

· 综述 ·

谈中国植物科学基础研究与农业发展

温明章*, 陈越, 谷瑞升, 罗晶, 杜生明

国家自然科学基金委员会生命科学部, 北京 100085

摘要 该文讨论了加强植物科学基础研究的必要性及其对我国农业发展的重要影响。为了更好地为中国的农业发展服务, 进一步加强植物科学基础研究非常重要。为了促进植物科学的发展, 我国既要积极参与国际竞争, 又要重视知识创新、技术发展以及技术平台建设等多个方面, 还要重视传统学科如植物分类学等的发展。过去10年间, 我们见证了中国科学家在植物科学领域取得的重要成就, 随着越来越多的高水平人才回国, 建议国家增加投入支持我国的植物科学基础研究。

关键词 基础研究, 中国, 农业发展, 植物科学

温明章, 陈越, 谷瑞升, 罗晶, 杜生明 (2008). 谈中国植物科学基础研究与农业发展. 植物学通报 25, 633–637.

农业在我国有着无可比拟的地位, 是国家安全和社会稳定的基础。在当前环境和条件下, 促进农业的发展是社会各界关注的焦点。植物科学作为一门基础学科, 与农业有着密切的联系。如何发挥植物科学基础研究源头创新的潜力, 为农业发展服务, 是从事植物学研究的学者应该关注的一个重要方面。

1 加强植物学基础研究的必要性

1.1 基础科学研究重要性的要求

基础研究的动力来自于科学家对自然界发展规律探索的兴趣, 来自于人类社会和经济发展的需求, 是人类进步和社会发展的源动力, 是高新技术发展的重要源泉, 也是实现可持续发展的重要保障。基础研究厚积薄发, 对社会、经济产生了重大影响。随着科学的发展, 基础研究向实际应用的转化周期正在逐步缩短。国家目标是任何公共投资都必须优先考虑的重要内容, 美国克林顿政府在1994年发布的科学政策报告《科学与国家利益》中强调科学既是无尽的前沿, 也是无尽的资源, 是国家利益中的一种关键性投资; 增进基础研究与国家目标之间的联系被作为其科学政策的核心目标之一 (Clinton and Gore, 1994)。因此, 我国的基础研究在

保证科学家研究兴趣的同时, 也要高度重视国家目标和国家需求。

1.2 植物科学基本任务的要求

植物科学的基本任务是认识和揭示植物界中所存在的各种层次的生命活动的客观规律, 包括结构与功能、生长发育、进化、分布及其与环境的相互作用等规律。从人类最早采集植物、驯化野生植物并加以种植到对植物进行系统分类, 从对植物的肤浅认识到植物细胞学、植物生理学、植物营养学及植物遗传学的逐步兴起与发展, 人类对植物生命活动的探讨逐步加深。植物分子生物学和基因组学的迅猛发展, 使人类对植物的认识能力进一步增强, 也进一步激发了人类深入了解植物生存、生长和发育知识的兴趣, 植物学的发展为作物农业提供了基础知识。由于植物本身的复杂性和多样性, 人们对植物科学的研究任重而道远。

1.3 我国发展现代农业的要求

我国现代农业的发展目标包括提高农业生产的产量, 解决温饱问题, 让占世界7%的耕地能持续养活占世界22%的中国人; 提高农产品的品质, 同时考虑营养、口味、健康等, 适应人们生活水平不断提高的需要; 保护

收稿日期: 2008-09-12; 接受日期: 2008-09-16

* 通讯作者。E-mail: wnmz@mail.nsfc.gov.cn

环境和生物多样性, 发展旅游、观光、休闲农业等; 维持良性的生态循环, 包括培育抗逆、抗病、抗虫品种, 尽可能少使用化学农药, 减少环境污染。要实现由绿色革命向基因革命的转变以适应人们逐步提高的生活需求, 必须依赖植物学基础研究取得的前沿成果和随之发展起来的高技术。设在美国的国际农业生物技术探索服务公司公布的年度报告显示, 2007年全球转基因作物的种植面积达到 1.14 亿公顷, 比 2006 年增长了 12%, 其中抗除草剂和抗虫作物是主要类型; 目前全球 77% 的转基因作物的种植集中在美国、阿根廷、巴西和加拿大, 中国也种植大面积的转基因作物(International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, 2007)。转基因作物品种的需求和种植面积将逐年增大, 这些都为植物学基本理论的探讨和方法的创新提供了广阔的研究空间。

2 现代植物学基础研究对农业发展的推动作用

2.1 从分子、基因组等水平阐明植物本身的客观规律, 为改造农作物提供理论基础

在分子生物学和基因组学的带动下, 现代植物科学发展迅猛, 新的学科生长点和前沿领域不断涌现。由于拟南芥和水稻基因组测序已经完成, 因此加速我国植物功能基因组的研究并推动以改良重要农艺性状为目标的农业生物技术的发展将对我国的农业和经济发展起到至关重要的作用, 同时这也是生命科学领域的一大研究热点。植物功能基因组学包括转录组学、蛋白质组学和代谢组学 3 个主要部分。这一新兴领域的诞生使得组学的方法与观念渗透到传统的生理学中, 将植物生理学纳入了植物功能基因组学研究的大领域, 并促进了遗传学的发展。从近年植物学研究的状况看, 植物基因功能的确定、植物激素作用机制的研究、植物生长发育和代谢等调控网络的构建等备受关注, 其研究成果将逐步成为现代农业发展的源动力之一, 现代植物学研究前沿对农业发展的影响将更为深远。如拟南芥基因组计划揭示了大量涉及氮素吸收、代谢和分配相关的基因, 植物学

家经过研究可以确定氮素状态(有机 N 和无机 N)调控的基因网络, 分析鉴别氮素反应的顺式因子并鉴定重要基因的功能, 阐明该基因表达蛋白的生化特性, 揭示出与其它生物大分子相互作用的意义, 并确定每个基因的时空表达。研究将使人类更深入地了解植物体中的氮素代谢和复杂的调控网络。由于氮源和氮素代谢在作物产量中发挥着中心作用, 这些结果将对农业发展有着广泛的影响(National Science Foundation of USA, 2001)。

植物学中很多最基础的学科被分子生物学、基因组学和生物信息学赋予了新的活力和发展潜力, 使其研究与农业生产的关系更为密切。光合作用是植物最基本的生命特征, 相关的研究结果是农业中作物、蔬菜、花卉等提高光能利用效率的基础。植物抗逆是一个复杂的信号转导和调控过程, 包括抗旱、抗盐碱、抗热、抗寒、抗养分缺乏和抗重金属毒害等, 深入探讨其适应机理可以为提高作物适应环境的能力提供实验依据, 并在以植物生理学特征为指标的植物新品种选育中显示出优越性和重要性。植物生殖生物学是提高作物育性和产量的理论基础, 从传粉、受精、胚胎发生到种子生理等都成为当今植物学的研究热点之一。植物次生代谢研究也日趋受到重视, 在农业上, 代谢组可直接反映农作物的生理状况和农产品的品质性状(尤其是营养价值)。次生代谢与植物的抗性和品质紧密相关, 植物对病害和虫害的抗性在很大程度上取决于细胞内植保素的合成调控, 而植物化学的研究是研制绿色抗杀虫剂的基础。生物进化论和植物遗传学是常规作物育种学的理论基础, 遗传、变异和选择是作物育种工作的主要依据, 根据植物遗传变异的规律, 可以提高作物育种的科学性和预见性。而对引种驯化的探索则是农作物大规模种植的基础。

2.2 为作物育种提供新的资源和材料

新品种选育是农业发展的重要方面, 而作物育种在很大程度上依赖于优异基因的供体。植物学基础研究一方面可以通过对野生植物资源的调查寻找常规育种所需的材料, 如我国超级稻的选育就得益于在海南发现的野稗; 另一方面, 植物杂交优势的研究可以通过组织和器官特异

表达的启动子使花粉败育从而获得油菜和烟草等的雄性不育系和恢复系, 从而为育种提供新的材料。此外, 分子生物学的发展使有用基因的克隆成为可能, 并可获得转基因植物。目前科学家已经克隆了大量具有潜在应用前景的基因, 包括抗病基因(铁氧环蛋白基因、杀菌肽 B 基因、几丁质酶基因和 β -1,3 葡聚糖酶基因等)、抗虫基因(Bt 毒蛋白基因、蛋白酶抑制剂和植物外源凝集素基因等)、抗逆境基因(拟南芥的甘油 3-磷酸乙酰转移酶基因、叶绿体谷氨酰胺合成酶基因和钙调蛋白基因、精氨酸脱羧酶基因等)和品质改良相关基因(富含脯氨酸蛋白基因、WAXY 基因、八氢番茄红素合成酶及其脱氢酶基因、Fe 结合蛋白基因等)等。目前最成功的转基因应用可能是已被世界各国大范围种植的具有抗虫、抗除草剂特性的转基因棉花。而通过向棉花中转入发卡式双链 RNA 基因从而抑制 2 个脂肪酸脱氢酶的表达, 可以使转基因棉花油中含有更多的单不饱和脂肪酸(油酸)或 18 碳饱和脂肪酸(硬脂酸)。

2.3 发展新技术、新方法, 推动农业生物技术的发展

植物学前沿领域的迅猛发展, 必然要求不断吸收和借鉴其它学科的先进技术和手段并加以改进, 以发展适应其自身特点的新技术和新方法, 而这些方法又被进一步应用到农业科研和生产中。近年来, 植物分子生物学技术、转基因技术及高通量筛选、生物信息技术和蛋白质组学的相关技术也在农业领域中得到发展和应用, 为农业基础研究和遗传育种提供了技术保证。

3 我国植物学基础研究应重视的几个方面

3.1 积极参与国际竞争, 重视源头创新理论的建立与阐述

由于现代植物学中的许多热点研究对未来农业的国际竞争具有举足轻重的战略地位, 世界各国的竞争激烈。美国自 1990 年启动植物基因组学计划后, 于 2000 年底公布了模式植物拟南芥的全部基因组序列, 自 2001 年开

始, “拟南芥 2010 年计划”又全面启动, 目标是到 2010 年确定拟南芥所有基因的功能。日本在水稻研究方面投入了大量的经费, 目前已建立了包括 4 000 余个分子标记的高密度水稻分子连锁图谱, 共包含 28 000 个 cDNA 克隆图谱。我国在拟南芥研究方面具有一定的基础, 培养了一支研究队伍, 在转录因子的研究上建立了相应平台; 在水稻功能基因组方面国家也投入了相当多的经费支持, 我国在水稻 9311 精细图及粳稻日本晴 4 号染色体的精细测序方面已处于世界领先水平, 水稻功能基因组学研究布局已基本就绪。如何抓住机遇, 阐明拟南芥和水稻中与重要农艺性状相关基因的作用机制, 并发掘与育性、产量、品质、抗性和杂交优势等相关的基因, 争取占有更多的重要基因资源, 从而为基因革命做好知识和技术上的储备, 是植物学家当前的一个重要职责。所以, 我们应该从国家层面优先支持一些前沿和重要领域, 发挥我国植物学研究的优势, 逐步营造有利于创新的环境, 培育创新思想, 从源头上与其它国家展开竞争。

3.2 重视经典学科的发展

由于学科发展的不平衡, 植物经典分类、资源植物评价和引种驯化的基础研究等领域得不到足够的重视, 尤其是在当今的基础研究评价体系下, 造成了急功近利的思想, 为我国农业的长期稳定发展埋下了隐患。优良种质资源(包括粮食、木材、天然药物、能源、油料、果蔬和花卉等)是远源杂交、分子遗传育种的基础。21 世纪人类面临的最重大挑战之一将是如何解决对植物资源的极大需求和可持续发展之间的矛盾, 这就要求加强对野生植物资源的研究, 发掘其中涉及抗寒、抗旱、速生、早熟、优质高产等特性的基因, 用以培育植物新品种, 以满足社会和经济快速、持续发展的需求。在国际竞争中, 谁拥有丰富的植物资源并掌握保护、利用植物资源的新知识和新技术, 谁就掌握了长期发展的主动权。我国植物资源现状令人堪忧, 如农作物野生近缘种灭绝速度加快, 包括野生大豆、野生稻、小麦、果蔬、园林和花卉等特殊经济植物资源流失严重, 国外利用中国特殊植物资源开发的猕猴桃、切花等, 对中国的相关产业产生了很大的冲击。从中国农作物育种存在

的问题看,种质资源狭窄是限制优质品种改良的主要因素之一,所以对世界范围内的野生植物资源进行搜集和鉴定是当前的一项重要工作。我们要树立开放的意识,在注意生物入侵问题的前提下,一方面加紧对我国重要、珍稀和濒危植物的研究与保护;另一方面要与周边国家和拥有丰富植物资源的国家加强合作,关注有重要经济价值和发展潜力的植物种类,既要重视植物分类工作,又要重视引种过程中的基本理论问题。

3.3 重视研究手段、技术方法和实验平台的创新

随着我国科技投入的逐步加大,各高等院校和科研院所都非常重视科研成果的产出,而许多单位将实验室建设尤其是仪器设备的购置放在了首位。虽然仪器设备的投入在我国科研起步阶段是必需的,但当我国的科研水平发展到一定阶段,研究平台、实验体系的建立和仪器设备的开发、技术的建立发展就成为我国能否长期具有潜在创新能力的重要条件。经费可以买来先进的设备,但永远买不来研究领域的领先地位,因为研究的手段和源泉来自于其它国家。我国在一些科技规划和优先领域中也提到了研究方法和手段的重要性,但缺乏大规模、高强度资助建立研究平台和技术的项目。而美国为了保持其在绝大多数研究领域领先的地位,在项目资助过程中非常重视对该类项目的支持,如在“2010年计划”2001-2005年已资助的103个项目中涉及技术、研究平台和实验材料开发的为25项,其它项目在研究中也都非常重视公共数据库的建设。所以,我们在重视基础研究的同时,应更多关注新技术、新方法的发展和新材料、新仪器的开发,建议国家结合大的资助计划,出台相应的倾斜政策并设立专项推动此项工作,以保证我国基础研究的长远发展不受制于人。

为了达到推动该项工作的目的,首先要在政策上改变目前的基础研究评价体系。因为在以SCI论文为主要评估导向的今天,很少有人去做建立技术平台和开发实验材料等不容易发表高水平论文的服务性工作,尽管这些工作的重要性人人皆知,因此从政府到单位要有相应的措施保证这些工作得到承认和认可。其次,要在国

家前期投入的基础上实现公益性与商业化运作相结合的模式,由国家资助建立的数据库和实验体系对非营利性科研单位应是免费服务的,而对逐步发展起来的各种商业机构的服务应允许其收取相应的费用,以维持工作的运转和进一步的研究开发。

3.4 加大经费投入,做好宏观布局

作为一个发展中国家,我国面临的问题和困难比较多,在基础研究方面的投入相对较少。以国家自然科学基金植物学科近20年资助的项目和经费情况来看,自1986年国家自然科学基金委员会(NSFC)成立至2006年,植物学科共资助各类项目1601项,经费26187万元人民币,远远低于发达国家在植物学研究方面的投入。美国仅拟南芥2010年计划,从2001至2005年度就已资助1.2亿美元,相当于20年来NSFC植物学科总资助经费的4倍。所以我国要想在植物学研究领域赶上和超过其它发达国家,加大经费投入势在必行,在此基础上根据科学和生产的需求,确定优先发展的领域,以点带面,推动植物科学全面发展。

4 结束语

近些年来,大批海外留学人员回国,使我国植物学研究队伍迅速壮大。为了使我国从农业大国迈向农业强国,同时考虑到植物学发展要求的迫切性,希望国家能够对占领控制农业发展制高点的植物学前沿和重要领域加大投入。另外,鉴于目前我国科研经费投入相对较少,在学科布局上要做到科学合理,一方面关注前沿领域,因为这是学科和农业发展的主导源泉;另一方面要扶持我国资源上有优势、研究上相对薄弱但又关乎长期国家安全和发展潜力的学科,做好资源、知识、技术和人才的储备,真正促进我国农业长期、稳定和持续发展。

参考文献

Clinton WJ, Gore A Jr (1994). Science in the National Interest.

Washington, D.C.: Executive Office of the President, Office of Science and Technology Policy. pp. 7-13.

International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (2007). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops, ISAAA Brief 37-2007: Executive Summary. <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/37/>

executives ummary/pdf/Brief%2037%20-%20Executive%20-Summary%20-%20English.pdf. pp. 1-1.

National Science Foundation of USA (2001). Award Abstract 0115586, Arabidopsis 2010: Nitrogen Networks in Plants. <http://www.nsf.gov/awardsearch/showAward.do?AwardNumber=0115586>.

Basic Research in Plant Science and the Development of Agriculture in China

Mingzhang Wen*, Yue Chen, Ruisheng Gu, Jing Luo, Shengming Du

The Department of Life Sciences, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085, China

Abstract Here we discuss the need to strengthen basic research in plant science and the impact of basic research in plant science on agricultural development to better serve the agricultural needs of China. Special emphasis is on promoting international competition, knowledge innovation, technology development and research platforms, as well as classical disciplines such as plant taxonomy. During the past 10 years, we have witnessed significant progress in plant sciences by Chinese scientists. As more talent is returning to China, more governmental support is needed to further strengthen plant science research in China.

Key words basic research, China, development of agriculture, plant science

Wen MZ, Chen Y, Gu RS, Luo J, Du SM (2008). Basic research in plant science and the development of agriculture in China. *Chin Bull Bot* 25, 633-637.

* Author for correspondence. E-mail: wennmz@mail.nsf.gov.cn

(责任编辑: 刘慧君)