



植物遗传资源学报
Journal of Plant Genetic Resources
ISSN 1672-1810, CN 11-4996/S

《植物遗传资源学报》网络首发论文

题目：基于农民认知筛选的陕西优异作物种质资源特征分析
作者：高飞，吉万全，高爱农
DOI：10.13430/j.cnki.jpgr.20240320001
收稿日期：2024-03-20
网络首发日期：2024-09-23
引用格式：高飞，吉万全，高爱农. 基于农民认知筛选的陕西优异作物种质资源特征分析[J/OL]. 植物遗传资源学报. <https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20240320001>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

基于农民认知筛选的陕西优异作物种质资源特征分析

高 飞¹, 吉万全², 高爱农³

(¹ 陕西省种子工作总站, 西安 710018; ² 西北农林科技大学, 杨凌 712100; ³ 中国农业科学院作物科学研究所, 北京 100081)

摘要：基于第三次全国农作物种质资源普查与收集行动陕西调查获得的农民认知和普查数据，对收集筛选的优异资源进行了分析，发现陕西优异资源作物类型以蔬菜、果树为主，粮食作物次之，作物种类以常见大宗作物为主；主要特点以品质优、外观好、适应性强为主，优异性状中口味性状是农民最为关注的方面，其次是外观和抗性；分布情况为蔬菜、果树关中地区较多，粮食作物陕南地区较多，其作物种类分布受自然和人文环境双重影响。农民认知能真实反应农民主观需求、选择结果以及选择驯化策略或经验，研究中发现优质是农民留存资源的主因即主要需求，其次是外观和适应性因素，且选择方向可能是以解决突出问题为主要方向，在此基础上兼顾其他需求，优先考虑优质、外观和适应性需求，使得主要需求及对应的主要优异性状和次要需求及其优异性状产生较大相关性，人工选择作用明显。因此，陕西资源形成受到自然和人工双重选择作用，受自然环境影响，使人工选择结果丰富多彩，但在人工选择的主导作用下最终形成了陕西特色的优异种质资源。陕西优异资源保护利用工作应充分考虑资源分布特点，以资源价值发掘为重心，通过建立合理的利益机制和管理机制，逐步完善资源保护利用体系。

关键词：陕西；优异作物种质资源；农民认知；种质资源普查；资源留存原因；优异性状特性

Analysis Characteristics of Excellent Crop Germplasm Resources in Shaanxi Based on the Farmers' Cognition

GAO Fei¹, JI Wan-quan², GAO Ai-nong³

(¹ Shaanxi Seed Work Station, Xi'an 710018; ² Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling 712100;

³ Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Beijing 100081)

Abstract: Based on the farmers' cognition and survey data, this article analyzed the Shaanxi excellent resources, which from the third national-wide agricultural germplasm survey. It was found that the crop types were mainly vegetables crops and fruit, followed by food crops, and the crop species were mainly common bulk crops. The mainly characteristics are excellent quality, good appearance and strong adaptability. Among the excellent traits, taste traits are the most concerned by farmers, followed by appearance and resistance. The distribution of fruit crops and vegetables is more in Guanzhong region, and food crops is more in southern Shaanxi region. The distribution of crop species is influenced by both natural and human environment. Farmers' cognition can truly reflect farmers' subjective needs, selection results, and selection strategies or experiences. It is found that high quality is the main demand for farmers' preserving resources, followed by appearance and adaptability factors. The direction of selection may be to solve prominent problems, and on this basis, other needs should be taken into account. Priority is give to quality, appearance and adaptability needs, which makes the main needs and corresponding main excellent traits and secondary needs and their excellent traits have a greater correlation. The role of artificial selection is obvious. Therefore, the formation of Shaanxi resources is influenced by both natural and artificial selection, and the natural environment makes the result of artificial selection results rich and colorful, but under the leading role of artificial selection, excellent germplasm resources with Shaanxi characteristics are finally formed. The protection and utilization of Shaanxi excellent resource should fully consider the characteristics of resource distribution, focus on exploitation of resource value, and gradually improve the resource protection and utilization system through establishing reasonable benefit mechanisms and management mechanisms.

收稿日期：2024-03-20

第一作者研究方向为农业技术推广、种质资源保护利用及管理，E-mail: gordonz68@hotmail.com

基金项目：陕西省物种品种资源保护费项目（111821301354052199）

Foundation project: Shaanxi Conservation of Crop Germplasm Resources Program (111821301354052199)

Keywords: Shaanxi; excellent crop germplasm resources; farmers' cognition; germplasm resources survey; reasons for preserving resources; excellent characteristics

陕西南北狭长,跨越中温带、暖温带和北亚热带三个气候带,纵贯我国长江、黄河两大水系,涵盖秦巴山区、关中平原、陕北高原,复杂的地形地貌,多样的生态类型,悠久的农耕文化历史,孕育了丰富的农作物种质资源。曹永生等^[1]统计陕西每 10⁶hm² 种质数明显高于相邻省份和全国平均水平。陕西通过农作物种质资源的开发与利用,选育出碧蚂一号、小偃 6 号^[2]、秦油 2 号^[3]等一大批国内有重大影响力的品种,为我国育种作出突出贡献。优异农作物种质资源一般具有突出的优异性状,其研究及利用价值更高,陕西独特的地理优势及悠久的农耕历史,使其优异资源的特征更具代表性,但未见相关研究报道。2018 年,陕西启动了第三次全国农作物种质资源普查与收集行动,对全省 88 个农业县(区)开展全面普查,覆盖全省 82.24% 的县(区),累计走访乡镇 1156 个,走访人数 1.56 万人,总行程约 68.9×10⁴km,普查区域涵盖陕西所有农业种植区域、生态类型、作物类型。以此次普查为契机,陕西对优异资源进行了较为深入的调查,收集了大量优异资源样本和数据资料。本文基于农民认知筛选的陕西优异农作物种质资源,对其种类、分布、优异性状及留存原因等方面进行深入分析,把握陕西资源特点,探索资源形成中当地自然环境及人文环境协同演化的作用,对陕西优异农作物种质资源保护利用及陕西种业创新发展有重要意义。

1 材料与方法

1.1 调查程序

此次普查由陕西省农业农村厅组织实施,普查相关市县农业农村局承担本辖区普查任务。各地根据农作物种质资源的种类和分布情况,确定普查的乡(镇)和重点村组,普查人员通过走访、询问、调查等方式深入乡村和农户,调查该村农作物品种、种植历史及现状,并收集不同种类的农作物种质资源^[4-6]。在普查基础上对发现的优异资源进行系统调查和抢救性收集。

1.2 筛选方法

优异资源筛选由陕西省种子工作站牵头,各普查单位收集辖区优异资源有关信息,省、市种子工作部门进行审核和筛选。优异资源应符合在产量、品质、抗病虫、抗逆、高效等方面至少具有一个突出的优异性状。筛选主要基于调查中收集的农民认知资料,资源描述应清楚、特性突出,选育品种年代短的一般不做考虑,资源相关信息还需基本齐全,主要包含资源留存原因、优异性状、照片等,部分资源已收录于《陕西省农作物种质资源上册》^[7]。各普查单位累计普查农作物种质资源 0.4 万余份,最终筛选出优异性状较为突出的资源 313 份,其中地方品种 267 份、选育品种 8 份、野生资源 38 份,以地方品种为主,占比 85.30%。

1.3 研究方法

调查分析主要以农民认知为基础,先找到优异资源留存的主因,以及因此而保留下来的优异性状,进而分析主因与优异性状关系,同时结合普查数据,分析资源种类和分布特点。本文采用描述性统计方法对相关选项的被选择频率进行统计,即采用频数、率和构成比进行统计描述。一个因素出现频率或构成比越高,说明该因素越重要;在一个因素基础上,其他因素出现频率或构成比高低,可反应其他因素与其关系密切程度;在单因素和含有该因素的复合因素比较分析中,单因素出现频率或构成比越高,说明农民在选择驯化方向上该因素主导作用越突出,即农民优先选择强化该因素而不是在此基础上选择其他因素。

由于调查群体较大,在调查方案设计上突出简易明了,以确保调查内容科学可靠。普查人员在访谈记录中,按照普查行动统一要求记载有关信息内容^[4],还需对优异资源留存原因及主要优异性状进行详细记载。在留存原因调查上,如实记录,并进行归类。在优异性状调查上,主要围绕产量、品质、抗病虫、抗逆、高效等优异性状,采用易被农民感知和表达的具体性状进行针对性的询问调查和资料收集,特殊用途因出现频率较高,也列入统计。

2 结果与分析

2.1 优异种质资源分布

2.1.1 作物类型分布 北山和秦岭把陕西分为北部陕北高原半干旱区、中部关中平原半湿润区和南部秦巴山区湿润区等 3 大自然区,其中关中地区筛选到 147 份资源,陕北和陕南分别为 80 份、86 份,优异资源涵盖

各普查县，每县平均 3.56 份资源。陕西作物类型以蔬菜、果树和粮食为主，经济作物和绿肥牧草较少，分别为 98 份、97 份、89 份、28 份、1 份（表 1）。优异粮食作物陕南地区较多有 37 份，占粮食作物的 41.57%；经济作物较少，且各地区数量差异不大；果树关中地区较多有 60 份，占果树的 61.86%；蔬菜关中地区较多有 50 份，占蔬菜的 51.02%。

表 1 陕西各生态区优异农作物种质资源收集数量

Table 1 The quantity of excellent crop germplasm resources in various ecological regions of Shaanxi

分布区域	粮食作物	经济作物	果树	蔬菜	牧草绿肥	合计
Distribution	Food crop	Economic crop	Fruit crop	Vegetables crop	Green manure and forage crop	Total
关中地区 Guanzhong region	27	10	60	50	0	147
陕北地区 Northern Shaanxi	25	10	22	23	0	80
陕南地区 Southern Shaanxi	37	8	15	25	1	86
合计 Total	89	28	97	98	1	313

2.1.2 作物种类分布

2.1.2.1 粮食作物 玉米、大豆、谷子、水稻、菜豆及马铃薯为数量最多的 6 种作物，分别为 15 份、11 份、11 份、11 份、9 份和 8 份，共 65 份资源，占粮食作物总数的 73.03%，作物分布情况见表 2。玉米在大多地市都有发现，海拔 500~1700m 的地区呈连续分布（每相差 100m 海拔区域基本都有资源分布。），该作物在陕西分布广泛、适应性强，然而榆林和西安是玉米重要产区，却未征集到资源，但在关中海拔较高地区及陕南海拔较低区域发现较多，说明发展相对滞后、机械化程度较低的地区，受商品种冲击较小，可能留存玉米地方品种。

2.1.2.2 经济作物 烟草、油菜、大麻、花椒较多，均为 4 份，共 16 份资源，占经济作物总数的 57.14%，作物分布情况见表 2。

2.1.2.3 果树 柿、核桃、猕猴桃、梨、杏、桃、苹果属（含苹果、海棠、林檎、楸子）以及枣为数量最多的 8 类作物，分别为 16 份、12 份、11 份、8 份、8 份、7 份、8 份和 7 份，共 77 份资源，占果树总数的 79.38%，作物分布情况见表 2。柿分布在汉中北部宁强县至延安南部宜川县的陕西中部地区，其中关中地区 13 份，占 81.25%，在海拔 300~1200m 的地区连续分布，平均海拔 822m，说明关中地区是柿资源的富集区域；枣主要分布于关中及陕北地区，其中关中为鲜食品种，陕北为制干品种。

2.1.2.4 蔬菜 蔬菜种类多达 28 种，甜瓜、葱、蒜、胡萝卜为数量最多的 4 种作物，分别为 11 份、9 份、9 份、8 份，共 37 份，占蔬菜资源的 37.76%，作物分布情况见表 2。甜瓜主要分布在关中和陕北地区，在海拔 400~600m 及 800~1100m 区域分布较为集中，均是 5 份，各占 45.45%，说明陕西甜瓜以关中和陕北为代表的两类资源为主。

综上所述，陕西优异资源作物类型以蔬菜、果树为主，粮食作物次之，蔬菜、果树这些提高生活品质的作物在较为富饶的关中地区数量较多，而满足生活基本需求的粮食作物在发展相对落后的陕南地区较多；作物种类以常见大宗作物为主，作物分布受生态环境影响，有相对集中区域，多数作物适应性强，分布范围广泛，如柿主要在关中地区，但在陕北及陕南也有分布，其次还受人工选择影响，如马铃薯陕北种植面积大于陕南，但陕南征集筛选到了 7 份，陕北只有 1 份，这与陕北机械化程度高，种薯以商品种为主，陕南串种现象较为普遍有关，还有谷子分布范围广，但在陕北保留较多，这与陕北人喜食谷子制品有关。

表 2 陕西优异农作物种质资源分布情况

Table 2 Distribution of excellent crop germplasm resources in Shaanxi province

作物类型 Crop type	种 Species	份 数 Accessions	海拔 Altitude	平均海拔 Average altitude	分布地区及数量 Distribution and accessions	主要分布区 Main distribution
粮食作物 Food crop	玉米 <i>Zea mays</i> L.	15	577-1700	1038	宝鸡 1 份、咸阳 2 份、渭南 2 份、铜川 1 份、延安 3 份、汉中 3 份、安康 1 份、商洛 2 份	陕西大部 Most areas of Shaanxi

经济作物 Economic crop	大豆 <i>Glycine max</i> (L.) Merr.	11	333-1170	880	宝鸡 1 份、渭南 2 份、延安 3 份、榆林 3 份、汉中 1 份、商洛 1 份	陕北、关中地区 Northern Shaanxi and Guanzhong region
	谷子 <i>Setaria. italica</i> (L.) Beauv.	11	439-1544	1015	渭南 2 份、延安 2 份、榆林 5 份、安康 2 份	陕北地区 Northern Shaanxi
	水稻 <i>Oryza sativa</i> L.	11	470-1098	629	汉中 8 份、安康 1 份、商洛 1 份	陕南地区 Southern Shaanxi
	菜豆 <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	9	600-1732	1004	宝鸡 1 份、咸阳 1 份、延安 1 份、汉中 5 份、商洛 1 份	陕南地区 Southern Shaanxi
	马铃薯 <i>Solanum tuberosum</i> L.	8	585-1100	884	延安 1 份、汉中 2 份、安康 3 份、商洛 2 份	陕南地区 Southern Shaanxi
	其他粮食作物 Other food crops	24				
	烟草 <i>Nicotiana tabacum</i> L.	4	385-1556	845	咸阳 2 份、延安 2 份	关中、陕北地区 Guanzhong region and Northern Shaanxi
	油菜 <i>Brassica napus</i> L.	4	588-1421	1008	宝鸡 2 份、渭南 2 份	关中地区 Guanzhong region
	大麻 <i>Cannabis sativa</i> L.	4	853-1260	1028	延安 1 份、榆林 2 份、汉中 1 份	陕北地区 Northern Shaanxi
	花椒 <i>Zanthoxylum bungeanum</i> Maxim.	4	887-1246	989	宝鸡 1 份、延安 1 份、榆林 2 份	陕北地区 Northern Shaanxi
果树 Fruit crop	其他经济作物 Other economic crops	12				
	柿 <i>Diospyros kaki</i> Thunb.	16	370-1100	822	西安 3 份、铜川 1 份、宝鸡 4 份、咸阳 4 份、渭南 1 份、延安 2 份、汉中 1 份	关中地区 Guanzhong region
	核桃 <i>Juglans regia</i> L.	12	689-1643	1176	西安 1 份、宝鸡 2 份、咸阳 2 份、渭南 1 份、延安 5 份、榆林 1 份	关中、陕北地区 Guanzhong region and Northern Shaanxi
	猕猴桃 <i>Actinidia Chinensis</i> Planch.	11	658-1420	1083	西安 2 份、宝鸡 1 份、渭南 1 份、延安 1 份、汉中 2 份、安康 4 份	关中、陕南地区 Guanzhong region and Southern Shaanxi
	梨 <i>Pyrus spp</i>	8	552-1083	821	铜川 1 份、宝鸡 1 份、咸阳 3 份、渭南 1 份、延安 1 份、汉中 1 份	关中地区 Guanzhong region
	杏 <i>Prunus armeniaca</i> L.	8	302-828	593	西安 3 份、铜川 1 份、咸阳 1 份、渭南 2 份、安康 1 份	关中地区 Guanzhong region
	苹果属 <i>Malus</i> Mill. (含苹果、海棠、林檎、楸子)	8	345-1785	1078	渭南 4 份、延安 1 份、榆林 3 份	关中、陕北地区 Guanzhong region and Northern Shaanxi
	桃 <i>Amygdalus persica</i> L.	7	433-1042	798	西安 1 份、铜川 1 份、宝鸡 1 份、咸阳 1 份、延安 1 份、榆林 1 份、汉中 1 份	关中地区 Guanzhong region
	枣 <i>Ziziphus jujuba</i> Mill.	7	376-880	705	西安 1 份、铜川 1 份、咸阳 2 份、延安 1 份、榆林市 2 份	关中、陕北地区 Guanzhong region and Northern Shaanxi
	其他果树 Other fruit crops	20				
蔬菜 Vegetables crop	甜瓜 <i>Cucumis melo</i> L.	11	401-1410	788	宝鸡 2 份、渭南 4 份、延安 1 份、榆林 3 份、安康 1 份	关中、陕北地区 Guanzhong region and Northern Shaanxi
	葱 <i>Allium fistulosum</i> L.	9	317-2410	1173	宝鸡 1 份、咸阳 1 份、渭南 1 份、延安 1 份、榆林 4 份、汉中 1 份	关中、陕北地区 Guanzhong region and Northern Shaanxi
	蒜 <i>Allium sativum</i> L.	9	354-1447	868	宝鸡 2 份、咸阳 3 份、铜川 1 份、榆林 2 份、汉中 1 份	关中地区 Guanzhong region
	胡萝卜 <i>Daucus carota</i> var. <i>sativa</i> Hoffm.	8	338-963	636	西安 1 份、宝鸡 5 份、渭南 1 份、安康 1 份	关中地区 Guanzhong region
	其他蔬菜 Other vegetables crops	61				

2.2 资源留存原因及相关性状分析

2.2.1 资源留存原因分析 陕西制定了有关调查记录标准，并按照标准从收集的大量资源中筛选出 313 份优异种质资源，通过对农民留存资源原因的归类分析，发现主要集中在优质、外观好、适应性强、经济效益好、营养健康、调剂或满足日常生活需要、种植年代久远、稀有性以及综合因素等 9 个方面，含有这些原因的资源数依次为 163 份、69 份、67 份、52 份、42 份、25 份、25 份、13 份、6 份，分别占比 52.08%、22.04%、21.41%、16.61%、13.42%、7.99%、7.99%、4.15%、1.92%（表 3）。综合因素是指整体表现较好，但没有突出特性。因单个原因而被留存的资源有 188 份，占资源总数的 60.06%，多个原因有 125 份，占 39.94%。多原因中含有优质、外观好、适应性强的资源数最多，分别为 94 份、55 份、46 份，并且组合优质外观好、优质适应性强的资源数也是最多的，分别为 44 份、32 份。同时具有优质、外观好、适应性强的资源有 6 份，分别为清涧县长木枣、甘泉县红小豆、合阳县九眼莲、耀州区耀州白蒜、富平县老酸石榴、澄县白茄子，其中前三个为国家地理标志保护产品或地理标志证明商标，均是地方名优特产，耀州白蒜有 500 年种植历史，70 年代为耀州出口创汇主要农产品，而酸石榴和白茄子从提供的果实照片来看，外观极佳。综上所述，优质是农民选择驯化的主旋律、主方向，其次是外观和适应性因素；优质、外观、适应性三个因素数量最多、相互关系也最为密切，反映出农民选择驯化中他们互为优先选择因素。王述民等^[8]对中国粮食和农业植物遗传资源进行研究，认为地方品种被农民保留种植的主要原因为地方品种更能适应当地生态区，具有良好的抗逆性或抗病性，或品质较好，亦或有着特殊的利用价值等。甘肃小麦地方品种和尚头因品质好、抗逆性强，适合做长寿面，深受当地人喜欢，仍是甘肃北部干旱地区主要品种。

表 3 资源留存原因间的相关性

Table 3 Related traits of different reservation reason in study

综合评价因素 evaluation	单因素份数 Single-factor	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
X1	69	163	/	/	/	/	/	/	/	/
X2	14	44	69	/	/	/	/	/	/	/
X3	21	32	9	67	/	/	/	/	/	/
X4	40	5	1	2	52	/	/	/	/	/
X5	6	26	15	4	1	42	/	/	/	/
X6	16	2	2	3	2	3	25	/	/	/
X7	10	4	2	4	0	3	0	25	/	/
X8	6	0	1	3	2	0	0	1	13	/
X9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6

X1、X2、X3、X4、X5、X6、X7、X8、X9 和 X10 分别代表优质、外观好、适应性强、综合因素、种植历史久远、经济效益好、营养健康、日常生活需要、稀有性等评价因素

X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9 and X10 represent high quality, good appearance, Strong adaptability,comprehensive performance, Long history,good economic returns, nutrition and health, daily life needs, rarity

2.2.2 优异性状分析

2.2.2.1 外部性状 优异外部性状主要包含外观、质感以及颜色。有 163 份资源进行了外观描述，占资源总数的 52.08%，其中含颜色、外观、质感描述的资源数分别为 87 份、76 份、70 份。只含有一个方面描述的资源有 103 份，涉及多个描述的有 60 份，含有颜色质感、颜色外观、外观质感的资源，分别为 30 份、

27 份、26 份。可以看出，外部性状是农民关注的重要内容，对颜色、外观和质感关注度相当，颜色相对重要。

2.2.2.2 口味性状 优异口味性状主要包含口感、味道和其他描述，有 218 份资源进行了口味性状描述，占资源总数的 69.65%。口感方面 111 份，其中软口感 74 份，硬口感 24 份，软硬兼顾 13 份，软和硬描述兼而有之为软硬兼顾，如脆嫩。味道方面 152 份，涉及香、甜、辣、酸，分别为 89 份、71 份、26 份、11 份，香是农民对气味的美好感觉，辣包含麻和辣两个方面；单一味道有 112 份，占味道描述资源的 73.68%，其中香 54 份、甜（含低糖 2 份）37 份、辣 20 份、酸 1 份；复合味道有 40 份，占味道描述资源的 26.32%，其中香甜 24 份、香辣 6 份、酸甜 5 份、香酸甜 5 份。其他描述的资源有 30 份，指口感和味道之外的农民口味描述，如适口性好、鲜美、爽口等。可以看出，口味性状是农民更为关注的方面，口感偏重于软，味道偏向于香、甜，以单一味道为主。

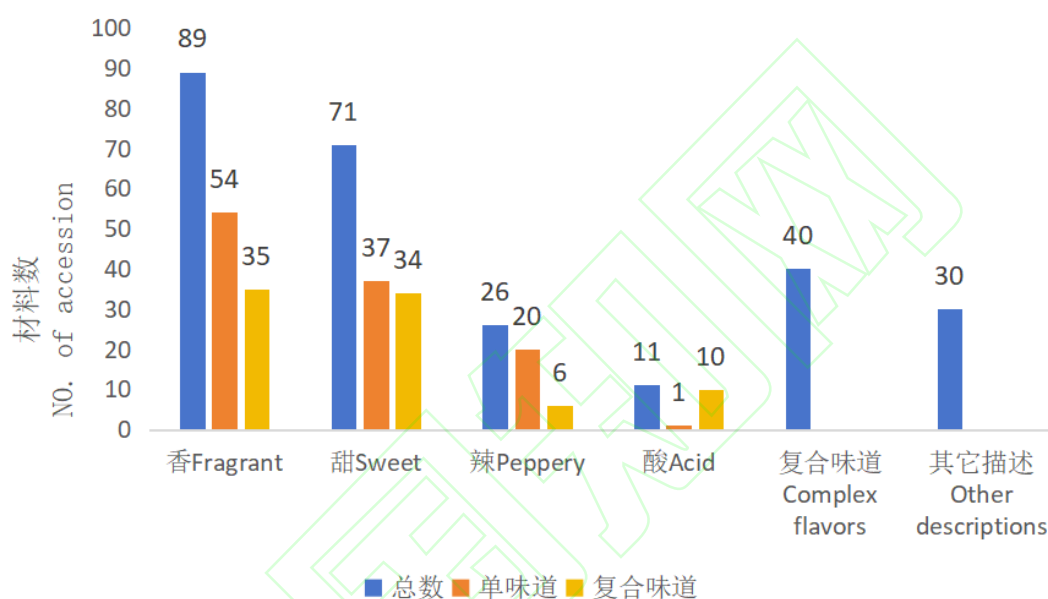


图 1 陕西优异资源味道类型分布

Fig. 1 Distribution of flavor type to excellent crop germplasm resources in Shaanxi province

2.2.2.3 抗性性状 优异抗性性状包含抗逆性和抗病虫性，抗性描述的资源有 184 份，占资源总数的 58.79%。抗逆方面 162 份，涉及耐旱、耐贫瘠、耐寒、广适性、耐涝、耐热、耐盐碱、耐水肥、耐草荒、综合抗逆性，分别为 86 份、75 份、50 份、22 份、12 份、6 份、6 份、6 份、1 份、34 份，综合抗逆性指农民表达的抗逆性好、强、很强等模糊描述；单一抗逆性只有 36 份，占抗逆性资源的 5.4%，以多重抗逆性为主占比 94.6%，其中耐旱耐贫瘠、耐旱耐寒、耐贫瘠耐寒的资源数较多，分别为 43 份、29 份、23 份，同时具有耐旱、耐贫瘠、耐寒性状的资源有 14 份。抗病虫方面 100 份，含抗病描述的有 97 份，抗虫 37 份，其中只抗病的有 61 份，只抗虫的仅 3 份，而既抗病又抗虫的有 34 份。可以看出，抗逆性以耐旱为主，其次是耐贫瘠、耐寒，而且耐旱、耐贫瘠、耐寒相关性较大，抗病虫性以抗病为主，抗逆性以多抗为主，说明抗逆性选择中，单一抗性难以满足生产需求，多重选择占主导地位。

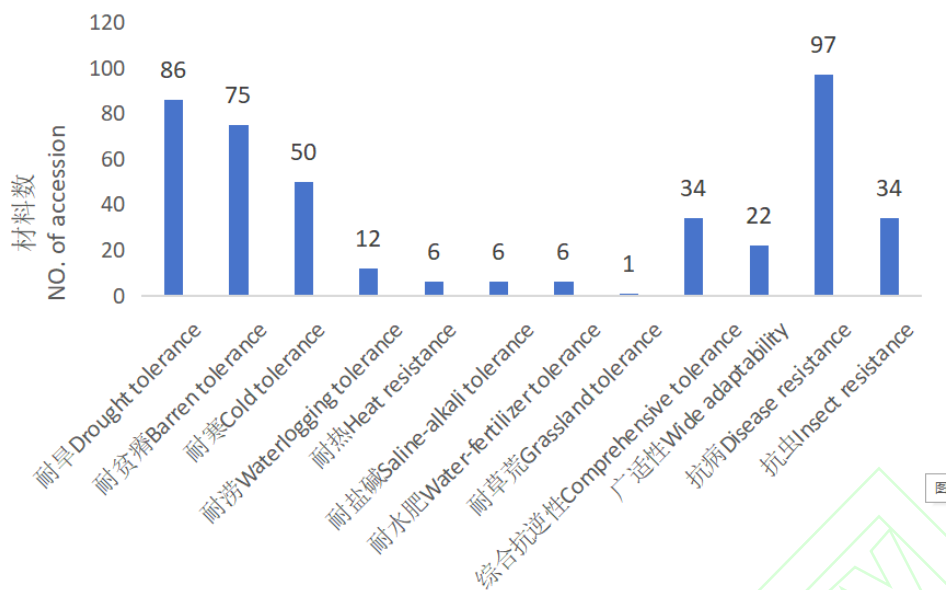
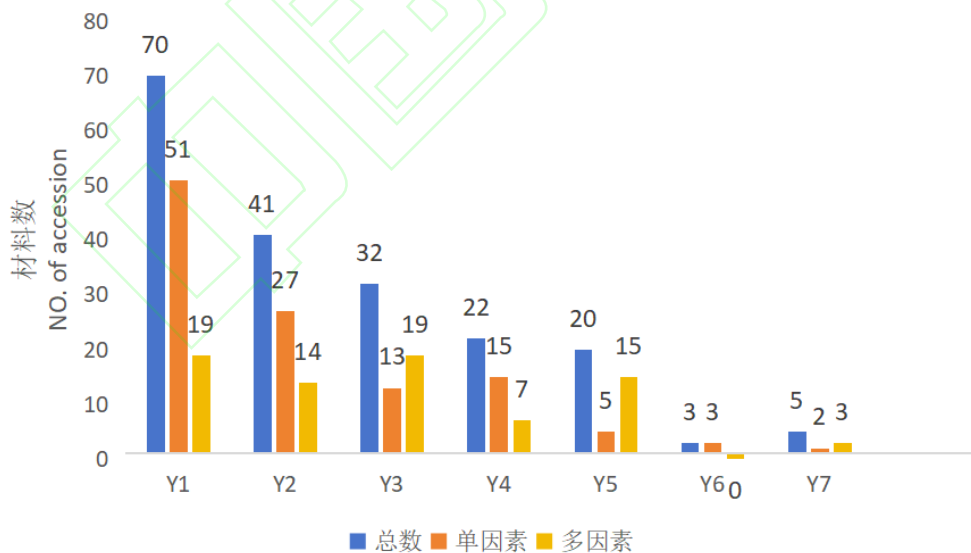


图 2 陕西优异资源抗性类型分布

Fig. 2 Distribution of resistance type to excellent crop germplasm resources in Shaanxi province

2.2.2.4 高效性 本文高效性泛指能产生经济效益、生态效益、社会效益的资源特性。高效性描述的资源有 156 份，占资源总数的 49.84%，涉及高物质含量、高产、耐储运、节省劳力、熟期、区域性、其他效益等 7 个方面，分别为 70 份、41 份、32 份、22 份、20 份、3 份、5 份，高物质含量指该资源富含某些物质。单因素占主导，有 116 份，占高效性描述资源的 74.36%，其中高物质含量描述最多有 51 份，高产有 27 份，剩余合计 38 份，含有多个描述的资源有 40 份，其中含有高物质含量、耐储运的资源数最多，均是 19 份。可以看出，高效性是农民选择驯化资源的重要考量，更突出主导效益，其中高物质含量、高产、耐储运是优先考虑的因素。



Y1、Y2、Y3、Y4、Y5、Y6、Y7 分别代表高物质含量、高产、耐储运、省劳力、熟期、区域性、其他效益等优异特性。

Y1、Y2、Y3、Y4、Y5、Y6 and Y7 represent high substance content, high yield, storage and transportation tolerance, labor-saving, maturity, regional and other high-efficiency characteristics of agriculture.

图 3 陕西优异资源高效性情况分布

Fig 3 Distribution of high-efficiency characteristics to excellent crop germplasm resources in Shaanxi

2.2.2.5 特殊用途 用途方面描述的资源有 81 份，占资源总数的 25.88%，本文涉及用于特色食品加工、工艺品或生活用品加工、饲用、季节补缺、多用途、其他等几个方面，分别为 47 份、11 份、6 份、4 份、4 份、9 份，其他这里主要涉及观赏、防风固沙、做砧木等几个方面。基本为单因素有 77 份。可以看出，特殊用途并非农民选择驯化资源的主要考量，选择驯化多倾向于特色食品、工艺品及生活用品加工。

2.2.3 资源留存原因与优异性状相关性分析 资源留存原因反映了农民真实主观需求，往往体现在具体性状上，这些性状就是优异资源具有的特征，而资源留存原因与优异性状的关系，则能反应农民如何把主观需求转化为现实，即选择驯化物种的策略或经验。首先资源留存主要原因与主要优异性状基本对应。优质资源有 163 份，其中 156 份涉及口味，占比 95.70%，因此农民所述的优质主要指口味，同样外观好与外部性状描述相等，即外观就是外部性状，适应性强资源中抗性描述占比 97.01%，所以适应性强主要指抗性。综合因素中除特殊用途，其他优异性状数量相当。种植历史久远中，口味、外观明显高于其他因素，说明这是资源长期保存的主要性状。其次主要需求及对应的主要优异性状和次要需求及其次要优异性状往往相关性较大。优质是主要需求，优质中含有外部性状、抗性性状的资源数最多，分别为 98 份、87 份，因此优质主因与外部性状、抗性性状相关性较高；同样外观原因与口味相关性较高，适应性原因与口味和高效性相关性较高。最后选择方向可能是满足作物基本生存需求基础上，以解决突出问题为主要方向，即农民优先选择强化主要性状而不是选择其他优异性状。不论是资源留存原因还是优异性状，总体上单因素较多因素多，说明农民在选择驯化中同时解决多个问题、满足多种需求是比较困难的，优先使主要需求对应的优异性状定向选择和逐渐积累，并尽可能兼顾其他需求，优先考虑优质、外观及适应性对应的优异性状。综上所述，农民主观需求与目标优异性状对应，在主要需求的主导下，一般优先积累主要性状，在此基础上积累次要需求及其对应的性状，使得主次需求及对应的性状产生了较高的相关性，最终形成陕西优异资源主要优异性状突出，并兼具其他重要性状。

表 4 陕西资源留存主因及优异性状相关性统计分析

Table 4 Comparison analysis of main reservation reason and related characteristics in study

综合评价 evaluation	份 Accessions	外观 Appearance	口味 Flavour	抗性 Resistance	高效性 High-efficiency	用途 Use
优质 high quality	163	98	156	87	74	29
外观好 Good appearance	69	69	50	33	29	13
适应性强 Strong adaptability	67	27	43	65	43	15
综合因素 Comprehensive performance	52	28	36	39	33	17
种植历史久远 Long history	42	27	31	18	18	4

2.3 特色作物分析

玉米、水稻、谷子、大豆、柿、猕猴桃、甜瓜、葱及油菜为陕西各类型作物中数量多，且具陕西特色的作物，这 9 种作物总计 99 份。资源留存原因中，优质原因最多有 59 份，占比 59.60%，外观、适应性及其他原因分别为 21 份、15 份、38 份，优异性状中，口味性状、外部性状、抗性资源数也是最多的，分别为 66 份、52 份、53 份，说明这 9 种作物优质是资源留存的最主要原因，其次是外观和适应性，并且优先选择主因对应的优异性状（表 5）。不同作物农民关注的优异性状差异较大，粮食作物相对复杂因此选取了 4 种作物，总体上以抗性为主有 31 份，口味和外部性状次之，分别为 27 份、21 份，以直接食用为主的水稻和谷子，口味性状资源数量较多，分别为 8 份、7 份，其中水稻口味性状更是主要性状，这与陕南汉中一直大力发展特色优质水稻的政策有关，其洋县黑米产业已达 3333.33hm²；果树柿、猕猴桃则偏重于外部性状与口味，外部性状分别为 14 份、8 份，口味分别为 11 份、8 份，蔬菜甜瓜口味是主要性状有 11 份，其中味道 10 份，均为香甜，口感 10 份，而软口感有 3 份，硬的有 6 份，说明陕西人喜欢吃脆的甜瓜，葱

口味也是主要性状有 8 份，只有 1 份是香，其余 7 份是辣，说明陕西人喜欢较为辛辣的葱；经济作物油菜以抗逆性状为主，抗逆描述有 3 份。这些与生产生活实际完全吻合，说明农民认知是农民主观真实需求的反映，是经过长期生产实践总结的朴素经验，具有较高的可靠性。

表 5 陕西部分主要作物分析

Table 5 Comparison analysis of some Shaanxi major crops in study

作物 种类 Species	份 Accessions	留存原因 Preserving reason				外部性状 Appearance characteristics		口味性状 Flavor type					抗逆性状 Resistance type			
		优 质	外 观	抗 性	其 他 原 因	外 部 性 状 总 数	颜 色	口 味 总 数	口 感 总 数	软 口 感	味 道 总 数	香 或 甜	抗 逆 总 数	耐 旱	耐 贫 瘠	耐 寒
玉米	15	5	6	3	4	12	10	8	7	6	4	3	14	7	7	3
水稻	11	9	2	0	4	4	4	8	4	4	8	8	2	0	0	0
谷子	11	7	0	1	5	4	3	7	6	5	3	3	8	5	5	0
大豆	11	5	1	4	7	1	1	4	3	1	2	2	7	4	4	1
柿	16	8	7	2	7	14	8	11	5	4	10	10	6	1	3	2
猕猴桃	11	5	3	0	7	8	6	8	4	1	8	7	2	1		2
甜瓜	11	11	1	0	0	6	2	11	10	3	10	10	5	5	1	0
葱	9	8	1	4	2	3	1	8	1	1	8	1	6	6	0	3
油菜	4	1	0	1	2	0	0	1	0	0	1	1	3	3	2	2
合计	99	59	21	15	38	52	35	66	40	25	54	45	53	32	22	13

3 讨论与建议

3.1 优异资源主要特点

3.1.1 抗性特点 抗性以耐旱、耐贫瘠、耐寒为主，其次抗病虫以抗病为主。历史上，陕西旱灾发生的频次、范围、危害程度，均超过其他气象灾害。袁林^[9]对上古至民国时期陕西旱灾史料研究发现，陕西旱灾非常频繁，平均 2.67 年就有 1 年发生旱灾，10 年中有 2 年半发生大旱，并且陕西旱灾发生呈增长趋势。孔坚文等^[10]对 1978–2011 年陕西省主要气象灾害对粮食生产的影响进行排序，依次是干旱、风雹、洪涝、霜冻。本次征集筛选到的优异资源多出现在偏远山村或农户房前屋后、坡地、荒地等零星地块，土地多为贫瘠。姚撑民^[11]等人对陕西土壤环境质量调查，发现陕西土壤有机质贫乏，农田生产力水平普遍低下。驯化作物与自然条件相适应是原始农业时期的特点之一，黄土高原这一带的气候，只有抗旱性强的作物如粟和黍才能适应良好^[12]。陕西气象灾害中干旱和低温冷害频发，加之土地较为贫瘠，其次病害发生远大于虫害，使得陕西优异资源具备了耐旱、耐贫瘠、耐寒、抗病的优良特性，这都是自然选择的结果。

3.1.2 品质特点 优质是主要特点，其次是外观，就具体性状而言，陕西人更关注口味，喜欢香、甜味道，口感软的食品，外观上偏向于颜色。随着农业生产力提升，人们从吃得饱到吃得好转变，吃得好成为提升生活品质的基本诉求，资源的优质特性得到选择和强化。黍稷是我国驯化最早的主要粮食作物，后黍稷的地位被粟取代，主要原因是其产量较低、品质较差，但随着生产技术的发展，逐渐被产量更高、品质更好的大豆、麦类及水稻等作物取代^[12]。QiangHe 等^[13]利用三种不同方法的 SNP 数据筛选了与谷子驯化相关的全基因组选择特征，发现与 Hd1、TGW6 和食用/烹饪品质基因 SBE2 等农艺性状同源的基因在驯化过程中也受到了选择，其次他们利用 46 个产量相关性状和 17 个粮食品质性状的 104 万个单倍型组合估算了基因组估计育种值（GEBVs），结果表明，产量性状和品质性状的 GEBVs 可分别提高 50%和 49%。味觉与嗅觉间存在相互作用，在某些食物中加入香气物质可以增强人体对食品的甜味感知^[14]。香草香气能够增加食品的甜味感知，而香草香气和甜味剂的组合使用可达到更强的增甜效果^[15]。Bertelsen 等^[16]发现香气对甜度的影响取决于味道的浓度。刘旭等^[17]研究表明中国传统人文环境中对食材糯性的偏爱，促进了古人对粮食作物糯性突变的发现和定向积累。高爱农等^[18]在贵州作物种质资源调查中发现苗族、侗族、水族、布依族、毛南族等少数民族都喜食糯性食品，因此他们多种植糯稻、糯玉米、糯小米等地方品种。郑殿升等^[19–20]在云南及周边地区作物种质资源调查中也有类似发现，还发现“细芽谷”是拉祜族地区种植的地方老品种，因

其米质好、味香，专做米凉粉和米线筋骨而被保留。高爱农等^[21]在云南省元阳县哈尼族、彝族的 341 份农业生物资源调查中，发现了大量优质为突出特点的资源，如红脚老粳、月亮谷、九月糯、糯玉米等。

3.1.3 其他特点 高效性及特殊用途反映了除品质和抗性以外农民的其他需求，高物质含量、高产、耐储运及加工特性被逐渐积累和加强，成为陕西资源特点。陕北红葱刀切茎秆时能流出白色液体，味道辛辣、芳香浓郁，该资源耐储运，室温下妥善保存可放 1 个月，冬季妥善保存可放一个冬天，还不影响口味，在陕北广泛种植。洽川大丫葫芦个头大、密度和结实率高，适合葫芦加工，“洽川葫芦艺术灯”的四圈镂空技艺堪称业内一绝，葫芦系列产品销往海内外，年销售额 500 多万元。

陕西资源形成特征受到自然和人工双重选择作用。一方面自然选择是基础，但人工选择作用愈发明显。资源首先要适应自然环境满足生存的基本需求，具备了耐旱、耐贫瘠、耐寒等的优良特性，同时调查发现优质、外观因素重要性大于抗性，优异资源的优异性状更多的是满足人们需求而不是作物生存需要，说明人工选择的作用愈加重要。另一方面受自然环境影响，使人工选择结果丰富多彩。受生态环境影响，各地作物结构、饮食习惯、人文环境等产生差异^[17]，导致各地主要需求不同，在人工选择的主导作用下，各地资源差异化加大，最终形成了类型丰富、形态各异，具有陕西特色的优异种质资源，如陕北和关中地区的枣和甜瓜，差异明显，具有鲜明地域特色。林霜霜等人^[22]研究分析福建沿海和内陆不同地区不同海拔征收集农作物种质资源影响，发现种类和数量有明显差异。

3.2 资源保护策略

根据陕西优异资源分布特点制定保护策略，首先优异资源保护工作应以果树、蔬菜和粮食作物为主，以与人民生活密切相关的大宗作物为主，优先保护数量较多的优势作物，也可结合资源特色、育种优势及产业发展需要等因素综合考虑。其次根据作物分布特点建立资源保护网络，应以省级资源库为中心，全省科学设置资源圃，可结合实际设立综合资源圃，保存种类较少、较为重要或具地方特色的资源。还需依据作物优势，发展地方特色文化及传统产业，在利用中加以保护，可通过政策扶持、技术指导、表彰奖励等方式，鼓励农民适度种植地方特色优异资源。适度种植地方品种，不但资源能得到有效保护，还能使资源在广大农民的选择下不断优化。王利等^[23]对云南水稻传统地方品种生产现状研究，认为传统地方品种保护与利用工作中，需引导农民参与，增加农民收入，使农民获益。

3.3 资源开发策略

3.3.1 服务于科研育种 一是科学引导育种方向。农民是种子的使用者，他们的需求即育种方向，建议将优质放在更加突出的位置，作为育种的长远方向，优质应更多偏向香、甜、软口味，同时注重外观和适应性选育，此外陕西不乏有益物质含量高和耐储运的资源，可开发营养健康的特色食品，以及改善番茄、西甜瓜等作物不耐储运的缺点，巩固育种优势。二是制定有效育种策略。农民选择驯化的实践经验中，逐渐形成了陕西资源特色，建议育种策略制定应先确定育种主要需求，最好是一个，并寻找对应的主要优异性状优先强化，同时尽可能积累次要需求对应的优异性状，使得主次优异性状不断积累和加强。三是支持田间宣传展示和研究创新工作。基于农民认知，陕西对筛选出的部分优异资源进行了田间展示，涉及 12 个地市，展示各类作物 500 余份，进一步明确其优异特征特性，为资源推广利用奠定良好基础。还依托西北农林科技大学，陕西对个别优异资源进行抢救性保护和深入研究，已在科研生产上应用，如吴堡青梨，通过不断优化品种、提升品质，2022 年吴堡青梨作为乡村振兴致富特色产业亮相于 CCTV-13；略阳瓢儿野生草莓，通过一系列试验研究工作，提升草莓产量，解决了移栽后不开花或有花无果的难题，使人工栽培成为可能。

3.3.2 鼓励开发特色产业 陕西地方特色资源丰富，此次普查中发现 200 多种特色迥异的地方品种，有的成为村镇支柱产业，说明地方品种的独特品质目前难以被商品种取代。建议围绕陕西“3+X”特色产业发展，优先开发资源丰富、地方特色浓郁、基础实力雄厚且具有深度开发潜力的苹果、猕猴桃、花椒、核桃、西红柿、红枣、小杂粮、富硒茶等作物^[24]。董玉琛等^[25]通过对 15 种粮食作物近 10 万份种质资源品质性状的鉴定，结果表明各种作物各个品质性状指标的变异范围都很大，利用现有种质资源选育优质品种，对发展名特优食品潜力很大。

3.3.3 完善资源管理体系 政府是资源管理的责任主体占主导地位，应进一步完善省市县三级管理体系，确保资源保护利用各项措施落到实处，建立合理的利益分享机制，促进“政、产、学、研”有效结合，可以

借鉴全国牧草种质资源保护体系管理机构^[26]，同时建立陕西农作物种质资源共享服务平台，可参照国家农作物种质资源和国家水产资源平台建设，开展实物、信息、技术共享，为资源研究、育种突破、市场需求等提供支持^[27]。

参考文献

- [1] 曹永胜,张贤珍,白建军,龚高法.中国主要农作物种质资源地理分布.地理学报, 1997,52 (1):10-17
Cao Y S, Zhang X Z, Bai J J, Gong G F. Distribution of the main crop germplasm resources in China. Acta Geographica Sinica, 1997, 52 (1):10-17
- [2] 李振声,穆素梅,蒋立训,周汉平,吴景科,余玲.蓝粒单体小麦研究(一).遗传学报, 1982,9 (6):431-439
Li Z S, Mu S M, Jiang L X, Zhou H P, Wu J K, Yu L. A study on Blue-grained monosomic wheat (I). Acta Genetic Sinica, 1982, 9 (6):431-439
- [3] 李殿荣,田建华.秦油 2 号的育成及其在我国杂交油菜科研和生产中的地位 and 作用.中国油料作物学报, 2015,37 (6):902-906
Li D R, Tian J H. Role and function of cultivar Qinyou 2 in rapeseed hybrid breeding and production in China. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2015, 37 (6):902-906
- [4] 中国农业农村部.农业部办公厅关于印发《第三次全国农作物种质资源普查与收集行动实施方案》的通知. (2015-07-09) [2017-12-02] .http://www.moa.gov.cn/nybg/b/2015/ba/201712/t20171219_6103757.htm
Ministry of Agriculture and rural affairs of the People's Republic of China. Implementation plan for the Third national general survey and collection of crop germplasm resources. (2015-07-09) [2017-12-02] .http://www.moa.gov.cn/nybg/b/2015/ba/201712/t20171219_6103757.htm
- [5] 王亚娟,张正茂,王长有,陈春环,张宏,刘新伦,杨勇,梁燕,吉万全.陕西省旱区抗逆农作物地方种质资源调查与分析.植物遗传资源学报, 2016,17 (5):951-956.
Wang Y J, Zhang Z M, Wang C Y, Chen C H, Zhang H, Liu X L, Yang Y, Liang Y, Ji W Q. Investigating and analyzing adversity-resistant landrace in dryland region of Shaanxi. Journal of Plant Genetic Resources, 2016, 17 (5):951-956
- [6] 高飞,张宗荣,赵继新,郑炜君,李向宏,赵兴忠,贾振江,马永强.陕西南部及关中宝鸡渭南地区农作物种质资源调查与分析.陕西农业科学, 2022,68 (7):83-91
Gao F, Zhang Z R, Zhao J X, Zheng W J, Li X H, Zhao X Z, Jia Z J, Ma Y Q. Investigating and analyzing of germplasm resources in some parts of Shaanxi Province. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 2022, 68 (7):83-91
- [7] 刘五志,高飞.陕西省农作物种质资源上册.西安:陕西科学技术出版社, 2020
Liu W Z, Gao F. Shaanxi Province Crop Germplasm Resources Volume 1: Shaanxi Science and Technology Press, 2020
- [8] 王述民,李立会,黎裕,卢新雄,杨庆文,曹永生,张宗文,高卫东,邱丽娟,万建民,刘旭.中国粮食和农业植物遗传资源状况报告(I).植物遗传资源学报, 2011,12 (1):1-12
Wang S M, Li L H, Li Y, Lu X X, Yang Q W, Cao Y S, Zhang Z W, Gao W D, Qiu L J, Wan J M, Liu X. Status of Plant Genetic Resources for Food and Agricultural in China(I). Journal of Plant Genetic Resources, 2011, 12 (1):1-12
- [9] 袁林.陕西历史旱灾发生规律研究.灾害学, 1993, 8 (4):26-31
Yuan L. On the regular patterns of the historical droughts in Shaanxi Province. Journal of Catastrophology, 1993, 8 (4):26-31
- [10] 孔坚文,王连喜,李琪,边超钧,江涤非.陕西省主要农业气象灾害分析及其对粮食产量的影响.干旱地区农业研究, 2015.33 (4):220-226
Kong J W, Wang L X, Li Q, Bian C J, Jiang D F. Analyses of main agro-meteorological disasters and their impacts on food production in Shaanxi Province. Agricultural Research in the Arid Areas, 2015. 33 (4):220-226
- [11] 姚撑民,周敏,董柏林.陕西农业土壤环境质量状况调查与评价.农业环境保护, 1994, 13 (4):273-176
Yao C M, Zhou M, Dong B L. Investigation and evaluation of agricultural soil environmental quality in Shaanxi Province. Agro-environmental Protection, 1994, 13 (4):273-176
- [12] 刘旭.中国作物栽培历史的阶段划分和传统农业形成与发展.中国农史, 2012 (2):3-16
Liu X. Stage Division of Chinese crop cultivation history and formation of traditional agriculture. Agricultural History of China, 2012 (2):3-16
- [13] Qiang He, Sha Tang, Hui Zhi, Jinfeng Chen, Jun Zhang, Hongkai Liang, Ornob Alam, Hongbo Li, Hui Zhang, Lihe Xing, Xukai Li, Wei Zhang, Hailong Wang, Junpeng Shi, Huilong Du, Hongpo Wu, Liwei Wang, Ping Yang, Lu Xing, Hongshan Yan, Zhongqiang Song, Jinrong Liu, Haigang Wang, Xiang Tian, Zhijun Qiao, Guojun Feng, Ruifeng Guo, Wenjuan Zhu, Yuemei Ren, Hongbo Hao, Mingzhe Li, Aiying Zhang, Erhu Guo, Feng Yan, Qingquan Li, Yanli Liu,

- Bohong Tian, Xiaoqin Zhao, Ruiling Jia, Baili Feng, Jiewei Zhang, Jianhua Wei, Jinsheng Lai, Guanqing Jia, Michael Purugganan & Xianmin Diao. A graph-based genome and pan-genome variation of the model plant *Setaria*. *Nature Genetics*, 2023, 55:1232–1242
- [14] 肖作兵,胡雨梦,牛云蔚,朱建才,张凤梅,张静. 香气增甜的作用机制及评价方法研究进展. *食品科学技术学报*, 2022,40 (6):1-12
- Xiao Z B, Hu Y M, Niu Y W, Zhu J C, Zhang F M, Zhang J. Research progress on mechanism and evaluation methods of aroma sweetening. *Journal of Food Science and Technology*, 2022, 40 (6):1-12
- [15] Velázquez A L, Vidal L, Varela P, Ares G. Cross-modal interactions as a strategy for sugar reduction in products targeted at children: case study with vanilla milk desserts. *Food Research International*, 2020,130 :108920
- [16] Bertelsen A S, Mielby L A, Alexi N, Byrne D V, Kidmose U. Individual differences in sweetness ratings and cross-modal aroma-taste interactions. *Foods*, 2020, 9 (2):146
- [17] 刘旭,李立会,黎裕,谭光万,周美亮.作物及其种质资源与人文环境的协同演变学说. *植物遗传资源学报*, 2022,23 (1):1-11
- Liu X, Li L H, Tan G W, Zhou M L. Synergistic Evolution Theory of Crop Germplasm Resources and Cultural Environments. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2022, 23 (1):1-11
- [18] 高爱农,郑殿升,李立会,刘旭.贵州少数民族对作物种质资源的利用和保护. *植物遗传资源学报*, 2015,16 (3):549-554
- Gao A N, Li D S, Li L H, Liu X. Utilization and conservation on crop germplasm resource of ethnic minority groups in Guizhou Province. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2015, 16 (3):549-554
- [19] 郑殿升,游承俐,高爱农,李立会,刘旭.云南及周边地区少数民族对农业生物资源的保护与利用. *植物遗传资源学报*, 2012,13 (5):699-703
- Zheng D S, You C L, Gao A N, Li L H, Liu X. Conservation and utilization on biological resources of agriculture of ethnic minority groups in Yunnan Province and its peripheral area. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2012, 13 (5):699-703
- [20] 郑殿升,高爱农,李立会,刘旭.云南及周边地区稀有农业生物种质资源. *植物遗传资源学报*, 2013,14 (1):8-17
- Zheng D S, Li L H, Liu X. Rare germplasm resources of biology of agriculture in Yunnan Province and its peripheral area. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2012, 13 (5):699-703
- [21] 高爱农,王丽萍,李坤明,彭朝忠,袁福锦,李卫芬,郑殿升,李立会,刘旭.云南省元阳县哈尼族彝族农业生物资源调查植物遗传资源学报. *植物遗传资源学报*, 2015,16 (2):211-221
- Gao A N, Wang L P, Li K M, Peng C Z, Yuan F J, Li W F, Zheng D S, Li L H, Liu X. Investigation of agricultural biological resources of Hani and Yi People in Yuanyang county Yunnan Province. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2015, 16 (2):211-221
- [22] 林霜霜,陆佩兰,余文权,张海峰,赵杰樑,陈双龙,翁培铭,车建美,葛慈斌.福建省农作物种质资源调查收集与多样性分析. *植物遗传资源学报*, 2024,25 (3):340-355
- Lin S S, Lu P L, Yu W Q, Zhang H F, Zhao J L, Chen S L, Weng P M, Che J M, Ge C B. Survey, Collection and Diversity Analysis of Crop Germplasm Resources in Fujian Province, China. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2024,25 (3):340-355
- [23] 王利,黄洁,薛仁凤.云南省元江县水稻传统地方品种的保护与可持续利用. *农学学报*, 2019,9 (11):1-5
- Wang L, Huang J, Xue R F. Traditional rice varieties in Yuanjiang county of Yunnan: conservation and sustainable utilization. *Journal of Agriculture*, 2019, 9 (11):1-5
- [24] 高飞,严勇敢,吉万全,刘五志,翟军海,李凤艳,高源.陕西农作物种质资源搜集保护与创新利用研究进展. *植物遗传资源学报*, 2021,22 (5):1175-1183
- Gao F, Yan Y G, Ji W Q, Liu W Z, Zhai J H, Li F Y, Gao Y. Research progress on the collection, protection, innovation and application of germplasm resources in Shaanxi. *Journal of plant genetic resources*, 2021, 22 (5):1175-1183
- [25] 董玉琛,曹永生.粮食作物种质资源的品质特性及其利用. *中国农业科学*, 2003,36 (1):111-114
- Dong Yu C, Cao Y S. Quality Characteristics of germplasm resources of food crops and their utilization. *Scientia Agricultura Sinica*, 2003, 36 (1):111-114
- [26] 李晓芳.全国牧草种质资源保护与利用构想. *中国草地*, 2000, (5):74-75
- Li X F. Suggestion of the development and protection of forage germplasm resources in China. *Grassland of China*, 2000, (5):74-75
- [27] 李梦龙,郑先虎,吴彪,方辉,刘永新.我国水产种质资源收集、保存和共享的发展现状与展望. *水产学杂志*, 2019,32 (4):78-82
- Li M L, Zheng X H, Wu B, Fang H, Liu Y X. Advances and prospects in research on collection, preservation and sharing of aquaculture germplasm resources in China. *Chinese Journal of Fisheries*, 2019, 32 (4):78-82