作物野生近缘种的保护与利用^{*}

侯向阳

高卫东

(中国农业科学院科技管理局 , 北京 100081) (中国农业科学院作物品种资源研究所 , 北京 100081)

摘 要 作物野生近缘种将是保证下一世纪粮食充足的重要因素。近 30 余年来国际国内非常重视作物野生种质资源的搜集、保存、鉴定、评价和利用的研究。我国作物野生近缘种特别丰富 ,同时受威胁非常严重。因此 ,加大力度开展作物及其野生近缘种种质资源的遗传多样性、保存技术、种质创新和利用的研究是刻不容缓的。

关键词 作物野生近缘种 ,保护 ,利用

Conservation and utilization of wild relatives of crops/HOU Xiang_Yang , GAO Wei_Dong

Abstract Wild relatives of crops are very important to ensure sufficient food in the coming century. In the past thirty years , notable progresses have been made in the research on collection , preservation , identification and utilization of wild relatives of crops. China is especially rich in wild relatives of crops but they are facing severe threats. It is very urgent to strengthen researches on genetic diversity , preservation techniques , innovation and utilization.

Key words wild relatives of crops , conservation , utilization

Author 's address 1)Science Technology Management Bureau , The Chinese Academy of Agricultural Sciences , Beijing 100081
2)Institute of Crop Germplasm Resources , The Chinese Academy of Agricultural Sciences , Beijing 100081

1 作物野生近缘种的意义

全世界高等植物估计有 25 万 ~ 30 万种 ,而仅有 150 余种被大面积种植作为食品 ,人类食品的 80% 来自 20 种左右的动植物 ,人类摄取食物营养热能的一半来自小麦、水稻和玉米 3 种作物。随着作物种类与品种趋向单一化 ,栽培品种的遗传基础日趋狭窄 ,不仅易引起一些病害大流行 ,而且对作物产量的突破和提高形成瓶颈制约 ,日益受到未来人类需求的挑战。因此 ,保护和利用野生近缘种 ,提高作物遗传多样性 ,成为迎接这种挑战的富有积极意义的措施。

野生近缘种是指栽培植物的祖先或与之遗传关系较近的野生种 ,它们或生于自然植被中或作为杂草生于田间 ,由于长期在自然逆境中生存 ,而多演化为携带抗病、抗虫、抗逆性基因的重要载体 ,有的还含有细胞质不育、无融合生殖及其它有用的特殊生殖生理和生长发育基因等 ,可供育种家利用。我国 70 年代使水稻三系配套 ,育成杂交水稻 ,大幅度提高水稻产量 ,其成功的关键是发现和利用了雄性不育的野生稻。国内外利用野生近缘种基因育成高产优质作物品种的例子不胜枚举。据不完全统计 ,我国 1949 ~ 1992 年有 41 种作物利用这些优异资源 ,育成 5000 多个新品种 ,为高产、优质、高效农业作出了贡献^[1]。

但是,近年来随着单一品种的推广、农业耕作制度的改变、病虫害传入以及过度放牧、环境恶化和野生种栖息地的破坏,已使许多农作物野生近缘种的种群同所有生物物种一样,面临着严重的破坏和威胁。我国是生物多样性特别丰富的国家之一,也是世界作物重要的起源中心之一,我国栽培农作物有600多种,其中227种起源于我国,作物的野生近缘种特别丰富,但同时我国又是生物多样性和作物野生近缘种资源受到威胁最严重的国家之一。如在山东省黄河三角洲和黑龙江省三江平原,原有野生大豆万余亩,由于开采石油和开垦农田,现在野生大豆只零星可见了,在广东和海南两省,1978~1980年普查时有1182个野生稻分布点,1994年再查其中的15个县时,原有的16个野生稻点中已有13个消失,剩余的3个点面积也大大减少;云南省景洪县60年代有普通野生稻(*Oryza rufipogon*)和疣粒野生稻(*O. meyeriana*)两个种,分布在海拔不同的24个生境,至90年代初仅剩下一个种一处了^[2,3]。因此抢救和保护作物野生近缘种种质已迫在眉睫。

2 世界作物野生近缘种的保护和利用

作物野生近缘种是植物遗传资源的重要组成部分,全世界非常重视对其保护和利用,主要分为就地保护(*in situ* conservation)和迁地保护(*ex situ* conservation)两种方式。近30年来,世界性组织大力宣传和支 持生物遗传资源的保存计划。联合国教科文组织(UNESCO)于1971年实施“人与生物圈”(MAB)研究计划,指出世界上濒于灭绝或受到威胁的物种已达到5万~10万种,急需进行抢救和保护。1972年联合国召开人类环境会议提出联合国粮农组织(FAO)与各国政府协力保存遗传资源的国际计划。1975年建立国际植物遗传委员会(IBPGR),1994年更名为国际植物遗传资源研究所(IPGRI),有效地促进了全世界特别是第三世界遗传资源的保护和利用。从70年代以来,已资助120个多个国家,涉及50多种作物、120个以上物种、20多万份种质材料的搜集和保存。国际保护自然及自然资源联盟(IUCN)编制的资料表明,世界多数国家(地区)建立了自然保护区和国家公园。1982年10月召开的第三届IUCN大会的决议案强调,保护野生种质资源是保护区的一项明确目标。要求各国政府制定与实施自然基因库计划并协调遗传资源商业性开发利用^[4]。1996年6月23日在德国莱比锡,由150个国家代表正式通过的“全球粮食和农业植物遗传资源保存和可持续利用行动计划”,再次强调保护作物野生近缘种的重要性,并列为其第4个行动计划^①。*

在世界性组织协调植物遗传资源保存之前,多数发达国家早已开展了有关遗传资源保存的研究。前苏联农业植物学家瓦威诺夫从20年代开始,考察遍及世界各地,收集了数万份小麦原种和品种资源以及其他作物基因资源,提出世界八大作物起源中心,并提出作物起源中心和次生中心的植物种群变异最大,异型多,近缘种多,基因资源最丰富。目前俄国保存种质资源17.8万份。美国在1946~1971年期间,曾派出66批植物资源考察队到世界各地大量收集植物遗传资源,其国家政府还与州政府分别建立了植物基因资源的保存、引进和管理体系,建有不同类型种类的超低温保存库,保存种质资源26.8万多份^[3,5]。中国是世界上重要的植物遗传资源起源中心,1978年组建中国农业科学院品种资源研究所(ICGR,CAAS),虽然现代化的保存工作起步较晚,但经过大量工作,现已保存作物品种资源35万多份。其它保存种质资源较多的国家有:德国16万份,日本14.6万份,印度14.4万份,韩国11.5万份,加拿大10万份,巴西6万份,意大利5.6万份。迄今各国在基因库贮存的作物种质资源总数已达610万

①FAO. Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, 1996

份,其中作物野生近缘种占 10% 左右,野生种质资源的保护和利用正越来越多地得到重视^②。*

国际上对作物野生近缘种的生物多样性的利用已有较深入和系统的研究,研究的技术也由形态学和染色体水平发展到蛋白质水平和 DNA 水平,目前 RFLP 和 PCR 及其派生方法已成为作物野生近缘种遗传多样性研究和检测的重要手段。研究表明,栽培稻遗传多样性低于一年生野生种,更低于多年生野生种^[6]。绝大多数野生稻和作物野生近缘种是抗病、抗虫、抗逆性的基因源,稻属(*Oryza*)22 个种中有 13 个种具有抗稻螟基因,11 个种具有抗褐飞虱基因,有 8 个种具有抗白叶枯病基因,几乎所有野生种都与栽培稻杂交成功,许多杂交后代表现抗虫抗病特性,有效地促进了国际水稻品种改良。马铃薯晚疫病、棉花黄矮病、甘蔗和烟草花叶病毒等病的抗体,大部分来自其野生近缘种。小麦栽培种中的抗病基因有 22% 来自野生近缘种,如小麦已登记的抗条锈、叶锈、秆锈和白粉病的基因数及其来自野生近缘种的相应基因数分别为 2/23、13/50、10/48 和 8/26 个。前苏联已鉴定出蛋白质含量达 30% 的野生小麦,还发现蛋白质含量高达 35% ~ 37% 的野生一粒小麦(*T. boeoticum*)。野生种也是当今许多作物杂种优势利用的主要胞质雄性不育源,如我国著名的杂交育成的水稻雄性不育系来自普通野生稻,小麦雄性不育系来自山羊草(*Aegilops*)和提莫菲维小麦(*T. timopheevi*),陆地棉雄性不育系来自哈克尼西棉(*Gossypium harknessii*)。近 30 年来已有众多的近缘野生种的有益基因被结合入栽培品种,或与栽培品种杂交形成了新物种。如中国已将普通小麦与长穗偃麦草(*Elytrigia elongata*)与中间偃麦草(*E. intermedia*)杂交获 8 倍体小偃麦,与栽培黑麦(*Secale cereale*)杂交获 8 倍体小黑麦,小麦、冰草(*Agropyron* sp.)、赖草(*Legmus* sp.)、小伞山羊草(*Aegilops umbellulata*)和粗山羊草(*Ae. tauschii*)等也被用于小麦抗病育种亲本。作物野生近缘种在育种中的作用以马铃薯最为突出,迄今已有 20 余种野生种向马铃薯栽培品种提供了有益基因^[7]。

在作物及其野生近缘种的种质资源保存和利用研究中,“核心样品”(core collection)研究是一个新兴领域。所谓核心样品,主要指以最少的重复包含一个种的全部遗传多样性。目前已建立四个野生近缘种的种质资源核心样品库,即澳大利亚(堪培拉)的野生大豆、科特迪瓦的秋葵(*Abelmoschus esculentus*)、尼日利亚的邦巴拉花生(*Arachis hypogaea*)和 IRRI 的野生稻核心样品,同时有 20 个项目正在研究中,涉及谷类、豆类、牧草、果树、蔬菜等作物^[8,9]。核心样品研究将对植物遗传资源工作产生深刻的影响。

3 我国作物野生近缘种的保护和利用

我国十分重视生物多样性保护和利用,为了履行《生物多样性公约》,提出了实施生物多样性和可持续利用的国家战略,强调要尽快查明生物遗传资源的家底和濒危物种现状,进一步加强对生物多样性的保护和合理利用。截至 1997 年底,我国已建立各种类型的自然保护区 926 个,面积达 7698 万 hm^2 ,占陆地国土面积的 7.64%,国家公布的“重点保护野生植物名录”中 70% 的野生植物在保护区内得以生存。我国还建立了 870 个森林公园和 111 个植物园。作物种质资源的考察收集也是履行《公约》的重要行动之一^{[10,11]③}。*

我国大规模的作物种质资源的考察收集始于 70 年代后期,经过近 20 年 30 余项大中型考察,共收集到各种作物的栽培种、野生种、近缘野生种和药用、特用植物的种子或营养体 35 万

②FAO. Global Plant of Action for Food and Agriculture,1996

③国家环保局. 中国环境状况公报,1995

余份,挖掘出一批抗性强、品质好、产量高的优良遗传资源,并为某些作物的起源、演化和分类研究提供了科学依据^[12]。

作物野生近缘种的考察以野生稻、小麦野生近缘种、野生大豆、野生猕猴桃和饲用植物资源的考察工作最有成效。1978年以来,我国的野生稻考察收集到普通野生稻、药用野生稻(*Oryza officinalis*)、疣粒野生稻三种野生稻的茎和种子样品4000多份。其中普通野生稻具AA型染色体组,药用野生稻具CC型染色体组。同时采集到与稻属亲缘关系较为密切的近缘野生植物李氏禾属(*Leersia Swartz*)^[6]。1982~1983年在新疆进行了小麦野生近缘种考察;1986~1990年在IBPGR资助下考察了北方13省市;1993年考察了河北省沿海;1995年和1998年再次考察了内蒙锡盟和新疆(北疆)的冰草属植物。共采集11个属,60余个种和变种,800多份种质。对全部收集材料进行了染色体数目观察,并建圃观察性状和繁殖种子。我国小麦族中有些物种为中国所特有,有些属如鹅观草属(披碱草属)(*Pseudoroegneria*)、冰草属、新麦草属(*Psathyrostachys*)、赖草属、大麦属(*Hordeum*)等的材料在世界占重要位置。1979年以来的野生大豆考察收集野生大豆种子近6300多份,使我国成为拥有野生大豆资源最多的国家。其中筛选出了一批高蛋白材料,如在黑龙江、吉林和辽宁发现了蛋白质含量分别高达54.06%、55.37%、51.59%的材料,比栽培大豆高出10%左右^[13]。全国猕猴桃资源考察发现了2个新种、7个新变种。在云南、西藏、海南岛、神农架及三峡地区的作物种质资源考察也收集到大量的珍稀资源和作物野生近缘种^[1]。

我国在作物野生近缘种种质资源考察收集的同时,也从国外引进了一些野生种质,现已建立一批现代化植物遗传资源保存设施——2个国家作物种质库和1个复份库,建立了野生稻、野生花生、茶、苎麻等33个国家作物种质圃。迄今在种质库和种质圃中保存野生稻8933份,小麦野生近缘种1869份,野生及半野生大麦2650份,野生大豆6200份,野生花生103份,甘薯15个近缘种1210份,野生棉花41个种460份,红、黄麻18个种250份材料^[14]。在苹果、柑桔、山葡萄等果树种质圃以及热带作物种质圃中也保存一批具优良有益特性的野生近缘种。

我国作物野生近缘种种质资源的评价鉴定利用研究成绩显著,已对保存的各种作物的作物野生近缘种材料进行了不同程度的农艺性状鉴定、品质特性鉴定、抗病、抗虫、抗逆特性鉴定,筛选出一批具有特殊种质特性的材料,有许多材料提供育种和种质创新(enhancement)利用。稻属不同种间通过核代换培育雄性不育系,以籼型雄性不育系最为突出;利用非AA野生稻抗病基因导入栽培种育成早、晚兼用、中抗优质的粤野占11号等12个新品系,用作育种亲本或直接用于生产。对一部分小麦野生近缘种进行了抗白粉病和黄矮病的鉴定。先后将5个属的10余个种与小麦杂交成功,其中小麦×多枝赖草(*Leymus multicaulis*)、小麦×新麦草(*Psathyrostachys nevski*)、小麦×冰草(三个种)、小麦×东方旱麦草(*Eremopyrum orientale*)为世界首次杂交成功。研究了几个种的遗传多样性,已经和正在创造小麦新种质。90年代共有冰草等7个小麦近缘属15个种与小麦杂交成功并得到后代,在产生的远缘杂交后代中,有望获得一批具期望株型结构、丰产潜力大、抗白粉病、黄矮病、纹枯病、耐旱、耐盐的新种质。利用野生大豆与栽培大豆杂交,创造出五小叶材料、高蛋白材料,通过种间杂交获得了核质互作雄性不育材料。利用从国外征集的野生棉同栽培棉种间杂交已有50余个成功组合,从部分杂种中已选出对病虫害有抗性 or 纤维品质及综合性状方面有特色的新种质系。通过棉种及其杂种过氧化物酶同工酶的分析,从生化角度探讨了棉花种间关系。野生油菜和野生花生与其栽培种杂交,获得具有不同抗性的材料,并在优良栽培种中开展多抗性转移。对甘薯近缘野生种和栽培种的遗传亲缘关系、杂交不亲和性、甘薯属A组和B组间的可交配性、杂交种质利用方面均有

研究。此外对其它粮食经济作物的野生种质资源也有不同程度的研究^[15]。

与国外先进水平相比,我国在作物野生近缘种的保存和利用研究方面仍有很大差距。受人力、物力、财力所限,对作物野生近缘种尤其是小宗作物种质资源的收集重视程度不够,资源保存技术相对单一,就地保存和迁地保存的基础研究和互补衔接不够,资源的鉴定评价仍以表型评价为主,基因水平和分子水平的遗传多样性分析还没有广泛开展,核心种质的建立和研究利用工作仅见开端,从而在一定程度上限制了作物育种的效率和遗传多样性的广泛应用^[15]。

为了使作物种质资源和生物多样性研究工作适应育种和生产发展的需求,适应未来人口增长对食物的需求,必须进一步加强作物野生种质资源的收集、保存、鉴定、评价和利用的研究。(1)开展作物野生种质资源遗传多样性的基础研究。针对我国是许多农作物起源中心及次生起源中心的特点,开展大规模有计划的野生资源的补充考察和周期考察,探明主要作物的野生种和近缘种及变型的生态地理分布和濒危程度,寻找作物多样性的富集中心与敏感区,制定作物野生资源多样性保护区划;(2)加强作物野生近缘种遗传多样性保存研究。考虑到未来育种需求和人类生活需求是无限的,因此作物野生种质资源仅以种质库形式进行迁地保存是不够的,因为任何一种迁地保存都不能提供在自然生境中作物野生近缘种自由进化的机会,必须考虑时间和空间两方面的动态保护,就是使野生种保持继续与它们所处的环境的互作和协同进化,以保护高水平的遗传多样性和完整性。可以与已有的自然保护区结合,保存区内作物野生近缘种,也可以在富集中心区划的基础上建立一批专用原生境保存点和保护区。这种工作难度较大,可以先考虑 1~2 种有代表性的作物进行探索性研究,同时对大批的本土起源作物作长远性基础研究规划。此外,农田近缘伴生杂草与作物有正的基因交流效应,应开展田间生物多样性保护的探索性研究。(3)开展野生作物种质资源的评价创新和利用研究。建立主要作物野生近缘种质材料的核心样品,采用人工杂交、生物技术等手段创制桥梁种质,为育种者提供有益的“偏才”资源;在表型性状评价基础上,深入到基因水平研究,发掘新的有利的关键基因,供育种和生物技术研究开发利用。

参 考 文 献

1 高卫东,王述民. 我国种质资源的成就与展望. 见:中国农业科技发展研究. 中国农业科技出版社,1998, 27~33

2 吴妙■. 野生稻资源研究论文选编. 北京:中国科技出版社,1990

3 董玉琛. 生物多样性及作物遗传多样性检测. 作物品种资源,1995(3):1~5

4 顾万春等. 森林遗传资源保存的状态和策略. 世界林业研究,1990(3):45~49

5 马缘生. 作物种质资源保存技术. 北京:学术书刊出版社,1989

6 Vaughan D A. The Wild Relatives of Rice. IRRI, Manila, 1994

7 中国农学会遗传资源学会. 中国作物遗传资源. 中国农业出版社,1994

8 章一华. 植物遗传资源研究的一个新领域. 作物品种资源,1993(2):1~3

9 Brown A H D. Core collections: a practical approach to genetic resources management. *Genome*, 1990, **31** 818~824

10 Hoyt E. Conserving the Wild Relatives of Crops. IBPGR, IUCN, WWF, Rome, 1988 45

11 Plucknett D L. Gene and the world's food. Princeton University Press, 1987

12 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

13 李福山. 我国野生大豆资源研究进展. 北京:中国农业出版社,1995

14 程序. “八五”农业科研重要进展. 北京:中国农业科技出版社,1996

15 Arora R K. Biodiversity in crops and their wild relatives. *Proceedings of First Agricultural Science Congress*, National Academy of Agricultural Sciences, New Delhi, 1993