

作物种质资源调查收集的理论基础与方法

高爱农, 杨庆文

(中国农业科学院作物科学研究所, 北京 100081)

摘要: 作物种质资源调查与收集是作物种质资源保护、基础研究、鉴定评价和创新利用的基础。调查获得的地理分布、生态类型、特征特性等可为作物起源进化和保护生物学研究提供信息支撑, 收集到的作物种质资源的多样性对是否能够发掘出具有重要利用价值的资源具有决定性作用。本文简要回顾了作物种质资源调查收集历史, 从物种分布不平衡性、作物起源中心与种质资源分布、人类文明对作物起源与品种演化的影响等 3 个方面阐述了作物种质资源调查收集相关的理论基础, 详细介绍了作物种质资源调查收集的方法, 提出了未来作物种质资源调查收集的发展趋势。

关键词: 种质资源; 调查; 收集

Theory and Methods for Survey and Collection of Crop Germplasm Resources

GAO Ai-nong, YANG Qing-wen

(Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081)

Abstract: Survey and collection are the foundational work in the research field of crop germplasm resources, and enable the performance of conservation, basic research, evaluation and utilization. Survey is able to obtain the information of geographical distribution, ecological types, botanical features and agronomic characteristics of germplasm resources, and this information is valuable in basic studies of crop origin and evolution as well as conservation biology. The collected germplasm resources might contain the boarder genetic diversity which is of interest in discovery of high value genetic resources valuable for agricultural utilization. This paper reviews the history of field survey and collection activities of crop germplasm resources, followed by introduction of the theoretical basis (i.e. disequilibrium distribution, crop origin center and germplasm resources distribution, human civilization and crop origin) of investigation and collection. For providing a practical guideline, this paper introduces the detailed methods and notes in the survey and collection, and proposes the future development in the field of crop germplasm resource survey and collection.

Key words: germplasm resources; field survey; collection

作物种质资源调查是在植物资源调查基础上发展起来的。植物资源调查, 是指为了解某一区域植物资源种类、贮量、用途以及地理分布、生态条件、利用现状、资源消长变化及更新能力, 在植物分类学、植物地理学、植物生态学以及植物资源学等植物科

学基本理论的指导下, 对收集的植物资源数据, 在正确认识自然现状的基础上, 科学评判其利用价值和开发潜力, 为当地制定区域植物资源的保护管理措施及开发利用策略提供理论支撑^[1]。作物种质资源调查是为全面掌握作物种质资源相关信息而进行

收稿日期: 2021-12-03 修回日期: 2021-12-10 网络出版日期: 2021-12-14

URL: <http://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20211203003>

第一作者研究方向为作物种质资源调查收集, E-mail: gaoainong@caas.cn

通信作者: 杨庆文, 研究方向为野生稻种质资源保护与利用, E-mail: yangqingwen@caas.cn

基金项目: 农作物种质资源保护与利用专项 (19200385-7); 第三次全国农作物种质资源普查与收集行动 (19210125)

Foundation projects: The Program of Protection of Crop Germplasm Resources (19200385-7), The Third National General Survey and Collection Action of Crop Germplasm Resource (19210125)

的普查或实地考察,其目的是获取某一区域所有作物种质资源的种类、数量、分布或某一作物在较大范围(如全球、国家或区域)的分布、数量、生态环境、伴生物种、特征特性及其相关传统知识等重要信息,从而查清作物种质资源现状,揭示作物种质资源地理分布、遗传演化、生态适应性及其客观规律。作物种质资源收集是在科学调查基础上,针对种质资源的多样性、完整性、特异性和累积性等特点,采集作物具有代表性的遗传材料,为未来作物育种和种业发展储备基因资源。调查收集是作物种质资源保护、鉴定评价、研究和创新利用的基础,是作物种质资源工作不可或缺的关键环节。因此,作物种质资源调查收集一直受到国内外政府和科学家的高度重视,并逐渐形成了比较完善的理论和技术体系。

我国的作物种质资源调查分为综合性调查和单一作物调查两种组织形式,本文主要介绍综合性调查理论与方法,也可供单一作物调查参考。

1 作物种质资源调查收集简史

古代人民对植物的关心基本上从实际出发,或是出于农业种植,或是出于医疗药用,对植物知识的积累也依此进行。中国古代对植物记载的典型书籍如《神农本草经》、《齐民要术》等都是通过对植物进行广泛调查后根据其实用价值记录下来。国外情况也基本类似,以古希腊狄奥弗拉斯特(Theophrastus)的《对植物的探索》(拉丁书名《Historia Plantarum》)和《植物的缘由》(拉丁书名《Causa Plantarum》)为代表的著作奠定了植物学的基础,植物学的发展进入了一个系统调查和记载的新阶段^[2]。

现代植物资源调查和收集应归功于文艺复兴时期欧洲药用植物园的蓬勃发展,植物学家强烈意识到增加收集品种类的重要性,遂派出专业队伍赴近东、美洲、南非、澳洲和远东地区进行调查和收集,不仅获得了大量药用植物资源,还收集到大量作物、果树、辣椒和园艺植物等,开启了全球植物调查收集的先河^[3]。19世纪末期,瑞士植物学家A.P. 德堪多在广泛的植物资源调查基础上出版了专著《栽培植物起源》后,全球兴起了植物资源调查和收集的热潮,其中规模最大、影响力最深远的种质资源调查收集活动当属于前苏联全苏植物科学研究所的瓦维洛夫及其同事于1920年起开展的全球植物资源调查。瓦维洛夫率领一支植物采集远征队,经过10余年的实地考察,先后到达60个国家,采集了30余万份栽

培植物及其近缘植物标本和种子,不仅获得了全球大量作物的种质资源,而且提出了著名的作物起源中心学说^[4]。

我国作物种质资源调查收集早在20世纪初就开始了,如丁颖教授1927年在广州郊区考察时,首次在犀牛尾沼泽地及其周围发现了普通野生稻。但那只是农学家自发的、分散的考察活动。20世纪50年代起,我国政府开始重视作物种质资源调查收集。1956-1957年,开展了全国作物种质资源征集工作,1978-1982年再次进行了补充征集^[5],2015年开始又启动了第三次全国农作物种质资源普查与收集行动。期间还开展了重点地区和重要作物及其野生近缘植物的专项调查收集^[6-11],收集到各种作物的栽培种、野生种、野生近缘植物和药用、特用植物的种子或营养体等大量种质资源^[12]。

2 作物种质资源调查收集的理论基础

作物种质资源调查收集的发展历史证明,正是大量调查收集的实践活动推动了理论的发展,而形成的理论又反过来指导调查收集实践,因此调查收集的理论与实践既相互依赖又互相促进。

2.1 物种分布的不平衡性

生物多样性具有显著的纬度和海拔梯度分布特点,从低纬度到高纬度、从低海拔到高海拔物种逐渐减少是生物多样性最重要的基本格局。全球物种分布并不均匀,包括巴西、哥伦比亚、中国等在内的12个物种多样性特丰富国家拥有世界60%~70%的生物多样性^[13]。研究表明,愈近赤道物种越多,同样,垂直分布的山区也是愈近山顶物种愈少。因此在等量的空间里,热带比温带可容纳更多的物种^[14]。据统计,全球热带雨林的面积不足陆地面积的6%,但却蕴藏着一半以上的生物物种^[15]。

作为生物多样性的重要组成部分,植物物种多样性也具有相似的分布特点,并且植物物种多样性受地域面积、时间和气候三大因素决定。研究表明,面积每增加10倍物种数相应增加1倍。因为较大的面积可以让更多的物种找到适合的栖息地,为多样性演化达到较高程度提供各种不同的舞台。植物演化需要时间,足够的时间让植物完成同生过程,也能够缓和竞争程度,自然灭绝率降低,物种得以众聚,才能出现大容量的生物群。在面积和时间都具备的前提下,植物的多样性程度还取决于稳定的气候^[16]。地球板块构造的研究表明,地球在1500万年前的中新世中期之前,中国、欧洲和北美的植物

区系十分类似,物种丰富度也相当。但受第四纪冰川作用影响,欧洲大陆由于多东西走向的山脉受到冰川的强烈影响,植物类群变化最大;北美山脉为南北走向,植物迁移受阻较少,植物类群变化也小于欧洲;而中国没有大规模的冰川并且地形复杂多样,植物类群变化不大,因此植物物种分布是不均衡的^[17]。

中国是北半球唯一具有热带、亚热带至寒温带连续完整的所有植被类型的地区,物种分布格局与全球是一致的。中国的热带季雨区、雨林区虽然是热带北缘,面积不足全国陆地面积的十分之一,但是却占全国种子植物总数约一半以上。各种植被的连续性为中国保存有大量物种提供了优越条件,中国几乎拥有全部的木本属植物,尤其是华中地区是落叶木本植物最丰富的地区。中国植物物种的分布具有三大特点:(1)中国种子植物的分布主要受制于地理条件所引起的水、热分配差异,绝大部分分布于东南半壁。如果将黑龙江的爱辉县和西藏的墨脱县连成一线,中国全部植物种类的 90% 出现于此线以东地区,东南半壁种子植物丰富度及其特有性程度,大体上由北往南递增;(2)中国种子植物最丰富和特有性最强的地区主要集中在 20~35 °C 的亚热带常绿阔叶林区域;(3)横断山脉地区无论是种子植物的丰富度还是特有性程度都是全国最高的,其次是岭南地区和华中地区,这 3 个地区自然条件和植物区系背景具有明显的差异^[16]。造成上述特点的主要原因是,东南半壁受季风影响,气候湿润,地形多变,蕴藏着我国种子植物的绝大多数物种。而青藏高原和蒙新高原的高寒和干旱环境条件均不利于植物物种多样性的发展。

2.2 作物起源中心与种质资源分布

受 A.P. 德堪多《栽培植物起源》的启发,前苏联著名植物学家和农学家瓦维洛夫根据地球上栽培植物种类分布的不平衡性,将种类异常丰富、存在着大量变异的地区命名为作物起源中心。瓦维洛夫认为,作物起源中心有两个主要特征:基因的多样性和显性基因频率高,故又可称作基因中心或多样化变异中心,或遗传多样性中心。作物起源中心是野生植物最先被人类栽培利用或产生大量栽培变异类型的较独立的农业地理中心。起源中心区域有较高的遗传多样性,各种遗传类型分布较为集中,具有地区特有的变种、近缘野生种或栽培类型。在东半球栽培植物约有三分之二起源于南亚热带山区,而在西半球则多分布在热带的纵长山地区域。不同中心

的栽培植物虽有相近的种类,但在形态和染色体方面均有差别。有些植物如葡萄、鹰嘴豆等有几处发源地,形成不同的生态种。许多植物经传播后形成次生起源中心或在小范围形成小中心^[18]。

由于植物物种分布不均衡,驯化物种在其起源中心和次生起源中心遗传变异丰富,形成了遗传多样性中心,且作物在演化和传播过程中由于受到人类和自然选择压力形成了丰富多彩的种质资源,因此作物种质资源调查应以物种分布为基础,重点关注作物的起源中心和次生起源中心,并按照其演化和传播途径,明确实施策略,制定调查方法。

2.3 人类文明深刻影响作物起源与品种演化

生物多样性与文化多样性相互影响,相互促进。种质资源作为生物多样性的组成部分,与人类文明进步息息相关,受民族文化与传统知识的影响较为深刻^[19]。世界四大文明发源地的古埃及、古巴比伦、古印度和中国不仅创造了人类文明,而且是最先驯化农作物的地区,如水稻、大麦、小麦、亚麻、高粱、谷子等都起源于这些地区。同时,这些地区民族众多,各民族独特的传统和习俗又进一步丰富了作物的品种类型。

中国是世界上三大农业起源地之一。我国先民在原始时代首先驯化栽培了粟、黍、菽、稻、麻和许多果树蔬菜等,成为世界上重要的栽培植物起源中心之一。我国所有考古发现的农作物中,以水稻为最多,在 130 多处新石器时代遗址中有稻谷遗存,绝大部分分布于长江流域及其以南的广大华南地区。在长江流域中下游地区,早在六七千年前已经普遍种植水稻,这是当时的生态条件和气候条件决定的^[20]。国内外学者的大量研究表明,农作物品种的多样性与文化习俗有关,甚至与不同民族的饮食习惯或口味偏好有关,品种多样性保持的重要原因是满足当地的传统饮食文化需求。

我国各民族在数千年的农业生产实践中,培育了大量的农作物地方品种资源,极大地丰富了农业生物多样性,并在长期的生产生活中形成了独特的食用、药用等传统习俗,保护和延续了农作物地方品种^[21]。在云南,徐福荣等^[22]、高爱农等^[6]发现元阳哈尼梯田稻作品种多样性与高度异质的生态环境和民族文化习俗密切相关,并揭示云南省 15 个特有少数民族保持稻、麦和玉米等地方品种多样性的主要驱动力是满足该民族传统文化习俗的生活需求。伍绍云等^[23]揭示了云南澜沧县哈尼、傣、佤、拉祜族等少数民族丰富的传统知识对陆稻品种多样性的促进

作用。少数民族人口越多,民族传统文化保留越好,暗示了民族传统文化对农作物品种多样性的促进作用越大。高爱农等^[7]、崔海洋^[24]通过贵州少数民族对作物种质资源的利用和保护以及对黔东南黎平县双江镇等黄岗村的调查发现,当地不仅侗族传统文化保留完好,而且在 100 hm² 的土地上同时种植几十种传统糯稻品种,这说明传统文化与地方品种保持的相互依存关系。在海南,长期生活在高山上的黎族居民,利用刀耕火种方式沿袭几千年,长期种植的水稻品种俗称“山栏稻”,形成了海南独特的早稻类型。每年阴历三月初三是黎族重要节日“三月三”,每家每户将自家种植的“山栏稻”红米、黑米、白米等做成五色饭,再奉上利用黎族特有的工艺酿造的“山栏酒”,已成为这一重大节日必不可少的食品。因此“山栏稻”不仅品种类型多,而且成为传承黎族文化的典型象征。

3 作物种质资源调查收集方法

作物种质资源调查和收集是两种不同的方法,但两者又密不可分,只有在调查获得准确信息的基础上,收集的种质资源才更具价值。基于上述调查收集的理论基础,调查收集方法包括优先区域选择、调查收集程序、调查方法、收集方法、标本采集方法等。

3.1 调查收集优先区域选择

作物种质资源调查与收集往往受资金和人力限制不可能覆盖所有分布区,必须针对作物的分布特点选择优先区域,一般按照下列原则选择:(1)某作物的起源中心、次生起源中心或遗传多样性中心,因为这些中心往往具有丰富的作物野生近缘种资源和地方品种资源;(2)少数民族多、民族文化多样的区域,在这些区域即使受到新品种、新技术的影响较大,但因为民族传承的需要,一些具有民族特色的品种仍然会保留下来;(3)环境变化剧烈的区域如青藏高原,因为在进化过程中,剧烈的环境变化更容易使作物发生遗传变异,有可能形成新的种质资源;(4)种质资源受威胁最大、濒危程度最高的地区,这些地区如不进行抢救性调查和收集,一些珍贵的种质资源可能将永久消失;(5)尚未进行系统调查和收集的地区。

3.2 调查收集程序

调查收集程序一般由调查收集准备、实地调查与样本收集、样本整理与归类、样本保存、总结报告和资料归档等构成^[25](图 1)。

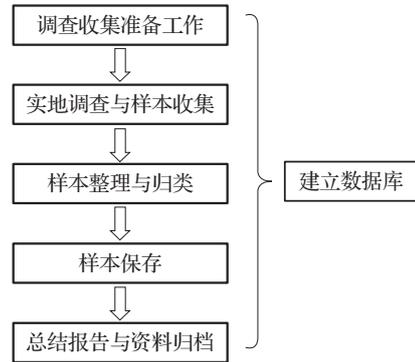


图 1 作物种质资源调查收集程序

Fig.1 The process of crop germplasm resources survey and collection

3.3 作物种质资源调查方法

3.3.1 调查队伍组建 调查队伍的组建主要关注 4 个方面。一是专业搭配,人员应包括调查的主要作物所涉及的相关专业,必要时还应有植物分类学、生态学等专业人员。二是年龄结构,老中青相结合,以专业基础扎实、知识面广的中青年专家为主。三是调查队伍的主持人素质,是决定调查可否取得成果和工作有效性的关键因素,应是专业水平高、经验丰富、管理能力强的专家。四是邀请县级农业农村部门委派 1~2 名熟悉业务和全县基本情况的专业人员参加调查队伍。

3.3.2 调查季节的选择 由于各类作物对温度、光照等条件的适应性不同,调查时间也应不同。我国的作物种类基本可分为夏季作物和秋季作物,所以调查也相对集中于夏季作物成熟和秋季作物成熟的时期进行,这样能够获得大多数作物的生长繁殖信息。对于集中调查过程中尚未成熟或已过成熟期的作物,可以采取单一作物补充调查的方式进行。

3.3.3 调查方法 作物种质资源调查方法一般包括文献法、访谈法和实地调查法 3 种。

文献法。 查阅文献是调查前期必须准备工作。调查队员应根据专业分工,广泛查阅有关区域人口、社会、经济、生产、民族、习俗、地理、气候、植被、土壤、降水等文献资料,详细了解当地的植物资源、作物种类、种植结构等基本信息,掌握栽培作物及野生近缘植物的种类、分布和特征特性。通过《中国植物志》等志书查找各种植物在当地的分布及其生态环境。

访谈法。 分为 3 个阶段,即县级访谈、乡镇级访谈和村级访谈。调查队在确定调查县而未到达前,需准备好对县里拟了解的信息,并形成问题提纲。及时与县农业农村部门取得联系,由参加调查队伍

的县级调查队员召集座谈会,参加人员应包括农业农村部门主要领导、业务骨干、退休干部、老农技师等熟悉县内作物生产和农村情况的人员参加。座谈会会在介绍调查目的和任务后,按照准备的问题提纲以问答方式详细了解所需要的信息。在此基础上,与参会人员共同商定拟调查的重点乡镇。重点乡镇的确定原则参考优先区域选择原则。乡镇级座谈方式与县级类似,村级座谈则应更注重座谈人员和座谈方式。村级座谈人员应尽量包括在村里从事农业的农民、合作社成员以及村里的新老村干部,还要注重那些药农、村医等经常爬山涉水和走村串户的人员,因为他们对村里的情况可能更熟悉。村级座谈方式以聊天为主,引导农民讲述种植作物的故事,从中发现与种质资源有关的信息。座谈中还应注意有些不善言辞的农民可能也掌握有种质资源的信息,就要作为重点单独走访。

实地调查法。实地调查应坚持“进村、入户、下田、上山”的原则。在通过座谈了解到基本信息后,首先,对村庄内房前屋后种植的树木、花草、蔬菜等进行调查,一般农民喜欢在房前屋后种植一些自己喜欢的植物,株数不多但可能具有较特别的利用价值;其次,请农民帮忙,在其住宅(含正房、偏房、储物间、阁楼等)内外搜集已收获或数年内并未种植、存放在瓦罐、箩筐、编织袋、塑料袋甚至矿泉水瓶中的种子,再向农民详细询问每一份种子的名称、用途、特性、储存时间等,有时一家农户可以搜集到上百份资源;第三,在生长季节到农田、菜园等地实地查看栽培作物的类型和品种,包括农田、菜园周围田埂、沟渠中是否存在野生近缘植物资源;第四,对于分布于山区的野生近缘植物,调查队员要亲自上山寻找可能存在的野生资源。最后,还要关注农民的晒场和村镇的集市,这些地方往往也可以发现我们所需要的资源,特别是在集市上地方特色的蔬菜比较普遍。

3.4 作物种质资源收集方法

作物种质资源收集包括栽培品种收集和野生近缘植物收集。

3.4.1 栽培品种收集方法 根据作物繁殖方式不同收集的资源类型也不同。如种子、块根、块茎、枝条等,有些既有有性繁殖又有无性繁殖的作物,根据其繁殖方式和遗传稳定性选择收集部位,也可以根据研究和生产需要分别收集种子和无性繁殖器官^[6-7,26]。

收集时间视作物的成熟期而定。种子应在充分

成熟时收集,无性繁殖器官根据作物收获期或易于繁殖的时期收集。收集的组织或器官应最大限度保证其繁殖能力,剔除混杂、霉变、病变、虫蛀等劣质繁殖体。

收集数量因组织或器官不同而不同。以种子繁殖的作物,每个品种收集 50 个以上单株的种子混合作为 1 份资源,每个单株采集 1 个穗子,种子数量达到 2500 粒为宜,特大粒作物(如花生、蓖麻、大粒类型蚕豆)数量可根据需求酌情少取一些,而特小粒作物(如粒用苋、烟草)的数量可多些。无性繁殖作物每个品种应采集 10~15 个单株的繁殖体混合作为 1 份资源,每个单株只采集 1 个繁殖体(块根、块茎、枝条等)。无论是有性繁殖作物还是无性繁殖作物,单株之间应根据品种种植面积间隔一定的距离,且取样距离越远越好。

3.4.2 野生近缘植物收集方法 除与上述栽培品种收集一致外,还应考虑居群的划分和每个居群的取样原则两个方面。

居群的划分。野生近缘植物在野外有些是集中分布,有些是大面积连续分布,有些是零星分布,因此居群和亚居群的划分尤为重要,资源的收集也应按照居群或亚居群采集。对于集中分布的野生近缘植物,将其集中分布区作为一个居群;对于大面积连续分布和大面积零星分布的野生近缘植物,要根据地形地貌和小生境划分居群,一般将由自然屏障(如山脊、溪流、村庄、农田等)隔开的区域划分为不同的居群,如果居群仍然较大(如上千亩),再根据小生境划分为亚居群;对于小面积零星分布、数量极少的野生近缘植物,做到应采尽采,可以收集所有的单株,待保存后再剔除重复。

居群内取样原则。居群和亚居群确定后,每个居群的取样数量和取样距离因物种特性而异,不同物种在收集前应利用遗传多样性研究方法确定每个居群的取样数量和距离^[27-31]。

一般而言,异花授粉植物居群内随机选择 100 个单株,每个单株采集 1 个穗子,混合作为 1 份资源,单株间距离 20 m 以上。自花授粉植物居群内随机选择 20 个以上的单株,每个单株采集 1 个穗子,混合作为 1 份资源,单株间距离 10 m 以上。研究表明,普通野生稻居群取样数量为 20~30 株,可以代表居群遗传多样性的 80%~95%,取样距离大于 12 m,基本不出现重复^[32]。一年生野生大豆居群取样数量为 25~52 株,可以代表居群遗传多样性的 95%,取样距离大于 18 m,基本不出现重复^[33]。

无性繁殖植物应每居群中随机从 5~10 株上采集样本(块根、块茎、根茎、球茎、鳞茎、枝蔓、根丛、幼株、幼芽等),每个个体上采集 2~3 个即可,个体间距离 10 m 以上。

3.5 标本采集方法

种质资源的收集一般只采集繁殖体,但对于分类不明确的作物野生近缘植物或栽培品种的珍稀资源才同时采集标本。标本采集方法参见《生物标本的采集、制作、保存与管理》^[34]。

4 结语与展望

4.1 我国作物种质资源收集成果显著

作物种质资源调查收集是一项长期性、基础性工作。我国地域辽阔,生态环境复杂,文化历史悠久,作物种质资源十分丰富。经过前两次的作物种质资源征集活动,已收集了大量珍贵资源。此后,随着社会经济的快速发展,栽培作物的地方品种受新品种、新技术的推广应用而逐渐被淘汰,野生近缘植物也因栖息地被破坏而急剧减少。我国又针对不同作物进行了专项调查收集和针对不同地区开展了区域性种质资源调查收集,为抢救性保护作物种质资源做出了重大贡献。进入 21 世纪后,作物种质资源丧失的速度进一步加快,为了全面掌握我国作物种质资源的现状并进行抢救性收集,农业农村部于 2015 年启动了“第三次全国农作物种质资源普查与收集行动”,由著名种质资源学家刘旭院士任首席科学家,预计 2023 年完成。通过这些调查收集活动,我国保存的作物种质资源总量已达 52 万份,位居世界第二位^[12,35]。

4.2 加强作物种质资源应急收集体系的建设

总的来看,我国作物种质资源调查收集是系统而全面的,但多以广泛调查收集为主,对于特殊情况下有针对性地开展深入、细致的调查收集还比较欠缺。因此,建议在突发状态下对种质资源调查收集应侧重于以下几个方面:(1)针对某一作物生产上急需的关键性状深入到相关区域进行广泛调查收集。例如,当某一作物出现某一严重病害或虫害时,可选择该病害或虫害发生最严重的区域进行调查,可能收集到抗病或抗虫性好的资源。(2)当某地发生严重的自然灾害如旱灾、水灾、冰冻时,应迅速到该地开展相关作物的调查收集工作,重点关注在严重自然灾害中仍然表现优异的种质资源。

4.3 加强少数民族地区系统化收集体系的建设

少数民族集聚地仍然是种质资源调查收集的薄

弱区域,对于追求独特品质的作物种质资源工作者,对这些地区应分作物、分生态区、分季节、分民族进行深入细致调查,特别要针对少数民族长期种植且自用的地方品种,应详细了解这些品种的种植历史及在少数民族传统习俗或节日中的应用情况。

4.4 加强极度严酷自然环境下的种质资源收集体系的建设

极度严酷自然环境是孕育具有极端耐性种质资源的区域,随着气候变化加剧,极端耐热、极端耐寒等种质资源是培育适应气候变化品种的重要亲本来源,加强这些地区的种质资源调查收集可为未来应对气候变化储备有利资源。

4.5 加强野生近缘植物资源收集体系的建设

我国野生近缘植物资源调查收集一直落后于栽培作物,其主要原因是其利用周期较长,育种家往往更偏向于利用栽培品种作为亲本。但作为作物种质资源的重要组成部分,野生近缘植物资源目前濒危状况非常严重,因此,作为种质资源工作者应以作物野生近缘植物为重点,分作物、分物种对其进行全面系统和深入细致的调查收集,从而为作物育种储备更加丰富的基因资源。

参考文献

- [1] 张存叶. 植物资源综述及调查方法信息化研究. 科学技术创新, 2020(12): 56-57
Zhang C Y. Review of plant resources and informationization of investigation methods. Scientific and Technological Innovation, 2020(12): 56-57
- [2] 汪振儒. 人类认识植物的历史(一). 生物学通报, 2002(7): 54-56
Wang Z R. The history of human knowledge of plants(1). Biological Bulletin, 2002(7): 54-56
- [3] Heywood V H. Botanical gardens and the conservation of plant resources. Impact of Science on Society, 1990, 158: 121-132
- [4] Guarino L, Ramanatha Rao V, Reid R. Collecting plant genetic diversity: Technical guidelines. Wallingford: CAB International, 1995: 1-11
- [5] 杨庆文, 黄亨履. 我国作物种质资源考察的成就与展望. 作物品种资源, 1994(1): 1-3
Yang Q W, Huang H L. Achievements and prospects of crop germplasm resources investigation in China. Crop Variety Resources, 1994(1): 1-3
- [6] 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, 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
- [7] 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, Zheng D S, Li L H, Liu X. Utilization and conservation on crop germplasm resource of minority nationality in Guizhou province. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2015, 16(3): 549-554
- [8] 郑殿升, 高爱农, 李立会, 刘旭. 贵州少数民族地区作物稀有种质资源和野生近缘植物. 植物遗传资源学报, 2016, 17(3): 570-576
Zheng D S, Gao A N, Li L H, Liu X. Rare germplasm resources of crop and wild relatives of minority area in Guizhou province. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2016, 17(3): 570-576
- [9] 郑殿升, 高爱农. 对贵州少数民族地区农业生物资源保护和可持续利用的建议. 植物遗传资源学报, 2016, 17(5): 957-959
Zheng D S, Gao A N. Proposal concerning conservation and sustainable use of agrobiological resources in minority area in Guizhou province. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2016, 17(5): 957-959
- [10] 穆志新, 郝晓鹏, 秦慧彬, 李萌, 王燕, 畅建武, 乔治军. 山西省干旱地区农作物种质资源普查与分析. 植物遗传资源学报, 2016, 17(4): 637-648
Mu Z X, Hao X P, Qin H B, Li M, Wang Y, Chang J W, Qiao Z J. General survey and analysis of crop germplasm resources in drought area of Shanxi province. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2016, 17(4): 637-648
- [11] 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
- [12] 刘旭, 李立会, 黎裕, 方洸. 作物种质资源研究回顾与发展趋势. 农学学报, 2018, 8(1): 1-6
Liu X, Li L H, Li Y, Fang W. Crop germplasm resources: Advances and trends. *Journal of Agriculture*, 2018, 8(1): 1-6
- [13] McNeely J A, Miller K R, Reid W V, Mittermeier R A, Werner T B. Conserving the world's biological diversity. Washington: World Bank, 1990: 18
- [14] Wilson E O. The diversity of life. Cambridge Mass: The Belknap Press of Harvard University Press, 1992: 424
- [15] Rapoport E H. Areography: geographical strategies of species. translated Drausal B. Oxford: Pergamon Press, 1975: 269
- [16] 应俊生. 中国种子植物物种多样性及其分布格局. 生物多样性, 2001, 9(4): 393-398
Ying J S. Species diversity and distribution pattern of seed plants in China. *Biodiversity Science*, 2001, 9(4): 393-398
- [17] Axelrod D I, Al-Shehbaz I, Raven P H. History of modern flora of China//Zhang A. Floristic characteristics and diversity of east Asian plants. Beijing: CHEP and Springer-Verlag Press, 1998: 43-55
- [18] 邵启全, 扎哈洛夫. 苏联植物遗传资源研究和瓦维洛夫的贡献. 作物品种资源, 1991(2): 38-40
Shao Q Q, Zaha rove. Research on plant genetic resources in the Soviet Union and vavilov's contribution. *Crop Variety Resources*, 1991(2): 38-40
- [19] 王艳杰, 王艳丽, 焦爱霞, 才吉卓玛, 杨京彪, 阮仁超, 薛达元. 民族传统文化对农作物遗传多样性的影响 - 以贵州黎平县香禾糯资源为例. 自然资源学报, 2015, 30(4): 617-628
Wang Y J, Wang Y L, Jiao A X, Caiji Z M, Yang J B, Ruan R C, Xue D Y. Influence of national traditional culture on crop genetic diversity - take an example of kam sweet rice in Liping county of Guizhou province. *Journal of natural Resources*, 2015, 30(4): 617-628
- [20] 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
- [21] 陈彦清, 曹永生, 井福荣, 刘海洋, 方洸. 贵州 21 个资源调查县的种质资源地理空间分布特征. 植物遗传资源学报, 2020, 21(3): 525-531
Chen Y Q, Cao Y S, Jing F R, Liu H Y, Fang W. Geographical distribution characteristics of crop germplasm resources of 21 investigation counties in Guizhou province. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2020, 21(3): 525-531
- [22] 徐福荣, 杨稚云, 张恩来, 阿新祥, 汤翠凤, 董超, 张斐斐, 刘旭, 戴陆园. 云南 15 个特有少数民族当前农家保护的稻、麦、玉米地方品种多样性. 遗传, 2010, 34(11): 1465-1474
Xu F R, Yang Y Y, Zhang E L, A X X, Tang C F, Dong C, Zhang F F, Liu X, Dai L Y. On-farm conservation and utilization of paddy rice, wheat and maize landrace varieties in 15 unique ethnic groups in Yunnan, China. *Hereditas (Beijing)*, 2010, 34(11): 1465-1474
- [23] 伍绍云, 游承俐, 戴陆园, 金建昌, 张宗文, Paul Quek, 杨家寿. 云南澜沧县陆稻品种资源多样性和原生境保护. 植物资源与环境学报, 2000, 9(4): 39-43
Wu S Y, You C L, Dai L Y, Jin J C, Zhang Z W, Paul Q, Yang J S. Diversity of upland rice germplasm resources and in situ conservation in Lancang county, Yunnan province. *Journal of Plant Resources and Environment*, 2000, 9(4): 39-43
- [24] 崔海洋. 从糯稻品种的多样并存看侗族传统文化的生态适应成效. 学术探索, 2009(4): 74-79
Cui H Y. The effects in the ecological adaptation of traditional Dong ethnic culture in terms of the coexistence of diversified kinds of glutinous rice. *Academic Exploration*, 2009(4): 74-79
- [25] 曹家树, 秦岭. 园艺植物种质资源学. 北京: 中国农业出版社, 2005: 41-48
Cao J S, Qin L. Germplasm resources of horticultural plants. Beijing: China Agriculture Press, 2005: 41-48
- [26] 刘敏轩, 许月, 陆平. 中国野生黍稷资源收集保存与遗传多样性研究进展. 植物遗传资源学报, 2020, 21(6): 1435-1445
Liu M X, Xu Y, Lu P. Advances in germplasm collection and genetic diversity research of wild broomcorn millet in China. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2020, 21(6): 1435-1445
- [27] 王克晶, 李向华. 中国野生大豆遗传资源搜集基本策略与方法. 植物遗传资源学报, 2012, 13(3): 325-334
Wang K J, Li X H. Fundamental strategies and methods for collection of wild soybean germplasm resources in China. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2012, 13(3): 325-334
- [28] 徐志健, 王记林, 郑晓明, 范芝兰, 汤翠凤, 王新华, 刘文强, 朱业宝, 乔卫华, 杨庆文. 中国野生稻种质资源调查收集与保护. 植物遗传资源学报, 2020, 21(6): 1337-1343
Xu Z J, Wang J L, Zheng X M, Fan Z L, Tang C F, Wang X

- H, Liu W Q, Zhu Y B, Qiao W H, Yang Q W. Collection and conservation of wild rice resources in China. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2020, 21 (6): 1337-1343
- [29] 范芝兰, 潘大建, 陈雨, 陈建西, 李晨, 孙炳蕊, 周汉钦, 陈文丰, 刘维. 广东普通野生稻调查、收集与保护建议. *植物遗传资源学报*, 2017, 18 (2): 372-379
Fan Z L, Pan D J, Chen Y, Chen J Y, Li C, Sun B R, Zhou H Q, Chen W F, Liu W. Conservation suggestions on *Oryza rufipogon* in Guangdong province based on investigation and collection. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2017, 18 (2): 372-379
- [30] 任奎, 唐宇, 范昱, 李伟, 赖弟利, 严明理, 张凯旋, 周美亮. 中国西部六省(区)荞麦属稀有种质资源收集与分类鉴定. *植物遗传资源学报*, 2021, 22 (4): 963-970
Ren K, Tang Y, Fan Y, Li W, Lai D L, Yan M L, Zhang K X, Zhou M L. Collection and identification of rare germplasm resources of the genus *Fagopyrum* Mill. in six provinces of China. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2021, 22 (4): 963-970
- [31] 孟聚星, 张国海, 樊秀彩, 张颖, 张晓利, 刘崇怀, 姜建福. 中国葡萄野生种的分布调查分析. *植物遗传资源学报*, 2020, 21 (6): 1539-1548
Meng J X, Zhang G H, Fan X C, Zhang Y, Zhang X L, Liu C H, Jiang J F. Studies on distribution of wild grapes in China. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2020, 21 (6): 1539-1548
- [32] 王效宁, 杨庆文, 云勇, 孟卫东. 普通野生稻居群异位保护取样策略研究. *中国农学通报*, 2010, 26 (7): 303-306
Wang X N, Yang Q W, Yun Y, Meng W D. Studies on the sampling strategy for *Ex-Situ* conservation of *Oryza rufipogon* Griff. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2010, 26 (7): 303-306
- [33] 朱维岳, 周桃英, 钟明, 卢宝荣. 基于遗传多样性和空间遗传结构的野生大豆居群采样策略. *复旦学报: 自然科学版*, 2006, (3): 321-327
Zhu W Y, Zhou T Y, Zhong M, Lu B R. Sampling strategy for wild soybean (*Glycine soja*) populations based on their genetic diversity and fine-scale spatial genetic structure. *Journal of Fudan University: Natural Science*, 2006, (3): 321-327.
- [34] 伍玉明. 生物标本的采集、制作、保存与管理. 北京: 科学出版社, 2010: 297-377
Wu Y M. Collection, production, preservation and management of biological specimens. Beijing: Science Press, 2010: 297-377
- [35] 卢新雄, 辛霞, 尹广鹏, 张金梅, 陈晓玲, 王述民, 方洸, 何娟娟. 中国作物种质资源安全保存理论与实践. *植物遗传资源学报*, 2019, 20 (1): 1-10
Lu X X, Xin X, Yin G K, Zhang J M, Chen X L, Wang S M, Fang W, He J J. Theory and practice of the safe conservation of crop germplasm resources in China. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2019, 20 (1): 1-10