

水稻重要性状的功能基因组学研究*

关键词 水稻, 功能基因组学, 重要农艺性状

1 项目顾问

许智宏 中国科学院院士, 中国科学院副院长, 北京大学校长, 博士生导师。1965 年北京大学生物系毕业, 1969 年上海植物生理研究所研究生毕业后留所工作。1979—1981 年英国约翰·英内斯研究所和诺丁汉大学访问学者。

长期从事植物生理学、生物工程和发育生物学研究, 在植物组织培养、遗传转化以及器官形成和胚胎发育基础研究方面成绩显著。发表论文 100 多篇, 出版专著 5 部。曾主持国家和部级科研项目 10 多项。“八五”和“九五”期间担任“863”计划“植物生物技术应用基础研究”专题的项目责任专家和国家“九五”攀登预选项目“高等植物生殖发育分子机理研究”的首席科学家。

2 首席科学家

薛勇彪 中国科学院遗传与发育生物学研究所研究员, 博士生导师。1963 年 1 月出生。1983 年兰州大学生物系毕业, 1986 年获中国科学院发育生物学研究所发育生物学硕士, 1989 年获英国东安吉丽娅大学和约翰·英内斯中心植物分子生物学博士, 1990—1995 年在约翰·英内斯中心的科恩实验室和牛津大学的狄金森实验室从事博士后研究, 1995—1997 年在约翰·英内斯中心的圣斯伯瑞实验室任研究学者。1998 年获国家杰出青年基金并入选中国科学院“百人计划”。原发育生物学研究所

学术委员会副主任, 中国科学院研究生院、植物研究所和河北省师范大学兼职教授。

长期从事植物遗传学和分子生物学的研究, 在植物细胞质雄性不育、自交不亲和性与植物重要功能基因分离方面有比较突出的贡献, 在 *Plant Cell*, *Plant J.*, *PMB*, *MGG*, *NAR* 等国内外核心刊物发表论文 30 多篇, 编著英文专著 1 部。

3 科学内涵和意义

目前, 农业生产中重要的生产资料——“品种”仍然是以农作物已有的品种资源为基础来选育的。由于受对表型和基因型识别能力的限制, 常规手段选育的现有品种的生产能力还远未达到其可以达到的水平。因此, 依赖新的手段改良现有作物品种以进一步增加农作物的单位面积产量、改善农产品的品质和对不良环境的抵御能力, 是农业持续稳定发展的必然出路, 也是我国农业产业结构调整和优化的重要基础。

一般来讲, 农作物产量、品质等重要农艺性状是在环境因子的作用下特定基因型在生长发育过程中表现的结果。作物的生育期、穗数、粒数、粒重等性状与分蘖发生、穗和颖花分化及形态建成、育性和胚胎发育等紧密相关。种子发育过程中合成的淀粉和蛋白质最终决定了稻米的营养、加工等品质。株高、穗型、成熟期等重要性状涉及生长发育、激素和环境的相互作用。重要性状相关的生物学过程往往是由多基因控制的复杂生命活动。因此, 要了解农艺性状发生的分子控制机理, 不但要对单

* 收稿日期: 2001 年 5 月 31 日

个基因,而且要对多基因乃至整个基因组在同一时间内表达的所有基因进行分析研究。必须掌握多基因作用的知识和利用生物技术进行不同基因的组合,才可能创造新的种质资源和重新设计品种。

近 10 年来,基因组结构和功能的研究迅猛发展,形成一个新兴的多学科交叉的前沿领域——基因组学(Genomics),包括结构基因组学(Structural genomics)和功能基因组学(Functional genomics),为研究植物的多基因性状的分子机制提供了全新的思路和高技术平台。因此,利用功能基因组学的研究方法,系统地探讨水稻等农作物生长发育和代谢调控的分子机理,分析和克隆与产量、品质等重要农艺性状相关的基因,研究它们的结构、功能及相互关系,创造更加有益于人类健康和长寿的农产品,必将成为 21 世纪农业和植物科学领域相互交叉、融汇的重要研究内容和方向。

该项目以水稻重要农艺性状为目标,围绕与其密切相关的生长发育、代谢调控和环境应答等生物学过程,利用结构基因组计划的研究成果,以功能基因组学的最新研究手段和方法,系统研究重要农艺性状多基因控制的分子遗传机理,为我国农作物品种改良提供知识和技术上的保障。

该项目集中国内从事植物分子生物学、基因组学等研究的骨干力量,充分利用已有的工作基础,开展水稻重要性状的功能基因组学研究,系统获取参与水稻等农作物分蘖、穗分化、株型发育、育性、受精和胚乳发育及其代谢调控、环境应答等方面的关键基因。

该项目的总体目标是以水稻生长发育、代谢调控和环境应答为研究主线,以功能基因组学的手段与技术为主要研究方法,获得水稻产量、品质等重要性状相关突变体和基因,通过系统的基因功能研究,探索改良多基因控制的农艺性状的技术途径,阐明基因型、环境与表型的内在联系和植物重要性状发育的分子机理。

该项目五年的预期研究目标为:(1)构建水稻各种插入失活及理化突变群体,初步完成 2 000 个转座株系、500 个转座插入旁邻序列测定和 50—100 个与水稻生长发育、代谢调控等相关突变体的遗传

特性的研究;(2)建立大规模高通量分离基因的技术体系,完成水稻分蘖、穗分化、株型、育性、受精和胚乳发育及其代谢调控相关的 1 万个 EST 的分离和初步鉴定及分类比较工作,分离 40 个与产量、品质等重要农艺性状改良有关的全长基因;(3)建立我国第一个以水稻基因序列、表达谱和突变体为主的生物信息数据库;(4)建立水稻等农作物基因定位和克隆的实验材料与技术体系;(5)发展通过基因技术调控水稻等农作物重要农艺性状的新途径及技术;(6)在影响因子 2 以上的国际刊物上发表论文 40 篇或达到相应的影响因子总数的文章数目,获得一批拥有我国知识产权的成果。

功能基因组学的研究是一项系统工程,需要有一技术平台的建设和重点突破。该项目集中了全国相关领域的优势力量,在平台建设上相对集中,在具体基因功能研究上相对分散。项目紧紧围绕水稻重要性状的基因功能及其应用开发,分别在突变体、表达谱和高效基因克隆三个技术平台和基因信息平台的建设方面单独设立课题组,在同源基因包括转录因子的克隆和农艺性状遗传改良方面也设置了课题组,保证项目的开放性、辐射性和开发性。

4 研究进展及创新点

项目实施时间:1999 年 10 月—2004 年 9 月。
项目实施近两年来已取得的主要进展如下:

(1)水稻突变体库的创制。构建了 γ 射线诱导的粳稻品种中花 11 号 2 万株 M2 群体,获得影响水稻育性、株型、颖花、开花等方面的突变株系 200 多个。获得中花 11 号 Ds 独立转化株 2 000 个,其中 500 株已经纯合,完成了 800 株系 DNA 的杂交分析,证明 70% 株系为单拷贝 Ds 插入,并测定了 220 个插入 Ds 的旁邻序列,其中 90 个定位于不同染色体的不同位点上。获得 290 株独立的 Ds 日本晴转化植株和 1 000 株独立的中花 11 号 T-DNA 插入群体。在当代和后代插入突变群体中,观察到育性、秆型、穗型、叶色、脆秆等变异,其中一些突变表型可稳定遗传。该突变体库的构建将是研究水稻基

因功能的重要基础。

(2) 水稻基因表达谱的建立和重要功能基因克隆。完成了 10 个水稻(主要为籼稻品种)发育不同时期组织器官特异的 cDNA 文库,并构建了覆盖籼稻明恢 63 全生育期的均一化的 cDNA 文库,初步完成 > 1 万个籼稻 UnrEST 的测序、分类和鉴定工作。在此基础上,建立了水稻 cDNA 阵列和微阵列(DNA 芯片)以及 PCR 为基础的高通量基因分析体系,获得了大量与生长发育、激素作用和环境应答等相关的基因。完成了多个影响重要农艺性状突变基因的精细定位,其中包括单分蘖(st1)、脆秆(fp1)、温敏不育安农 S、温敏不育培矮 64 和半矮秆(sd-g),并鉴定出了前 4 个基因的后选 BAC 和 TAC 克隆。

(3) 水稻高效基因克隆体系的建立和应用。构建了两个水稻基因组大片段 DNA 的 TAC(可转移人工染色体)文库和植物多基因转化载体,并以此为基础构建了水稻雄性不育恢复基因 Rf3 和 Rf4 以及籼粳稻杂种不育基因 Sc 的 TAC 物理图,为克隆这些对水稻杂交育种至关重要的基因奠定了基础。

(4) 水稻基因生物数据库的建立。建立了我国第一个关于水稻基因的 Internet 网页,设计了基因、突变体和表达谱等的数据库,开通了项目的国际互

联网站(<http://www.rifgp.ac.cn/>)。

(5) 重要农艺性状相关基因的开发和应用。利用基因工程技术获得了多个水稻种子淀粉品质改良的品系,田间实验表明,这些品系非常稳定,为遗传改良水稻农艺性状开辟了一条道路。

该项目的研究成果处于国内领先,cDNA 阵列分析基因表达方面与国际水平相当,水稻大片段 DNA 和多基因转化技术、电磁主动芯片的设计等方面处于国际领先。已发表 SCI 论文 13 篇,其中国际 SCI 论文 6 篇,影响因子接近 20,同时申请发明专利 6 项。

经两年的实施,项目在原有设计思路的基础上,结合国内外水稻基因组计划的最新进展和动向,及时调整了部分研究战略(如加大了水稻 EST 的工作),以“有限目标,重点突破”和“点带面”的思路发展我国植物功能基因组研究,保证项目总体科技目标的实现,为我国农业生产中实现品种的分子设计,加速品种的更新换代,不断提供新种质、新品种,提高我国农业育种的综合实力做贡献。

(相关图片请见彩插二)

工作研究

对中国科学院 新世纪人才战略的思考

何 岩*

(中国科学院 北京 100864)

关键词 中国科学院, 人才, 战略



实施科教兴国战略是实现第三步战略目标和中华民族伟大复兴的重要措施。中国科学院作为我国自然科学研究的最高学术机构, 责无旁贷要担负起科教兴国的使命和责任。目前我院实施的知识创新工程试

点工作是国家创新体系的重要组成部分, 是服务于科教兴国战略的必然选择。

使命决定策略。要实现知识创新工程试点工作的总体目标, 有两点已经成为全院上下的普遍共识。一是人才是当今世界上最稀缺和最宝贵的资源。当前和未来的国际竞争说到底人才的竞争。培养、吸引和使用好人才是一项重大的战略任务。知识创新工程试点工作的核心任务就是培养、吸引和凝聚优秀的创新人才, 使我院成为一流人才最能发挥其聪明才智、做出创新性工作的基地。二是要以体制创新和机制创新为手段, 营造宽松、和谐的

政策环境, 最大限度地调动人的积极性, 做到人尽其才、物尽其用。充满活力的用人制度、评价考核和激励机制是管理机制创新的关键, 也是吸引、使用、培养及稳定人才的核心和关键。

1 我院人才队伍现状的基本分析及人事制度创新的回顾

目前, 我院人才队伍主要由四部分组成:

(1) 老一代科学家。他们为我国的科技事业、为科学院的发展做出了巨大贡献, 如今工作在一线的中青年骨干很多是他们的学生。正是这一原因, 虽然他们大多不担任任何领导职务, 但其影响仍然是举足轻重的。

(2) 中青年骨干。这部分人员的主体年龄在 35—50 岁之间, 大都工作在科研一线, 他们构成了我院研究队伍的骨干和核心, 是我院知识创新工程试点工作所必须依赖的主体力量。他们中的一些人已成为国内外知名专家, 是许多重大科研项目的组织者和承担者。他们中的佼佼者已经走上了院所等各级领导岗位, 在科研组织中发挥着至关重要

* 中国科学院副秘书长兼人事教育局局长, 研究员
收稿日期: 2001 年 5 月 7 日