



2012-2013

*Report on Advances in
Plant Science*

中国科学技术协会 主编
中国植物学会 编著

植物学
学科发展报告

中国科学技术出版社



014033605

Q94
16
2012-2013

2012—2013

植物学 学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN PLANT SCIENCE

中国科学技术协会 主编
中国植物学会 编著



中国科学技术出版社

· 北 京 ·



北航

C1721818

Q94
16

2012-2013

图书在版编目 (CIP) 数据

2012—2013 植物学学科发展报告 / 中国科学技术协会主编; 中国植物学会编著. —北京: 中国科学技术出版社, 2014.2

(中国科协学科发展研究系列报告)

ISBN 978-7-5046-6526-3

I. ① 2… II. ① 中… ② 中… III. ① 生物学—学科发展—研究报告—中国—2012—2013 IV. ① Q-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 006357 号

策划编辑	吕建华 赵 晖
责任编辑	郭秋霞
责任校对	赵丽英
责任印制	王 沛
装帧设计	中文天地

出 版	中国科学技术出版社
发 行	科学普及出版社发行部
地 址	北京市海淀区中关村南大街 16 号
邮 编	100081
发行电话	010-62103354
传 真	010-62179148
网 址	http://www.cspbooks.com.cn

开 本	787mm × 1092mm 1/16
字 数	320 千字
印 张	13.5
版 次	2014 年 4 月第 1 版
印 次	2014 年 4 月第 1 次印刷
印 刷	北京市凯鑫彩色印刷有限公司
书 号	ISBN 978-7-5046-6526-3/Q · 178
定 价	48.00 元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)

2012—2013

植物学学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN
PLANT SCIENCE

首席科学家 洪德元

专 家 组

组 长 葛 颂

成 员 (按姓氏笔画排序)

马克平	王 璞	王永栋	王宇飞	孔宏智
艾铁民	任海云	刘春明	安黎哲	孙蒙祥
朱玉贤	朱瑞良	宋松泉	李德铎	汪小全
苏都莫日根		张佐双	张铁军	陈 进
林金星	武维华	罗毅波	种 康	赵世伟
贺新强	郭红卫	黄上志	黄振英	董 鸣
程红焱	谭仁祥	黎 家	瞿礼嘉	

学 术 秘 书 蔡瑞娜 鲍红宇

序

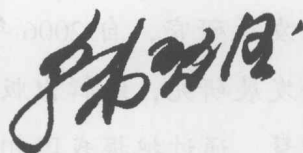
科技自主创新不仅是我国经济社会发展的核心支撑，也是实现中国梦的动力源泉。要在科技自主创新中赢得先机，科学选择科技发展的重点领域和方向、夯实科学发展的学科基础至关重要。

中国科协立足科学共同体自身优势，动员组织所属全国学会持续开展学科发展研究，自2006年至2012年，共有104个全国学会开展了188次学科发展研究，编辑出版系列学科发展报告155卷，力图集成全国科技界的智慧，通过把握我国相关学科在研究规模、发展态势、学术影响、代表性成果、国际合作等方面的最新进展和发展趋势，为有关决策部门正确安排科技创新战略布局、制定科技创新路线图提供参考。同时因涉及学科众多、内容丰富、信息权威，系列学科发展报告不仅得到我国科技界的关注，得到有关政府部门的重视，也逐步被世界科学界和主要研究机构所关注，显现出持久的学术影响力。

2012年，中国科协组织30个全国学会，分别就本学科或研究领域的发展状况进行系统研究，编写了30卷系列学科发展报告（2012—2013）以及1卷学科发展报告综合卷。从本次出版的学科发展报告可以看出，当前的学科发展更加重视基础理论研究进展和高新技术、创新技术在产业中的应用，更加关注科研体制创新、管理方式创新以及学科人才队伍建设、基础条件建设。学科发展对于提升自主创新能力、营造科技创新环境、激发科技创新活力正在发挥出越来越重要的作用。

此次学科发展研究顺利完成，得益于有关全国学会的高度重视和精心组织，得益于首席科学家的潜心谋划、亲力亲为，得益于各学科研究团队的认真研究、群策群力。在此次学科发展报告付梓之际，我谨向所有参与工作的专家学者表示衷心感谢，对他们严谨的科学态度和甘于奉献的敬业精神致以崇高的敬意！

是为序。



2014年2月5日

前言

植物是自然界中第一生产者，是人类最根本的食物来源，也是无数可再生资源的源泉，同时，也是维护地球生态环境不可替代的要素。植物科学的基本任务是认识和揭示植物界存在的各层次生命活动的客观规律，包括结构与功能、生长发育规律、进化的规律、分布及其与环境相互作用等规律，揭示新的原理和探索新的技术，进行多学科交叉和渗透，并广泛应用植物科学的理论和方法去解决当今人类面临的食物、健康、资源、生态、环境、能源和材料等问题。

随着现代科学技术的不断发展，特别是数学、物理学和化学等广泛深刻地渗透，现代新概念、新技术被引入植物学的研究领域，促使植物科学发生了巨大的变化。一方面，植物学的各分支学科向微观和宏观两个方向更纵深地发展，另一方面，植物科学在新的水平上朝着综合的方向迅速发展。

在中国科协的部署和指导下，中国植物学会各学科专业委员会和分会的专家，对植物学学科近年来的工作进行调研和总结。在首席科学家洪德元院士的领导下、项目负责人葛颂研究员的具体组织和协调下，在几十位专家的共同努力下，撰写完成了《2012—2013植物学学科发展报告》。

本报告由综合报告和植物分类与进化、植物生态学、植物分子遗传学、植物结构与生殖生物学、药用植物及植物药、种子科学与技术、古植物学、植物保护生物学共8个专题报告组成。报告记录了近5年来我国植物学快速发展的轨迹，介绍了我国植物学研究的重大突破与进展，反映学科建设和人才培养的进展，概括了学科关注的重点和新生长点，提出了展望与建议。

本书是中国植物学会第一次组织编写的学科发展报告，由于植物学涉及面广，内容又多，同时受篇幅与时间的限制，很难涵盖植物学学科的全部内容，对一些重大问题研究的深度和广度有待进一步提高。尽管各位专家作了很大努力，难免会有疏漏和不足，敬请读者不吝指正。

中国植物学会
2013年10月

目 录

序	韩启德
前言	中国植物学会

综合报告

植物学学科发展研究	3
一、引言	3
二、本学科近年的最新研究进展	4
三、本学科国内外研究进展比较	27
四、本学科发展趋势及展望	28
参考文献	32

专题报告

植物分类与进化研究进展	37
植物生态学研究进展	52
植物分子遗传学研究进展	64
植物结构与生殖生物学研究进展	96
药用植物及植物药研究进展	113
种子科学与技术研究进展	129
古植物学研究进展	147
植物保护生物学研究进展	167

ABSTRACTS IN ENGLISH

Comprehensive Report

Report on Advances in Plant Science	183
---	-----

Reports on Special Topics

Progress and Challenges in the Study of Plant Evolution	191
Progress Report of Plant Ecology in China	192
Research Progress in Plant Molecular Genetics in China	194
Advances in Plant Structural and Reproductive Biology	195
Research Progress in Medicinal Plants and Herbal Medicines	196
Recent Advances in Seed Science and Technology	198
Advances in Paleobotany in China	199
Advances in Plant Conservation Biology in China	200
索引	201

综合报告

植物学学科发展研究

一、引言

植物学或植物科学以绿色植物为主要研究对象，是生命科学中主要的基础分支学科之一，以阐明植物界所有生命现象和过程的客观规律为其宗旨。植物学属于基础科学，包括植物形态结构、植物起源、分类和进化、植物区系和地理、植物生理、遗传和发育、植物生态和植被环境等多个分支学科。为农学、林学、园艺学和药学等相关学科提供了丰富的知识和理论基础，并直接推动关系到人类生存与健康的领域（如农业、医药、生物能源、生物新材料和环境保护等）的发展。植物学是一门古老的基础学科，其发展史可以追溯到旧石器时代人类对植物的采集和利用、进而对植物的认识。18 世纪林奈发表《植物种志》确立了双名制以及 19 世纪达尔文《物种起源》的出版，极大地推动了植物学及其相关学科的发展。进入 20 世纪，植物界各大类群在宏观上的系统发育关系以及在全球的基本分布规律等基础问题已初步理清，植物系统学、植物地理学和植物生态学等宏观学科进入到成熟时期，而植物细胞学、遗传学、分子生物学也得到了迅猛发展，以描述和观察为主的传统植物学逐步走向阐释过程和机制的时代，多学科结合和交叉的特点日益明显。

中国有种类繁多的作物，7500 种树木和灌木，几千种具有观赏价值的植物和许多天然产物的原料植物。中国的现代植物学研究开始于 20 世纪 30 年代，随着 70 年代改革开放带来的经济全面发展，植物学研究也同其他科学领域一样得到了迅猛发展。在模式植物研究所积累的大量成果基础上，在各类组学、生物信息学和基因组测序技术飞速发展等因素的推动下，植物学研究已从模式植物推广到非模式植物、尤其是多种农作物。反向遗传学的发展大大加快对农艺性状在分子水平上的研究，丰富了人们在微观尺度上对植物的认识；同时也大规模地促进宏观植物学的发展，包括植物多样性、植物系统发育、植物进化生物学和植物生态学等研究。进入 21 世纪，在中国综合国力快速增强的大背景下，随着国家对科研项目资金的持续性投入和科研人才引进力度的加大以及国内外学术交流和联合项目合作的日益频繁，中国植物科学研究得到了突飞猛进的发展，取得了众多令世人瞩目的成绩，在国际植物学研究领域最前沿占据了一席之地。尤其是近五年来，中国植物科学领域的研究成果继续在质量和产量上获得双丰收，越来越多的中国科学家登上并活跃在国

际植物科学研究的学术舞台,成为推动世界植物科学发展的重要力量。《中国植物志》就是中国几代植物学家历时 45 年艰苦努力完成的标志性植物学成果,共 80 卷 126 分册,是迄今世界上描述物种最多的志书,于 2009 年度获得国家自然科学奖一等奖。《中华人民共和国植被图》(1:100 万)的出版及其数字化成果成为该时期的标志性成果,刻画了约 960 个群系(亚群系)的空间分布,植被区划也达到了 460 多个区划单元,对我国植被分布规律进行了深入的分析,于 2011 年获得国家自然科学奖二等奖。国际合作项目《中国植物志(英文版)》于 1988 年启动,计划 2012 年完成。这些基础性研究为摸清中国植物多样性家底和植物资源的可持续利用奠定了重要基础。此外,植物光合蛋白解析、植物功能基因组、植物抗逆机理、重要植物全基因组测序、植物激素和信号传导等方面的研究均达到了国际领先或先进水平。这些研究为解决国家的粮食安全、植物资源的保护和利用以及生态环境恢复等问题提供了理论基础和科学指导。迄今,中国已建立了 2300 多个自然保护区,200 多家植物园。

尤其值得一提的是,经过中国植物学家几代人的不懈努力,在中国植物学会的积极组织下,中国从提出申办的 4 个国家(除中国、巴西、墨西哥和南非)中胜出,第一次获得了国际植物学大会(International Botanical Congress, IBC)的主办权,将于 2017 年 7 月在中国深圳市举办“2017 年第十九届国际植物学大会”。中国申办的成功使得每 6 年一次的国际植物学大会有史以来第一次在发展中国家召开,也实现了中国广大植物学工作者的几代人的夙愿。本报告将重点回顾和总结我国近 5 年来植物学学科的发展状况和所取得的主要进展,并简要展望了本学科未来得重点发展方向及发展趋势。

二、本学科近年的最新研究进展

植物学包括的内容极其丰富,包含许多不同的分支学科,并和其他生物学科形成众多交叉领域。近 5 年来,中国的植物学研究发展极为迅速,不仅在基础研究方面取得的重大发现,同时一些研究成果也推动了整个生物学的发展,并推动了研究成果的产业化。本学科发展报告的各专题报告分别对植物学不同分支学科在最近 5 年来的发展状况、发展趋势和对策进行了较为详尽的报道。《植物学报》自从 2006 年以来还推出“主编评述——中国植物科学若干领域重要研究进展”栏目,点评了各个年度中国植物学家所取得的重大研究成果和进展(杨维才等,2009;王台等,2010;袁明等,2011;瞿礼嘉等,2012;钱前等,2013),反映了我国植物科学近几年来科研水平快速提升的发展轨迹。在此,我们重点回顾和总结了我国植物学近 5 年来的发展状况,对植物学研究取得重要进展和重大成果进行了评价。

(一) 植物形态、结构和生殖生物学

植物形态、结构与生殖生物学是植物学中发展较早的基础分支学科,随着学科的发展

已成为一门交叉性、综合性学科。近5年来,中国植物结构与生殖生物学领域科学研究快速发展,取得了大量的原创性研究成果,受到了国内外学者的广泛关注。尤其是显微成像技术的快速发展以及生物化学、分子生物学研究手段的广泛应用,植物形态、结构和生殖生物学研究已不再仅仅是描述性的形态学和解剖学的工作,更多的研究成果体现在植物细胞结构动态与细胞分化、植物结构的发育及功能等方面,使得植物结构生物学研究与植物细胞生物学和植物发育生物学研究发生了很大交叉和重叠。

1. 植物形态和解剖研究

维管组织包括木质部和韧皮部细胞。木质部发育是一个典型的细胞程序性死亡(PCD)过程,对其调控机制所知甚少。利用毛白杨次生木质部细胞的特点,在杨树次生木质部与韧皮部细胞中鉴定到一些特异的参与次生维管组织的分化的受体蛋白激酶,并发现这些受体激酶可能调控不同次生维管组织的细胞分化过程,提出了树皮环剥后次生维管组织再生过程中分子特性的模型,为理解植物次生维管组织的再生机制和形成模式提供了重要信息。维管形成层是植物重要的分生组织,是植物根茎增粗生长的主要来源。对一个形成层活性升高导致的维管组织排列方式发生显著改变的突变体 *HCA2* 的研究,发现该突变是由于编码特定转录因子过量表达所造成的, *HCA2* 基因在拟南芥花序茎发育的早期即开始发挥作用,可促进花序茎顶端维管束间薄壁组织细胞平周分裂形成束间形成层。

保护和分泌组织是植物的重要组成部分。植物表皮细胞外表面具有一层疏水脂类物质——角质层。角质层的形成是一个高度复杂且精细调控的过程。通过研究水稻、拟南芥角质层发育缺陷突变体发现一个未知功能蛋白的基因 *CFL1*,其可与 HD-ZIP IV 家族的转录因子 HDG1 发生相互作用,参与调控上述角质层发育过程中的关键基因 BDG 和 FDH 的表达,进而调控角质层发育。此外,在对分泌结构发生、发育与分泌物产生、积累的关系,以及分泌结构与植物系统分类的关系研究方面,也取得了明显的研究进展。

近年来还重点探讨了分生组织不同区域细胞间通讯、分生组织细胞命运的维持与调控等方面,并在研究手段和技术上取得了重要突破。如,中国科学院植物研究所林金星研究组利用先进的显微镜技术,首次在植物活细胞中实现了在单分子水平上分析单个水通道蛋白 PIP 2:1 的分布、聚合状态以及内吞过程与其调控之间的联系,对于相关研究有重要的借鉴和示范作用(瞿礼嘉等,2012)。最近的遗传学分析发现一些基因在信号途径中起着重要作用。如,CLV2 在没有 CLV3 多肽刺激的情况下可以直接与 CRN 发生相互作用,CLV1 不能与 CLV2 发生直接的相互作用,但与 CRN 有微弱的相互作用,并提出的 CLV3 平行双通路假设提供了直接的证据。

2. 植物细胞结构和功能研究

植物细胞的特征包括细胞壁、叶绿体等质体和一些特殊的细胞骨架结构。植物的细胞壁和细胞骨架决定了植物细胞分裂、生长和分化的性能,从而影响到多种生理和发育过程。首先,随着各类荧光蛋白标记技术和显微成像技术的快速发展,如全内反射荧光显微

镜技术（隐失波显微技术）、单颗粒追踪分析技术等的应用，可以观察到细胞内更精细的结构，甚至是特定蛋白在细胞内的动态变化。利用量子点标记、FRET、显微注射和非损伤微测等多种新技术，研究胞外钙调素对细胞生长的调控机制，证明其可以通过介导跨膜信号而发挥信号肽的功能；利用可变角度全内反射荧光显微镜技术、荧光相关光谱技术和单颗粒追踪分析技术等方法，对水跨膜运输膜蛋白在质膜上的区域分布、动态以及功能进行了细致的研究，首次在植物活细胞中实现在单分子水平上分析单个蛋白的分布、聚合状态以及内吞过程与其调控之间的联系，对于相关研究有着重要的借鉴和示范作用。近年来，国家重大研究计划促进了结构生物学和化学等多学科的交叉，从而推动植物科学基础理论研究的快速发展，其中“蛋白质科学”等国家重大计划引起了结构生物学家对植物细胞大分子结构解析的关注，并取得重要进展。中国科学院生物物理研究所常文瑞研究组与植物研究所匡廷云研究组 2003 年合作，在高等植物光合膜蛋白研究方面取得了突破性成果，该研究组进一步解析光合膜蛋白——菠菜次要捕光复合物 CP29 的晶体结构，为深入研究高等植物次要捕光复合物的高效捕光和能量传递，尤其是光保护等能量调节机制提供了结构基础（袁明等，2011）。

其次，细胞器研究方面取得了明显的进展。对叶绿体超微结构、生理生化功能等方面开展了深入的研究；发现线粒体运动速率依赖于肌球蛋白活性与微丝的动态，微丝在线粒体表面的解聚参与线粒体在细胞中的定位，为阐明植物细胞线粒体的动态提供了重要的理论依据，也为活体细胞中细胞器运动的观察提供了重要借鉴。中国科学院植物研究所张立新研究组发现，拟南芥 *dac* 突变体在细胞色素 *b6/f* 复合体的积累中具有明显的缺陷，进而对叶绿体核糖体生物合成进行了研究表明，RNA 解旋酶 22（RH22）在拟南芥叶绿体核糖体的生物合成中发挥重要作用（钱前等，2013）。在对细胞内高尔基器和反面高尔基网络 TGN 在蛋白质运输中具有重要功能的研究中，通过植物细胞分泌和内吞途径抑制剂 BFA 诱导形成的来自高尔基器和 TGN 的聚集体在形态和功能上都是不相同的，为在细胞结构方面研究植物细胞的分泌和内吞途径提供了重要线索。在拟南芥悬浮细胞和烟草 BY-2 细胞中发现了一个新的细胞器小体，表现出植物细胞特有的分泌方式。应用分子标记和遗传学实验，揭示了在不同环境下植物发生内吞的分子机制。

与此同时，发现细胞骨架在植物细胞形态建成过程中起重要作用，而微丝对细胞的结构、功能也具有不可替代的作用。通过对一系列水稻突变体的遗传分析，鉴定得到了一些参与细胞壁形成的关键基因，还发现另一些影响细胞伸长或有丝分裂过程的基因，为揭示细胞壁形成及其在生长发育中的作用机制提供了重要信息。值得一提的是，近年来中国科学家继续在植物学与结构生物学交叉研究中取得突破。清华大学施一公和颜宁研究组合作报道了黄单胞杆菌转录激活因子样效应蛋白（TALEs）特异识别 DNA 的分子机理，提供了 TALE 蛋白的改造基础，可以更加方便快捷地设计 DNA 结合蛋白。施一公研究组还与北京大学邓兴旺研究组合作解析了拟南芥感受紫外线 B 波段的光受体 UVR8 的晶体结构，并对其感光机理做出解释，该成果为研究人员在分子水平上理解植物感光机理提供了帮助，也为进一步的计算机模拟和生物物理学研究奠定了基础（钱前等，2013）。

3. 植物生殖生物学研究

首先,近年来在减数分裂分子调控机制研究方面取得了重要进展。在目前的减数分裂重组模型中,DNA合成是必需的,但是目前关于减数分裂中DNA前导链合成的关键基因研究并不多。最新研究发现,拟南芥*RFC1*基因的缺失会导致染色体联会异常以及其他相关的细胞学特征异常,其在DNA双链断裂修复中起重要作用;而DNA解旋酶基因*MER3*突变后减数分裂染色体交叉数目显著下降,*PAIR3*是水稻减数分裂染色体配对所必需的。在对染色体联会复合体(SC)的研究中,发现水稻中一个SC横向丝蛋白ZEP1,其定位于SC的中心区,且影响SC的组装以及同源染色体交换频率。而对植物减数分裂中纺锤体的研究发现,影响纺锤体的基因*MSP1*突变可导致减数分裂母细胞形成不对等的二极或多极纺锤体,染色体分离异常,形成大小不等的花粉,最终表现为雌雄不育,其结果加深了人们对水稻减数分裂遗传调控机制的认识。

其次,配子体发育的遗传调控是近年来生殖发育研究的热点之一,近年来我国科学家在胚囊和花粉发育的遗传调控方面也取得了新的进展。在对拟南芥配子体发生和调控的研究中,发现RING-finger E3连接酶基因能够与细胞有丝分裂中积累的CDK抑制物相互作用,使其蛋白保持在一定浓度,从而保证拟南芥配子体形成过程中有丝分裂的顺利进行。细胞分裂素在胚囊发育中的作用一直不明确。拟南芥组氨酸激酶CKII突变导致胚囊发育异常,而该异常表型可以通过表达细胞分裂素合成相关的基因*IPT8*得以恢复,说明细胞分裂素是胚囊发育所必需的。在研究受精作用时,探讨了卵细胞与中央细胞在发育上保持高度同步的机制,发现一种核编码并定位于线粒体的蛋白GCD1参与卵细胞与中央细胞之间的细胞通讯,表明线粒体参与了卵细胞和中央细胞之间的相互交流,这种交流能够调控卵细胞和中央细胞的协同发育以保证它们的同步成熟。此外,近年来还对花粉萌发、花粉管生长以及雄配子发育及其分子机制进行了较为深入的研究,取得了可喜的成果。

最后一个方面的研究涉及生殖过程中细胞的相互作用。迄今,我们对配子体细胞与相邻体细胞之间相互作用的分子机理仍然知之甚少。近来发现,分泌性糖蛋白基因*MTR1*特异表达在雄性生殖细胞中,但其突变体却导致绒毡层和小孢子的发育缺陷,最终导致雄性不育,暗示水稻生殖细胞——花粉的正常发育不仅受其自身遗传因子的调节,还同时向其周围的体细胞传递信号。这一发现将能扩展我们对生殖细胞和其周围的营养层细胞的相互作用分子机理的认识。在自交不亲和反应研究中发现,配子型(GSI)机制是通过花柱因子S-核酸酶与花粉因子SLF的相互作用实现的,且在矮牵牛中分离到一个SLF互作蛋白在花粉中表达下调会明显降低异交亲和性反应。在花粉管的导向生长方面,对一个雄性特异的花粉管导向突变体*pod1*的深入研究发现,该蛋白定位在内质网腔中,并控制内质网腔中含有HDEL定位信号的蛋白在内质网中的滞留,表明内质网蛋白在控制植物细胞-细胞间相互作用过程中可能是一个关键的控制节点。此外,值得一提的是近年来在水稻育性与生殖隔离机理研究方面取得了重要进展,在DNA、RNA和蛋白质不同层面上揭示了杂交水稻育性恢复的生物学机制,推进了对育性恢复机理的认知。

(二) 植物起源、分类和进化

系统与进化植物学是一门高度综合、理论性很强的科学,重点探讨植物的起源、分类和进化机制,具体包括植物的起源、分类、系统发育重建和进化机制等研究。该领域研究是从分类学这一古老学科不断发展和深化而形成的。20世纪后期,分子生物学技术和信息技术等新技术的引入正在快速改变分类学研究的理念和范式,同时在分类学研究基础上逐步深入到探讨植物的起源和进化机制等方面。

1. 植物起源和古植物学研究

古植物学(palaeobotany),又称化石植物生物学(fossil plant biology)、演化植物学(evolutionary botany),是植物学的一个分支学科,以研究植物界的起源和演化为宗旨,涉及对化石植物的形态学、解剖学、分类学、生态学、植物地理学等方面的综合研究。最近5年来我国学者在该领域取得了明显的进展,涉及古生代(蕨类植物时代)、中生代(裸子植物时代)、新生代(被子植物时代)等不同地质年代(类群);聚焦被子植物多样性大发展和现行生态系统的形成与演变、全球气候变化,以及人类活动与文明发展对自然演化、植被演替的综合影响。古植物学研究一个令世人瞩目的成果来自沈阳师范大学古生物研究所孙革研究组,他们首次发现了距今约1.24亿年的迄今最早的真双子叶被子植物大化石——“李氏果(*Leefructus*)”。“李氏果”的发现不仅丰富了我国著名的“热河生物群”的早期被子植物的组成内容,而且进一步证实真双子叶植物的基部分支在距今至少1.24亿年前的早白垩世已经出现,这对深入研究被子植物的早期分异及多样性的发生等具有十分重要的意义(瞿礼嘉等,2012)。此外,古气候和古环境的研究也取得了许多新的进展。

与此同时,分子证据已成为探讨早期被子植物起源的关键证据。复旦大学马红研究组和中国科学院植物研究所孔宏智研究组开展合作研究,从73个被子植物物种中扩增了5个核基因片段,进行了迄今为止规模最大的一次使用编码蛋白的核基因重建被子植物系统发育关系的研究。结合15个基因组已测序的物种以及3个具有大量EST数据的物种并以3个裸子植物作为外类群,分别利用核苷酸序列和氨基酸序列,采用不同分析方法重建了被子植物的系统发育关系,得到了一些与前人明显不同的结论;他们还估算了被子植物各大类群的起源时间,推算出的时间比前人的结论更早一些,认为被子植物起源于约2亿年前(钱前等,2013)。

2. 植物分类和系统发育重建

植物分类学是一门古老的学科,主要任务是描述并按照进化历史排列生物。面对生物多样性快速丧失的现实,人们对分类学的工作速度提出了更高的要求。近几年来,这门古老学科发生了一些重要的变化,表现在:①新技术特别是分子生物学技术(如sequencing, DNA barcoding, next-generation sequencing等)和信息技术(如e-taxonomy, web-taxonomy,