

## 学科发展

## 植物科学的回顾与展望\*

韩兴国 崔金钟

(植物研究所 北京 100093)

**摘要** 植物在生物圈的物质循环和能流中处于最关键的地位。20 世纪植物科学经历了描述植物学、实验植物学到现代植物学的发展,形成多个系统的植物学分支。21 世纪植物学与其它学科交叉渗透更趋明显,学科内部更趋融合,研究方法多样化;资源植物及植物科学在环境、农、林和医药等领域的应用将受到广泛重视。我国植物学应结合与国家需求密切相关的生态环境和农业问题,重点进行在人类活动干扰和胁迫环境条件下植物对环境的适应性以及农业生物技术方面的基础研究与应用基础研究。

**关键词** 植物科学,回顾,展望



21 世纪是生命科学的世纪。随着科学的发展,人类对生命本质的认知渴望日益强烈。生存环境的恶化及人类对资源需求的扩大,也对生命科学提出了越来越高的要求。植物在生物圈的物质循环和能流中处于最

关键的地位。植物创造并维持着人类赖以生存的生活环境。人类最终只有依靠所掌握的特定的生物学规律,尤其是植物学知识,才能解决人类所面临的生存问题。

## 1 20 世纪的回顾

20 世纪植物科学得到了快速的发展,特别是 20 世纪后期,数学、物理、化学等学科的新概念和新技术引入植物学,大大促进了其各分支学科的研究,使植物学在新的水平上朝着综合的方向——整合植物学发展。

### 1.1 系统与进化植物学

1753 年,林奈发表“植物种志”标志着系统植物学的诞生,但起初系统学家主要从事植物的分类和命名。达尔文提出物种起源后,系统植物学家在分类描述的基础上试图建立一套自然分类系统并探讨其起源及演化过程。Turesson(1920)采用移栽实验进行系统进化研究,揭示了植物种内存在可遗传的分化。这标志着系统植物学的一个新时代的开

\* 收稿日期:2001 年 8 月 22 日

始。生态型(ecotype)和种群(population)等概念的提出和发展,改变了系统与进化植物学家划分分类群的思想和方法。随着实验分类学研究的开展,遗传学、统计学、化学、生态学和细胞学不断引入系统进化化学研究领域,加速了系统进化植物学的研究进程。系统进化植物学家从更多侧面,更深层次探讨植物系统进化的原理和过程。

50 年代以后,随着扫描镜、计算机,特别是分子技术在植物学领域的应用,使系统进化植物学家在更多的信息、更细微的结构上进行研究。计算机的应用使大量植物学信息的统计计算归类成为可能。系统进化植物学家首次构建了植物进化树,由数量分类学(numerical taxonomy)等发展成分支系统学(cladistics)。RFLP(roseriction fragment length polymorphism)特别是 PCR(polymerase chain reaction)技术在植物学中的应用成为系统学进化植物学中的又一最具活力的分支——分子系统学(molecular systematics)。

在 20 世纪,古植物学由以描述植物群,解决地层问题为主,转向系统演化研究,以解决系统进化问题为主。化石证据的不断发现在不断修订和完善分类系统及演化。Beck(1960)根据古羊齿属(*Archaeopteris*)美木属(*Callixylon*)连生的标本建立前裸子植物概念<sup>[1]</sup>。Oliver F. W. 和 Scoott D. H. (1904)将发现在同一层位的茎、叶柄、叶和种子联系在一起(因为它们都有一种特殊腺体状态附属物),确认种子蕨(*Pteridospermae*)的存在<sup>[2]</sup>。化石被子植物的研究打破了仅寻找原始被子植物祖先的陈规,致力于探索那些可能更有价值的东西。前被子植物概念的提出,花的结构与传粉作用结合考虑,以及用有机化学方法研究被子植物化石等,在被子植物起源与演化的研究中起着越来越重要的作用<sup>[3]</sup>。

总之,系统与进化植物学在形态、解剖、孢粉、胚胎、细胞、植物化学、古植物学等资料的基础之上建立起了自然分类系统。在国际上提出了一些有影响的植物分类系统,大多数发达国家已完成志书及许多科属的专著性研究。

## 1.2 植物形态解剖学

植物形态解剖学是植物学中发展较早的一门

重要的基础学科<sup>[4]</sup>。虽然现在仍以根、茎、叶、花、果实和种子等作为具体对象,但在研究手段、内容、范围等均发生很大的变化。

形态解剖学过去主要依靠在光学显微镜下的观察。50 年代以后,透射与扫描电镜的大量应用使形态解剖学家将研究领域向更细微的结构拓展,细胞壁超微结构、孢粉壁的超微结构、质体分化的细微结构等研究不断取得新的进展。

计算机的广泛应用使得各种器官组织细胞及各种超微结构的三维模拟和重组成为可能,如木材结构的鉴定,生长锥三维图像的重组等。

形态解剖学与其它植物学科的相互渗透,使该学科的研究在深度和广度上都发生了很大变化,已不只是研究各种器官、组织、细胞等自身的结构,而是更注重研究各种结构的功能、发育、形成机理及其在分类、系统发育、生理、生态等方面的应用。

## 1.3 生殖生物学

20 年代, Schnarf 的《被子植物胚胎学》标志着植物胚胎学的诞生<sup>[5]</sup>,随着描述胚胎的比较胚胎学及实验胚胎学的陆续产生,加快了植物胚胎学的发展。至 80 年代植物胚胎学与现代科学中的相关学科,特别是细胞生物学与分子生物学结合促成了 *Sexual Plant Reproduction* 期刊的创刊,这标志着植物胚胎学已演变成为植物生殖生物学,尤其是近 20 年,该学科在生殖过程的结构与功能关系、分子生物学特征及实验研究等方面均取得了许多非常重要的成果。如:大、小孢子母细胞减数分裂过程的超微结构;花粉壁结构成分及其功能;花、花粉、胚胎、自交不亲和等发育过程的基因表达等研究均取得重要进展。在器官、组织、细胞、原生质体操作水平也都有不少卓越的实验研究成果。

## 1.4 植物生理学

植物生理学在植物学领域中是研究内容最广的一个分支,包括光合作用、呼吸作用、植物化学及分子生物学、代谢、酶、营养、水分、运输、衰老、细胞及组织培养、光形态发生及光周期、生长调节物质、向性及感应性、逆境生理及辐射效应发育等。植物生理学所研究的各个分支领域在 20 世纪均有一系列的重要突破性成果。

以光合作用为例,较为突出的成就是获得细菌光合作用反应中心的结晶及用 X 射线衍射方法对其三维空间结构的测定,加深了人们在分子水平上对光合反应中心的理解,认识了蛋白质分子有关区域在光吸收和电子传递过程中的特殊重要性,开拓了用获得完整膜蛋白结晶来研究光合反应中心的新途径。高分辨率核磁共振(NMR)技术在生物学中的成功应用,可以研究高度移动的、带电的氨基酸侧链伸入水介质中对光合作用的意义。另外,对光合膜蛋白基因的分离及其一级结构的测定,可以预测这些膜蛋白基因的二相折叠模式,以便进一步揭示光合蛋白复合体的作用机制<sup>[6]</sup>。

### 1.5 植物生态学

20 世纪初植物生态学逐渐形成生态学的一个分支学科,至 60 年代该学科得到了迅速发展,植物生态学的观点被广泛用到林业、农业和牧业发展<sup>[7]</sup>。特别是针对生态环境不断恶化的现实,相继提出的“国际生物学计划”、“人与生物圈计划”以及“世界自然保护策略”等,极大地推动了植物生态学的发展,从植物个体、种群、群落和生态系统等不同层次开展研究并取得很大进展。随着生态学、地理学、森林学等研究成果的不断引入,植物生态学的研究尺度更广,因而景观生态学得以形成,并迅速蓬勃发展。植物生态学的另一个方向是向微观发展,植物遗传生态、生理生态和分子生态等概念的相继提出使该学科的研究更加深入。信息技术对植物生态学推动作用是相当明显的,使其能对诸多相互关联的因子进行综合分析、模拟、预测、决策和反馈。

## 2 植物学科的发展趋势

21 世纪学科交叉渗透将更趋明显;植物科学内部各学科之间、宏观和微观研究间日趋结合;研究范围不断扩展,宏观上趋于全球化,微观上由细胞水平、分子水平向更为微观发展(如离子、电子等);研究方法手段多样化;资源植物及植物学科在环境、农、林和医药等领域的应用受到广泛重视。

### 2.1 学科交叉为植物科学发展带来更大的机遇

学科间的相互交流与渗透为在更高的层次上

探索植物生命的奥秘和发生发展的规律提供可能。植物光合作用及生物固氮结构功能、反应步骤等一些关键问题将进一步从分子水平继续深入探讨,并重点转向它们的运转、配合、调节与控制的研究,而这有赖于物理学、化学及生物生理学等学科的协作,才能有突破性进展。天文学、地学、环境科学新概念和方法的引入将导致在植物起源与演化、分布与迁移,生物多样性的形成与保育等领域取得重大突破。植物界的每一次重大的演变都与天体、地球、环境的变化密不可分。

### 2.2 植物科学内宏观与微观的结合越来越紧密

整合植物学是未来的发展趋势。无论是对某一类群或某一区域植物进行研究均需要从微观到宏观的系统研究。植物科学许多基本规律,将在由微观到宏观的不同层次上取得共识和在整体水平上相互沟通而达到统一,这种学科内的相互渗透和融合,正酝酿着植物科学基本理论上的重大突破。

### 2.3 植物科学的研究范围和尺度不断扩展

植物系统与进化、植物生态向着更宏观化的方向发展,空间尺度上,着眼于全球植物群落和植物区系的研究、景观生态及生物圈的研究。“人与生物圈计划”和“地圈与生物圈计划”将有重大突破性进展,为生物多样性保育提供理论依据。时间尺度上,古植物学与现代植物研究的紧密结合,将在某些重要类群的起源与演化上取得突破性进展。尤其被子植物的起源与进化研究仍将是植物学的研究热点,并将不断取得新的认识和理论突破。

微观上由细胞向分子及更微观水平发展,并且每一个层次的研究内涵也在不断扩大,植物体的细胞结构研究越来越精细,大分子结构及细胞结构的三维重构可能代表着结构植物学向更精细的分子水平发展,并且某些特有的结构功能和发育机理将引起植物生理学家和植物遗传学家的广泛重视。分子生物学推动了植物学的迅速发展,并仍将在植物学科各个领域产生重大影响,不断产生新的突破。植物代谢,尤其是光合作用和生物固氮的研究在分子水平已取得重大进展,分子、离子、电子等更微观的研究可能导致生物膜对离子和分子的吸收转运和调节机制研究的突破。

## 2.4 研究手段多样化

各种新技术、新方法的不断引入是推动植物学不断发展的重要因素之一,并且仍将继续发挥重要作用。数字化、信息化技术的引入使得植物结构三维立体重建成为可能,并能对大量植物学信息进行储存、分析、综合、预测及反馈,特别在模拟、预测及反馈等方面将发挥越来越重要的作用。分子技术的引入给植物学带来的影响是惊人的和深远的,使得植物各个分支学科的许多基本规律在分子水平上得以解释和佐证(或修正)。随着拟南芥和水稻全基因组测序工作的完成,比较基因组及功能基因组研究工作的深入开展,遗传、发育与进化将会出现一次大的综合,人们在不久的将来会全面了解植物的形态发育过程及其分子机理。X 射线衍射技术、光谱分析、电泳分析、电子显微技术、同位素技术、核磁共振技术、光谱分析等技术使对核酸、蛋白质、酶、病毒等大分子的结构和功能有了深入的了解,这些技术及更多类似的新技术的不断出现和引入,在光合作用、生物固氮、呼吸作用、遗传、发育、离子吸收、蛋白质的合成等许多研究上将会有新的发展和突破。

## 2.5 资源植物及与应用有关的研究将快速发展

当今人类面临的资源、环境和人口问题,都直接或间接与植物科学有关,植物科学虽然是基础学科,但与农、林、医药、环保等有着密切的联系。与这些实际问题关系密切的分支学科会获得更有力的支持和更快的发展<sup>[6]</sup>。

基础研究新成果和新进展都将为资源植物开发和应用提供理论基础。在保护种质资源,基因资源及生物多样性的基础上,不断开发出新的更为优良植物资源,更充分更有效地利用已有的植物资源为人类创造更优美的环境,提供充分优质食品、高效的医疗保健药品等,使人类生活更加美好。

## 3 我国植物学优先发展的领域和前沿课题

根据我国地域和植物资源的特点及我国植物科学的发展现状,未来我国将在完成植物资源调查、志书编写、植被图填写的基础上优先发展与国家需求密切相关的生态环境和农业研究,特别是人

类活动干扰和胁迫环境条件下植物对环境的适应性以及农业生物技术方面的基础研究与应用基础研究,为我国的环境安全、食物保障和膳食结构调整提供理论依据、战略决策、示范模式和技术支撑。

### 3.1 系统与进化植物学研究

结合化石植物与现代植物研究,综合利用形态学、细胞学、分子生物学、植物地理学等证据,对具有重要系统学意义或经济价值的类群进行专著性研究,对植物进化以及物种形成过程和机制,植物物种多样性和物种濒危机理,植物界各大类群的起源、演化及其对环境变迁响应动态关系等方面进行深入研究,并有望取得突破性进展。

### 3.2 植物生态及生物多样性保育研究

结合国家生态环境建设与经济发展的需求,跟踪国际生态学前沿,重点在生态系统结构、功能、动态模拟和管理,特别是北方草地、农牧交错带生态系统管理,全球变化与陆地生态系统关系和东北样带的研究;生物多样性形成和维持机制,热带温带植物特别是长江流域植物的监测和保育,绿色高效农业的分子基础与资源植物利用的生物技术研究。

### 3.3 资源植物分子与发育生物学研究

围绕不同生态环境条件下植物分子环境生理与功能基因组学和细胞与基因工程及持续农业高新技术等领域开展研究。涉及植物生长发育、分子生理、代谢调控、环境适应性和产后农业高新技术及持续农业高新技术等领域。重点在盐碱、低温、干旱、污染等环境胁迫条件下,有重要经济和科学价值的资源植物环境应答的基因表达谱及与之相关的生物技术,耐环境胁迫资源植物突变体筛选与基因克隆及其应用生物技术;次生代谢的分子调控与基因工程技术;控制果蔬菜病理的生物技术;生物活性肥料与生物农药高技术等方面开展研究,为我国农业的可持续发展提供理论基础和技术支撑。

### 3.4 植物光合作用

瞄准国家目标,在生命科学前沿、国际竞争最激烈的光合作用高效能机理及其在农业中的应用研究中,组织一级学科——生命科学与物理学、化学、农业科学等多学科交叉研究,揭示植物光合作

用高效吸能、传能和转能的分子机理及调控原理, 为提高作物的光能利用效率与增加作物产量提供理论依据和有效途径。

### 参考文献

- 1 Beck C B. Connection between Archaeopteris and Callixyloen. Science, 1960, 131: 1 524– 1 525.
- 2 Oliver F W, Scott D H. On the struture of the Palaeozoic seed Lagenostoina lornaxi, with a statement of evidence upon which it is referred to Lyginodendron. Phil. Trans. Roy. London: Soc. 1904, 197: 193– 247.
- 3 Taylor T N. Palaeobotany: An Introduction to Fossil Plant Biology. New York: McGraw– Hill Book Company, 1990.
- 4 李正理. 植物形态解剖学近年进展. 国家自然科学基金委员会生命科学部编. 植物科学. 北京: 中国林业出版社, 1994, 1– 29.
- 5 胡适宜, 杨远. 植物胚胎学与生殖生物学— 发展现状及近期战略的初步设想. 国家自然科学基金委员会生命科学部编. 植物科学. 北京: 中国林业出版社, 1994, 30 – 57.
- 6 国家自然科学基金委员会编著. 植物科学. 北京: 科学出版社, 1993.
- 7 陈灵芝. 植物生态学发展趋势及我国植物生态学发展战略研究. 国家自然科学基金委员会生命科学部编. 植物科学. 北京: 中国林业出版社, 1991, 136– 168.

### Review and Prospect for Plant Sciences

Han Xingguo Cui Jinzhong

(Institute of Botany, CAS, 100093 Beijing)

Plants are of fundamental importance to matter cycling and energy flow in biosphere. Throughout the 20th century, plant sciences have experienced from descriptive botany, experimental botany to a modern discipline with many intercrossing branches. In the 21th century, its development will be characterized by the increasing intercross with other disciplines and the gradual integration of its branches by means of diversified research approaches. It is no doubt that plant science will receive considerable attention, as it is fairly applicable to the development of environmental, agricultural, forestry and medical sciences, etc. Plant science in China should particularly focus on environmental and agricultural problems related to the national needs, and give top priority to the basic researches and the application of basic researches to the development of agricultural biotechnology as well as the mechanism of plant adaptation to stress environment interrupted by human activities.

**韩兴国** 植物研究所所长, 研究员, 博士生导师。1959 年 6 月出生。1989 年获美国佐治亚大学博士学位。1989—1992 年分别在美国阿肯色大学和罗格斯大学从事博士后研究。中国科学院草原生态系统定位研究站站长, 中国植物学会和生态学会副理事长, 《生物多样性》主编, 《植物学报》常务编委和国际 SCI 源刊 *Ecological Research* (日本) 咨询编委, IUCN 理事并担任理事会人力资源政策委员会 (Human Resources Policy Committee) 主席。研究领域为生物地球化学、恢复生态学和土壤学。已经发表论文 50 余篇, 主编或副主编专著 4 部。