

湖北省蔬菜种质资源调查与分析

姚明华¹, 尹延旭¹, 王飞¹, 李宁¹, 焦春海²

(¹ 湖北省农业科学院经济作物研究所, 武汉 430064; ² 湖北省农业科学院, 武汉 430064)

摘要: 2015-2017年, 以湖北省农作物种质资源普查为基础, 选择19个县(市、区)的199个村开展第三次农作物种质资源系统调查与收集, 收集到1072份蔬菜资源。通过对19个县(市、区)蔬菜种质资源分类、分布规律、农艺性状特点、保存、主要蔬菜资源及特色资源的重点分析, 结果表明: (1) 蔬菜地方品种有26个科; (2) 红安县、钟祥市、谷城县、南漳县、远安县等县市具有丰富的蔬菜地方品种; (3) 地方品种的特点是品质好、抗性强、耐贫瘠, 但纯度低、产量低、退化严重、多分布于偏远地区; (4) 蔬菜地方品种多保存在有文化的老农家中; (5) 十字花科、茄科、葫芦科、百合科和豆科蔬菜地方品种占蔬菜资源总量的71.46%; (6) 珍珠花、山蒜、魔芋等特色蔬菜资源在湖北省山区零星分布。本研究可为湖北省蔬菜地方资源保护与利用提供参考。

关键词: 蔬菜; 种质资源; 地方品种; 资源调查

Survey and Analysis of Vegetable Germplasm Resources in Hubei Province

YAO Ming-hua¹, YIN Yan-xu¹, WANG Fei¹, LI Ning¹, JIAO Chun-hai²

(*Economic Crops Institute of Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430064;*
Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430064)

Abstract: The investigation of crop germplasm resources in Hubei province, as part of the 3th national action of crop germplasm resources survey and collection, was carried out in 199 villages of 19 selected counties (cities, districts) during 2015-17. Total 1072 accessions of vegetables were collected under this action. The current study mainly focused on classification, distribution pattern, agronomic characters, conservation, main resources and special resources of vegetable germplasm. The main findings of the study were: (1) The collected vegetable germplasm belonged to 26 families; (2) Hong'an County, Zhongxiang City, Gucheng County, Nanzhang County and Yuan'an County had more vegetable landraces than other counties (cities, districts); (3) Landraces showed high quality, high resistance and barren-tolerance, but most of them were distributed in remote areas with low purity, low yield and serious threat of degradation; (4) Most of the landraces were mainly preserved by some well-educated elder farmers; (5) The local cultivars of Cruciferae, Solanaceae, Cucurbitaceae, Liliaceae and Leguminosae accounted for 71.46% of the total vegetable resources; (6) Pearl flower (*Staghylea Bumalda* DC.), scallion (*Allium paepalanthoides*), elephant-foot yam (*Amorphophallus* spp.) and other important vegetable resources were scattered distributing in mountainous regions. This study provides valuable information for conservation and utilization of local vegetable resources in Hubei Province.

Key words: vegetable; germplasm resources; local cultivars; investigation

收稿日期: 2017-08-10 修回日期: 2017-11-21 网络出版日期: 2018-04-17

URL: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20180417.1312.032.html>

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFD0101903); 农业部物种品种资源保护费项目(111721301354052034); 第三次全国农作物种质资源普查与收集行动; 湖北省重大科技创新计划(2016ABA095); 现代农业产业技术体系建设专项资金资助(CARS-23-G28)

第一作者主要从事辣椒育种及栽培技术研究工作。E-mail: Yaomh2008@126.com

通信作者: 焦春海, 主要从事作物种质资源研究工作。E-mail: jiaoch@hotmail.com

生物多样性对生物圈生命维持系统具有重要的作用。统计数据表明,在过去的50年,物种灭绝速度快,高达75%的农作物遗传多样性已经消失,生物多样性受到严重威胁^[1]。农作物及其近缘野生植物是生物多样性的重要组成部分,是作物育种、理论研究和农业生产的重要物质基础,具有战略意义^[2-3]。当代作物育种实践证明,突破性育种成就的取得往往是关键性基因资源的挖掘、开发与利用^[4]。因此,国外研究机构非常重视蔬菜资源的搜集、鉴定与评价等研究工作,例如,法国 Zaragoza 蔬菜种质库搜集了各大洲的野生和驯化辣椒材料,同时征集国内辣椒地方种(*Capsicum annuum* L.),从而丰富其蔬菜种质资源库。对这些资源进行鉴定发现地方品种经过自然选择和人工选择以后,在果形、果实大小和辣椒素含量上具有鲜明的区域特性^[5]。韩国辣椒研究机构完成辣椒不同栽培种间的遗传资源多样性分析,构建了辣椒核心种质库,在种质资源开发利用上取得显著的成效^[6]。我国政府和科学家也一直非常重视农作物种质资源的收集、保存和利用工作。20世纪50年代以来,对我国农作种质资源进行了2次系统调查或对部分地区开展区域专项调查^[7-8],对已经搜集的资源制定就地或异地保护措施^[9-10]。然而,随着农村社会经济的高速发展,外出务工人员增加和土地流转速度加快,诸多地方品种已经消失,我国蔬菜种质资源现状还不清楚,种质资源的收集、开发和利用工作相对滞后。因此,开展第三次农作物种质资源调查工作有利于揭示我国农作物种质资源现状,更好地促进农作物种质资源的保护和利用,为农业供给侧改革提供灵活的技术支撑。

湖北地处中国中部偏南的长江中游、洞庭湖以北,地势正处于第二级阶梯向第三级阶梯过渡地带,山地、丘陵、岗地和平原等地貌类型多样,其中山地约占全省总面积55.5%、丘陵和岗地占24.5%、平原湖区占20%。该地区地势高低相差悬殊,海拔落差在3105 m。湖北省的西、北、东三面被武陵山、巫山、大巴山、武当山、桐柏山、大别山、幕阜山等山地环绕,山前广布丘陵岗地,中南部为江汉平原,与湖南省洞庭湖平原连成一片。年平均气温15~17℃,年降水量860~2100 mm,气候以北亚热带季风气候为主,具有从亚热带向暖温带过渡的特点,全省光照充足、热量丰富且无霜期长。复杂的地形地貌和交替分明的气候,使湖北省生物资源呈现多样性的分布特征,也孕育了湖北丰富的蔬菜种质资源^[11-14]。

同时,有53个少数民族聚集于此,他们特有的传统文化和生活习俗,为特异资源的保存和利用提供了基础,故民族地区成为资源搜集的重点^[15]。因此,蔬菜种质资源调查工作在大别山、幕府山、武陵山等地区所在县市展开。在整个调研中,搜集湖北特色蔬菜资源或地方品种,为湖北省蔬菜遗传资源多样性研究奠定基础。

1 调查方法与内容

1.1 调查方法

2015年7月在湖北省武汉市召开“第三次全国农作物种质资源普查与收集行动”,启动湖北省资源调查工作。湖北省资源调查工作小组在通山县、郧西县、南漳县、咸丰县、通城县、阳新县、蕲春县、武穴市、浠水县、红安县、麻城县、房县、远安县、松滋市、钟祥市、谷城县、罗田县、黄梅县、英山县等19个县市展开,调查乡镇见表1。

依据第三次全国农作物种质资源普查与收集行动技术规范要求,开展农作物种质资源调查工作。每个系统调查县重点调查3个乡镇,每个重点调查乡(镇)至少调查3个有代表性的村。由于农作物种质资源的季节性比较强,在调查过程中,部分地区分为夏季和秋季两次调查。对因突发灾害等引起资源损失的县市,进行资源的再征集工作,确保鉴定工作顺利开展。

1.2 调查内容

本次农作物种质资源调查中,主要搜集野生蔬菜种质资源和地方蔬菜种质资源。调查信息依据“第三次全国农作物种质资源普查与收集”调查表,对品种的采集地点、生物学特性、来源、种植时间、生境信息、种植原因、特殊用途及特性、利用部位、品质、播期、茬口安排、栽培管理条件、留种方法及一些特征信息或地方农民认知等信息进行详细记载。依据问卷内容及查阅文献资料信息,对已经征集的蔬菜种质资源进行初步分类。

2 调查结果与分析

2.1 湖北省地方蔬菜资源的种类

系统调查结果表明,湖北省地方蔬菜种质资源品种多样,主要有26个科,54个属,72个种或亚种的1072份资源。在收集的各类蔬菜资源中,十字花科、茄科、葫芦科、百合科、豆科(菜用长豇豆,不含四季豆,下同)有766份地方品种(表2),构成湖北省蔬菜资源的主体,占调查蔬菜资源总量的

表 1 湖北省资源调查乡镇及地方蔬菜资源或特色(优异)蔬菜资源的区域分布

Table 1 The systematic survey townships and distribution pattern of local or special (excellent) germplasm resources in Hubei Province

调查县 Investigated counties	调查乡(镇)或区 Investigated townships(districts)	种质数量 Number of germplasm	特色(优异) 种质 Excellent germplasm
通山县	大路乡、闯王镇、九宫山管理区、九宫山镇、杨芳林乡、厦铺镇、通山县农贸市场、通山县大畈镇、洪港镇、慈口乡、大幕山林场、黄沙铺镇	57	
郧西县	安家乡、香口乡、湖北口回族乡、槐树林特场	29	
南漳县	武安镇、李庙镇、巡检镇	68	
咸丰县	活龙坪乡、坪坝营镇、高乐山镇、忠堡镇、小村乡、咸丰县园艺场	51	山蒜、魔芋
通城县	塘湖镇、大坪乡、关刀镇、四庄乡、沙堆镇、九宫山园艺场、麦市镇、五里镇	44	黄精
阳新县	黄颡口镇	22	马兰
蕲春县	大同镇、刘河镇、管窑镇、檀林镇、青石镇	56	山药
武穴市	石佛寺镇、余川镇、大法寺镇、武穴市刊江办事处、梅川镇	60	山药
浠水县	绿杨乡、三角山管委会、蔡河镇、白莲镇、关口镇、团陂镇	38	
红安县	天台山风景管理区、七里坪镇、华家河镇、上新集镇	139	珍珠花、地笋
麻城县	三河口镇、龟山镇、盐田河镇	63	
房县	野人谷镇、大木厂镇、上龛乡、房县农业局旱粮场	61	苋菜
远安县	河口乡、旧县镇、茅坪场镇、鸣凤镇、远安县沮水河	66	冬寒菜
松滋市	刘家场镇、卸甲坪乡、流水镇	58	
钟祥市	文集镇、洋梓镇、九里乡、东桥镇、客店镇、张集镇	82	草石蚕
谷城县	石花镇、五山镇、紫金镇、谷城县雍山林场	72	
罗田县	凤山镇、河铺镇、大河岸镇、白庙河镇、九资河镇	37	萝卜
黄梅县	柳林乡、停前镇、五祖镇、苦竹乡、大河镇	38	珍珠花
英山县	方家咀乡、石头咀镇、草盘地镇、雷家店镇	31	

71.46%。其中,十字花科、茄科、葫芦科、百合科、豆科分别有 143 份、161 份、236 份、114 份、112 份资源,占全省地方蔬菜资源总量的 13.34%、15.02%、22.01%、10.63%、10.45%。十字花科的地方种有萝卜、白菜,其数量分别为 62 份和 46 份,占全省地方蔬菜资源总量的 5.78% 和 4.29%;茄科中的主要地方种为辣椒,数量达到 134 份,占全省地方蔬菜资源总量的 12.5%;葫芦科中的主要地方品种为南瓜、黄瓜和丝瓜,数量分别有 76 份、56 份和 50 份,占全省地方蔬菜资源总量的 7.09%、5.22% 和 4.66%;百合科的主要地方品种为大蒜和葱,品种数量为 37 份和 40 份,分别占全省地方蔬菜资源总量的 3.45% 和 3.73%;豆科的主要地方品种为长豇豆

资源,数量为 112 份,占全省地方蔬菜资源总量的 10.45%。这些资源中多年生蔬菜资源所占比重小,占蔬菜资源总数的 12.97%,一年生或两年生蔬菜资源占蔬菜资源总数的 87.03%。

2.2 湖北省地方蔬菜资源特点

2.2.1 湖北省地方蔬菜资源分布特点 对 19 个地市蔬菜资源进行统计,红安县、钟祥市、谷城县、南漳县、远安县等地具有丰富的地方种质资源。从分布情况分析,红安县蕴含丰富的辣椒、南瓜、长豇豆和西瓜(籽用西瓜,地方名为打瓜)等地方品种(表 2);通山县、武穴市、钟祥县有丰富的芥菜资源;咸丰、蕲春、武穴山药资源丰富;萝卜、白菜、辣椒、黄瓜、长豇豆、韭菜、大蒜、南瓜、冬瓜、丝瓜、葫芦、苋菜和

表 2 湖北省主要地方蔬菜资源的种类

Table 2 Accessions of main local vegetable germplasm resources in surveyed areas of Hubei Province

科 Family	属 Genus	种 Species	总计数量 Total quantity
十字花科 Cruciferae	萝卜属 <i>Raphanus</i> L.	萝卜 <i>Raphanus sativus</i> L.	62
	芸薹属 <i>Brassica</i> L.	芸薹种白菜亚种 <i>Brassica rapa</i> var. <i>glabra</i> Regel	46
芥菜 <i>Brassica juncea</i> (L.) Czern.		26	
油菜 <i>Brassica napus</i> L.		4	
菜薹 <i>Brassica campestris</i> L. subsp. <i>chinensis</i> var. <i>utilis</i> Tsen et Lee		2	
芥属 <i>Capsella</i> Medic.		芥菜 <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medic.	3
茄科 Solanaceae		辣椒属 <i>Capsicum</i> L.	辣椒 <i>Capsicum annuum</i> L. or <i>Capsicum frutescens</i> L.
	茄属 <i>Solanum</i> L.	茄子 <i>Solanum melongena</i> L.	24
	番茄属 <i>Lycopersicon</i> Mill.	番茄 <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	3
葫芦科 Cucurbitaceae	南瓜属 <i>Cucurbita</i> L.	南瓜 <i>Cucurbita moschata</i> Duchesne	76
		金丝瓜 <i>Cucurbita pepo</i> L.	2
	Not clear	曹瓜 NC1	1
	黄瓜属 <i>Cucumis</i> L.	黄瓜 <i>Cucumis sativus</i> L.	56
		甜瓜 <i>Cucumis melo</i> L.	10
		甜瓜种菜瓜亚种 <i>Cucumis melo</i> L. var. <i>flexuosus</i> (L.) Pangalo	4
		丝瓜属 <i>Luffa</i> Mill.	丝瓜 <i>Luffa cylindrica</i> (L.) M. Roem.
	冬瓜属 <i>Benincasa</i> Savi	冬瓜 <i>Benincasa hispida</i> (Thunb.) Cogn.	27
	苦瓜属 <i>Momordica</i> L.	苦瓜 <i>Momordica charantia</i> L.	22
	葫芦属 <i>Lagenaria</i> Ser.	瓠瓜 <i>Lagenaria siceraria</i> (Molina) Standl. var. <i>hispida</i> (Thunb.) H. Hara	11
		葫芦 <i>Lagenaria siceraria</i> (Molina) Standl. var. <i>siceraria</i>	33
		佛手瓜属 <i>Sechium</i> P. Browne	佛手瓜 <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.
	西瓜属 <i>Citrullus</i> Schrad.	西瓜 <i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. et Nakai	10
	栝楼属 <i>Trichosanthes</i> L.	瓜蒌 <i>Trichosanthes kirilowii</i> Maxim.	7
蛇瓜 <i>Trichosanthes anguina</i> L.		2	
百合科 Liliaceae	葱属 <i>Allium</i> L.	葱 <i>Allium fistulosum</i> L.	40
		大蒜 <i>Allium sativum</i> L.	37
	韭菜 <i>Allium tuberosum</i> Rottler ex Spreng.	23	
	山蒜 <i>Allium paepalanthoides</i> Airg Shaw	1	
	洋葱 <i>Allium cepa</i> L.	1	
	萱草属 <i>Hemerocallis</i> L.	黄花菜 <i>Hemerocallis</i> sp. Baroni	6
	百合属 <i>Lilium</i> L.	百合 <i>Lilium brownii</i> Brown	5
黄精属 <i>Polygonatum</i> Mill.	黄精 <i>Polygonatum sibiricum</i> Redouté	1	
豆科 Leguminosae	豇豆属 <i>Vigna</i> Savi	长豇豆 <i>Vigna sesquipedalis</i> (L.) Fruw.	112

芋头等地方品种在湖北省各县市均有分布;特色菜冬寒菜、黄精、苦菜、马莲丹、糯米团、珍珠花、山蒜、岩白菜、冲菜等在湖北省零星分布。

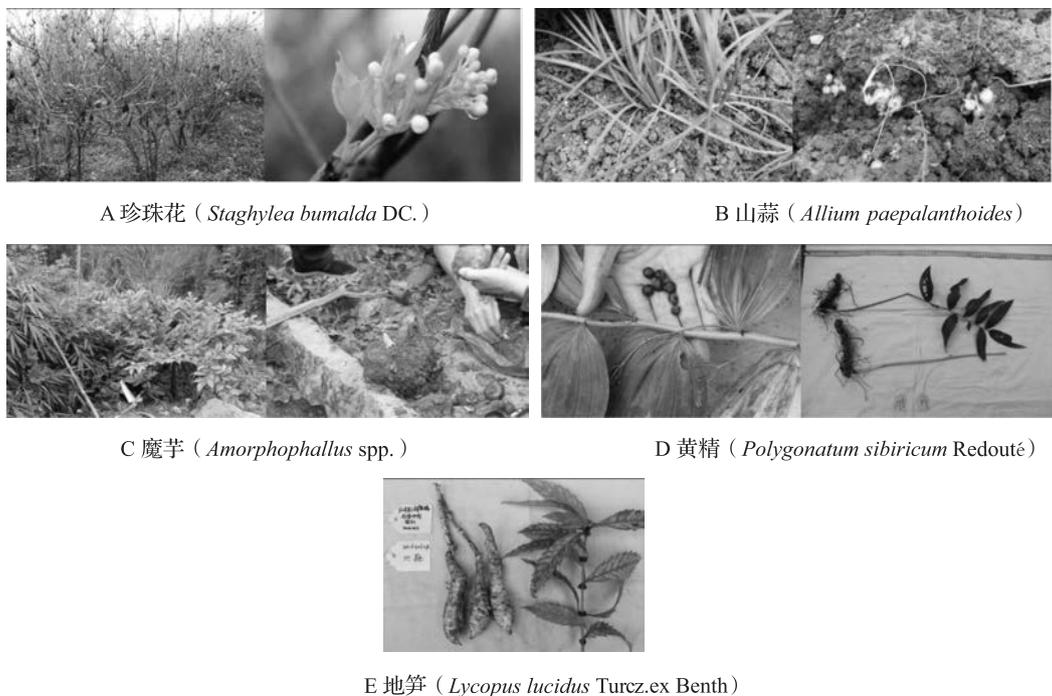
2.2.2 湖北省地方蔬菜资源消长存留的特点 通过调研、询问和查阅文献表明,湖北省保存下来的地方蔬菜资源(表1)具有以下特点:(1)品质优良,口感极佳;(2)产量偏低;(3)在局布地区,地方品种耐贫瘠、适应能力强;(4)抗性强,除苗期外,生育期不打药;(5)异花授粉的地方品种纯度低;(6)地方品种的退化现象比较严重;(7)药食两用型;(8)野生转驯化栽培类型;(9)多分布在位置偏僻,新品种推广力度小的地区,地方品种多零星栽种;(10)多因当地风俗习惯而保存,如房县的千穗谷(籽用苋菜资源);(11)地方蔬菜品种的留种量少,部分地区多单株留种。

与以往资源调查结果相比,湖北省地方种质资源消失速度快,主要原因:(1)品种本身缺陷,如生产周期长或抗病能力差等;(2)新品种推广力度大;(3)城市化进程加快或移民搬迁或种质保存人员年事已高,地方品种无人保管。调研结果显示,湖北省地方蔬菜种质资源多保存在有一定文化的老农家中,以咸丰县为例,对35家农户统计,50岁以上的农户占到94.29%,他们保存了当地28.86%的农作物资源,占当地蔬菜地方品种的86%。

2.3 湖北省地方种质资源利用现状和特色资源特性及利用

湖北省地方品种的种植面积或规模日渐减少,以麻城为例,1956年统计地方品种数据显示,矮子白、本地黑叶白等地方白菜种植规模达到400 hm²,到1981年只有40 hm²,然而在2014年进行普查时,已经不足0.67 hm²,种植面积锐减。在诸多统计结果中,房县的山黄瓜种植面积在当地还维持在相对较大的面积,2014年统计面积在200 hm²。山药多数品种是由野生转驯化栽培,种植规模小。地方特色蔬菜品种资源能够顺利保存下来,盘活当地经济的主要有咸丰县活龙坪乡的马鞍山辣椒和魔芋;罗田县河铺镇的萝卜;房县的毛芋(野生转驯化栽培种芋头);武穴的山药;红安县的珍珠花、南瓜、辣椒和籽用西瓜以及各地的藠头、山蒜和姜等地方种质资源。其中,湖北省部分特色资源特性(表1)、利用情况和农民认知如下。

(1)珍珠花(图1A):俗名雨花菜,为省沽油科植物,根蘖性强,主根发达,株高2~5 m,栽种到开花需4~5年,顶生圆锥花序。花蕾呈串似珍珠,花色白,多在4-5月开花,7月左右结果,果实为蒴果。红安县和黄梅县多零星分布,偶尔从附近山上挖下进行集中栽种。其嫩叶和枝干均可食用,其中红安珍珠花穗长、味香、色泽鲜嫩。珍珠花菜内含多



E 地笋 (*Lycopus lucidus* Turcz. ex Benth.)

图1 地方特色蔬菜资源

Fig. 1 Special vegetable germplasm resources

种蛋白质、维生素和微量元素。当地多以干珍珠花煨汤、凉拌、炒食或配菜,当地市场均有销售。农民多认为珍珠花有减肥、美容、降脂和降压的作用。

(2)山蒜(图1B),俗名苦葱,在咸丰当地种植超过60年,株高25~30 cm,株幅30~36 cm,分蘖6~8个,单株叶数5~6个,根系强,叶片多下垂,叶姿以弯曲为主,叶长30~38 cm,横径0.5 cm,叶色浅绿,叶面少蜡粉,叶节密,假茎多绿白色、紧实,茎基部呈鸡腿状,假茎基部膨胀度强,假茎基部微弯曲,切面呈椭圆形,肉色绿白,不抽薹,辛辣味中等,秋末种至次年5月份采收,属两年生草本,采用鳞茎或分株繁殖。在咸丰县,农户多用来做泡菜或生食,当地农户认为有解毒、解暑或降血压的作用。

(3)魔芋(图1C),俗名花魔芋,株高160 cm,株幅184 cm,属多年生草本,多用块茎繁殖,块茎分级后,大的作商品销售,小的作种进行繁殖。在咸丰大约种植上百年,面积近3万亩,产量高,单株产量2.5~5 kg,高产达10~15 kg,每667 m²产量为3000 kg,高产田产量达到6000 kg,喜冷凉,但不耐低温,不耐干旱,5℃以下发生冷害。咸丰农户主要用魔芋制作魔芋豆腐。

(4)黄精(图1D),俗名黄金,株高40~90 cm,直径1~2 cm,叶轮生,花序伞形,浆果4~7枚不等,黑色,多生于林粮间作区的较高海拔山坡背阴处,周围伴生植物有野生山药、榧树、紫苏、野生猕猴桃等,在山区多有分布,目前采挖频繁,山中野生极难找到。通常在早春或晚秋取地下健壮、无病根茎繁殖,当地农户也有取沙藏的种子进行繁殖。农户多用其泡酒或炖汤。食用黄精,农户多将黄精根状茎清洗干净,置蒸笼内蒸至出现油润时晒干,如此反复7次后使用,民间多药膳两用,用来治疗高血压,也可做菜。其味甘甜,当地小孩喜食。

(5)地笋(图1E):唇形科,俗名地藕,多年生草本。株高1.5~1.7 m,茎四棱形,叶长5~10 cm,叶宽1.5~4 cm,种子较小,坚果,花期7-9月,轮伞花序,果期9-11月。较耐寒、不耐旱、喜肥,驯化栽培需搭遮阳网。当地多药膳两用,也作观赏。目前多野生,红安县有零星分布,少驯化栽培。当地主要是秋季取膨大的根状茎鲜食、炖汤或炒食,也有做腌菜,偶尔采食嫩茎叶。

3 对策与建议

3.1 加大种质资源收集的力度

在各县市调研过程中,地方良种繁育场、园艺

站、自然保护区、林场、偏远农户聚集区等是资源主要集中地,偏远山区年纪在50~80岁且有文化的老农是种质资源的保存、收集的重点。在资源搜集过程中,加大宣传力度,聘请有经验的地市县农技推广人员或农业部门退休干部为向导,才能找到稀特优的地方品种。以红安县为例,能够搜集到多达139份地方蔬菜资源,主要是在农技站负责人带领下,调查队找到当地的农民留种家庭,然后在向导带领下到蔬菜种质资源丰富的七里坪镇,才挖掘到大量的地方资源。因此,目前利用全国种质资源普查的机会,加大种质资源的收集力度,针对收集到的资源及时移交到专业人员手中进行处理。本次调查的范围有限,走访的只是代表性的县市,有些资源还没有征集上来。因此,要把资源的征集工作变为常态化。

3.2 加大优异种质资源的研究开发

地方蔬菜种质资源,很多是混杂群体,含有丰富的遗传信息,很多地方品种具有优良品质、抗病、耐寒,是长期自然选择和人工选择的产物,是现代育种的重要资源。但是地方品种在长期栽种过程中,种性退化严重,亟待纯化复壮,才能发挥其优良特性。结合地市院所科研机构,加大科研力度,促进资源的开发利用,对已经搜集的地方品种进行脱毒或提纯复壮,作为常规种进行推广利用或者构建地方种质资源核心种质库,然后构建目标性状遗传群体,进而挖掘特异功能基因,为地方资源开发奠定基础。

3.3 提高特色蔬菜资源认识,制定特色蔬菜资源合理化开发规划

以罗田县为例,利用微商平台为基础,销售地方特产(萝卜干、山野菜)等。目前,罗田县开展电商精准扶贫策略,带动当地农民脱贫致富,其他地市也可以搭建类似平台。山药、珍珠花、薇菜、山蒜、黄精等地方特色蔬菜,具备很高的营养价值。但是,山药病害严重、珍珠花扦插成活率低。对于制约地方资源的关键技术,应借助高校及科研院所,利用植物组织培养技术,解决种苗保存、提纯和脱毒问题,同时,通过与现代科学技术相结合,开发出功能性深加工产品或果蔬保健食品,提升特色蔬菜资源的开发利用步伐^[16-17]。当然,在开发中保护,在保护中利用,才能促进特色蔬菜产业的健康发展。

- nomes with CRISPR/Cas9[J]. *Curr Opin Biotech*, 2015, 32:76-84
- [14] Wang F, Wang C, Liu P, et al. Enhanced Rice Blast Resistance by CRISPR/Cas9-Targeted Mutagenesis of the ERF Transcription Factor Gene *OsERF922* [J]. *PLoS ONE*, 2016; 11(4):e0154027. doi:10.1371/journal.pone.0154027
- [15] Li M, Li X, Zhou Z, et al. Reassessment of the four yield-related genes *Gn1a*, *DEP1*, *GS3*, and *IPA1* in rice using a CRISPR/Cas9 system [J]. *Front Plant Sci*, 2016, 7: 377. doi: 10.3389/fpls.2016.00377.
- [16] Wang Y, Geng L, Yuan M, et al. Deletion of a target gene in *Indica* rice via CRISPR/Cas9 [J]. *Plant Cell Rep*, 2017, 36(8): 1333-1343
- [17] Zhang Y, Bai Y, Wu G, et al. Simultaneous modification of three homologs of *TaEDR1* by genome editing enhances powdery mildew resistance in wheat [J]. *Plant J*, 2017, 91, 714-724
- [18] Shi J, Gao H, Wang H, et al. ARGOS8 variants generated by CRISPR-Cas9 improve maize grain yield under field drought stress conditions [J]. *Plant Biotechnol J*, 2017, 15(2):207-216
- [19] Li J, Meng X, Zong Y, et al. Gene replacements and insertions in rice by intron targeting using CRISPR-Cas9 [J]. *Nat Plants*, 2016, 2:16139
- [20] 王福军, 赵开军. 基因组编辑技术应用于作物遗传改良的进展与挑战 [J]. *中国农业科学*, 2018, 51(1):1-16
- [21] 张明伟, 徐飞飞, 郝巍, 等. 野生稻基因导入系 W6023 对白叶枯菌的抗谱及转录组差异表达基因分析 [J]. *植物遗传资源学报*, 2017, 18(2):290-301
- [22] Wang C, Fan Y, Zheng C, et al. High-resolution genetic mapping of rice bacterial blight resistance gene *Xa23* [J]. *Mol Genet Genomics*, 2014, 289:745-753
- [23] Kauffman H, Reddy A, Hsieh S, et al. Improved technique for evaluating resistance of rice varieties to *Xanthomonas oryzae* [J]. *Plant Disease Reporter*, 1973, (57):537-541
- [24] McCouch S R, Kochert G, Yu Z H, et al. Molecular mapping of rice chromosome [J]. *Theor Appl Genet*, 1988, 76:815-829
- [25] Ma X, Zhang Q, Zhu Q, et al. A robust CRISPR/Cas9 system for convenient, high-efficiency multiplex genome editing in monocot and dicot plants [J]. *Mol Plant*, 2015, 8:1274-1284
- [26] Lin Y J, Zhang Q. Optimising the tissue culture conditions for high efficiency transformation of indica rice [J]. *Plant Cell Rep*, 2005, 23:540-547
- [27] Zipfel C, Robatzek S, Navarro L, et al. Bacterial disease resistance in *Arabidopsis* through flagellin perception [J]. *Nature*, 2004, 428, 764-767
- [28] Yamaguchi K, Yamada K, Ishikawa K, et al. A receptor-like cytoplasmic kinase targeted by a plant pathogen effector is directly phosphorylated by the chitin receptor and mediates rice immunity [J]. *Cell Host Microbe*, 2013, 13(3):347-357
- [29] Wang C, Zhang X, Fan Y, et al. *Xa23* is an executor R protein and confers broad-spectrum disease resistance in rice [J]. *Mol Plant*, 2015, 8:290-302
- [30] Noda T, Yamamoto T, Ogawa T, et al. Pathogenic races of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* in South and East Asia [J]. *Jircas Journal for Scientific Papers*, 1996(3):9-15
- [31] Jeung J U, Heu S G, Shin M S, et al. Dynamics of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* populations in Korea and their relationship to known bacterial blight resistance genes [J]. *Phytopathology*, 2006, 96(8):867-875
- [32] 章琦. 中国杂交水稻白叶枯病抗性的遗传改良 [J]. *中国水稻科学*, 2009, 23(2):111-119
- [33] Lee S W, Choi S H, Han S S, et al. Distribution of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* strains virulent to *Xa21* in Korea [J]. *Phytopathology*, 1999, 89:928-933
- [34] Marella L S, George M L C, Vera Cruz C M, et al. Identification of resistance genes effective against rice bacterial blight pathogen in Eastern India [J]. *Plant Dis*, 2001, 85(5):506-512
- [35] Muralidharan K, Khush G S, Krishnaveni D, et al. Field performance of genotypes by molecular assisted breeding to bacterial blight in India [J]. *Rice Genetics Newsletter*, 2004, 21:29-31
- [36] 曾列先, 朱小源, 杨建源, 等. 广东水稻白叶枯病菌新致病型的发现及致病性测定 [J]. *广东农业科学*, 2005, 29(2):58-59
- [37] 姬广海, 张世光, 钱君. 云南水稻白叶枯病菌生理小种初析 [J]. *植物保护*, 2003, 29(1):19-21
- [38] 夏立琼, 李明容, 谢仕猛, 等. 海南水稻白叶枯病菌优势生理小种的分离及致病力分析 [J]. *分子植物育种*, 2016, 14(5):1336-1340
- [39] Jia H, Zhang Y, Orbovic V, et al. Genome editing of the disease susceptibility gene *CsLOB1* in citrus confers resistance to citrus canker [J]. *Plant Biotechnol J*, 2017, 15(7):817-823
- [40] Barret P, Brinkman M, Beckert M. A sequence related to rice *Pong* transposable element displays transcriptional activation in vitro culture and reveals somaclonal variations in maize [J]. *Genome*, 2006, 49(11):1399-1407

(上接第 522 页)

参考文献

- [1] Jacob S R, Tyagi V, Agrawal A, et al. Indian plant germplasm on the global platter; an analysis [J]. *PLoS ONE*, 2015, 10(5):e0126634
- [2] 沈镛, 李锡香, 冯兰香, 等. 葫芦科蔬菜种质资源对南方根结线虫的抗性评价 [J]. *植物遗传资源学报*, 2007, 8(3):340-342
- [3] 司海平. 农作物种质资源调查信息系统研究 [D]. 北京: 中国农业科学院, 2011
- [4] 李卫芬, 林立飞, 秦荣, 等. 云南蔬菜地方品种种质资源初步探讨 [J]. *西南农业学报*, 2010, 23(6):2133-2136
- [5] González-Pérez S, Garcés-Claver A, Mallor C, et al. New insights into capsicum spp relatedness and the diversification process of *Capsicum annuum* in Spain [J]. *PLoS ONE*, 2014, 9(12):e116276
- [6] Lee H Y, Ro N Y, Jeong H J, et al. Genetic diversity and population structure analysis to construct a core collection from a large *Capsicum* germplasm [J]. *BMC Genetics*, 2016, 17(1):142
- [7] 郑殿升, 吴伯良. 神农架及三峡地区作物种质资源 [J]. *作物品种资源*, 1992(1):1-3
- [8] 杨敏杰, 龚亚菊, 张丽琴, 等. 云南野生蔬菜资源调查研究 [J]. *西南农业学报*, 2004, 17(1):90-96
- [9] 王艳杰. 滇黔桂民族地区农作物遗传资源农家就地保护与传统文化关系的研究 [D]. 北京: 中央民族大学, 2015
- [10] 李鸿雁, 李俊, 黄帆, 等. 内蒙古 78 份葱属野生种表型遗传多样性分析 [J]. *植物遗传资源学报*, 2017, 18(4):620-628
- [11] 王晴芳, 徐育海, 何秀娟. 湖北大别山区板栗种质资源调查及利用评价 [J]. *中国南方果树*, 2011, 40(3):44-47
- [12] 王富荣, 何华平, 龚林忠, 等. 湖北地方红肉桃种质资源收集、评价及利用 [J]. *湖北农业科学*, 2013, 52(15):3562-3565
- [13] 张忠慧, 王莉, 黄宏文, 等. 神农架主峰南坡猕猴桃种质资源调查及保护策略 [J]. *长江流域资源与环境*, 2002, 11(5):442-445
- [14] 刘富中, 杜武峰. 神农架及三峡地区蔬菜种质资源概况 [J]. *作物品种资源*, 1993(1):17-19
- [15] 郑殿升, 方洸, 阮仁超, 等. 贵州农业生物资源的多样性 [J]. *植物遗传资源学报*, 2017, 18(2):367-371
- [16] 郝海燕, 于震宇, 朱梦矣, 等. 果蔬功能因子及保健食品的发展 [J]. *中国食物与营养*, 2005(5):20-23
- [17] 王小鹤, 徐立伟. 山药系列饮料的加工工艺研究 [J]. *农业技术与装备*, 2011(5):31-32