

中国黍稷种质资源收集、保护、创新与共享利用

王 纶, 王星玉, 乔治军, 温琪汾, 康国帅

(山西省农业科学院作物品种资源研究所/农业部黄土高原作物基因资源与种质创制重点实验室, 太原 030031)

摘要:项目实施13年。收集、保护了一批濒临灭绝的黍稷种质;对国家长期库黍稷种质进行了繁殖更新与补充鉴定;研究制定了黍稷种质资源繁殖更新与鉴定评价技术规范;为国家长期种质库提供了黍稷新的种质资源、数据资源;建立国家黍稷种质中期保存库;评价创新了一批黍稷种质资源,为生产、育种、加工提供了优异种质(品种),取得了明显的社会经济效益。

关键词:黍稷;种质资源;收集;保护;创新;共享利用

Collection, Conservation, Enhancement, Share and Utilization of Proso Millet Germplasm Resource in China

WANG Lun, WANG Xing-yu, QIAO Zhi-jun, WEN Qi-fen, KANG Guo-shuai

(Institute of Crop Germplasm Resources, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Crop Gene Resources and Germplasm Enhancement on Loess Plateau, Ministry of Agriculture, Taiyuan 030031)

Abstract: The project collection, conservation, enhancement, share and utilization of proso millet germplasm resources in China has launched for 13 years, which collected and conserved lots of endangered proso millet germplasm resources, proso millet germplasm resources stored in national long-term gene bank were reproduced and identified, standards and regulations on reproduction and identification technologies of proso millet were set. New proso millet germplasm resources and related data were provided for National Gene Bank. The establishment of national proso millet germplasm saved the library in the medium term, evaluation and creation were done for a number of proso millet germplasm resources and these resources were provided for production, breeding and processing, which had gained social and economic benefits.

Key words: Proso millet; germplasm resources; collection; conservation; enhancement; share and utilization

从20世纪80年代初开始,我国黍稷种质资源研究由山西省农科院品种资源所牵头主持。至2000年前的20年中,主要以在全国范围内收集黍稷种质资源为主。期间,从全国各地收集9400余份黍稷种质资源,经过16项农艺性状鉴定,通过剔除重复和整理归并,对其中8020份种质编写出版了《中国黍稷品种资源目录》^[1-4]。并对入目的8020份黍稷种质资源按繁殖技术规范和国家种质库入库要求,繁殖入国家长期种质库保存,使这些珍贵的黍稷种质得到长期有效的保护。同时还完成了6000

余份入目黍稷种质资源的品质鉴定(蛋白质、脂肪、赖氨酸)、耐盐鉴定和抗黑穗病鉴定^[5],筛选出254份优异种质供生产和育种利用^[6-10]。

从2001年开始,我国黍稷种质资源研究的重点由大量收集、鉴定和保存转向重点收集、创新、利用和繁殖更新,加大资源利用力度,促进黍稷育种的步伐,改变我国黍稷生产的落后状况。同时繁殖更新国家已保存的黍稷种质,新建国家中期库保存黍稷种质,相应建立国家黍稷种质数据库和图像数据库,建立黍稷种质资源利用平台。

收稿日期:2014-12-23 修回日期:2015-01-21 网络出版日期:2015-03-10

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20150310.1524.005.html>

基金项目:农业部作物种质资源保护与利用专项(2014NWB030-08);国家黍稷种质资源平台(2014-27);山西省农业科学院育种工程专项(11yzgc107)

第一作者主要从事黍稷种质资源研究。E-mail: wanglun976pzs@sina.com

通信作者:王星玉,研究方向为黍稷种质资源。E-mail: 13935162331@139.com

为此,从 2001 ~ 2013 年,山西省农业科学院农作物品种资源研究所持续承担了国家和农业部下达的有关黍稷的 4 项研究课题,包括:

1. 国家基础性研究工作“黍稷种质资源收集、保存与整理”(2001 年 1 月 ~ 2002 年 12 月),合同编号:2001-2002-09;

2. 国家科技攻关计划“杂粮种质创新和利用研究”(2001 年 1 月 ~ 2003 年 12 月),合同编号:03;

3. 国家科技基础平台重点项目“黍稷种质资源标准制定及共享试点”(2004 年 1 月 ~ 2013 年 12 月),合同编号:2004 ~ 2013DKA;

4. 农业部作物种质资源保护专项:“中国黍稷种质资源繁殖、更新与利用”(2002 年 1 月 ~ 2013 年 12 月),合同编号:NB02 ~ NB13。

1 技术路线

通过项目的实施,各项研究内容均取得了显著的进展。黍稷种质资源的收集是各项研究的基础,在此基础上完成各项农艺性状鉴定和编写目录^[11],然后入国家种质资源库(包括长期库和中期库)保存^[12],开展各项特性鉴定研究,从而筛选优异的种质,供育种和生产利用^[13]。种质创新是通过生物技术等手段,根据育种和生产需要,在大量种质资源的基础上定向创造新的种质,以供利用。最后通过共享的平台建设,及时发布种质信息供科研和生产利用。简而言之,就是黍稷种质资源研究的收集、保存、研究、创新、利用。其总的技术路线如图 1 所示。

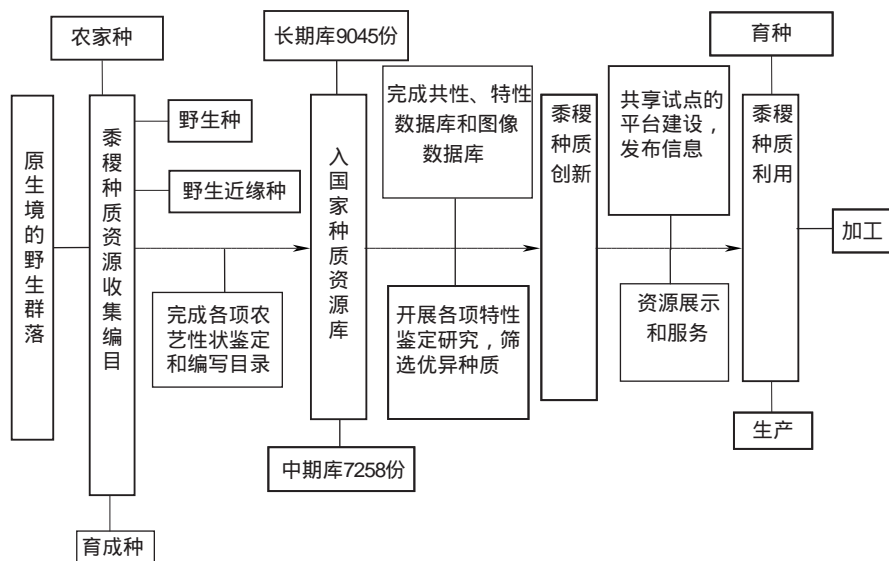


图 1 黍稷种质资源研究技术路线

Fig. 1 Proso millet germplasm resource research technique route

2 研究结果

2.1 收集、保存和繁殖更新

随着国民经济的发展,大量的原始植被遭到破坏,使黍稷野生种、野生近缘种、珍稀种质遭到破坏和流失,通过项目的实施收集抢救了 1025 份濒临灭绝的黍稷野生种和珍稀种质,并得以保护和长久保存;使我国收集、保存的黍稷种质资源的数量达到 9045 份^[14],包括农家种、育成种、栽培种、品系、野生种等,数量和质量均居世界第 1 位,是世界上黍稷种质资源最丰富的基因库;在此期间,还对国家长期库发芽率低的 7258 份种质进行了繁殖更新,并入中期库保存。从而延长了黍稷种质资源的保存年限,

保证了黍稷种质研究的可持续发展。

2.2 黍稷起源和名实考证

在收集、考察的同时,在黍稷的起源和名实考证上有了新的发现。山西省芮城县西候渡据考证为 180 万年前人类文明最早的发祥地、山西省吉县柿子滩、晋东南沁水县下川旧石器时代遗址、山西襄汾县陶寺新石器时代古城遗址等地以及山西省高平市羊头山的炎帝陵、山西稷山县的稷王山、山西夏县的禹王城、山西永济市的舜帝陵、山西临汾市的尧庙等农业起源地或人类原始部落活动的地方进行考察、收集,不仅收集到了濒临灭绝且有价值的黍稷种质,而且通过挖掘出的考古石碑和当地遗存的文献,发现了有关黍稷起源的依据和

稷名实考证的记载资料,并撰写了“山西是黍稷的起源和遗传多样性中心”^[15]和“黍稷的名实考证及规范”论文^[16],首次在《植物遗传资源学报》上发表。

表 1 项目执行期间黍稷种质资源考察、收集概况

Table 1 During the project execution proso millet germplasm resource investigation,collecting situation

考察、收集地 Origin	份数 No. of accessions	种质主要特点 Germplasm characteristics	代表种质 On behalf of the germplasm
山西晋南的芮城、吉县、稷山、夏县、临汾、永济、高平等县(市)	185	糯性、大粒、优质、丰产	稷山红大粒、吉县一点红、临汾二季黄、双粒黍等
山西晋北大同、朔州等 10 县(市)盐碱地和干旱丘陵地考察收集	85	糯性、耐盐碱、抗旱、丰产	大同红黍、炸炸头黍等、晋黍 9 号、雁黍 10 等
山西晋西北五寨、神池、偏关、保德、河曲等	77	特早熟、抗旱、抗倒、抗落粒	小青糜子、五寨一点红、偏关黄黍、河曲大红黍等
河北坝上张北县、崇礼县、沽源县和张家口市、承德市等	212	野生种、丰产、优质地方种和育成种	沽源小黄黍、冀邢红黍、张北散白黍、承黍 104、蒿糜等
内蒙古鄂尔多斯、赤峰市等地	158	丰产优质育成种,以粳性种质为主	东胜红黍、伊选黄糜、赤黍 1 号、赤糜 1 号等
陕西榆林、神木、府谷、佳县、靖边、子洲;宁夏固原,甘肃兰州等地	178	丰产优质育成种、抗旱丰产地方种质,以粳性种质为主	榆林白糜子、宁糜 10 号、榆糜 5 号、陇糜 8 号等
海南儋州、三亚、四川等地	90	黍稷野生近缘种	糠稷、柳枝稷等
俄罗斯、美国等	40	鸟饲、牧草专用种	Krestyanka、Hybrid 63/50、Kamskoye 等



图 2 收集到的丰产、抗倒品种“气死风”和相邻地块品种倒伏情况对比

Fig. 2 Lodging comparison between collected fertility and resistant varieties “grieve the wind” and adjacent land varieties

2.3 标准化、规范化平台建设

制定编写了《黍稷种质资源描述规范和数据标准》^[17]和“黍稷种质资源繁种入库及繁殖更新技术”^[18]等技术标准和规程;首次建立了国家黍稷种质资源入库和鉴定数据库及图像数据库。繁殖入中期库的 7258 份种质,可随时供生产、育种和加工利用。共性和特性鉴定数据由原来的 16 项增加到 50 项,为利用提供了更加细化方便的平台。项目执行

期间,已提供共享利用 5490 份(次)。通过平台建设,使我国黍稷种质资源研究有章可循,并走向了一条科学有序的标准化、规范化道路。

2.4 黍稷种质资源的鉴定评价

通过对 7000 余份黍稷种质的农艺性状鉴定和特性鉴定评价,鉴定筛选出丰产优异种质 49 份、高蛋白种质 48 份、高脂肪种质 44 份、高赖氨酸种质 55 份、优质种质 32 份、高耐盐和耐盐种质 26 份、高

抗和抗黑穗病种质 16 份,共计 270 份,其中黄糜子(0702)被国家评为一级优异种质,达旗黄秆大白黍(0635)和韩府红燃(2621)被评为国家二级优异种质^[19]。通过国家自然资源平台系统发布信息和每年进行的黍稷优异种质资源展示活动,这些种质在黍稷育种、生产和加工中得到广泛利用。

2.5 黍稷种质资源的创新

先进的创新手段,使创新种质优良种性突显。山西省农科院品种资源所采用 GPIT 生物技术和等离子辐射等创新手段,创造出晋黍 7 号、品黍 1 号、品黍 2 号、品糜 1 号等优异种质(图 3),并以其特有的优良性状在生产上表现出明显的优势^[20]。



晋黍 7 号



品糜 1 号



品黍 1 号



品黍 2 号

图 3 筛选鉴定的优异黍稷种质资源

Fig. 3 Screened and identified excellent proso millet germplasm resources

晋黍 7 号由山西省农业科学院农作物品种资源研究所用丰产抗逆性强的内蒙红黍作父本,用早熟优质的山西小红黍作母本杂交,经多年系选育成。2005 年通过山西省农作物品种审定委员会审定。

在太原地区 6 月上旬正茬播种,株高 155 cm,主茎节数 7.5 个,有效分蘖 1.4 个,主穗长 41.5 cm,茎秆和花序绿色。穗分枝与主轴夹角小,并拢侧向一边,属侧穗类型。单株粒重 15.5 g。7 月上、中旬麦茬复播或救灾补种,株高 118 cm,主茎节数 6.0 个,有效分蘖 1.1 个,主穗长 34.0 cm,单株粒重 8.6 g。子粒大呈圆球形,千粒重 10.0 g,色泽桔红亮丽,米色深黄糯性。蛋白质含量 16.97%,脂肪含量 4.57%,赖氨酸含量 0.56%。抗旱、耐盐、抗病性好,大田未发现感染黑穗病、红叶病等病虫害。在晋

中地区种植,正茬播种生育期 70~80 d;麦茬复播或救灾补种生育期 60~70 d。在晋北高寒区种植,生育期延迟 15~20 d,约 90~95 d。在晋南麦茬复播生育期缩短,约 60~65 d,属特早熟品种^[21]。

品糜 1 号由山西省农业科学院农作物品种资源研究所用国家一级优异种质黄糜子(5272),以等离 6×10^{16} Ar⁺/cm²剂量注入诱变处理后,对穗大、粒大、抗逆性强的变异株进行逐年穗行圃选择育成。2005 年通过山西省农作物品种审定委员会审定。

在太原地区 6 月上旬正茬播种,株高 145 cm,主茎节数 7.5 个,有效分蘖 1.4 个,主穗长 41.5 cm,茎秆和花序绿色。穗分枝与主轴夹角小,属侧穗型。单株粒重 17.5 g。7 月上、中旬麦茬复播或救灾补种,株高 95 cm,主茎节数 6.0 个,有效分蘖 1.1 个,

主穗长 35.3 cm, 单株粒重 13.6 g。子粒呈卵形, 黄色。千粒重 7.5 g。米色深黄粳性。蛋白质含量 14.44%, 脂肪含量 4.74%, 直链淀粉含量 19.49%。抗旱、耐盐、抗病性好, 大田未发现感染黑穗病、红叶病等病虫害。在晋中地区种植, 正茬播种生育期 80~90 d; 麦茬复播或救灾补种生育期 60~70 d。在晋北高寒区种植, 生育期延迟 15~20 d, 约 95~105 d。在晋南麦茬复播生育期缩短, 约 60~65 d, 属特早熟品种^[22]。

品黍 1 号由山西省农业科学院农作物品种资源研究所对从众多黍稷种质资源中筛选出的优异种质大红黍, 以等离子 $6 \times 10^{16} \text{ Ar}^+ / \text{cm}^2$ 剂量注入诱变处理后, 对穗大、粒大、抗逆性强的变异株进行逐年穗行圃选择育成。2011 年通过山西省农作物品种审定委员会审定。

在太原地区 6 月上旬正茬播种, 株高 150 cm 左右, 主茎节数 8.5 个, 有效分蘖 1.8 个, 主穗长 41.5 cm, 茎秆和花序绿色。穗分枝与主轴夹角小, 属侧穗型。单株粒重 15.9 g。7 月上、中旬麦茬复播或救灾补种: 株高 95 cm, 主茎节数 6.0 个, 有效分蘖 1.1 个, 主穗长 35.3 cm, 单株粒重 13.6 g。子粒大呈卵形、红色, 千粒重 8.6 g。米色深黄糯性。蛋白质含量 14.21%, 脂肪含量 4.02%, 直链淀粉含量 0.34%。抗旱、耐瘠, 适应性广。大田未发现感染黑穗病、红叶病等病虫害。在晋中地区种植, 正茬播种生育期 85~95 d; 麦茬复播或救灾补种生育期 65~75 d。在晋北高寒区种植, 生育期延迟 15~20 d, 约 100~110 d。在晋南麦茬复播生育期缩短, 约 65~70 d, 属早熟品种^[23]。

品黍 2 号由山西省农业科学院农作物品种资源研究所用优异种质软黍, 采用 GPIT 生物技术诱导处理后, 对穗大、粒大、抗逆性强的变异株进行逐年穗行圃选择育成。2011 年通过山西省农作物品种审定委员会审定。

在太原地区 6 月上旬正茬播种, 株高 150 cm 左右, 主茎节数 8.7 个, 有效分蘖 1.6 个, 主穗长 35.7 cm, 茎秆和花序绿色。穗分枝与主轴夹角大, 属侧散穗型。单株粒重 16.9 g。7 月上、中旬麦茬复播或救灾补种: 株高 98 cm, 主茎节数 6.5 个, 有效分蘖 1.3 个, 主穗长 33.3 cm, 单株粒重 13.9 g。子粒大呈卵形、褐色, 千粒重 8.7 g。米色淡黄糯性。蛋白质含量 14.08%, 脂肪含量 3.88%, 直链淀粉含量 0.36%。抗旱、耐瘠, 适应性广, 大田未发现感染黑穗病、红叶病等病虫害。在晋中地区种植, 正茬播

种生育期 90~95 d; 麦茬复播或救灾补种生育期 70~75 d。在晋北高寒区种植, 生育期延迟 20 d 以上, 约 110~120 d。在晋南麦茬复播生育期缩短, 约 70~75 d, 属中晚熟品种^[24]。

2.6 黍稷优异种质资源的利用

通过鉴定评价, 筛选出的优异种质资源向全国 16 个黍稷育种单位提供利用, 并培育出 32 个黍稷新品种, 通过利用提高了我国黍稷生产的单位面积产量, 增加了经济和社会效益。我国有盐碱地近 1 亿亩, 鉴定筛选出的高耐盐和耐盐种质, 在我国为生物治理盐碱地还发挥了重要作用; 鉴定筛选出的特早熟种质, 在救灾补种中以及二季作中也派上了大用场; 鉴定筛选出的抗旱和抗病种质, 在生产上推广利用后, 减少了化肥和农药的使用, 保证了食品安全; 鉴定筛选出的优异高蛋白、高脂肪、高赖氨酸等优质种质, 成为优良的加工原料, 如代县的贵喜黄酒和太原双合成的娘家粽用特定的专用黍稷品种, 品质好, 产品远销全国。其中娘家粽从 2005 年到 2013 年, 每年一次, 分别在浙江杭州、湖南汨罗、浙江湖州、江苏无锡、北京王府井、澳门、广东东莞、湖北武汉、山西太原等地举行的粽子文化节上, 蝉联九届金奖。通过黍稷种质资源研究与黍稷育种、生产、加工、市场紧密结合, 延伸了产业链, 提高了附加值, 提升了黍稷的经济效益、社会效益和生态效益。

2.7 撰写了一批有价值的黍稷著作、论文

项目研究期间, 在学报和各种专业杂志上发表《中国黍稷种质资源研究与利用》、《山西是黍稷的起源和遗传多样性中心》等论文 22 篇, 出版撰写《黍稷种质资源描述规范和数据标准》等著作和参与编写著作 14 部。在理论上填补了黍稷研究的多项空白。

3 结论与讨论

2014 年 3 月 2 日, 由山西省科技厅组织, 中国农科院副院长、中国工程院院士刘旭先生担任主任委员的鉴定委员会对项目进行了成果鉴定, 鉴定专家一致认为, 该项成果历时 13 年, 完成合同规定的各项任务, 丰富了我国黍稷种质资源并得到有效保存, 提升了科研与共享服务水平, 广泛应用于生产实践, 在同类研究中达到国际先进水平。

项目的完成具有重要的现实意义和长远意义。随着农村经济的迅速发展, 山地的大量开采, 大量农地遭到污染侵蚀, 黍稷珍稀种质资源及野生近缘植物濒临灭绝。通过项目的实施对濒临灭绝的种质进

行了抢救和保存并提供黍稷育种、生产和加工利用,其社会和经济效益不言而喻。在山区农民脱贫致富、满足市场需求和生态环境保护等方面均产生了明显的社会效益。从古到今,黍稷仍然是中国北方长城沿线 10 多个省(区)人民的主要杂粮。黍稷营养价值高,随着人民生活水平的不断提高,市场对黍稷的需求量不断扩大。本研究的成果,有助于改变我国黍稷育种和生产的落后状况,使更多的丰产、优质、多抗的黍稷新品种,在生产上得到广泛的应用。

本项研究是由 4 个项目组合而成,形成完整的体系,对加速我国黍稷研究成果的转化起到重要作用。从目前我国黍稷生产品种的应用情况来看,本项研究产生的创新种质和提供优良亲本材料后培育出的 32 个黍稷新品种,以及通过多项农艺性状鉴定筛选出的优质、早熟、多抗种质已经在我国黍稷生产上发挥着重要的作用。黍稷的加工产业像雨后春笋一样蓬勃兴起。我国黍稷的育种单位,也由最初的内蒙伊盟农科所、黑龙江农科院育种所和宁夏固原农科所发展到现在的 11 个省(区)16 个单位。国家对黍稷的研究支持了黍稷产业体系建设,使我国黍稷种质资源研究与育种、栽培紧密结合,黍稷种质资源研究成果将会更加有效的得到广泛利用。

本项目的实施是一项开创性的工作,还有许多工作有待于我们今后持续坚持和深入发展下去,例如原生境野生黍稷群落的发现,如何保护和深入研究;黍稷近缘野生植物细胞学研究;黍稷在开发我国盐碱地和旱作农业中如何更大的发挥作用;黍稷深加工利用如何深度发展等众多研究课题,有待深入思考和完成,从而更加广泛地挖掘黍稷种质资源潜在的经济、社会效益和生态价值,实现黍稷种质资源充分共享和高效利用的目的。

参考文献

- [1] 王星玉,魏仰浩. 中国黍稷品种资源目录[M]. 北京:农村读物出版社,1985
- [2] 王星玉. 中国黍稷品种资源目录续编一[M]. 山西省农业科学院作物品种资源研究所内部资料,1987
- [3] 王星玉. 中国黍稷品种资源目录续编二[M]. 北京:中国农业科技出版社,1994
- [4] 王星玉. 中国黍稷品种资源目录续编三[M]. 山西省农业科学院作物品种资源研究所内部资料,1999
- [5] 王星玉. 中国黍稷品种资源特性鉴定集[M]. 北京:中国农业出版社,1990
- [6] 王星玉. 中国黍稷优异种质的筛选利用[M]. 北京:中国农业科技出版社,1995
- [7] 王星玉. 中国黍稷品种志[M]. 北京:农业出版社,1990
- [8] 王星玉. 中国黍稷[M]. 北京:农业出版社,1996
- [9] 魏仰浩,王星玉,柴岩. 中国黍稷论文选[C]. 北京:农业出版社,1990
- [10] 王雅儒,吕凤金,王星玉,等. 高粱、谷子、黍稷优异资源[M]. 北京:中国农业出版社,1999
- [11] 王星玉,王纶. 中国黍稷品种资源目录续编四[M]. 山西省农业科学院作物品种资源研究所内部资料,2004
- [12] 王星玉. 中国黍稷种质资源的繁种入库[J]. 山西农业科学, 2003,31(2):27-29
- [13] 王纶,王星玉. 中国黍稷种质资源研究与利用[J]. 植物遗传资源学报,2005,6(4):474-477
- [14] 方嘉禾,高卫东. 国家作物种质资源库圃志[M]. 北京:中国农业科学院作物科学研究所内部资料,2010
- [15] 王星玉,王纶,温琪汾,等. 山西是黍稷的起源和遗传多样性中心[J]. 植物遗传资源学报,2009,10(3):465-470
- [16] 王星玉,王纶,温琪汾. 黍稷的名实考证与规范[J]. 植物遗传资源学报,2010,11(2):132-138
- [17] 王星玉,王纶. 黍稷种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2006:63
- [18] 王述民,卢新雄,李立会. 作物种质资源繁殖更新技术规程[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2014:92-95
- [19] 中国农业科学院作物科学研究所. 中国作物种质资源保护与利用 10 年进展[M]. 北京:中国农业出版社,2012:96-104
- [20] 中国农业科学院作物科学研究所. 作物种质资源保护与利用项目年度总结报告[R]. 北京:中国农业科学院作物科学研究所内部资料,2012:100-104
- [21] 王纶,温琪汾,武变娥,等. 特早熟、优质高产黍稷新品种晋黍 7 号[J]. 中国种业,2005(9):68-69
- [22] 王纶,王星玉,温琪汾. 优质丰产稷性黍稷新品种品糜 1 号[J]. 中国种业,2010(11):75
- [23] 王纶,王星玉,温琪汾. 优质丰产糯性黍稷新品种品黍 1 号[J]. 中国种业,2012(1):70
- [24] 王纶,王星玉,温琪汾. 黍稷新品种品黍 2 号及种子繁育技术[J]. 中国种业,2013(7):90