后蚕区氟污染严重,对全国尤其是江浙地区的蚕茧生产构成严重威胁情况下,培育的耐氟化物蚕品种。另外,该品种还是中系斑纹限性品种,降低了鉴别雌雄蛹的劳动强度,提高了原种的制种效率和一代杂交种的杂交率^[29]。由于该品种具有以上特点,且茧型大(平均全茧量和万蚕产茧量分别达 2.02 g 和 20.31 kg)、丝质优(平均解舒率 80% 以上),茧丝量和净度(95 分以上)一直保持较好水平,在长江流域的夏秋季广泛使用,浙江省则全年使用该品种;而且该品种也成为全国桑蚕品种审定的夏秋品种的对照种。

3.3 夏秋用蚕品种两广 2 号(932 · 芙蓉 × 7532 · 湘晖)

该品种由广西壮族自治区蚕业指导所(侧重抗高温和茧丝质性性状的选择)与广东省农科院蚕业研究所(侧重抗氟抗病性状的选择)合作培育而成^[28],于 1992 年通过广西壮族自治区农作物品种审

定委员会审定(桂审证字第 105 号),于 1995 年通过国家桑蚕品种审定委员会认定(GS11002—995)。

两广 2 号为华南省区首创的夏秋四元杂交种,是广西、广东乃至华南省区 20 世纪 90 年代至今的当家品种,它推广量之大,覆盖面之广,经济效益之高,在夏秋蚕品种中开创了新的历史,而且它还在四川、福建、贵州等省份的高温季节推广应用;近年来,在华东地区的江苏、安徽、山东等蚕区的夏秋季也广泛使用。东南亚地区的一些国家如越南多年引用,老挝、泰国、柬埔寨也有引用。自推广以来,该品种已占广西、广东总发种数的 70% 以上,对我国南方省区乃至全国蚕业的发展作出了重大贡献^[41]。

3.4 雄蚕品种“秋·华×平 30”

由浙江省农业科学院蚕桑研究所培育,于 2005 年通过浙江省农作物品种审定委员会审定(浙品审 2005—024)^[33]。

秋·华×平 30 是一对二化性四眠夏秋用雄蚕三元杂交种,因是平衡致死系雄蚕杂交种,只有正交,无反交。雌卵几乎全在胚胎期死亡,有时虽有少量孵化,但在 1~2 龄期自然死亡,只有雄性能正常发育,雄蚕率高达 99% 以上。雄蚕强健好养,蚕茧干壳量比普通品种一般高 2~3 个等级,出丝率高 2~3 个百分点,可制 5A、6A 级生丝。叶丝转化率高,经济效益显著高于其他普通常规品种,具有明显的社会效益及广阔的推广应用前景^[42]。

3.5 抗血液型脓病品种华康系列品种(华康 1 号、华康 2 号、华康 3 号)

上世纪 90 年代末,随着我国经济发展,城镇化建设加快,农村劳动力结构改变,蚕桑生产面临农村生产劳动力减少、饲养粗放、蚕病防控技术难以落实等问题^[43],导致蚕桑生产上蚕病频发,其中血液型脓病又是最主要的蚕病,有 86.92% 的农户在养蚕过程中曾发生过该病害^[44],而生产上一旦发生脓病就难以防控,导致严重减产甚至颗粒无收。业界普遍认为,培育对血液型脓病具有高度抵抗性的优质高产家蚕品种是解决该问题的最有效方法。

华康系列品种是中国农业科学院蚕业研究所的科研人员针对家蚕血液型脓病频发、暴发,对蚕桑生产造成重大损失的局面而选育的对 BmNPV 具有高度抵抗性的新蚕品种,其中,华康 1 号是适用于长江流域及西南蚕区的春秋用抗脓病品种;而华康 2 号是以夏秋用品种秋丰×白玉为基础品种,导入

抗 BmNPV 的主效基因选育而成的抗血液型脓病品种^[45];华康 3 号是以春用多丝量品种菁松×皓月为基础品种,导入抗 BmNPV 的主效基因选育而成的优质、高产抗血液型脓病品种^[7]。华康 1 号和华康 3 号分别于 2011 年 3 月、2018 年 3 月取得四川省家蚕品种审定合格证书,华康 2 号于 2013 年 7 月和 2016 年 8 月分别取得贵州省和广西壮族自治区新蚕品种审定证书。

华康系列品种由于适应了市场及蚕农健康养蚕的需求,在短短几年时间里推广面涉及全国 18 个省(市、区),已覆盖全国 2/3 的主要蚕区,累计推广超过 460 万张,产生直接经济效益 207.7 亿元,新增利润 22.6 亿元;目前,华康系列品种已经作为国家现代农业产业技术体系(蚕桑)推荐的重大成果,将在蚕桑产业结构调整、精准扶贫以及乡村振兴等国家战略中发挥越来越重要的作用。

4 小结与展望

中国家蚕种质资源研究在收集、保存方面取得了巨大的成就,抢救性地保护了一些边远地区的土种,发掘了一批珍稀突变基因资源;对品种资源进行了遗传学、生理学、生态学和系统进化学研究,利用现代生物技术创建了一批新基因资源,培养了一批专业人才。但仍然存在研究利用不够,土种濒临灭绝等风险,今后的任务应在确保种质安全的基础上,加强对种质资源的深入研究和有效利用,收集、扩建家蚕种质资源库,发掘珍稀突变基因资源;开展对特殊性状的调查和评价,发掘优势资源和优良的基因,创建新的特优种质;加强家蚕功能基因组研究,解决发育、变态、滞育及等科学问题,增强家蚕作为鳞翅目昆虫模式生物地位;采用现代分子生物学技术创新家蚕新种质,开拓蚕资源的新用途,实现蚕资源的多元化利用。

在中华人民共和国成立后的 70 年间,家蚕育种学更是取得了举世瞩目的成绩,培育了超过 200 个品种,实现了中国家蚕实用品种的 4 次大规模的更新换代,家蚕新品种选育呈现更多样化的格局^[46]。今后家蚕新品种选育工作要充分应用家蚕基因组研究的成果,在常规技术育种的基础上开展分子标记辅助选择育种研究,选育出适应不同蚕区生态条件、满足不同功能与用途需求、拥有产量与品质性状双优的蚕品种,为推动传统蚕丝产业升级改造以及产业效益的提升奠定坚实的基础。

参考文献:

- [1] 杨余春. 中国丝绸业的历史特点[J]. 丝绸, 2000(8): 41-43.
- [2] 陈 涛. 中国蚕桑产业可持续发展研究[D]. 重庆: 西南大学, 2012: 16-17.
- [3] 王 蕾, 李建琴, 顾国达. 中国茧丝绸产品在国际市场的定价话语权: 基于国际市场势力的实证分析[J]. 蚕业科学, 2017, 43(2): 327-335.
- [4] 易文仲, 叶夏裕, 张民义. 蚕业卷[M]. 北京: 农业出版社, 1987: 276.
- [5] 向仲怀. 中国蚕种学[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1995: 143.
- [6] 中国农业科学院国家蚕种质资源保存中心, <http://www.cnsilkworm.com/suncn/sunmi.asp>.
- [7] 徐安英, 钱荷英, 孙平江, 等. 家蚕抗血液型脓病新品种华康 3 号的育成[J]. 蚕业科学, 2019, 45(2): 201-211.
- [8] 钱荷英, 徐安英, 林昌麒, 等. 家蚕对核型多角体病毒病抵抗性及遗传规律的研究[J]. 河北农业大学学报, 2006, 29(4): 77-79, 91.
- [9] 林昌麒, 陈克平, 吴冬秀, 等. 家蚕品种资源特殊性状调查[J]. 中国农业科学, 2003, 36(6): 709-713.
- [10] 徐安英, 李木旺, 林昌麒, 等. 家蚕品种资源对质型多角体病毒抵抗性的初步比较试验[J]. 蚕业科学, 2002, 28(2): 157-159.
- [11] 林昌麒, 陈克平, 姚 勤, 等. 家蚕耐氟种质的创建[J]. 蚕学通讯, 2000, 20(2): 1-7.
- [12] 林昌麒, 姚 勤, 陈克平, 等. 家蚕品种资源茧层丝胶溶失率及其相关分析[J]. 蚕业科学, 1998, 24(2): 81-85.
- [13] 侯成香, 李木旺, 张月华, 等. 利用 SSR 标记进行家蚕部分品种资源的指纹图谱分析[J]. 中国农业科学, 2006, 39(10): 2124-2131.
- [14] 张月华, 徐安英, 李木旺, 等. 用 SSR 标记构建家蚕中系品种资源指纹图谱[J]. 江苏科技大学学报(自然科学版), 2006, 20(4): 77-83.
- [15] 钱荷英, 李木旺, 张月华, 等. 用 SSR 标记进行家蚕日系品种资源指纹图谱的构建及亲缘关系分析[J]. 蚕业科学, 2005, 31(4): 422-428.
- [16] 周金钱, 王永强, 沈建华, 等. 浙江省家蚕种质资源收集、整理与保护研究[J]. 蚕桑通报, 2013, 44(2): 1-5.
- [17] 周金钱. 浙江省蚕种质资源开发利用评价[J]. 浙江农业科学, 2010(3): 657-659.
- [18] 浙江省家蚕种质资源信息平台网, <http://zjzc.zas.ac.cn/>.
- [19] 西南农大拥有世界上最大的家蚕基因库[J]. 蚕学通讯, 2004, 24(1): 40.
- [20] 鲁 成, 代方银, 向仲怀. 家蚕基因库突变系统的研究[J]. 中国农业科学, 2003, 36(8): 968-975.
- [21] 代方银. 家蚕突变基因的遗传与近等位基因研究[D]. 重庆: 西南大学, 2008.
- [22] 陈克平. 家蚕遗传育种回顾与展望[C]//中国蚕学会面向 21 世纪蚕业振兴学术讨论会论文集. 2000.
- [23] 广东省蚕种繁殖试验场. 蚕品种东 34 选育概况[J]. 蚕桑通报, 1978(4): 12-15.
- [24] 何斯美. 我所选育的夏秋蚕新品种在江苏省推广应用的进展情况及今后对新品种选育的要求[J]. 广西蚕业通讯, 1980(3): 29-33.
- [25] 陆星垣. 夏秋蚕品种浙农 1 号育成的技术分析[J]. 蚕业科学, 1979, 5(4): 193-197.
- [26] 封槐松, 李建琴. 新中国 60 年蚕桑业发展历程与特点[J]. 中国蚕业, 2014, 35(3): 1-10.
- [27] 宋翠娥, 徐孟奎, 孙毓瑜, 等. 家蚕春用品种菁松、皓月的育成[J]. 蚕业科学, 1985, 11(4): 205-211.
- [28] 顾家栋, 沈昌平, 姚福广, 等. 家蚕夏秋用新品种 932·芙蓉×7532·湘辉(两广 2 号)的育成[J]. 广西蚕业, 1995(1): 44-48.
- [29] 章佩祯, 季 平, 沈雪华, 等. 夏秋用蚕品种秋丰×白玉的育成[J]. 蚕业科学, 1994, 20(1): 17-25.
- [30] 向生刚, 郭定国. 芙蓉×湘晖的育成及饲养技术要点[J]. 广西蚕业, 1995(2): 8-9.
- [31] 鲁 成. 国家蚕桑产业技术体系建设 5 年纪实[J]. 蚕业科学, 2014, 40(2): 181-186.
- [32] 鲁 成. 蚕桑产业发展趋势与战略——写在现代蚕桑产业技术体系建设“十二五”收官之际[J]. 蚕业科学, 2015, 41(5): 779-784.
- [33] 何克荣, 祝新荣, 柳新菊, 等. 雄蚕新品种秋华×平 30 的育成[J]. 中国农业科学, 2006, 39(6): 1272-1276.
- [34] 祝新荣, 何克荣, 柳新菊, 等. 雄蚕新品种秋丰×平 28 的育成[J]. 蚕业科学, 2008, 34(1): 45-49.
- [35] 柳新菊, 祝新荣, 孟智启, 等. 夏秋用雄蚕品种限 7×平 48 的育成[J]. 蚕业科学, 2012, 38(3): 575-580.
- [36] 祝新荣, 何克荣, 柳新菊, 等. 多丝量雄蚕新品种华菁×平 72 的育成[J]. 蚕业科学, 2014, 40(2): 248-253.
- [37] 祝新荣, 王永强, 孟智启, 等. 春秋兼用四元雄蚕品种菁·云×平 28·平 30 的育成[J]. 蚕业科学, 2019, 45(5): 669-677.
- [38] Li B, Lu C, Zhou Z Y, et al. Progress in constructing of molecular linkage map and molecular markers assisted breeding in silkworm[J]. Hereditas, 1999, 21(4): 54-56.
- [39] 马三垣, 夏庆友. 家蚕遗传育种: 从传统杂交到分子设计[J]. 遗传, 2017, 39(11): 1025-1032.
- [40] 王章娥, 魏兆军. 蚕品种菁松×皓月在我国推广应用[J]. 中国蚕业, 2001, 22(2): 63-64.
- [41] 谭立平, 李 舟. 两广二号蚕茧质量的分析及提高途径[J]. 丝绸, 2009(10): 30-31, 37.
- [42] 王永强, 祝新荣, 何克荣, 等. 雄蚕品种选育及产业化应用 20 年的回顾与展望[J]. 蚕业科学, 2016, 42(2): 189-195.
- [43] 李建琴, 周育仙, 顾国达. 我国蚕茧生产空间布局变迁及影响因素分析[J]. 蚕业科学, 2014, 40(5): 902-910.
- [44] 李建琴, 顾国达. 养蚕意愿、蚕业风险与应对措施——基于 14 个省 91 个县 1782 个农户的问卷调查[J]. 蚕业科学, 2013, 39(2): 355-364.
- [45] 徐安英, 林昌麒, 钱荷英, 等. 耐家蚕核型多角体病毒病蚕品种华康 2 号的育成[J]. 蚕业科学, 2013, 39(2): 275-282.
- [46] 肖金树, 周安莲, 张友洪, 等. 家蚕品种选育的成就与发展方向[J]. 蚕业科学, 2010, 36(4): 650-655.