

青海高原地区作物种质资源的收集保护和 创新利用进展

马晓岗, 蒋礼玲, 许媛君, 任建东

(青海省农林科学院, 西宁 810016)

摘要:青海高原地区作物种质资源是指青海境内以及周边生态类似地区内的分布资源。根据近 10 多年来该地区作物种质资源调查、收集及研究的工作基础, 分析了本地作物种质资源保护与利用的现状, 认为本地区资源的保护及利用工作已取得了一定的成果, 有了较好的基础工作积累, 研究团队和力量得以加强和完善, 资源保护与利用的意识不断得以强化, 但资源的保护和利用与现今飞速发展的农业产业化、以及突破性的种质创新和利用的要求仍然相去甚远, 特别表现在对库存资源的精准评价和鉴定方面, 难以为育种工作提供有效的服务与支持。借助于国家种质备份库的平台优势和现代生物学技术手段, 发挥高原特异资源优势, 引进和借助外来优异资源进行种质创制、及对具有高原特色的生态农业种质资源研究, 以期高原农业的可持续发展提供支撑, 应作为今后本地资源研究的方向。

关键词:青海高原; 种质资源保护利用; 现状与对策

Progress of Conversation and Inovation of Crop Germplasm Resources in Qinghai Plateau Regions

MA Xiao-gang, JIANG Li-ling, XU Yuan-jun, REN Jian-dong

(Qinghai Province Academy of Agriculture and Forestry Since, Xining 810016)

Abstract: Crop germplasm resources in Qinghai plateau regions refers to the distributed resources from Qinghai and other ecological similar surrounding area. According to the nearly ten years working basis on local germplasm resources investigation, collection and research, analysis the status of protection and utilization of the local resources, considering that some results related to protection and utilization have been obtained, the basic work accumulation and the research team and strength have been strengthen and improved, the consciousness of protecting and utilizing also have been improved. But, the protection and utilization of resources was quite at odds with the rapid development of agriculture industrialization and the requests to get a breakthrough from germplasm innovation and utilization, especially in accurating evaluation and identification of inventory resources, which is difficult to provide effective service and support for breeding work. With the aid of the platform advantage of the National Dulplicate Genebank for Crops and the modern biological techniques, exerting the superiority of plateau specific resources, introducing and using the foreign outstanding resources to finish the germplasm creation and ecological agriculture germplasm resources research with plateau characteristics, in order to provide support for the sustainable development if plateau agriculture, which should be used as the direction of future research of local resources.

Key words: Qinghai plateau; protection and utilization of germplasm resouces; status and countermeasures

青海高原由于奇特而严酷的自然环境造就了高原生物丰富多彩的多样性, 是高原生物多样性的中心之一。其独特的自然环境, 为生物特异基因的表

达、以及种质资源的安全保护提供了有利的条件, 某些特有物种是高原生物链的基本环节, 同时也成为这些地区重要的生态指示植物和标志性植物。许多

收稿日期: 2015-04-28 修回日期: 2015-06-05 网络出版日期: 2015-10-29

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20151029.0952.012.html>

基金项目: 科技基础性工作专项(2011FY110200); “十二五”科技支撑计划(2013BAD001B05)

第一作者主要从事作物种质资源研究。E-mail: mxg5988@sina.com

生物至此已达到生命的分布边缘和分布极限,形成珍贵的种质资源和高原基因库,是研究植物系统演化的天然实验室。青藏高原所分布的植物物种不仅是栽培作物优异基因的重要来源和潜在供体,同时也是高寒、干旱草原野生优良牧草资源和生态草种资源的潜在供体。

1 青海作物种质资源简况

1.1 青海省种质资源及保护条件优势

物种丰富,特有种多。物种间甚至居群间变异异常丰富,并且存在着一些疑似远缘杂种的特殊中间类型和渐进类型。据青海植物志记载种类有 3500 余种^[1],其中具有开发利用价值的植物种类有 905 种^[2]。独特、珍稀的牧草及药材类植物物种十分丰富,牧草种类多,以禾草类、蒿草类植物为主,其次为菊科、豆科、莎草科、蔷薇科、藜科等科属的植物,在饲用牧草中占有重要地位。

青海由于适中的地理位置和独特的高原气候资源,如海拔高、光辐射强、气温低、日照长、昼夜温差大、降雨少、病虫害轻,且作物种植种类单一,各种种植区域相对封闭等特点,在我国北方各省区中占据优越的条件,既有利于喜温耐凉作物形成高产,同时也有利于作物高产遗传基因的表达和高产性状的稳定^[3]。

青海高原是长期种子资源储藏的理想区域。一般自然状况下本地以种子形式储藏 10 年左右的种质材料经鉴定仍然能保持在 40% 以上的发芽率。国家作物种质复份库建于青海高原,就是基于本地理想的冷凉干燥环境条件的妥善考虑。

1.2 青海高原的农业植物种质资源种类及分布区域

农业区平均海拔在 1500 ~ 3500m 左右,主要分布在黄河流域及湟水谷地、柴达木盆地、祁连山南麓、黄河台地及通天河、澜沧江以及大渡河等上游及支流的温暖河谷地区。农耕面积为 66.7 万 hm^2 左右,其中 73% 为高寒旱地。整个农耕面积仅占全省总面积(72 万 km^2) 的 0.9%。

作物种类主要以适合于高寒干旱生态类型的传统作物为主,主要有青稞、油菜(白菜型、甘蓝型)、蚕豌豆、胡麻、马铃薯、小麦等作物。其次在海拔较低的黄河、湟水流域谷地和沿流域的温暖山旱丘陵地区,分布有少量的果蔬、玉米、黍稷、荞麦、燕麦、黑麦、小杂豆等杂粮和饲用作物,油菜、马铃薯、蚕豌豆是具有地方特色的经济作物,其中地方果树经考察收集登记的资源有 300 多份。青藏高原是世界上栽培大麦和

白菜型油菜的起源地之一^[3-4],也是我国多年生小麦族植物某些特有种的富集区和起源地之一^[5]。

与粮食作物、油料作物、豆类作物、饲草作物、果蔬、花卉、药材及特用型有关的野生种、野生近缘物种资源遍布全省各生态区域,如广泛分布的白菜型和芥菜型油菜资源;丰富的小麦野生近缘物种资源;耐寒、耐瘠、抗旱作物资源等。目前在青海地区众多的野生植物资源中,广布于本省乃至我国西部地区的小麦野生近缘物种受到较大的关注,相关研究较多。

青海小麦野生近缘物种一是物种丰富,二是特有种多:青海境内共分布有 9 个属、65 个种及变种的小麦近缘野生植物,物种间甚至居群间变异类型异常丰富,并且广泛存在着一些疑似属间杂种的中间类型和过渡类型,为该类物种的进化研究以及对栽培麦类物种的改良等提供了丰富的试验材料,具有异常重要的学术价值和实际应用价值。该族物种中以礼草属(或称仲彬草属, *Kengyilia* Yen et J. L. Yang) 物种为主要的的高寒区域生态优势物种,对高寒荒漠化地区有非常强的适应性,其居群多集中于高原湖泊边的固定和半固定移动沙丘上及湖岸坡地的石砾灰漠土上,为青藏高原腹地高寒沙化地区的绝对优势种群。其中该属中的大颖草(*K. grandiglumis*)、青海以礼草(*K. kokonorica*)、大河坝黑药草(*K. melanthera* var. *tahopaica*)、无芒以礼草(*K. mutica*)、毛鞘以礼草(*K. rigidula* var. *trichocolea*)、梭罗草(*K. thoroldiana*)为青海所特有^[6]。

2 目前青海作物种质资源保护和利用现状

2.1 原生境保护区

“十五”期间,中国农业科学院、青海省农林科学院联合经多次考察、收集资料,为青海省海晏县境内环湖沙化地区的小麦近缘野生生物种资源的保护提出了可行性的和合理化的建议,认为该地的小麦近缘物种具有很强的代表性和保护价值。区内分布小麦野生近缘植物 5 个属:披硷草属(*Elymus* L.)、赖草属(*Leymus* Hochst.)、以礼草属(*Kengyilia* Yen et J. L. Yang)、冰草属(*Agropyron* J. Gaertn)、鹅观草属(*Roegneria* C. Koch)近 10 个种及变种。物种多样性和遗传类型异常丰富,实属罕见,是青藏高原小麦近缘野生生物种具有代表性的原生境多物种居群共生的生态分布区之一。通过详细论证和积极申报,经农业部批准,于 2002 年在青海省海晏县建立国家小麦野生近缘植物原生境保护区。该保护区位

于青海湖东北部环湖沙化地带,100°50'E,36°50'N,平均海拔 3283 m,总覆盖面积约 3.12 km²。

2.2 地方资源的收集与保护

自“十五”以来,先后承担了中国农业科学院、教育部、农业部、科技部等下达和委托执行的有关青藏高原农业植物种质资源普查、调查收集的项目若干项,历时近 15 年,系统调查和收集各不同种类的作物地方品种、野生种、野生近缘种,以及野生药用、油用、饲用、果菜用等功能型物种和居群材料共计 1500 余份,涉及 53 个科、125 属共 190 个种,并妥善送国家种质库保存。对延用数十年的地方优异品种如小麦地方品种小红麦、阿勃,青稞品种肚里黄,油菜品种大油菜籽、大辣芥、小油菜,蚕豌豆品种马牙蚕豆、尕大豆、麻豌豆,洋芋品种深眼窝、牛腿棒等进行了重点系统调查和收集,对其可延续的究因及对衍生后代的影响与贡献等方面,开展了针对性的研究工作,并取得了初步的结果。

2.3 本地工作库储存现状

目前拥有 90m²、-4℃ 的本省高原作物种质中期库 1 座。迄今集中保存了全院各相关科室的各类青海特色种质资源 17975 份,其中大麦 7976 份,小麦 5509 份,蚕豆 850 份,豌豆 1088 份,鹰嘴豆 100 份,油菜 701 份,玉米 451 份,荞麦、燕麦 500 份,胡麻、谷子、糜子 331 份,蔬菜 165 份,马铃薯 210 份,近缘野生物种材料 500 份。同时还接纳了本省种子站、医学院、畜牧科学院、青海大学高原花卉研究室等相关单位的种质,提供储藏服务。另外省内相关单位目前保存马铃薯试管苗 1000 份、中藏药材 300 份、蕨麻(*Potentilla anserina* L.)300 多份、各种蔬菜资源 300 份。

2.4 创新利用现状

油菜资源创新利用研究:利用本省的白菜型和芥菜型油菜种质材料作为创新资源,并引用国内优异的波利玛不育基因材料以及优良的甘蓝型品种,进行优质、早熟、抗逆的杂优利用研究,育成一系列“青杂号”的甘蓝型春性杂交油菜新品种,在很大程度上替代了当地低产不优质的白菜型油菜,显现出了巨大的经济效益和社会效益,使本省的油菜杂优利用研究走在了全国春油菜育种的前列。目前 DNA 分子标记技术在开展油菜育种资源遗传多样性鉴定、指纹图谱构建、杂交种纯度快速鉴定和桥梁亲本材料的创制等研究方面技术日臻成熟。近年来利用青海大油菜,对其控制黄籽性状的基因 *Brscl* 进行了精细定位与图谱整合研究,获得的标记将为该基因的克隆及利用提供具有价值的育种材料^[7]。

小麦资源创新利用研究:收集国外优异资源 256 份,国内优异资源 440 份,从中选取具有目标性状的材料与本地品种进行杂交、聚合杂交、回交、并作适量反交进行资源创新,创建出大穗型材料 19 份、密穗型材料 2 份、强筋型材料 3 份、中筋型材料 9 份、弱筋型材料 2 份、高蛋白材料 2 份、优质麦谷蛋白亚基的材料 11 份(其中含有 2 亚基和 N 亚基材料各 2 份)。2012 年马晓岗等^[8]通过酸性聚丙烯酰胺凝胶电泳(A-PAGE)技术对青海省近 20 年 77 份普通小麦种质材料进行醇溶蛋白分析。聚类分析结果将供试材料分成 5 大类,在一定程度上反映了供试材料间的亲缘关系。显示出青海省小麦种质资源间存在较大的遗传差异,具有丰富的遗传多样性。

2013 年 J. X. Ye 等^[9]使用聚丙烯酰胺凝胶电泳的方法,在差异蛋白组学的基础上对青海春小麦种质材料的幼苗进行 PEG 胁迫及复水后的基因型差异水平分析,共有 22 个有差异表达的蛋白点在青春 38 和阿勃中被检测出来。这些蛋白点涉及到蛋白质合成、能量转换、碳代谢、细胞防御、转运、信号传导等与光合作用有关的影响因子。

中国科学院西北高原生物所利用小麦在青藏高原特殊辐射、气象条件下生长所出现的染色体变异,培育出高原 2D 单体的遗传育种优新基础材料,在实地栽培中表现出茎秆、叶脉粗壮,叶片直立,大穗大粒等超出现栽品种的优点。利用该材料培育出矮秆巨穗、直叶大穗、侏儒大穗、大穗特大粒、穗粒重 6~8g 的重穗型等 6 种小麦新类型^[10]。

豆类资源创新利用研究:包括适于雨养型农业系统种植的高产高蛋白粮饲兼用型,适于灌溉农业区种植的粮菜兼用型、特异功能型蚕豆等方面,共创建优异蚕豆资源 108 份。2008 年刘玉皎等^[11]通过对青海 153 份蚕豆资源的形态多样性和清蛋白遗传多样性分析表明青海库存的蚕豆资源具有丰富的遗传多样性,其研究结果在一定程度上反映了种质间的亲缘关系,对蚕豆品质育种提供了较可靠的依据。新培育的青海 13 号蚕豆优良品种,是适合于海拔 2700~2800m 地区种植的小粒蚕豆,其蛋白质含量 28% 左右,适应性强,且适合于机械化耕作,是目前青海省蚕豆产区的主栽品种。

青稞(裸大麦)资源创新利用研究:2014 年姚晓华等^[12]以青海本地抗旱性极强的旱地紫青稞和抗旱性弱的大麻青稞为材料,研究了在不同浓度 PEG 胁迫下 *Hval* 基因在两个材料中的表达模式,表明该基因在青稞抗旱机理中起着重要的作用,并以此成

功构建了该基因的过量表达载体,为抗逆品种选育打下了一定的基础。目前拥有来自国内各生态地区的大麦资源材料近 10000 份。高 β -葡聚糖青稞种质以及抗旱耐瘠、稳产高产的优良品种的培育和种质的创建已取得很大的进展。新培育的优良品种昆仑 14 号 2014 年在海拔 3200m 的海晏县创造了大面积 667m² 产 351kg 的刷新纪录。

薯类资源创新利用研究:2010 年李芳第等^[13]在对 600 余份省内外马铃薯资源多年多生态区的抗逆鉴定及遗传多样性分析的基础上,利用所筛选的优良亲本培育出多个性状的遗传连锁图谱的作图群体,筛选出高产、高淀粉、抗病等高代品系;用孤雌生殖诱导获得双单倍体、二倍体,为资源创新及野生种利用奠定了物质基础。目前拥有试管苗保存的资源材料 1000 多份,利用这些材料进行不同利用途径马铃薯种质的创制和新品种的培育,已获得的科研成果有 20 余项,育成马铃薯新品种近 20 个,获国家、省级科技进步奖 4 项。

2.5 野生物种资源保护与利用研究

2002 - 2010 年与中国农业科学院合作执行“防沙固沙特种种质资源的调查、评估和利用”项目,分别赴本省和西藏的各不同生态区对小麦近缘野生植物进行了多批次的系统考察和资源采集,收集了不同属的重要种质 700 多个居群的材料;并系统掌握了青藏高原小麦近缘植物资源的分布、濒危状况,通过种质鉴定,提出了合理化的建议和保护措施,目前已妥善存入国家种质资源库,丰富了国家库的种质资源。2008 年相吉山等^[14]利用多年所采集的材料用 GISH 方法成功地鉴别出小麦族 St 与 Y 染色体组,并应用于天然杂种染色体组组成及结构变异分析,在供试材料中的不同染色体组间发现了 3 个重要的和极有价值的易位体变异,对于深入研究在同一遗传背景下属间的遗传物质交流、物种的亲缘关系、进化程度、系统发育等具有重要意义。

2.6 果蔬类资源利用

已完成省内分布区各类果树、野生蔬菜资源的普查和收集,对其分布区域、储藏量及濒危状况等进行了系统的考察收集,收集地方果资源有 300 多份。2014 年由王树林^[15]主编的《青海野生蔬菜志》由青海人民出版社出版发行,其中共阐述野生蔬菜资源 140 种,初步建立了青海省蔬菜种质资源库,保存资源 2339 份;育成遗传稳定的亲本 37 份,开展青海地区甘蓝越冬与杂交种制种技术、西葫芦杂交种制种技术、线辣椒原种保纯技术、小白菜杂优利用等研

究,均取得进展。

3 资源保护利用中存在的问题

3.1 种质资源保护利用意识的淡薄和资源研究团队建设的短板现状

长期以来,本省专门从事资源学研究的专业人才奇缺,资源保护和有效利用作为高原生态总体建设的一个重要组成部分的意识非常淡薄。突出地反映在资源的引进、农经饲三元结构的合理化布局、规模化产业开发、特异资源的合理化保护等方面的盲目性,在很大程度上影响着决策的准确性和科学性。

3.2 种质创新缺乏突破性进展

高效种质创新技术缺乏也限制了种质创新效率的提高。目前所保存种质资源的全面、系统性评价严重滞后,优异基因多样性以及对特定资源优先利用的基因是什么、或性状是什么等重大科学问题难以阐明,也难以以为育种家提供有价值的资源信息和种质材料,形成资源保存与利用的严重脱节,作物新品种的培育出现了举步维艰和漫步徘徊的局面。

3.3 高原植物的物种多样性正在面临脆弱生态的威胁

气候环境的变化对高原的特异稀有资源构成极大的生态威胁,特别是高原区域生态的恶化及生产方式的改变、社会发展、技术进步直接或间接影响着本省一些特异物种的安全,如高原野生中藏药植物资源正面临着乱采滥挖的威胁而不断减少;在以礼草属小麦野生近缘物种在青海境内的 9 个种中,只有 4 ~ 5 个种较为常见,其他种难觅踪迹。

3.4 传统的资源利用日益受到农业产业结构升级变更的影响冲击与挑战

青海农业作物种类少,种植结构比较单一,产值和效益较低。随着种植业结构的调整和农牧业产业结构的升级改造,近年来现代农业的建设与发展异常迅猛,现代农业的意识逐步普及和深入。具有高原特色的现代农牧业格局雏形基本形成,生态农业、观光休闲农业、绿色有机农业等高原农业产业形式迅速成长,传统栽培作物和耕作方式愈来愈受到来自于高科技、高效益生产形式的冲击,特别是近年来设施农业的飞速发展,种什么、怎么种已是本土种质资源学科和栽培学研究所面临的重大课题。同时,近年来外来物种的影响也不可小觑,一些相关企业和种业部门不断通过各种渠道引进具有市场竞争力的外来物种,进行产业化生产,如近年来引进的藜麦、美国樱桃、彩色马铃薯及多种菜用资源等,对本

土生物资源结构的改变产生着重大的影响。所以产业结构的变更和升级对资源的发掘和利用提出了愈来愈迫切的要求。

4 几点建议

4.1 传统作物小麦、青稞、马铃薯、蚕豌豆、油菜等作物仍然要坚持作为高原区域粮食安全的重点作物来进行适度规模发展

高原粮油作物永远是区域粮食安全、维护区域生态安全的主流作物。国家将马铃薯作为主粮的发展战略无疑对西部地区的马铃薯优势产业产生巨大的推动作用。特色农业的发展不能以牺牲主流作物为代价。要进一步加强资源收集、引进、精准鉴定、创新利用在传统作物领域的研究力度。同时,要注重本省多民族地域的特点,逐步开拓生物资源与本地生态、民生、宗教等传统历史文化相关的研究领域,开展民俗生物学和高原生物学等方面的研究,为当地生物资源的可持续利用提供科学依据。

4.2 坚持粮饲兼用、生态经济双赢的生物资源利用方向

具有高原特色的农业应是青海生态农业发展的永恒主题,是青海生态农业可持续发展的保障,是生态稳定的基础。发挥高原地域特色,为本省农牧并重、粮饲兼用的生态农业、有机农业相关课题的研究提供有效的资源保障。

4.3 强化种质保护和收集意识

建立和规范资源保护及利用的有效机制,将来自各不同渠道的种质资源及时妥善地交种质保护部门,进行注册登记编目和妥善保存,特别要注意将从外省引进的、国外引进的、农家长期保存自种自留的、野外采集的资源进行统一的规范化管理^[16-18],既要丰富本省的资源储备、加大收集力度,又要在国家有关法律法规的规范下妥善实施。根据本省农业地域特色和现代农业结构的调整,高原特色的生态农业将成为本省今后的主要发展方向。种质库将扮演一定的重要角色。目前可用于农牧结合、粮饲兼用的资源有黑麦(100 多份)、饲用小麦(株高 1.5m 以上的约 100 多份)、燕麦(莠麦)资源约 50 多份、蚕豌豆 3000 多份、荞麦 20 多份、谷子 10 多份。近几年采集的一些野生物种包括小麦近缘物种、牧草、花灌木、药材类等若干份,均可作为今后工作的资源储备。

4.4 规范外引物种的管理

随着社会发展和科技进步,外来物种的输入将不可避免。青海高原生态脆弱,外来物种对高原生

态的侵害,其潜在的生态危险,目前基本上没有人从事该方面的评估和研究工作。所以必须规范资源的引入程序,强化安全性评估,避免知识侵权及外来生物侵害的情况发生。

基于以上所述,认为今后青海区域种质资源的研究方向和建设目标应该进一步利用现有的基础,特别是国家作物种质复份库的研究条件及中期库库存资源优势,研究重点要逐步向本地特有资源的有效保护和合理利用、以及对本地资源的精准鉴定和深度研究等方面转移,逐渐变库存生物资源优势为基因资源优势。借助于当今先进的分子生物学技术手段,不断地引进发掘和筛选有益的基因资源,为种质资源的精准评价和创新利用、系列种质的创制和品种的改良提供有效的支持,进而为青海高原特异种质资源的富集和保护、高技术含量的科技成果孵化、高层次资源研究人才的培养、以及为高原生态农业可持续发展提供技术依托。

参考文献

- [1] 刘尚武. 西宁植物志[M]. 西宁:青海人民出版社,1997:1-8
- [2] 郭本兆. 青海经济植物志[M]. 西宁:青海人民出版社,1987:3-6
- [3] 田正科. 青海春油菜的振兴[M]. 西宁:青海人民出版社,2006:4-5
- [4] 董玉琛,刘旭. 中国作物及其野生近缘植物:粮食作物卷[M]. 北京:中国农业出版社,2008:233-234
- [5] 郭本照. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,1987:7-119
- [6] 蔡联斌. 以礼草属的地理分布[J]. 植物分类学报,2001,39(3):248-259
- [7] 李新,肖麓,杜德志. 青海大黄油菜 *Brsc1* 基因的精细定位及图谱整合[J]. 作物学报,2015,41(7):1039-1046
- [8] 马晓岗,李凤珍. 青海省小麦种质材料醇溶蛋白的遗传多样性分析[J]. 麦类作物学报,2012,32(6):1060-1065
- [9] Ye J X, Wang S P, Xie D Q. Proteomic analysis of leaves of different wheat genotypes subjected to PEG 6000 stress and rewetting[J]. Plant Omics, 2013, (4):286-294
- [10] 谢晓玲,邓自发,谢俊峰. 巨穗小麦种质主要特异性状的遗传和相关性研究[J]. 种子,2003,(4):13-16
- [11] 刘玉皎,宗绪晓. 青海蚕豆种质资源形态多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2008,9(1):79-83
- [12] 姚晓华,吴昆仑. 青稞 *Hva1* 基因的表达模式及表达载体的构建[J]. 麦类作物学报,2014,34(11):1459-1464
- [13] 李芳第,王芳,王舰. 马铃薯种质遗传多样性分析的 AFLP 反应体系优化与引物筛选[J]. 分子植物育种,2010,8(1):179-185
- [14] 相吉山,马晓岗,李立会. 青藏高原地区小麦族野生近缘植物天然杂种的遗传鉴定[D]. 西宁:青海大学,2008
- [15] 王树林. 青海野生蔬菜志[M]. 西宁:青海人民出版社,2014
- [16] 王述民,张宗文. 世界粮食和农业植物遗传资源保护与利用现状[J]. 植物遗传资源学报,2011,12(3):325-338
- [17] 杨庆文,秦文斌,张万霞,等. 中国农业野生植物原生境保护实践与未来研究方向[J]. 植物遗传资源学报,2013,14(1):1-7
- [18] 司海平,刘俊辉,马新明,等. 农作物种质资源调查数据标准制定与共享[J]. 植物遗传资源学报,2012,13(5):704-708