

蔬菜等重要经济作物珍稀濒危种质资源现状及保护策略

王海平, 宋江萍, 张晓辉, 阳文龙, 贾会霞, 王洋

中国农业科学院蔬菜花卉研究所, 蔬菜生物育种全国重点实验室, 北京 100081

摘要 为阐述蔬菜等经济作物珍稀濒危资源面临收集保护技术匮乏和保护体系不完善等瓶颈问题, 介绍了主要经济作物蔬菜、果树、茶叶、花卉、热带作物的珍稀濒危资源及其保护、监测和利用现状, 分析了其主要的濒危机制, 并提出了主要经济作物珍稀濒危种质资源的保护策略。

关键词 蔬菜; 珍稀濒危种质资源; 经济作物

在自然进化的过程中, 植物有新生也有灭绝。然而, 人类对于自然环境的过度消耗, 却加速了这一进程, 导致生态环境迅速恶化, 不仅影响着生物多样性的发展, 也对人类未来的生存带来了负面影响^[1]。20世纪80年代初期, 国际社会制定了珍稀濒危植物保护策略, 随着研究力度的不断加大, 各学科逐渐融入其中, 人们开始认识到诸多影响植物濒危的因素, 并加大了保护的力度^[2]。

作物种质资源具有不可再生和不可创造性。作物育种要有所突破, 也必须要有丰富的遗传种质作为保障, 因此种质资源的作用愈加突出, 中国工程院院士、“杂交水稻之父”袁隆平凭借在海南发现

的野生稻, 成功培育出三系杂交水稻, 使得中国水稻产量大幅提升, 表明人类的认知有限, 但资源蕴藏的价值潜力无限, 有些物种的巨大价值可能在未来才会被发现^[3-4]。尽管现代生物科学技术取得了长足发展, 但人类还不能创造功能基因, 一个物种的消亡, 就意味着这个物种所携带基因的消亡。某种基因一旦从地球上消失, 就难以用任何先进方法再创造出来, 因此抢救、研究和保护那些濒临灭绝的作物种质资源迫在眉睫^[5-6]。

经济作物又称技术作物、工业原料作物, 是指具有某种特定经济用途的农作物, 主要种植目的为获取较高回报, 而不以提供粮食为主要目标, 蔬菜、

收稿日期: 2022-07-11; 修回日期: 2022-10-21

基金项目: 国家重点研发计划项目(2021YFD1200200); 国家现代农业产业技术体系建设专项资金项目(CARS-24-A-01); 国家自然科学基金项目(31872946); 中国农业科学院创新工程项目(CAAS-ASTIP-2017-IVFCAAS); 农业农村部作物种质资源安全保存项目(2022NWB037); 国家园艺种质北京蔬菜分库运行服务项目(NHGRC2022-NH01); 国家作物种质资源数据中心观测监测任务项目(ZX01NK-03)

作者简介: 王海平, 研究员, 研究方向为种质资源, 电子信箱: wanghaiping@caas.cn

引用格式: 王海平, 宋江萍, 张晓辉, 等. 蔬菜等重要经济作物珍稀濒危种质资源现状及保护策略[J]. 科技导报, 2023, 41(4): 14-22; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2023.04.002

果树、茶树、热带作物、糖料和花卉均为重要的经济作物,占种植业总产值约55%,在国民经济生产和乡村振兴产业中发挥着重要作用。经济作物种质资源作为作物种质资源的组成部分,在作物种业可持续发展中发挥着重要作用。经济作物珍稀濒危野生种质资源具有抗逆性强、营养品质好等优良特性,是育种和种业创新的重要材料,每一次种业的提升都源于新种质资源的引入和利用。然而,由于人类干扰、气候变化、自身群体结构和生态群落的不稳定等因素影响,一些重要经济作物珍稀资源已濒临灭绝状态。蔬菜等经济作物珍稀濒危资源面临收集保护技术匮乏和保护体系不完善等瓶颈问题,亟需开展相关技术的研发,进行抢救性保护。以下介绍主要经济作物蔬菜、果树、茶叶、花卉、热带作物的珍稀濒危资源及其保护、监测和利用现状,分析其濒危机制,并提出主要经济作物珍稀濒危种质资源的保护策略。

1 蔬菜等主要经济作物珍稀濒危资源及价值

1.1 蔬菜种质资源代表性濒危植物及重要价值

中国的蔬菜作物约有163种,涉及222个栽培物种,约150个野生近缘种^[7],典型的濒危蔬菜包括:斧翅沙芥、甜菜树、莼菜、海菜花等^[8-12]。

斧翅沙芥(*Pugionium dolabratum* Maxim.)为二年生草本植物,属于十字花科沙芥属(*Pugionium* Gaertn.),是一种集药用、保健、饲用、固沙等功用于一体的多功能沙生蔬菜。由于长期掠夺性采挖,该物种减少和灭绝的速度与日俱增,早在1992年就被列入《内蒙古珍稀濒危植物志》^[8]。

甜菜树[*Yunnanopilia longistaminea* (W. Z. Li) C. Y. Wu et D. Z. Li]为山柚子科(Opiliaceae)单型属甜菜树属(*Yunnanopilia*)的多年生乔木,该物种主要分布在云南、广西河谷地区。因其口感鲜美,风味独特,野生资源遭严重破坏,日趋濒危^[13]。

莼菜(*Brasenia schreberi*)不仅是重要的水生经济作物,而且含有酸性多糖、蛋白质等化学成分,具营养、医疗、保健功效,莼菜在中国的分布范围及其

自然种群数量急速减少,濒临灭绝,已被列为国家I级重点保护濒危野生植物^[9,14]。

路南海菜花[*Ottelia acuminata* (Lévl. et Vant.) Dandy var. *lunanensis* H.Li]为水鳖科(Hydrocharitaceae)海菜花属(*Ottelia*)多年生淡水沉水植物,特产于中国云南石林的小型湖泊中,被列为国家III级保护植物。由于人为频繁干扰和环境变化急剧,导致种群数量和植株量骤减,分布范围急剧缩小,处于濒危状态。海菜花是一种营养价值较高的淡水野生蔬菜^[10,15]。

1.2 果树种质资源代表性濒危植物及重要价值

中国的果树作物约有64种,涉及149个栽培物种,近420个野生近缘种,在南方种植的果树中,柑橘较为广泛,在北方,苹果、李和梨种植较多,而目前处于濒危状况的果树主要包括:河北梨^[16]、崂山梨^[17]、银杏^[18]、台湾苏铁^[19]等。

河北梨(*Pyrus hopeiensis* Yü)在崂山仅分布于崂顶,海拔在900 m以上,常生于土层较厚的背阴坡;崂山梨(*Pyrus trilocularis*)多分布在海拔600 m以下的阳坡,常生于沟谷、岩石缝中,部分分布在崂山万年船附近。河北梨、崂山梨均为珍稀濒危物种,随着崂山景区的不断开发,加之频繁的人为活动,对其生存产生了重大影响^[16]。

银杏(*Ginkgo biloba* L.)是银杏科银杏属植物,乔木,高达40 m,胸径可达4 m。银杏为银杏科唯一生存的种类,是著名的活化石植物,又是珍贵的用材和干果树种。银杏果含有多种营养元素,除淀粉、蛋白质、脂肪、糖类之外,还含有维生素C、核黄素、胡萝卜素、钙、磷、铁、钾、镁等微量元素,以及银杏酸、白果酚、五碳多糖、脂固醇等成分。

台湾苏铁(*Cycas taiwaniana* Carruth.)仅存中国台湾和海南岛,数量极少,繁殖力弱,加之森林的破坏使其生境改变,濒临灭绝。可用于观赏,药用和食用。种子含有油和丰富的淀粉。

1.3 茶叶种质资源代表性濒危植物及重要价值

茶叶源于中国,最早被作为祭品使用。但从春秋后期就被人们作为菜食,在西汉中期发展为药用,西汉后期才发展为宫廷高级饮品,西晋以后普及到民间作为普通饮品。发现最早人工种植茶叶

的遗迹在浙江余姚的田螺山遗址,已有 6000 多年的历史,饮茶也始于中国。典型的濒危茶叶包括:张氏红山茶^[20]、金花茶^[21]、小黄花茶^[22]等。

张氏红山茶(*Camellia changii* Ye)又名杜鹃红山茶,山茶科山茶属,是珍稀濒危植物,张氏红山茶的地理分布尚不完全清楚,自中国广东省阳春市西南部的鹅凰嶂自然保护区发现以来,尚未在其他地方发现其分布,杜鹃红山茶含有丰富的蛋白质、微量元素、必需氨基酸,且有害元素含量低^[20]。

金花茶(*Camellia nitidissima* Chi)是金花茶组植物中的一个种,主产中国的珍稀观赏植物,属国家 I 级保护物种。金花茶自然分布在北回归线以南,主要分布在广西西南部的防城、南宁、隆安、扶绥等县(市),垂直分布高度在 12~450 m。金花茶富含茶多糖和茶多酚。

小黄花茶(*Camellia luteoflora* Li ex H. T. Chang),为多年生常绿木本植物,隶属于山茶科(Theaceae)山茶属(*Camellia*)小黄花茶组(sect. *Luteoflora*),为中国特有珍稀濒危植物,主要分布于贵州赤水金沙沟、四洞沟的狭窄区域及四川古蔺县桂花镇。

1.4 花卉种质资代表性濒危植物及重要价值

中国花卉约有 114 种之多^[7]。典型的濒危花卉包括杏黄兜兰^[23]、天山雪莲^[24]、大花黄牡丹^[25]、圆叶玉兰^[26]等。

杏黄兜兰(*Paphiopedilum armeniacum*)是兜兰属较迟发现的物种。杏黄兜兰主要分布在云南省西部的碧江和泸水等地,缅甸也有分布。由于过度的采集以及生境的破坏,近十几年来其数量急剧减少,几乎到了濒临灭绝的边缘^[23]。

天山雪莲(*Saussurea involucreta*)为菊科风毛菊属多年生一次开花结果的草本植物,生长于海拔 2400~4000 m 的亚高山和高山草甸以及流石滩石缝中,是一种珍稀的高山花卉,具有重要观赏价值^[24]。

大花黄牡丹(*Paeonia ludlowii*)属芍药科(Paeoniaceae)芍药属(*Paeonia*),是西藏特有丛生落叶花灌木,具极高观赏性,是宝贵的花卉种质资源,大花黄牡丹生存条件极为苛刻,目前处于濒危状态^[25]。

圆叶玉兰[*Magnolia sinensis* (Rehd. et Wils.) Stapf]系木兰科(Magnoliaceae)木兰属(*Magnolia*)植物,落叶灌木或小乔木,花白色芳香,兼具观赏价值及药用价值于一体,为四川特有种,处于濒危状态^[26]。

1.5 热带作物种质资代表性濒危植物及重要价值

热带作物对热量条件要求较高,要求年绝对低温多年平均值 0℃以上、全年基本无霜冻,中国的台湾省南部和海南省、云南省西双版纳及河口地区、两广南部、闽南沿海一带,均适宜热带作物生长。典型的濒危热带作物包括石碌含笑、海南龙血树^[27]。

石碌含笑(*Michelia shiluensis* Chun et Y. F. Wu)为木兰科含笑属常绿乔木,为海南特有树种和国家 II 级濒危保护植物,石碌含笑树干通直,分枝上举,形成优美的塔形树冠,叶色四季苍绿亮泽,其顶芽还带橙黄色或灰色金属光彩,花朵洁白,气味芳香,花期长,光彩夺目,静雅美丽,具有很高的观赏价值。

海南龙血树(*Dracaena cambodiana*)属百合科龙血树属的单子叶植物,为国家 II 级重点保护植物和稀有濒危保护植物,由于海南龙血树具有较高的药用价值和观赏价值,野生资源受到掠夺性采挖,野生资源已十分匮乏,种群处于濒危状态^[27]。

2 蔬菜等主要经济作物珍稀濒危资源特殊价值

濒危经济作物的经济价值^[28]、利用价值^[28]、科研价值^[29]一般都很高。如甜菜树作为一种野生蔬菜,其具有天然独到的风味,以当地的“山珍”身份深受人们的喜爱,具有极高的经济价值^[13];莼菜食用起来润滑不腻,清香可口,自古以来受到追捧,早在晋书中就有记载,将其与鲈鱼并提,不仅如此,现代科学研究表明其还具备净化水质的功能^[30];云南的少数民族有着利用野生海菜花的传统知识,在食用时,将海菜花与豆腐煮汤,回味无穷,同时海菜花的观赏价值很高,花色洁白淡雅,不仅如此海菜花

还可治疗便秘、水肿等多种疾病^[31]；作为中国特有的台湾苏铁，对研究地史的变迁和植物区系有一定的价值^[32]，同时苏铁是中国传统的观赏树种，在园林上被广泛应用；金花茶含有独特的金花茶皂甙，是自然界中药用营养价值最丰富的植物之一，另外金花茶极具观赏价值^[28]；中国的野生牡丹相继传入欧洲和美国，尤其是黄牡丹、紫牡丹、大花黄牡丹等被国外的植物学家发现、命名并引进后，真正开启了欧美远缘杂交育种的新篇章。经过1个世纪的发展，逐渐培育出了从杏黄到琥珀色、金黄色和柠檬色等黄色为主，深红和猩红等不同颜色组合的一大批新品种。这些新颖的牡丹品种，不仅色彩丰富，而且花期延长，具有更高的园林应用价值；斧翅沙芥的抗旱性极强，可以用来研究解析植物的抗旱机制^[29]等。

3 蔬菜等主要经济作物珍稀濒危资源濒危机制及动态监测

3.1 蔬菜等主要经济作物珍稀濒危资源濒危因素

蔬菜等主要经济作物珍稀濒危资源濒危因素主要分为内在和外在因素。

第1类因素主要是来自植物内部的生物学特性和其所处环境条件的变化。有的植物的种子萌发条件苛刻^[33]，自然条件下种子的萌发率低，如大花黄牡丹的种子会自身合成有毒代谢物，产生自毒作用，从而降低种子萌发率，易致濒危，又如泰山花楸自然发芽率低，加之其种子具有深休眠性，对其催芽繁殖难度极大；有的植物种子发育不良、种胚质量差以及种子的发芽潜力低是泰山花楸濒危的重要因素；而有些植物的光适应范围窄，光合速率低导致竞争力弱，环境适应力减弱^[33]，如金花茶濒危是由于其对光强适应范围窄，使得种群扩散难；另外还有有性生殖困难^[34]、高频自交导致生物多样性降低、其他环境适应力差^[35]等。

第2类主要为外部因素，来自人类的直接干扰破坏。人们对野外资源过度采挖和利用^[36-37]；随着人类的生产力和科技高速的发展，对森林资源自然资源等的大范围开采，导致的植物生态环境破

坏^[37-38]；人口增加，工业的发展等人为因素及自然造成的气候变化^[33,39]等。

3.2 蔬菜等主要经济作物珍稀濒危资源动态监测

对珍稀濒危物种的生存环境的各项参数进行动态监测，可以提前预知濒危物种的生存威胁，防止物种的濒危灭绝^[40]。随着电子计算机、空间科学等技术的发展，使得大范围监测濒危物种成为可能，中国也逐渐发展出了以3S(遥感RS,地理信息系统GIS,全球卫星定位系统GPS)技术为主导的监测系统^[41]，可对气候、土壤、地形、水文、图像等因子进行全方位监测^[40]。随着新一代信息技术(大数据、云计算等)和北斗导航定位技术的兴起，中国科学家又建立起了一套以北斗卫星为主的监测体系，利用北斗全天时、全天候、高精度定位功能，与智能传感器采集的环境信息(土壤、温度、湿度、光照等)和植物状态信息融合，从而形成珍稀濒危植物动态监测数据^[42-43]，希望这些技术也可以更早投入到濒危经济作物的动态监测上。

4 蔬菜等主要经济作物珍稀濒危资源保护措施及现状

4.1 蔬菜等主要经济作物珍稀濒危资源保护措施

蔬菜等主要经济作物珍稀濒危资源保护措施主要分为就地保护和迁地保护。

就地保护是一种整体保护的策略，也是对濒危物种最为有效、全面的保护形式，主要以自然保护区的形式体现。从新中国成立以来第一个自然保护区的出现，到目前为止中国已经建立了上万个自然保护区。如以海菜花为主要保护对象的保护区——草海自然保护区、苍山洱海国家级自然保护区、泸沽湖省级自然保护区、丽江拉市海省级湿地自然保护区等便对濒危经济作物起到了很好的保护作用^[31]。

迁地保护是对就地保护的有效补充。由于在自然条件下对一些珍稀濒危植物加以保护已经无法达到避免其灭绝的目的，人们可以通过迁地保护的方法，促进植物资源可持续发展^[44-45]，植物园^[46]和种质库^[47]是迁地保护的主要载体。国家农作物种

质库和资源圃共保存种质资源 50 余万份^[48]。针对具体的迁地保护,可选取自然条件较好的优势地段,建立珍稀濒危种质资源库;在本地建立植物园,引种栽植予以保护,如在洱海地区已有大面积的人工移栽海菜花的水田^[31];适量采集种实或延存器官进行低温保存;通过组织培养等现代培育方式,在短时间内培养大量脱毒苗、储存种质等^[48-49]。

4.2 蔬菜等主要经济作物珍稀濒危资源保护现状

美国、英国、国际植物遗传资源委员会 (IBPGR)、国际半干旱地区热带作物研究所 (ICRISAT) 等国家和组织曾经有计划地在全世界开展种质资源收集^[50-51]。美国对有潜在使用价值的植物材料的引进可追溯到 19 世纪早期,有组织、有计划地进行植物材料引进是在美国农业部 1898 年成立了种子和植物引进机构后开始的。目前美国国家植物种质资源系统 (NPGS, 20 世纪 70 年代建立), 涵盖收集等分工明确的 27 个机构, 保存种质资源 59 万份, 覆盖了 2006 个属的 12379 种植物, 且以每年 1 万份的速度增加。以野生苹果为例, 美国于 20 世纪八九十年代对主要分布在中亚地区的塞威士苹果进行了 4 次考察收集, 收集 13 万份塞威士苹果种子, 向欧洲国家分发 5 万粒, 现于美国植物遗传资源保存中心的异地种质圃保存塞威士苹果 1300 份、种子保存 5 万粒^[52]。英国皇家植物园经过 200 多年的发展, 收集约 5 万种植物, 约占已知植物的 1/8。除了考察收集外, 美国等发达国家在珍稀濒危资源的保存关键技术和体系建设方面成果显著。如美国利用体胚和种子超低温技术保存苹果和葡萄种质, 建立了原位保护点和异地保存库等一系列的保存措施。同时重视珍稀濒危种质的监测, 成立了非盈利组织 CPC (The Center For Plant Conservation), 组织全国各行业, 通过网站收集相关濒危植物的信息, 监测其种类、分布等^[53]。

中国自 20 世纪 50 年代就一直重视农业野生植物的保护, 开始了农业野生植物资源的收集和异位保存工作, 目前有近 200 个植物园共迁地收集保存约 2.3 万种植物 (包括本土植物和国外引种), 其中濒危植物 1289 种, 亚洲最大的野生生物种质资源库——中国西南野生生物种质资源库目前共保存

种子 85046 份 10601 种; 植物离体培养材料 2093 种 24100 份; DNA 分子材料 7324 种 65456 份^[54]。中国建有国家级农作物种质资源库中期库 15 个、资源圃 53 个。其中涉及蔬菜、果树、茶叶、热带作物和花卉等经济作物的国家级资源库圃 30 余个, 保存经济作物种质资源 15 万多份, 占农作物种质资源 30% 左右, 但珍稀濒危资源保存占比不到 0.1%, 且尚未开展系统性收集。建设有原生境保护点 226 个, 主要是林木和粮食作物, 涉及的经济作物种类少, 远未覆盖最新发布《国家重点保护野生名录》。在保存技术开发方面也相继开展了如百合、苹果、香石竹等经济作物的超低温保存技术研究, 但由于对绝大多数珍稀濒危资源的濒危机制不清, 缺乏相应的保护技术, 针对经济作物珍稀濒危资源保存关键技术和体系建设方面明显落后于美国等发达国家。

5 中国蔬菜等主要经济作物珍稀濒危种质资源保护存在的主要问题

蔬菜等经济作物珍稀濒危资源急需抢救性保护, 收集保护技术匮乏和保护体系不完善。主要体现在: 一是研究基础薄弱。对濒危野生蔬菜资源的地理分布、居群结构、生存状况及濒危机制缺乏了解, 以云南省永德县为例, 该县位于云南省西南、临沧市西北部, 总面积 3296 km², 初步调查显示永德县境内有野生蔬菜 73 种, 对永德县蔬菜资源的整体状况不清, 包括蔬菜的种类、形态特征、分布区域等^[55]。二是长期系统观测不到位。缺乏长期系统观测, 对物种资源状况不清, 出现相当一部分物种尚未被人们认识就已灭绝, 缺乏有力的监测、保护与宏观调控体系, 对其生长习性、繁殖特性和生态适应性掌握不全面, 繁殖成活率低, 例如, 在濒危经济作物的研究中斧翅沙芥的研究相对深入, 但是其露地植株栽培过程中的二年生返青率仍然极低, 且种子的质量和产量均很低, 相关研究内容也只包括开花生物学、繁育系统及胚胎学等少数领域且仅停留在理论研究阶段, 尚未开展应用^[8]。三是保存繁育技术缺乏。亟需开发针对这些珍稀濒危资源的

收集和保护、监测和繁育等关键技术,加快推进抢救性收集保护。四是保护体系有待完善^[56]。异位和原位保存体系需要增加。种质库(圃)、原生境保护点不能覆盖所有濒危经济作物资源。五是人才和资金缺乏^[56]。资源的收集保存、评价鉴定、繁殖更新、创新利用需要消耗大量的人力和资金。

6 中国蔬菜等主要经济作物珍稀濒危种质资源保护策略

1) 开展蔬菜等经济作物珍稀濒危种质资源调查收集技术研究。

在初步收集和掌握珍稀濒危资源的分布地理信息的基础上,通过比较系统全面的考察和分析,针对珍稀濒危资源的不同特点,开展基于无人机遥感技术^[57]和图像识别、地理信息系统、定位系统(GPS、北斗系统^[58])采集各居群的地理信息数据等现代调查技术研究;结合依据生态样方的群落调查技术研究,分析资源的地理分布特点、居群分布状况和生境特征、面临的干扰威胁类型和程度,依据收集的信息综合评估目标资源居群的地理分布、生存状况、保存现状、种群多样性和遗传结构特点,建立适合不同居群的非破坏性取样策略和技术,抢救性收集蔬菜等经济作物野生近缘种的濒危种质资源代表性居群和个体。

2) 开展蔬菜等经济作物珍稀濒危种质资源濒危机制解析研究。

针对蔬菜等经济作物很多重要珍稀种质资源面临灭绝的问题,需要解析其濒危机制。对代表性居群的相应地理信息数据进行量化的生物地理学研究,明确其地理分布,分析其生存环境的气候特征和地貌特征,从生物地理学角度解析其濒危机制;对不同居群设置生态样方,调查样方中的种群的数量、生长习性、开花物候、繁育系统生理生化指标、传粉生物学和种子萌发等繁殖特性,分析种群生存和更新能力,结合样方中的植被群落构成及其所在的植物区系和人为干扰威胁因素,明确其生态适应性,从生态学角度解析其濒危机制;采集种质资源生长区域内的种群及其近缘类群,基于基因组

测序及分子标记技术,结合代谢组分析和转录组测序等手段进行系统发育和遗传多样性研究,分析其分化及物种形成时间,运用生态基因组学^[59]系统分析珍稀濒危资源种群结构变化特征,预测种群遗传分化发展趋势,从分子生物学和进化的角度解析其濒危机制。

3) 开展蔬菜等经济作物珍稀濒危种质资源保存技术研究。

对种子繁殖为主的濒危种质资源,开展种子发育及萌发相关研究,以提高种子活力和萌发能力,建立高效种子繁育体系;同时利用种子繁殖的资源开展种子在超低温条件的休眠和复活生活力的研究,研发珍稀濒危资源种子的长久安全保存技术;以无性繁殖为主的濒危种质资源,开展组织培养、嫁接、压条、扦插、分株等无性繁殖技术研究;根据作物特性,研制高存活率和遗传稳定的试管苗、茎尖、休眠芽、花粉等外植体快速冷冻和复活超低温保存关键技术或茎尖离体缓慢生长保存技术;开展茎尖结合药品处理或环境调控的脱毒技术研发,建立问题资源高效繁育技术体系;筛选原生境代表性居群,对异位保存圃繁殖的部分种质资源开展野外回归试验,尝试恢复野外种群数量,并对原生境的土壤等生境条件进行生态干预,结合对相关人群的宣传培训,建立原位保护点和农民参与式的原生境保护体系。

4) 开展蔬菜等经济作物珍稀濒危种质资源监测技术研究。

针对不同珍稀濒危资源分布、濒危现状和生态居群等特点,通过对资源保存现状的分析,基于各种组学分析技术,开展野生种群的遗传多样性鉴定与分析,借助高光谱和遥感等技术监测原生境生态环境的变化和濒危种质居群的生长状况;定期监测异位保存的濒危种质资源不同发育阶段的生长状况指标、活力和适应性,运用分子标记监测其遗传完整性。

5) 建立蔬菜等经济作物珍稀濒危种质资源数据库及保护体系。

通过关键技术集成,行业标准研制,建立表型数据和分子身份证信息数据库,形成数字化保护技

术体系和信息共享管理系统,为抢救性保护经济作物珍稀濒危资源提供理论和技术支撑。

参考文献(References)

- [1] Khan S, Nabi G, Ullah M W, et al. Overview on the role of advance genomics in conservation biology of endangered species[J]. International Journal of Genomics, 2016, 2016: 3460416.
- [2] Frankel O H. Genetic conservation: Our evolutionary responsibility[J]. Genetics, 1974, 78(1): 53-65.
- [3] Hajjar R, Hodgkin T. The use of wild relatives in crop improvement: A survey of developments over the last 20 years[J]. Euphytica, 2007, 156(1): 1-13.
- [4] 楚雅南, 徐永福, 雷超铭, 等. 中国珍稀濒危植物全人类的自然瑰宝[J]. 森林与人类, 2022(5): 6-17.
- [5] Khoury C K, Amariles D, Soto J S, et al. Comprehensiveness of conservation of useful wild plants: An operational indicator for biodiversity and sustainable development targets[J]. Ecological Indicators, 2019, 98: 420-429.
- [6] Khoury C K, Carver D, Greene S L, et al. Crop wild relatives of the United States require urgent conservation action[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2020, 117(52): 33351-33357.
- [7] 王述民, 李立会, 黎裕, 等. 中国粮食和农业植物遗传资源状况报告(I)[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(1): 1-12.
- [8] 王静. 濒危种斧翅沙芥日光温室开花生物学及繁育系统研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2008.
- [9] 董元火, 雷刚, 刘红艳. 利川绝迹蕨菜种群原因分析[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(11): 6047-6048.
- [10] 翟书华, 郭庆, 樊传章, 等. 珍稀濒危植物路南海菜花的生物学特性及保护研究[J]. 北方园艺, 2012(8): 81-83.
- [11] Yang C, Zhang X, Zhang F, et al. Structure and ion physiology of *Brasenia schreberi* glandular trichomes in vivo[J]. PeerJ, 2019, 7: e7288.
- [12] Ji Y, Yang J, Landis J B, et al. Deciphering the taxonomic delimitation of *Ottelia acuminata* (Hydrocharitaceae) using complete plastomes as super-barcodes[J]. Front Plant Sci, 2021, 12: 681270.
- [13] 吴征镒, 李德铎. 甜菜树属: 云南产山柚子科一原始新属及其植物地理学意义[J]. 云南植物研究, 2000, 22(3): 248-250.
- [14] Li J F, Yi C Y, Zhang C R, et al. Effects of light quality on leaf growth and photosynthetic fluorescence of *Brasenia schreberi* seedlings[J]. Heliyon, 2021, 7(1): e06082.
- [15] Zhai S H, Yin G S, Yang X H. Population genetics of the endangered and wild edible plant *Ottelia acuminata* in southwestern China using novel SSR markers[J]. Biochemical Genetics, 2018, 56(3): 235-254.
- [16] 李秀根, 杨健. 花粉形态数量化分析在中国梨属植物起源、演化和分类中的应用[J]. 果树学报, 2002, 19(3): 145-148.
- [17] 梁婷婷, 马燕, 臧德奎. 梨属野生资源遗传多样性的 SRAP 分析[J]. 北方园艺, 2015(13): 1-5.
- [18] Hohmann N, Wolf E M, Rigault P, et al. Ginkgo biloba's footprint of dynamic Pleistocene history dates back only 390, 000 years ago[J]. BMC Genomics, 2018, 19(1): 299.
- [19] Wang X H, Wu W, Jian S G. Transcriptome analysis of two radiated Cycas species and the subsequent species delimitation of the *Cycas taiwaniana* complex[J]. Appl Plant Sci, 2019, 7(10): e11292.
- [20] 朱高浦, 李纪元. 珍稀濒危植物张氏红山茶研究进展[J]. 亚热带植物科学, 2009, 38(3): 83-89.
- [21] Liu S, Pei S, Huang L, et al. The complete chloroplast genome of *Camellia nitidissima* (Theaceae)[J]. Mitochondrial DNA Part B, Resources, 2020, 5(3): 2228-2230.
- [22] 张华雨, 宗秀虹, 王鑫, 等. 濒危植物小黄花茶种群结构和生存群落特征研究[J]. 植物科学学报, 2016, 34(4): 539-546.
- [23] 王祥福, 池秀莲, 董莉莉, 等. 濒危物种杏黄兜兰分布区种子植物区系分析[J]. 辽宁林业科技, 2013(5): 9-15.
- [24] 康喜亮, 王晓军, 牛力涛, 等. 濒危药用植物天山雪莲 (*Saussurea involucrata* Kar. et Kir.) 种子萌发特性研究[J]. 种子, 2010, 29(5): 81-83.
- [25] 徐慧, 佟珂珂, 孙凯歌, 等. 濒危植物大花黄牡丹的研究进展[J]. 黑龙江农业科学, 2022(1): 94-99.
- [26] 康喜坤, 陈小红, 龚伟, 等. 圆叶玉兰叶片非结构性碳水化合物与氮、磷含量对海拔的响应[J]. 生态学报, 2019, 39(11): 4049-4055.
- [27] Zheng D J, Xie L S, Zhu J H, et al. Low genetic diversity and local adaptive divergence of *Dracaena cambodiana* (Liliaceae) populations associated with historical population bottlenecks and natural selection: An endangered long-lived tree endemic to Hainan Island, China[J]. Plant Biology (Stuttgart, Germany), 2012, 14(5): 828-838.
- [28] 王芳, 席云霄. 金花茶故事系列之二: 金花茶, 带给人们幸福和安康[J]. 经济, 2016(21): 60-61.

- [29] Wang Q, Abbott R J, Yu Q S, et al. Pleistocene climate change and the origin of two desert plant species, *Pugionium cornutum* and *Pugionium dolabratum* (Brassicaceae), in northwest China[J]. *New Phytol*, 2013, 199(1): 277-287.
- [30] 郭文场, 周淑荣, 董昕瑜, 等. 蕹菜的栽植管理与综合利用(3)[J]. *特种经济动植物*, 2018, 21(10): 39-43.
- [31] 蒋柱檀, 李恒, 刀志灵, 等. 云南传统食用植物海菜花 (*Ottelia acuminata*) 的民族植物学研究[J]. *内蒙古师范大学学报(自然科学汉文版)*, 2010, 39(2): 163-168.
- [32] 唐源江, 廖景平. 六种苏铁属植物的羽片比较解剖学研究[J]. *植物学通报*, 2001, 36(5): 615-622, 604.
- [33] 施小瑜, 付迪, 胡玉洁, 等. 极小种群植物天目铁木的濒危机制[J]. *林业科学*, 2020, 56(7): 142-150.
- [34] 刘咲岷. 灭绝级植物爪耳木濒危机制与生物信息学挖掘鉴定爪耳木中 GA 相关基因研究[D]. 海口: 海南大学, 2020.
- [35] 杨清培, 肖智勇, 胡晓东, 等. 珍稀植物华木莲的现代濒危机制: 探析与展望[J]. *广西植物*, 2017, 37(5): 653-660.
- [36] 张毓, 赵世伟. 中国大花杓兰的濒危机制及保育对策[C]//中国植物园(第十二期). 北京: 中国植物学会, 2009: 42-49.
- [37] 牟凤娟, 戴兴芬, 马士祝, 等. 珍稀植物蓑衣油杉濒危机制的初步研究[J]. *植物研究*, 2013, 33(2): 214-219.
- [38] 蒋迎红. 极小种群海南风吹楠生态学特性及濒危成因分析[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2018.
- [39] 宋雪艳. 珍稀濒危植物泰山花楸的濒危机制和保护研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2017.
- [40] 梁娜, 肖江. 濒危植物杏黄兜兰环境因子监测设计[J]. *南方农业学报*, 2012, 43(9): 1414-1419.
- [41] 陈士林, 周应群, 张本刚, 等. 濒危中药资源动态监测体系构建[J]. *世界科学技术: 中医药现代化*, 2005(6): 1-6.
- [42] 黄文德, 贺达江, 米贤武, 等. 一种基于北斗的珍稀濒危植物保护技术框架[J]. *电子测量技术*, 2021, 44(18): 42-46.
- [43] 吴昊, 蔡翔, 杨佳洩, 等. 濒危特色物种信息监测系统设计[J]. *电子世界*, 2021(24): 162-163.
- [44] 胡燕芳. 珍稀濒危植物的濒危机制与保护对策[J]. *黑龙江粮食*, 2021(5): 127-128.
- [45] Coelho N, Gonçalves S, Romano A. Endemic plant species conservation: Biotechnological approaches[J]. *Plants (Basel, Switzerland)*, 2020, 9(3): E345.
- [46] Mounce R, Smith P, Brockington S. Ex situ conservation of plant diversity in the world's botanic gardens[J]. *Nature Plants*, 2017, 3(10): 795-802.
- [47] 周桔, 杨明, 文香英, 等. 加强植物迁地保护, 促进植物资源保护和利用[J]. *中国科学院院刊*, 2021, 36(4): 417-424.
- [48] Loyola-Vargas V M, Ochoa-Alejo N. An introduction to plant tissue culture: Advances and perspectives[M]// *Plant Cell Culture Protocols*. New York: Springer New York, 2018: 3-13.
- [49] Chokheli V A, Dmitriev P A, Rajput V D, et al. Recent development in micropropagation techniques for rare plant species[J]. *Plants*, 2020, 9(12): E1733.
- [50] Raymond R D, Engels J M M. Diversity for development: The international board for plant genetic resources[J]. *Acta Horticulturae*, 1993(330): 39-42.
- [51] 章一华. 国际植物遗传资源委员会十五年[J]. *世界农业*, 1991(7): 18-19.
- [52] National Research Council (US) Committee on Managing Global Genetic Resources: Agricultural Imperatives. Managing global genetic resources: The U. S. national plant germplasm system[M]. Washington D. C.: National Academies Press, 1991.
- [53] 贺善安, 朱晓琴, 盛宁. 植物的迁地保护[C]//生物多样性研究进展——首届全国生物多样性保护与持续利用研讨会论文集. 北京: 中国科学院生物多样性委员会, 1994: 197-200.
- [54] 文香英, 陈红锋. 植物园与野生植物迁地保护[J]. *生物多样性*, 2022, 30(1): 37-41.
- [55] 李亚楼, 赵跃植, 董新义. 永德县野生蔬菜资源保护对策[J]. *农民致富之友*, 2018(12): 26.
- [56] 方嘉禾. 农作物种质资源保护现状及行动建议[C]//生物多样性保护与区域可持续发展——第四届全国生物多样性保护与持续利用研讨会论文集. 武汉: 中国科学院生物多样性委员会, 2000: 55-62.
- [57] Zhang F, Jing Z X, Ji B Y, et al. Study of extracting natural resources of Chinese medicinal materials planted area in Luoning of Henan Province based on UAV of low altitude remote sensing technology and remote sensing image of satellite[J]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2019, 44(19): 4095-4100.
- [58] Li M, Qu L, Zhao Q, et al. Precise point positioning with the BeiDou navigation satellite system[J]. *Sensors (Basel)*, 2014, 14(1): 927-943.
- [59] Subrahmaniam H J, Roby D, Roux F. Toward unifying evolutionary ecology and genomics to understand positive plant-plant interactions within wild species[J]. *Frontiers in Plant Science*, 2021, 12: 683373.

Current situation and protection strategy of rare and endangered germplasm resources of main economic crops

WANG Haiping, SONG Jiangping, ZHANG Xiaohui, YANG Wenlong, JIA Huixia, WANG Yang

State Key Laboratory of Vegetable Biobreeding, Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China

Abstract Economic crop plays an important role in the national economy and rural revitalization. Vegetables, fruit trees, tea trees, tropical crops, sugar and flowers are important economic crops. Due to human interference, climate change, population structure and the instability of ecological communities, the wild endangered resources are rapidly reduced, and some important rare resources are on the verge of extinction. However, the rare and endangered resources of economic crops such as vegetables are faced with bottleneck problems such as lack of collection and protection technology and imperfect protection system. It is urgent to carry out research and development of relevant technologies for rescue and protection. This paper mainly introduces the rare and endangered resources of the main economic crops including vegetables, fruit trees, tea, flowers and tropical crops about their protection, monitoring and utilization status, besides we also analyze their main endangerment mechanisms, put forward the protection strategies of the rare and endangered germplasm resources of the main economic crops.

Keywords vegetable; rare and endangered germplasm resource; economic crops ●



(责任编辑 刘志远)