

“十三五”国家重点研发计划“经作”专项 杂粮领域资助情况及实施进展概述

边晓萌 李华锋 陈彦宾

(农业农村部科技发展中心, 100176, 北京)

摘要 杂粮作物多是健康食品, 食疗同源, 在我国居民健康膳食结构中不可或缺, 是我国民族膳食文化的载体, 同时对于推动农业供给侧结构性改革和保证粮食安全具有重要意义。长期以来, 科技部和农业农村部等有关部门部署的 973、863、科技支撑计划等项目使我国杂粮产业科技创新取得了长足进步。但仍然存在杂粮膳食品质低且不稳定、产后损失率较高和产品加工技术落后等问题。“十三五”国家重点研发计划“经作”专项自 2018 年启动实施以来, 在杂粮领域分批次立项共计 6 个, 中央财政经费共计 18 102 万元, 占专项总概算的 12.2%。在专项支持下, 通过 5 年来项目的实施, 杂粮领域科技创新取得了一系列成果。本文介绍了“经作”专项杂粮类项目的立项背景和研究内容, 分析了项目设置和立项实施的主要特点, 凝练了杂粮领域相关科研成果, 并对预期成效进行了展望。

关键词 主要经济作物; 杂粮; 项目管理; 国家重点研发计划; 项目实施成效

杂粮, 是指除了水稻、小麦、玉米、大豆、薯类等大宗粮食作物以外的小宗粮豆作物的总称。杂粮是我国干旱和高寒地区的主要作物, 杂粮作为当地农民的重要经济来源, 为众多人群提供生计保障。杂粮在种植业结构调整中起到了重要作用, 是我国种植业“调结构”和“转方式”的重要替代作物。杂粮在居民饮食消费需求中不可或缺, 是改善居民膳食结构、促进营养健康的重要粮食作物^[1-2]。杂粮一般具有生长成熟期短、地域性较强、抗逆性较好和营养价值相对较高等特点。常见的杂粮包括谷子、高粱、甘薯、马铃薯、荞麦、燕麦、青稞、薏苡和各类食用豆等^[3]。杂粮作物多是健康食品, 食疗同源, 在人们健康膳食结构中不可或缺, 是我国民族膳食文化的载体^[4]。此外, 我国是杂粮大国, 也是谷子等杂粮作物的起源中心^[5]。我国杂粮种植品种多、分布广、产量大, 是世界上杂粮生产优势最强的国家, 杂粮的种植和精深加工发展潜力巨大^[6]。目前, 我国杂粮作物种植面积稳定在 900 万 hm^2 上下, 总产量在 1700 万~2000 万 t ^[7], 其中谷子总产量居世界第 1 位, 荞麦居世界第 2 位, 绿豆、小豆、燕麦和豇豆等产量也位列前茅^[8]。

1 立项背景及意义

近 30 年来, 随着国家对粮食作物投入的增加及丰产良种的推广, 我国主粮生产的规模化和机械化格局正在形成, 主粮产量连年递增, 有效解决了国民的温饱问题。在新形势下, 发展杂粮产业是国民对饮食多样化的刚性需求, 也是保障国家粮食安全的客观需要。由于技术滞后等原因, 我国杂粮生产处于布局不优、生产效率不高、品质良莠不齐和产业效益总体不高的状态^[8-9], 进一步满足人们日益增长的对特色经济产品的需求仍任重道远。

“十三五”期间, 国家重点研发计划“主要经济作物优质高产与产业提质增效科技创新”重点专项(简称“经作”专项)于 2018 年正式启动, 专项以“优质丰产、提质增效”为目标, 构建覆盖全产业链的研究平台, 在“基础研究、共性关键技术研发、技术集成与示范”三大创新链条上进行系统部署, 为突破杂粮作物丰产优质生产关键技术、提升产业水平和生产效益提供了重要科技支撑。

2 项目基本情况

为进一步加强杂粮领域研发力度, “十三五”

作者简介: 边晓萌, 主要从事农业科技项目管理及相关政策研究, E-mail: 13269895583@163.com

李华锋为通信作者, 主要从事农业科技项目管理及相关政策研究, E-mail: 13683011602@126.com; 陈彦宾为共同通信作者, 从事农业科技项目管理及相关政策研究, E-mail: 921963348@qq.com

收稿日期: 2023-03-23; 修回日期: 2023-04-24; 网络出版日期: 2023-05-17

启动的“经作”专项中，在杂粮领域基础研究、关键技术研发和集成示范应用等方面共设置 6 个相关项目，研究对象主要涉及谷子、高粱、甘薯、马铃薯、荞麦和食用豆 6 种作物。与“十二五”相比，“十三五”期间对杂粮领域项目加大了资助力度，项目设置更加注重系统性和科学性。

2.1 项目设置

“十三五”期间，国家重点研发计划“经作”专项按照全链条设计、一体化实施，从基础研究、共性技术和集成示范 3 个环节来整体设计，部署了杂粮领域相关的研究项目 6 个（表 1），包括 2 个基础前沿类项目、2 个重大共性关键技术类项目和

表 1 “十三五”国家重点研发计划“经作”专项杂粮领域相关项目设置情况
Table 1 “13th Five-Year” national key research and development plan
“economic crops” special related projects in the field of coarse grain

项目类型 Project type	项目名称 Project name	项目编号 Project number	项目牵头单位 Project leading unit	项目参与单位 Project participating units
基础前沿 Basic frontier	杂粮作物抗逆和品质形成与调控	2018YFD1000700	中国农业科学院作物科学研究所	江苏徐淮地区徐州农业科学研究所、中国科学院植物研究所、中国科学院上海生命科学研究院、中国农业科学院作物科学研究所、辽宁省农业科学院、上海市农业科学院、中国农业科学院生物技术研究所、山西省农业科学院农作物品种资源研究所、黑龙江八一农垦大学、北京科技大学、河北省农林科学院谷子研究所、山西农业大学、中国科学院遗传与发育生物学研究所、西藏自治区农牧科学院、扬州大学、山东师范大学、中国农业大学、浙江大学、河北省农林科学院旱作农业研究所、山东农业大学、四川农业大学、山东省农业科学院作物研究所、北京农学院、湖北省农业科学院粮食作物研究所、北京农业生物技术研究中心、浙江省农业科学院、河南大学、河北师范大学、山西省农业科学院谷子研究所、中国科学院遗传与发育生物学研究所农业资源研究中心
	杂粮作物核心资源遗传本底评价和深度解析	2019YFD1000700	中国农业科学院作物科学研究所	上海辰山植物园、广东省农业科学院作物研究所、江苏徐淮地区徐州农业科学研究所、中国农业科学院作物科学研究所、河北农业大学、西北农林科技大学、安阳市农业科学院、四川农业大学、河北省农林科学院粮油作物研究所、北京农业生物技术研究中心
重大共性关键技术 Major, common and key technology	双子叶杂粮高效育种技术与品种创制	2019YFD1001300	江苏徐淮地区徐州农业科学研究所	中国农业科学院作物科学研究所、贵州师范大学、江苏省农业科学院、江苏徐淮地区徐州农业科学研究所、中国农业大学、湖北省农业科学院粮食作物研究所、山东省农业科学院作物研究所、青海省农林科学院、成都大学、云南省农业科学院粮食作物研究所
	禾谷类杂粮提质增效品种筛选及配套栽培技术	2019YFD1001700	河北省农林科学院谷子研究所	辽宁省农业科学院、中国农业科学院作物科学研究所、青海省农林科学院、河北省农林科学院谷子研究所、西藏自治区农牧科学院、黑龙江省农业科学院作物资源研究所、山东省农业科学院作物研究所、赤峰市农牧科学研究所、吉林省农业科学院、张家口市农业科学院
应用示范研究 Application demonstration research	杂粮优质高效轻简栽培技术集成与示范	2020YFD1000800	山东省农业科学院	江苏省农业科学院、中国农业科学院蔬菜花卉研究所、山西省农业科学院、中国农业科学院作物科学研究所、山东省农业科学院、农业农村部南京农业机械化研究所、西北农林科技大学、吉林省农业科学院、宁夏农林科学院固原分院、西藏自治区农牧科学院农业研究所
	杂粮产业链一体化示范	2020YFD1001400	中国农业科学院作物科学研究所	江苏徐淮地区徐州农业科学研究所、山西大学、安徽燕之坊食品有限公司、河北省农林科学院谷子研究所、辽宁省农业科学院、黑龙江八一农垦大学、成都大学、青海省农林科学院、中国农业科学院作物科学研究所、郑州轻工业大学

2 个应用示范研究类项目。

6 个杂粮领域相关的研究项目涉及参与单位 54 个，其中事业型研究单位 35 个，占 64.8%；大专院校 18 个，占 33.3%；私营企业 1 个，占 1.9%。由此可见，杂粮领域项目参与单位类型主要为事业型研究单位。共 22 个省（自治区/直辖市）获杂

粮相关项目中央财政经费支持，其中获支持力度最大的 3 个省/直辖市分别为北京市、江苏省和河北省。

2.2 项目主要研究任务

2.2.1 基础研究领域 开展主要杂粮近缘种基因组测序和重测序，构建其基因组草图和泛基因组；

采用关联分析和连锁分析等正向遗传学方法，发掘杂粮作物抗旱、耐逆、抗病虫、营养高效以及穗部发育和块根膨大等关键产量和品质性状形成的主效 QTL，分析谷子和高粱等作物抗旱节水的分子生理代谢途径；构建谷子、高粱和荞麦等 EMS-TILLING 突变体库和高效遗传转化平台；利用 EMS 突变体和特异表达谱发掘 C₄ 作物高光效和高水肥利用相关基因，构建杂粮分子育种平台；开展杂粮作物抗旱耐逆、C₄ 高效光合作用和杂粮品质形成的代谢途径等方面的国际合作。

2.2.2 共性关键技术领域 研发杂粮作物不同管理阶段的配套机械，构建以机械化为核心、适合产业化生产的栽培模式，破解杂粮作物播种、间苗、除草和收获等环节用工多等难题；解析栽培方式、施肥种类、生长调控、管理措施、收获时期与方式对品质的影响，集成优质栽培技术；研发干旱半干旱地区杂粮生育期间水资源高效利用和高效除草技术，构建主粮—杂粮、不同杂粮、林果—杂粮、油料—杂粮机械化间作套种新模式；建立主要杂粮抗旱、抗病虫、抗除草剂选择的分子标记体系，实现分子标记辅助和全基因组选择育种；研制重要目标性状（特别是品质性状）的早代鉴定方法，形成实用的品质育种技术；通过基因组编辑、远缘杂交、细胞工程和标记辅助选择，创制中矮秆紧凑株型、适应机械化作业、高抗性淀粉和高类胡萝卜素等品质性状，以及产量、抗病虫和适合食品加工等性状有突破的杂粮新种质，创制甘薯多倍体新材料和早熟、高秆等低倍性新材料；选育优质、适宜机械化管理、丰产和多抗的杂粮新品种。

2.2.3 集成示范应用领域 在杂粮主产区以企业为主体建立杂粮作物良种和杂交种生产技术体系和基地，建立优质杂粮生产示范区，研发大众化杂粮加工食品，延伸杂粮产业链；集成杂粮食品配料加工应用技术，开发功能性杂粮产品；以地方传统特色和习俗需求为目标，组装集成与骨干品种生长发育特性和地方生产条件相适应的标准化生产技术及茎叶等资源高效综合利用增值技术；建立企业、合作社和农户一体化的产业生产示范区。通过加工和品牌建设及传统杂粮文化建设提高市场和综合效益，带动杂粮主产区发展成为产业区。

3 项目实施进展

3.1 基础研究领域代表性进展

3.1.1 谷子功能基因发掘模式体系建立和应用 针对谷子缺乏高质量基因组和高效转化体系、功能基因克隆研究较少、缺乏高效育种工具的问题，构建了迄今质量最高的谷子 3 代参考基因组，建立了转化效率达到 20% 的高效转基因平台，在此基础上克隆了谷子株型 *Droop leaf 1* 等关键调控基因，采用基因组编辑技术创制了首个谷子单倍体诱导系，构建形成了国际领先的谷子功能基因发掘研究平台，为突破谷子等作物密植增产和提高光能利用率的株型瓶颈提供了新的理论基础，并为谷子育种效率的提升提供了新的工具^[10-12]。

3.1.2 高粱抗倒伏基因发掘与功能解析 通过对一个高粱脆秆突变体的研究，克隆了控制倒伏性的关键基因 *SbBC1*，该基因为纤维素合成酶，控制植物细胞壁中的纤维素和木质素含量，对植株茎秆及叶片的机械强度起重要调控作用。这一发现为深入解析植物的抗倒伏遗传机制具有重要的理论价值，同时对于杂粮作物的抗倒伏育种及机械化高效栽培技术研发具有重要的指导意义^[13]。

3.1.3 青稞（大麦）抗逆种质创制平台构建 针对栽培青稞（大麦）品种遗传多样性狭窄、抗逆种质匮乏而制约育种改良取得突破性成果的现实，建立了基于大麦幼胚愈伤组织培养的遗传转化体系与基因编辑技术，创制了一批具有耐盐、耐旱、高产、早熟、优质等优良特性的种质材料；在绘制海大麦参考基因组及其特征分析的基础上，构建了海大麦遗传转化和基因编辑体系，为发掘与有效利用海大麦耐盐、耐渍等抗逆基因提供了技术支撑；利用生长在地理位置相近小气候与土壤类型迥异的 2 个野生大麦群体和多组学研究方法，阐明了同域物种形成和适应逆境的分子机理，为发掘与利用大麦野生资源抗逆种质奠定了理论依据^[14-15]。

3.1.4 荞麦生物学特性研究及药用价值挖掘 荞麦类植物不仅具有丰富的营养价值，更具有重要的医用价值。对苦荞的全基因组重测序揭示了其驯化历史，鉴定出了与类黄酮积累和粒重显著相关的候选基因 *FtUFGT3* 和 *FtAP2YTI*^[16]。通过高质量金荞麦染色体水平基因组的组装，探明了金

荞麦与苦荞的进化适应趋势,筛选出参与类黄酮积累和植物结构分化的候选基因 *FdMYB44* 和 *FdCRF4* 等^[17]。研究^[18]揭示了茉莉酸盐响应转录抑制因子参与类黄酮生物合成的精确调控机制,有助于进一步提高苦荞中黄酮类化合物的生物合成效率。对苦荞代谢产物的分析^[19]表明,转录因子 *FtMYB43* 正向调控原花青素的合成,糖苷水解酶基因 *FtSAGH1* 负责活性水杨酸的释放,UDP 糖基转移酶基因 *FtUGT74L2* 参与大黄素的糖基化等。相关研究成果有助于荞麦药用特性和生物学特性的遗传改良。

3.2 共性关键技术领域代表性成果

3.2.1 优质谷子品种评价标准制定 形成优质食用谷子品种评价方法:即生产中能正常成熟,产量较对照不减产,抗倒性 ≤ 1 级,对谷瘟病、谷锈病、线虫病、红叶病和纹枯病等主要病虫害表现为抗病。此外在基本要求、等级要求、加工精度、黄色素含量、直链淀粉含量、胶稠度、碱消值和感官评分方面做了规定,等级根据该批次谷子(小米)样品质量等级检测结果综合评定,不完善粒、加工精度、黄色素含量和感官评分 4 项均达到三级要求,且直链淀粉含量、胶稠度和糊化温度 3 项中至少有 1 项达三级要求,方可判定为优质谷子。育成谷子新品种冀谷 48 号亚油比 1.88,为国内外首个高油酸谷子新品种,有效延长小米及其加工食品保质期;育成金苗 K1 等谷子新品种,米色金黄,品质极佳,适合机械化、轻简化生产。

3.2.2 谷子生态区划和品质区划制定 采取来自不同产区的 26 个谷子主栽品种、区域试验对照品种和新育成优质品种,设置 63 个试验点,分布于 22 个省,根据有效积温、海拔、经度、品种出谷率变异系数和出苗一抽穗天数变异系数 5 个因子,将北方谷子主产区划分为 4 个生态区,南方单独划分为 1 个区,即全国划分为 5 个生态区,5 个种植生态区筛选出 16 个优势品种,谷子生态区划将为谷子品种评价、区域布局和优质产区建设提供技术支撑。

3.2.3 杂粮高产与资源高效利用栽培技术研发 对不同模式下豆类、玉米和甘薯等优质高效多抗优良品种进行筛选,形成适宜不同区域的高效、营养健康、适合休闲观光等不同类型的品种组合及配套轻简化栽培技术,促进豆类等作物和主要

粮食作物兼容发展,提高了土地利用率、产出率和种植效益;研发并完善杂粮全程机械化生产关键技术,针对在杂粮生产方式转型期适合全程机械化的品种标准缺乏、品种杂乱等问题,在示范区通过品种筛选田间试验,筛选出具有良好农艺性状和机械化生产特性的杂粮品种;优化了小粒杂粮精量播种及收获机械关键技术,优化了杂粮高效移栽与田间管理机械关键技术,优化了杂粮低损耗收获关键技术,完成食用豆分段收获机具试制、蚕豆联合收割机试验、绿豆联合收割机试验等。

3.3 集成示范领域代表性成果

3.3.1 谷子、高粱优质高效轻简栽培技术 主要针对谷子、高粱主产区干旱少雨、土壤瘠薄的立地条件,生产中存在用工量大、技术缺乏、种植效益低等问题,以生产过程机械化、农田投入绿色化、栽培技术轻简化为目标,开展优质品种、专用肥、配方施肥(化肥减量增效)、机械精量穴播、地膜覆盖集雨保墒、机械化减损收获等关键技术的研究和组装配套,创新集成了谷子地膜穴播全程机械化生产技术模式、谷子优质高效轻简栽培模式、高粱高效轻简化栽培等技术模式,制定了西北旱作区谷子地膜穴播全程机械化生产技术规程、华北丘陵区谷子优质高效轻简化栽培技术规程、华北丘陵区酿酒高粱全程轻简化栽培技术规程、东北地区粒用高粱高效轻简化滴灌栽培技术规程、滨海盐碱地高粱抗逆绿色全程机械化生产技术规程,发布实施了谷子机械化生产技术规范(DB61/T 1527-2022)地方标准,形成了滨海盐碱地高粱抗逆绿色全程机械化生产技术规程(T/SAASS 72-2022)团体标准,发布了酿酒高粱全程轻简化栽培技术省级农业生产主推技术 1 项。

3.3.2 甘薯、马铃薯优质高效轻简栽培技术 针对甘薯、马铃薯不同种植区域干旱、瘠薄、光温不足、施肥不合理和机械化程度低等特点,以生产过程机械化、农田投入绿色化、栽培技术轻简化为目标,在北方和长江中下游甘薯产区开展了甘薯高效移栽、减肥增效、抗逆稳产、绿色防控和低损耗收获等技术试验示范,通过肥水精准供给技术、绿色防控技术、轮作增产技术、健康种苗增产技术、药肥减施增效技术、全程机械化生产技术等单项技术的实施,集成了甘薯优质高效

轻简化栽培技术；在华北和西北马铃薯产区开展了机耕机播、减肥增效、抗逆稳产、绿色防控和低损耗机收等技术试验示范，通过马铃薯水肥一体化绿色精准智能微灌技术、高效优质全程机械化轻简化生产技术、马铃薯群体高产高效的生理机制及定量调控技术、绿色增产增效综合栽培技术和全程机械化生产技术等单项技术的实施，集成了华北马铃薯精准智能优质高效轻简化栽培技术和西北马铃薯抗旱丰产优质高效轻简化栽培技术。

3.3.3 食用豆、荞麦、青稞优质高效轻简栽培技术在东北地区开展绿豆高效轻简化栽培技术集成与示范，包括绿豆覆膜高效轻简化栽培技术、绿豆绿色高效栽培技术、绿豆全程机械化生产技术等；在华东地区开展蚕豆高效轻简化栽培技术集成与示范，包括蚕豆全程机械化生产技术、鲜食蚕豆套作鲜食玉米种植模式和林下套种鲜食蚕豆模式示范等；在陕西开展了西北区荞麦高效轻简化栽培技术集成与示范，包括宜机化荞麦骨干品种示范、荞麦机械化轻简栽培技术大面积集中连片生产示范、荞麦低损耗捡拾收获机的测试试验等；在宁夏开展黄淮区荞麦抗旱机械化栽培技术集成示范，包括旱地荞麦综合丰产栽培技术、宽窄行轻简化全程机械化栽培技术等。

4 讨论

我国杂粮产量总体趋势平稳，随着居民生活水平的提高和健康意识的发展，人们对杂粮的需求会有所提高，杂粮的生产量也会有所增加，并且从生产布局看，杂粮生产会越来越向优势产区集中。随着《特色农产品优势区建设规划纲要》等出台，引导黄土高原、内蒙古及长城沿线、东北等地区因地制宜发展特色粮豆，打造特色鲜明、优势集聚、产业融合的特色农产品优势区。在政策推动下，杂粮的生产集中度会进一步提高，生产布局将进一步优化。

通过“十三五”重点研发计划“经作”专项实施，谷子、高粱、甘薯、马铃薯、荞麦、食用豆等杂粮在基础理论创新、关键技术研发和技术集成与示范等方面取得了显著的进展和丰硕的成果，加快了我国由杂粮大国变为杂粮强国的进程，逐渐满足了人们对食物多样化的需求。本专项实

施结束后，将进一步创新杂粮优质丰产、提质增效的理论和方法，持续提高自主选育新品种市场占有率和良种化率，建立全产业链的示范模式，推进杂粮产业提质增效，全面提升我国杂粮产业科技创新能力和水平。

参考文献

- [1] 于爱芝, 周建军, 张惠杰. 我国小宗农产品国际贸易现状与趋势分析. 中国农业资源与区划, 2020, 41(8): 110-120.
- [2] 曲佳佳, 张惠杰, 麻吉亮. 中国杂粮生产及贸易形势展望. 农业展望, 2021, 17(5): 78-85.
- [3] 林汝法, 柴岩, 廖琴. 中国小杂粮. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2002.
- [4] 侯向娟, 李晋陵, 申潞玲. 山西省大同市小杂粮的发展现状、问题与对策. 中国食物与营养, 2016, 22(8): 24-27.
- [5] 程汝宏, 张婷, 王根平, 等. 新中国成立以来谷子育种的主要研究进展. 粮油食品科技, 2022, 30(4): 68-75.
- [6] 沙敏, 武拉平. 杂粮研究现状与趋势. 农业展望, 2015, 11(2): 53-56.
- [7] 庞文录. 新常态下我国杂粮加工产业发展思路的探讨. 粮食加工, 2022, 47(2): 6-8.
- [8] 徐琳, 刘超, 田志芳, 等. 山西省杂粮产业现状及产业科技创新发展研究. 农产品加工, 2021(8): 72-75.
- [9] 柴岩, 冯佰利. 中国小杂粮产业发展现状及对策. 干旱地区农业研究, 2003, 21(3): 145-151.
- [10] Yang Z, Zhang H, Li X, et al. A mini foxtail millet with an *Arabidopsis*-like life cycle as a C₄ model system. *Nature Plants*, 2020, 6(9): 1167-1178.
- [11] Cheng Z, Sun Y, Yang S, et al. Establishing in *planta* haploid inducer line by edited *SiMTL* in foxtail millet (*Setaria italica*). *Plant Biotechnology Journal*, 2021, 19(6): 1089-1091.
- [12] Zhao M, Tang S, Zhang H, et al. DROOPY LEAF1 controls leaf architecture by orchestrating early brassinosteroid signaling. *Proceedings of the National Academy Sciences of the United States of America*, 2020, 117(35): 21766-21774.
- [13] Li P, Liu Y, Tan W, et al. *Brittle culm 1* encodes a COBRA-like protein involved in secondary cell wall cellulose biosynthesis in sorghum. *Plant and Cell Physiology*, 2019, 60(4): 788-801.
- [14] Cai S, Shen Q, Huang Y, et al. Multi-omics analysis reveals the mechanism underlying the edaphic adaptation in wild barley at Evolution Slope (Tabigha). *Advanced Science*, 2021, 8(20): e2101374.
- [15] Kuang L, Shen Q, Chen L, et al. The genome and gene editing system of sea barleygrass provide a novel platform for cereal domestication and stress tolerance studies. *Plant Communications*, 2022, 3(5): 100333.
- [16] Zhang K, He M, Fan Y, et al. Resequencing of global Tartary buckwheat accessions reveals multiple domestication events and key loci associated with agronomic traits. *Genome Biology*, 2021, 22: 23.
- [17] He M, He Y, Zhang K, et al. Comparison of buckwheat genomes reveals the genetic basis of metabolomic divergence and ecotype differentiation. *New Phytologist Foundation*, 2022, 235(5): 1927-1943.
- [18] Ding M, He Y, Zhang K, et al. JA-induced FtBPM3 accumulation promotes FtERF-EAR3 degradation and rutin biosynthesis in

Tartary buckwheat. *The Plant Journal*, 2022, 111(2): 323-334.
[19] Zhao H, He Y, Zhang K, et al. Rewiring of the seed metabolome

during Tartary buckwheat domestication. *Plant Biotechnology Journal*, 2023, 21(1): 150-164.

Overview of the Funding and Implementation for Miscellaneous Grains in “Economic Crops” Special-Purpose Project of the National Key R & D Program during the 13th Five-Year Plan

Bian Xiaomeng, Li Huafeng, Chen Yanbin

(Development Center of Science and Technology, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100176, China)

Abstract Miscellaneous grains are mostly healthy food, and they also have important therapy function. They are indispensable in Chinese healthy dietary structure. They are the typical represent of Chinese dietary culture. At the same time, they are of great significance for promoting the supply-side structural reform of agriculture and ensuring food security. For a long time, the Ministry of Science and Technology, the Ministry of Agriculture and Rural Affairs, and other relevant ministries and commissions have approved a number of 973, 863, science and technology support programs and other projects, which have made great progress in the scientific and technological innovation of Chinese miscellaneous grains industry. However, there are still some problems, such as low and unstable dietary quality, high postpartum loss rate, backward product processing technology and so on. Since the launch and implementation of the “economic crops” special-purpose project of the national key R & D program of the 13th Five-Year Plan in 2018, a total of six sub-projects have been established in batches in the field of miscellaneous grains, with a total central financial fund of 181.02 million yuan, accounting for 12.2% of the total budget of the “economic crops” special-purpose project. With the implementation of the projects in the past five years, a series of achievements have been made in scientific and technological innovation in the field of miscellaneous grains. This paper introduced the background and research content of miscellaneous grains in “economic crops” special-purpose program, analyzed the main characteristics of the project setting and implementation, concluded the scientific and technological achievements related to miscellaneous grains, and discussed the expected results.

Key words Main economic crops; Miscellaneous grains; Project management; National key R & D program; Implementation achievement