

广西玉米种质资源系统调查与收集

曾艳华, 谢和霞, 程伟东, 江禹奉, 周锦国, 谢小东, 谭贤杰, 周海宇, 覃兰秋

(广西自治区农业科学院玉米研究所, 南宁 530007)

摘要:“第三次全国农作物种质资源普查与收集行动”广西项目组从2015年11月至2018年7月,采用访问和实地调查相结合的方法,对广西53个县(区)、71个乡镇、190个村(屯)的农作物种质资源现状及利用情况进行了系统调查,并对种质资源进行了收集,共收集和征集玉米地方品种资源308份,鉴定评价玉米资源270份。对收集的玉米资源分布特点进行分析,结果表明广西玉米地方品种主要分布于桂西北和桂北地区,桂东和桂东南分布较少。凌云、乐业、田林、凤山、东兰5县最集中。垂直分布结果显示:玉米地方品种分布最集中的区域为海拔400~800 m的中高海拔山区,占收集总数的39.6%。农艺性状初步鉴定结果:收集的玉米资源数量最多的是糯玉米,籽粒颜色最多的是白粒。鉴定评价获得墨白玉米、九节黄、珍珠糯玉米、忻城白糯、隆安爆玉米和天等爆玉米等6份玉米资源,分别在抗病虫、抗逆、品质等方面有优良的表现,对种质改良,选育高产、优质、广适的新品种有较高的利用价值。本文对收集到的玉米资源种类及利用价值进行了评价,对调查地区玉米地方品种现状、消长情况及原因进行了分析,并对广西玉米地方品种保护和开发利用进行了讨论,为广西玉米种质资源的发掘和创新利用提供参考依据。

关键词: 玉米地方品种; 种质资源; 普查与收集; 优良种质; 广西

Systematic Field Survey and Collection of Maize Germplasm Resources in Guangxi

ZENG Yan-hua, XIE He-xia, CHENG Wei-dong, JIANG Yu-feng, ZHOU Jin-guo, XIE Xiao-dong, TAN Xian-jie, ZHOU Hai-yu, QIN Lan-qiu

(Institute of Maize Research, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007)

Abstract: From November of 2015 to Jul of 2018, as a sub-project of the Third National Survey and Collection Action on Crop Germplasm Resources, we conducted a systematic investigation on the status quo and utilization of crop germplasm resources in Guangxi, where 190 villages in 71 towns of 53 counties were surveyed. Through visiting and field surveying, a total of 308 maize (*Zea mays* L.) landraces were collected, among which the phenotypic variation of 270 maize landraces were identified and evaluated. Based on the collection sites, a number of landraces were found in North and Northwest of Guangxi, while fewer accessions were collected from the East and Southeast areas. Particularly, many of accessions were found from counties including Lingyun, Leye, Tianlin, Fengshang and Donglan. The results of vertical distribution showed that the distribution of maize landraces were most concentrated in the middle-high altitude (400-800 m) mountain area, which accounted for 39.6% of the total collection. Preliminary identification results of agronomic characters showed that most of the collected maize accessions were waxy corn and white color. Notably, six maize landraces with elite traits were

收稿日期: 2018-08-28 修回日期: 2018-09-21 网络出版日期: 2018-11-21

URL: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20181120.1542.002.html>

第一作者研究方向为玉米种质资源鉴定评价及遗传育种, E-mail: zengyanhua_12@163.com

通信作者: 覃兰秋, 研究方向为玉米种质资源鉴定评价及遗传育种, E-mail: lanqiuqin@sina.com

基金项目: 第三次全国农作物种质资源普查与收集行动(111721301354052035); 广西科技重大专项(桂科AA17204045-2, 桂科AA17204064); 广西农业科学院玉米研究所科技发展基金(玉ZX2014004)

Foundation project: The Third National Survey and Collection Action on Crop Germplasm Resources (111721301354052035), Guangxi Major Science and Technology Projects (GuiKe AA17204045-2, GuiKe AA17204064), Science and Technology Development Fund Project of Institute of Maize Research, Guangxi Academy of Agricultural Sciences (Yu ZX2014004)

identified, including Mobai maize, Jiujiehuang, Pearl waxy corn, Xincheng white waxy corn, Longan popcorn and Tiandeng popcorn, which were excellent in stress, diseases and insects resistance and had excellent performances in characters. Those special maize landraces would have a strong prospect for varieties utilization in quality, stress resistance, adaptability and nutrient efficient utilization. In this study, the classification and utilization value of the collected maize were evaluated. Local situation, growth and decline conditions of the maize landraces in the investigated area were analyzed. Besides, the protection and utilization of maize landraces in Guangxi were discussed. It provides a reference for the exploitation and innovative utilization of maize germplasm resources in Guangxi.

Key words: maize landrace; germplasm resource; survey and collection; elite germplasm; Guangxi

玉米 (*Zea Mays* L.) 是我国重要的粮饲兼用作物之一, 在我国农业生产中占有重要的地位。自传入我国后, 经过近 500 年的种植与栽培, 在适应我国复杂多样的生态环境过程中, 形成了大量的地方品种, 并在这些品种中积累了广泛的遗传变异。广西地处 $104^{\circ}26' \sim 112^{\circ}04' E$, $20^{\circ}54' \sim 26^{\circ}24' N$, 跨北热带、南亚热带和中亚热带, 北回归线横贯中部, 光热充足, 雨量充沛, 地形地貌复杂, 土壤类型多样, 为玉米地方种质资源多样性的发生发展提供了优越的环境条件^[1]。

作为一种重要的基础资源, 地方品种为我国早期的玉米生产作出了重要贡献, 并对后续的品种选育与改良具有重要的意义^[2]。收集和保存地方品种资源是支撑农业可持续发展的一项战略性公益活动^[3-4]。我国分别于 1956-1957 年、1979-1983 年对农作物种质资源进行了两次普查。1963-2000 年间, 广西共收集保存玉米种质 1575 份, 其中玉米地方品种 1217 份^[5]。针对广西玉米地方品种数量和种植面积逐年减少的趋势, 广西壮族自治区玉米研究所曾于 2008 年对广西 11 个县市及 16 个乡镇的玉米地方品种进行调查, 收集玉米地方品种 43 份^[6]。近年来, 随着气候、自然环境、种植业结构和土地经营方式等的变化, 导致大量地方品种迅速消失。为了尽快查清我国农作物种质资源家底, 保护携带重要基因的资源, 自 2015 年起, 农业部组织开展了第三次全国农作物种质资源普查与收集行动, 广西作为第一批参与行动的省份, 已经开展了近 3 年的资源收集与鉴定工作, 目前已经收集和征集了玉米地方品种共 308 份。本文拟对广西玉米地方品种资源的普查与收集、鉴定与评价等结果进行整理和分析, 为玉米资源保存和品种选育工作提供基础依据和物质保障。

1 调查方法与内容

1.1 项目的组织与实施

根据“第三次全国农作物种质资源普查与收集”项目要求, 由中国农业科学院、广西壮族自治区农业科学院有关专家组成广西区调查与收集工作组, 并分成 3 个调查小分队, 于 2015 年 10 月至 11 月初开始进行了农作物种质资源的系统调查和收集工作。在开展系统调查收集之前, 首先听取和总结了当地农业主管部门关于本地资源普查的情况报告, 根据普查情况, 每个县选取 3 个代表乡 (镇), 每个乡镇再选取 3~5 个代表性的村进行深入调查与走访。同时, 每个调查队在工作过程中根据实际情况既有分工, 又有合作, 由调查队长统一协调, 按照资源分布情况及队员研究专业分成 3 个小组, 每个调查小组负责 1~2 个乡镇的调查和收集, 每组配备全球定位系统 (GPS)、相机等考察设备。县农业主管部门派人参加调查, 到村后再由村 (屯) 向导带路, 走访有特点的村 (屯), 考察该村 (屯) 农作物品种的种植历史和现状, 并搜集有关种质资源及相关农民认知信息。考虑到不同种质资源收集的最佳时间差异以及对收集人员的专业要求, 2017-2018 年, 调查队改成由不同作物的研究单位自行组织调查和收集, 农作物种质资源收集的数量与质量有了明显的提高。

1.2 调查技术和路线

结合当地农作物资源普查情况, 严格遵照“第三次全国农作物种质资源普查与收集行动”技术规范中的系统调查流程, 开展作物种质类型、生长习性、主要特性、种质用途和分布、播种历史等系统调查工作, 并参考郑殿升等^[7]编写的《农作物种质资源收集技术规程》, 规范填写“第三次全国农作物种质资源普查与收集”调查表各项内容, 主要包括样

表 1(续)

区县	资源份数	海拔(m)	区县	资源份数	海拔(m)
County or district	Number of resources	Altitude	County or district	Number of resources	Altitude
那坡	11	302.0~1035.0	凌云	21	408.0~1143.0
柳城	5	169.0~282.0	宁明	2	131.0~184.0
资源	16	431.0~1156.0	龙胜	8	231.0~917.0
恭城	4	530.0~709.0	荔浦	2	216.0~218.0
扶绥	5	134.0~327.6	大化	4	248.0~303.0
西林	9	729.0~1132.0	灌阳	1	544.0
田阳	4	604.6~977.9	乐业	18	613.0~1479.0
金秀	3	188.0~721.0	昭平	4	168.0~203.0
来宾	1	150.0	平南	3	60.0~239.0
罗城	2	165.0~319.0	天等	6	393.0~482.0
大新	1	979.7	平果	3	368.7~374.7
田林	19	335.0~1427.0	三江	6	175.0~447.0
融安	3	317.0~329.0	马山	2	154.0~157.5
德保	6	480.0~1049.6			

2.1 广西玉米地方品种资源的分布特点

从收集资源的水平分布来看,玉米地方品种资源在广西的西北部和北部分布较为集中,而在东部和东南部地区分布较少,只有零星分布(图2)。其中,凌云、乐业、田林、凤山、东兰为资源分布最集中的5个县;其次,西林、那坡、都安、融水收集资源份数在9~17份,资源分布相对集中。



图 2 广西玉米地方资源平面分布图

Fig.2 The horizontal distribution of maize landraces in Guangxi

从收集资源的垂直分布来看,从海拔 60 m 的贵港平南县镇荣镇富藏村新客屯到海拔 1540 m 的百色市隆林县德峨镇那地村志么屯,海拔跨度 1480 m,玉米地方品种分布最集中的区域为海拔 400~800 m 的中高海拔

山区,占收集总数的 39.6%;1200~1600 m 的高海拔山区,资源的绝对数量不多,但这些地区村屯分散,人口密度小,收集资源的相对数量是最多的(图3)。

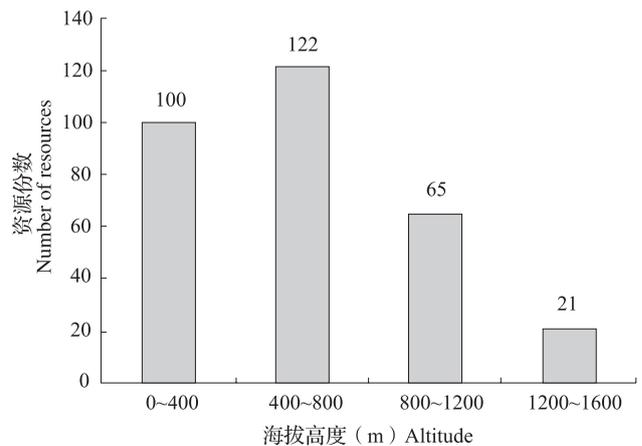


图 3 广西玉米地方资源垂直分布图

Fig.3 The vertical distribution of maize landraces in Guangxi

2.2 资源的繁种鉴定与评价

2016-2018年,在广西农科院玉米研究所明阳基地和海南南繁基地实施一年三造繁种鉴定,共鉴定玉米资源 270 份。经田间表型鉴定,按照胚乳类型和籽粒颜色对这些玉米资源进行分类(表2),可见糯质型玉米资源最为丰富,占鉴定资源总数的 34.1%,马齿型和硬粒型普通玉米资源也较为丰富,分别占 25.6% 和 19.6%。

表 2 玉米地方资源分类统计表

Table 2 The classification of maize landraces based on the endosperm type

胚乳质地	资源份数	籽粒颜色	资源份数
Endosperm texture type	Number of resources	Kernel color	Number of resources
硬粒型 Flint corn	53	黄色	69
马齿型 Dent corn	69	白色	150
中间型 Semident corn	38	红色	19
糯质型 Waxy corn	92	紫色	10
爆裂型 Pop corn	18	花色	22

从粒色来看,收集的玉米资源以白色籽粒最多,占 55.6%,其次是黄粒玉米。糯玉米有白、黄、紫和花糯,以白糯居多;普通玉米有白粒、红粒和黄粒,以白粒居多;爆裂玉米有红粒、白粒和黄粒,以红粒居多。

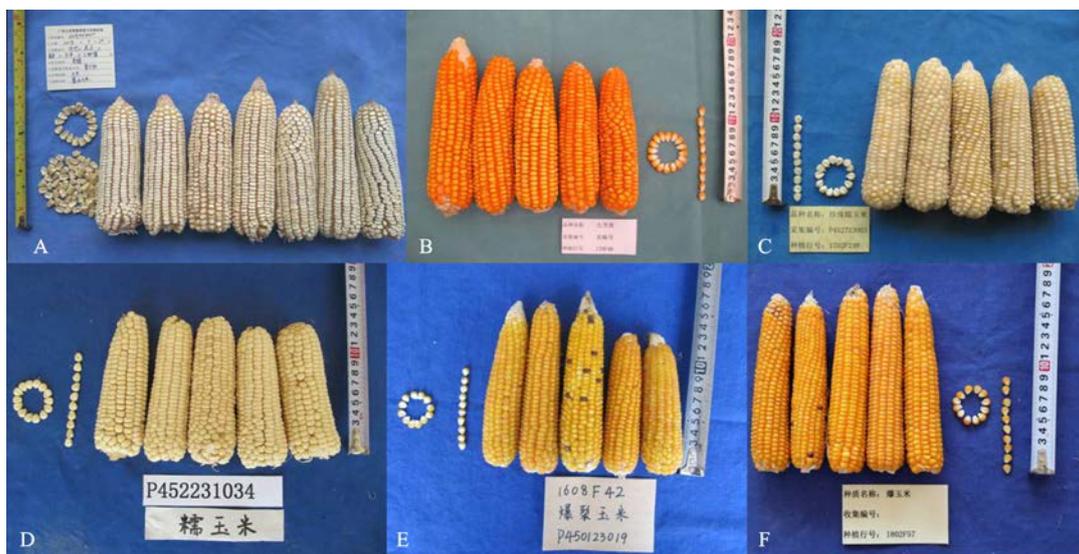
此次收集的玉米资源平均生育期 116 d,生育期最长 124 d,最短 103 d,中熟种(101~115 d)占 38.9%,晚熟种(115 d 以上)占 61.1%。植株株高 154.2~368 cm,平均株高 280.1 cm,植株普遍过高,易倒伏。穗位 68.2~224.8 cm,平均穗位高 136.5 cm,穗位在 150 cm 以上的资源占 33.3%。主茎叶片数 15~24 片,上位穗位叶数 5~9 片。植株大多整齐度不佳,且有较强分蘖性,分蘖性强的资源占 28%。收获果穗穗长 8.9~17.4 cm,平均穗长 13.5 cm;穗粗 2.7~4.7 cm,平均穗粗 3.8 cm。籽行数 8~20 行,行粒

数 14~31 粒,果穗多为锥形,穗轴有红、白色,以白色为主。百粒重 9.3~35.8 g,植株空秆率平均 5.7%。

2.3 优异的玉米地方品种资源

2.3.1 墨白玉米 采集编号:2018453007,采集于海拔 826 m 的河池凤山县金牙乡大平村上那懂屯。该品种在当地种植有 30 多年历史,是至今收集到保存最纯的一个墨白品种。穗型为筒形,穗长 18.4 cm,穗粗 5.6 cm,产量 400 kg/667 m²,蛋白质含量 10.6%,赖氨酸含量 0.31%,淀粉含量 64.5%,品质好,食味佳。抗病性强,高抗大斑病和小斑病。抗逆性强,耐旱耐瘠。适应性广,广西各地均可种植,尤其适宜边远的山区。当地过完元宵节后开始播种,到 7 月中旬左右收获。该资源对玉米育种材料的抗性、产量及适应性改良都有较高的价值(图 4A)。

2.3.2 九节黄 采集编号:2018453028,采集于海拔 443 m 的崇左市天等县驮堪乡南岭村南岭屯。该品种在当地有四五十年的种植历史,因玉米果穗长在植株第 9 节上,且果穗籽粒色泽金黄而得名。当地人把玉米打粉做成玉米糊当主粮食用,口感香甜。穗型为锥形,硬粒型,穗长 14.2 cm,穗粗 4.5 cm,产量 412 kg/667 m²,蛋白质含量 10.8%,赖氨酸含量 0.28%,淀粉含量 62%,抗病性强,高抗大斑病和小斑病。抗逆性强,耐旱耐瘠,适应性广,可用于玉米育种材料的改良与选育新品种(图 4B)。



A: 墨白玉米; B: 九节黄; C: 珍珠糯玉米; D: 忻城白糯; E: 隆安爆玉米; F: 天等爆玉米

A: Mobai maize, B: Jiujiehuang, C: Pearl waxy corn, D: Xincheng white waxy corn, E: Longan popcorn F: Tiandeng popcorn

图 4 优异的玉米地方品种资源

Fig.4 Photos of selected elite maize landraces

2.3.3 珍珠糯玉米 采集编号:P452723003,采集地点为海拔165 m的河池市罗城县天河乡维新村。品种株高264.5 cm、果穗筒形,穗长16.2 cm,穗粗4.6 cm,产量331 kg/667 m²。蛋白质含量10.7%,赖氨酸含量0.28%,支链淀粉含量63.8%,该品种的特性是品质优良,用其打玉米头煮粥、煮玉米饭,打玉米粉做汤圆,口感粘、香、糯,至今仍是当地人的主食。当地7月中旬播种,11月上旬收获(图4C)。

2.3.4 忻城白糯 采集编号:P452231034,采集自海拔434.35 m的来宾市忻城县城关镇古麦村,株高256.2 cm,果穗长15.1 cm,穗粗4.2 cm,产量229.5 kg/667 m²,蛋白质含量11.8%,赖氨酸含量0.28%,支链淀粉含量63%。品种主要特性是优质、抗病、抗虫、抗旱、耐贫瘠,当地7月中旬、2月上旬播种,10月中旬、6月中旬收获(图4D)。

2.3.5 爆裂玉米 采集编号:P450123019,采集自海拔349 m的南宁市隆安县布泉乡巴香村。株高262.3 cm,穗长15.2 cm,穗粗3.5 cm,籽粒黄色珍珠形,产量329.3 kg/667 m²,蛋白质含量11%,赖氨酸含量0.3%,淀粉含量63.1%,膨化倍数11.2,爆花率92.5,爆花口感香脆,硬心小(图4E)。

2.3.6 天等爆玉米 采集自海拔448 m的崇左市天等县驮堪乡贤民村曰屯,株高248.6 cm,穗长16.3 cm,穗粗3.5 cm,籽粒珍珠形,黄杂紫色,产量272.7 kg/667 m²,蛋白质含量11.8%,赖氨酸含量0.29%,淀粉含量62.7%,膨化倍数14.1,爆花率97.5,爆花口感香脆,硬心小(图4F)。

3 讨论

3.1 广西玉米地方品种资源的现状

第三次资源普查与收集行动与第二次相差30余年,通过对比发现,广西地方品种的分布特点和农艺性状都有了不同程度的改变。首先,从分布区域看,玉米地方品种目前主要集中在生产水平较低的边远山区种植,其主要特点是抗冷、抗旱。生产水平相对较高的低海拔区域已经很难找到地方品种。而20世纪60-80年代广西采集的玉米农家种主要集中在百色、河池、南宁、柳州和桂林^[5]。这是农业结构调整和杂交品种在土地条件较优沃的区域大力推广的结果^[8]。从分布种类来看,广西的玉米地方品种以硬粒型为主转变为以糯质型玉米居多。粒色还是以白色玉米数量居多,这一点跟重庆收集的玉米地方品种相一致^[9]。通过调查了解,白粒玉米的口感普遍较软糯,更受农民偏爱。从农艺性状上看,

平均生育期延长15.7 d,平均株高增加61.2 cm,平均穗位高增加43.4 cm,果穗性状没有明显改变^[10]。生育期和植株高度的变化或许与气候变化有关^[11]。

3.2 广西玉米地方品种仍被农民保留种植的主要原因

广西地形地貌复杂,很多村屯都零星分散于高远的山地,交通不便,土地资源匮乏,只能在山坡地零星播种。某些山上的农户,甚至把种子推广站送去的杂交种以低于市场价4~5倍的价格转卖给了当地的种子经销商,自己坚持种农家种。究其原因主要有:第一,育成品种不能适应当地生态区,特别是山区气候冷凉、干旱、贫瘠。第二,一些地方品种具有良好的抗逆性或抗病性,或品质较好,还有的地方品种与民族文化密切相关,农民一直留种种植。如罗城、宜州等地种植的罗城糯、宜州糯,当地农民自解放前就一直留种种植至今,用于当地节日庆典做汤圆和糍粑。第三,种植地方品种不用施化肥,不用每年花钱买种子,农民种植成本低。第四,山区农村劳动力缺乏,家中只有老人和小孩,他们不追求玉米高产,只要种植地方品种能满足自家食用,自给自足,减少劳动力成本。

3.3 广西玉米地方品种资源保护工作中存在的问题

第一,现代育成杂交品种的大力推广种植导致地方品种数量和多样性持续下降。这是地方品种一直以来面临的共同问题^[9,12-15]。随着当代农业科技的蓬勃发展及人民生活水平的提高,具有高产、优质、广适性等优良玉米新品种得到大力推广。广西多地处山区,土地资源不足,农民希望在有限的土地资源上得到最高的经济产量,忽视了种质资源的保护,加速了地方品种消失。当下还有一定种植数量的品种,如墨白、白马牙和糯玉米地方品种,大多都处于零散分布的状态。许多20世纪60年代至80年代种植的老品种,如三津玉米、牛齿玉米、马头玉米、三节白、五节白、三鬼黄等,都已不见踪迹。第二,在地方品种保留种植地区,农民对种植、留种等缺乏科学性的指导,在同一地块长期种植,多个不同品种混合种植,导致品种纯度逐渐降低,优异性状逐渐消失,品质下降、产量降低、经济效益减少,品种自身退化,逐渐被遗弃,从而面临消失的危险。第三,地方品种资源繁种、保存等的科学研究滞后,对玉米地方品种资源现状、品种退化原因、品种就地保护及异地保存、繁殖技术等方面的研究投入不足,缺乏有效的科研和监测体系。

3.4 对广西玉米地方品种多样性保护的建

作物种质资源不但是种植业得以发展的基础,还是人类赖以生存的环境要素,其具有资源和环境的双重属性^[16]。作物种质资源的保护、收集和保存是一项持续性、基础性的公益工作^[16-18],各级政府和有关部门应该正确认识到种质资源保存的重要意义,在科研立项、经费安排等方面给予必要的倾斜,调动广大从事种质资源科技工作者的积极性,促进玉米地方种质资源科研工作的发展。

首先,应加强玉米地方品种资源保护的宣传教育力度和科学普及工作,把这部分内容纳入科技下乡、农民培训等工作中去。建议将玉米的野生近缘植物野生薏苡(*Coix lacryma-jobi* var. *mayuen* (Rom. Caill.) Stapf ex Hook.f.)也一并纳入保护和收集的范围^[19]。作物野生近缘植物通常含有如抗病虫、抗逆、优质、高产等一些作物没有的特异基因。这些特异基因可通过基因工程转育到栽培品种,从而改善栽培品种的产量和品质^[20]。其次,提高各级领导和广大群众的种质多样性保护意识,使其自觉地投入到地方品种的保护中。第三,加大对玉米地方品种保护的科技、人力和物力投入,加大科技工作者对玉米地方品种最佳繁殖技术、保存技术等科研投入;加大对有效种植和保护玉米地方品种的农民的经济补贴,针对性地制定鼓励政策,让更多有条件的农户参与到地方品种的保护中来。

广西玉米种质资源的收集、评价和利用工作,特别是优异特色地方品种资源的鉴定评价和创新利用工作一直在持续进行中,到目前为止,已对桂北、桂西北和桂西南地区进行了种质资源调查和收集工作,但广西地形地貌复杂,很多边远散落的村屯,由于交通不便,还从未调查走访和收集,这些都将是下一步的工作重点。

参考文献

- [1] 赵文娇,贾文毓.广西壮族自治区乡级地名与地理环境要素.山西师范大学学报:自然科学版,2014,28(S):83-85
Zhao W J, Jia W Y. Township-level geographical names and geographical environmental elements in Guangxi Zhuang Autonomous region. Journal of Shanxi Normal University: Natural science edition, 2014, 28(S): 83-85
- [2] 黎裕,王天宇.玉米种质创新-进展与展望.玉米科学,2017,25(3):11-18
Li Y, Wang T Y. Germplasm enhancement in maize: advances and prospects. Journal of Maize Sciences, 2017, 25(3): 11-18
- [3] 农业部,国家发展改革委,科技部.全国农作物种质资源保护与利用中长期发展规划(2015-2030年).中华人民共和国农业部公报,2015(8):4-9
Ministry of Agriculture, National Development and Reform Commission, Ministry of Science and Technology. The protection of the national crop germplasm resources and the medium-and long-term development plan (2015-2030). Bulletin of the Ministry of Agriculture of the PRC, 2015(8): 4-9
- [4] 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.植物遗传资源学报,2011,12(3):325-338
Wang S M, Zhang Z W. The state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. Journal of Plant Genetic Resources, 2011, 12(3): 325-338
- [5] 覃兰秋,程伟东,谭贤杰,文仁来,江禹奉.广西玉米种质资源的特征特性及利用评价.广西农业科学,2006,37(5):510-512
Qin L Q, Cheng W D, Tan X J, Wen R L, Jiang Y F. Characteristics and evaluation on utilization of maize germplasm in Guangxi. Journal of Guangxi Agricultural Science, 2006, 37(5): 510-512
- [6] 谢和霞,覃兰秋,程伟东,周锦国.广西玉米地方品种调查.植物遗传资源学报,2009,10(3):490-494
Xie H X, Qin L Q, Cheng W D, Zhou J G. Investigation on maize landraces in Guangxi Province. Journal of Plant Genetic Resources, 2009, 10(3): 490-494
- [7] 郑殿升,刘旭,卢新雄.农作物种质资源收集技术规程.北京:中国农业科技出版社,2007:22-23
Zhen D S, Liu X, Lu X X. Technical specification for collection of crop germplasm resources. Beijing: Agricultural Science and Technology Press of China, 2007: 22-23
- [8] 金涛.中国粮食作物种植结构调整及其水土资源利用效应.自然资源学报,2019,34(1):14-25
Jin T. The adjustment of China's grain cropping structure and its effect on the consumption of water and land resources. Journal of Natural Resources, 2019, 34(1): 14-25
- [9] 董昕,刘建飞,杨华,张晓春,张丕辉,官玲,余雪源,杨明,张继君,张谊模,张云贵,范彦,李淑君.重庆地区玉米种质资源调查与收集.植物遗传资源学报,2018,19(2):203-211
Dong X, Liu J F, Yang H, Zhang X C, Zhang P H, Guan L, Yu X Y, Yang M, Zhang J J, Zhang Y M, Zhang Y G, Fan Y, Li S J. Field survey and collection of maize germplasm resources in Chongqing. Journal of Plant Genetic Resources, 2018, 19(2): 203-211
- [10] 韦桂旺,杨华铨,覃兰秋,雷振光.广西地方玉米品种资源现状及利用途径.广西农业科学,1997(2):58-60
Wei G W, Yang H S, Qin L Q, Lei Z G. Present situation and utilization of local maize variety resources in Guangxi. Journal of Guangxi Agricultural Science, 1997(2): 58-60
- [11] 张良玉,魏丽欣,靳宝柱.大田作物生长季热量资源变化及对农业生产的影响分析.农业与技术,2018,38(18):35
Zhang L Y, Wei L X, Jin B Z. Analysis on the changes of heat and their effects on agriculture in the growing season of field crops. Journal of Agriculture and Technology, 2018, 38(18): 35
- [12] 张彦军,苟作旺,王兴荣,陈伟英,祁旭升.甘肃省干旱地区抗逆农作物种质资源调查与分析.植物遗传资源学报,2015,16(6):1252-1257
Zhang Y J, Gou Z W, Wang X R, Chen W Y, Qi X S. Investigation and analysis of stress-tolerant crop germplasm resources in arid region of Gansu province. Journal of Plant

- Genetic Resources, 2015, 16(6): 1252-1257
- [13] 马晓岗, 蒋礼玲, 许媛君, 任建东. 青海高原地区作物种质资源的收集保护和利用进展. 植物遗传资源学报, 2015, 16(6): 1272-1276
Ma X G, Jiang L L, Xu Y J, Ren J D. Progress of conservation and innovation of crop germplasm resources in Qinghai plateau regions. Journal of Plant Genetic Resources, 2015, 16(6): 1272-1276
- [14] 王思铭, 周玖璇, 况荣平, 薛达元, 武建勇. 民族村落农业种质资源多样性变化及其原因分析——以云南省师宗县黑尔壮族社区为例. 生态与农村环境学报, 2012, 28(4): 380-384
Wang S M, Zhou J X, Kuang R P, Xue D Y, Wu J Y. Change in agricultural germplasm resource diversity in minority villages and analysis of its cause—a case study of Hei'er Zhuang Nationality village in Shizong county, Yunnan Province. Journal of Ecology and Rural Environment, 2012, 28(4): 380-384
- [15] 卢文亮. 贵州省农作物种质资源. 贵州农业科学, 2005(S1): 57-58
Lu W L. Germplasm resources of farm crop in Guizhou. Guizhou Agricultural Sciences, 2005(S1): 57-58
- [16] 王晓为. 基于生态文明视域下的作物种质资源伦理维度解析. 生态经济: 学术版, 2014(1): 9-11
Wan X W. Analysis on dimensions of crop germplasm ethics under the perspective of ecological civilization. Ecological Economy, 2014(1): 9-11
- [17] 王雯玥, 杨涛, 谭光万, 杨建仓. 作物种质资源研究与利用——中国农业科学院作物学博士后论坛. 中国种业, 2018(1): 14-20
Wan W Y, Yang T, Tan G W, Yang J C. Research and utilization of crop germplasm resources—post-doctoral forum of Chinese Academy of Agricultural Sciences. China Seed Industry, 2018(1): 14-20
- [18] 翟虎渠. 中国作物种质资源保护与种质创新利用. 中国花卉园艺, 2013(19): 22-24
Zhai H Q. The protection of Chinese crop germplasm resources and the utilization of germplasm. China Flowers & Horticulture, 2013(19): 22-24
- [19] 郑殿升, 杨庆文. 中国作物野生近缘植物资源. 植物遗传资源学报, 2014, 15(1): 1-11
Zheng D S, Yang Q W. Genetic resources of wild relatives of crops in China. Journal of Plant Genetic Resources, 2014, 15(1): 1-11
- [20] 郑殿升, 杨庆文, 刘旭. 中国作物种质资源多样性. 植物遗传资源学报, 2011, 12(4): 497-500, 506
Zheng D S, Yang Q W, Liu X. Diversity of crop germplasm resources in China. Journal of Plant Genetic Resources, 2011, 12(4): 497-500, 506