



范云六,湖南长沙人,分子遗传学家,中国工程院院士。现任中国农学会和中国作物学会常务理事、农作物基因资源与基因改良国家重大科学工程学术委员会主任等职。中国基因工程的奠基者和开拓者之一,农业生物工程带头人,建立农业首个分子生物学研究机构——中国农业科学院生物技术研究所。

卷首语 Foreword

科技导报 2014, 32(13)

农业生物技术科技创新发展趋势

21世纪中国现代农业发展面临人口增长、资源短缺和环境恶化的多重压力。据测算,中国要保障2020年14.5亿人口的粮食安全,粮食产量必须比现有生产水平提高20%。中国农业资源人均占有量偏低,到2020年,人均占有耕地将由现在的0.11 hm²降低到0.094 hm²。耕地和水资源的刚性制约,严重威胁到中国粮食安全,单纯依靠常规技术和扩大生产规模难以满足未来不断增长的农产品需求。发展生物育种技术,加快培育优质、高产、高效农作物新品种,已成为保障国家粮食安全的战略选择。

农业生物技术研究的发展紧紧依赖于现代生命科学理论创新与技术新的发展。当代生命科学的学科发展呈现典型的“两极化”特征——广泛与综合,纵深与精细。前者以“系统生物学”、“合成生物学”和“新生物学”等为代表,后者以不同研究层次的各种“组学”为代表,包括基因组学、转录组学、蛋白质组学、表观组学和表型组学等。研究技术的精准度也发生了质的飞跃:从生物个体水平到器官和组织水平再到细胞水平。生命科学研究正在成为21世纪自然科学的带头学科,并处于革命性变化的前沿。

基因组学、蛋白质组学、代谢组学等新兴学科的兴起为农业生物技术的发展注入了新的推动力。在重要生物基因资源的发掘与利用方面,基因来源多样化,从微生物、特殊生境植物等物种中挖掘抗旱、养分高效利用、营养改良等功能基因已成为当前研究的重点;全基因组关联分析技术、大规模基因组测序技术等新技术、新方法的发展,为规模化、高通量基因筛选提供了快捷手段,极大地提升了基因资源发掘与利用的效率。在解析农业生物重要性状形成的分子基础方面,开展转录和转录后调控、翻译和翻译后修饰、表观调控等不同层次的深度探索,呈现出从单个基因到信号途径再到调控网络这样一种明显趋势。在遗传改良分子设计的理论基础与技术创新方面,集成各种组学、计算机技术和各种实验技术等解析网络内各组分的互作关系,并在此基础上提出分子设计育种的模型。

当前,国际先进水平的农业生物技术研发模式特征主要体现在以下4个方面。在研发领域上,农业生物技术不断向其他领域拓展和延伸,与环保、食品、制造、能源等领域交叉融合;在研发方向上,从以粮食安全为重点过渡到粮食安全和营养安全并重;在研发手段上,规模化和高通量技术应用日趋广泛;在研发策略上,各国家政府以及跨国公司通过资源整合,实现技术优势互补,以期最大限度地占领和瓜分全球种子市场。

世界主要国家均把农业生物技术及其产业作为提高未来国家竞争力的重要战略选择,竞相投入大量的人力、物力和财力进行研发。在战略布局方面,为抢占生物技术的制高点,各国纷纷制定生物技术发展纲要和规划。日本将生物技术产业上升到国家战略高度,重点研究领域放在基因组、功能性食品、环保、能源等方面。法国设立了GenoPlant项目,进行植物抗病、抗逆、营养高效、品质等相关基因的发掘。英国John Innes研究中心和澳大利亚植物基因组学中心等研究机构开展了大规模的水稻、小麦等应用基因组学研究。美国开展了“植物基因组计划”和iPlant计划,目标是发掘玉米等主要作物基因。孟山都、杜邦等跨国企业也竞相投入巨资于生物技术育种,仅孟山都公司每年的研究开发经费就超过10亿美元。在产品研发方面,过去十几年间主要以对种植者有利的(如抗虫和抗除草剂)第1代转基因作物的大面积推广为主。当前,对消费者有利的第2代转基因作物(如富含 β -胡萝卜素的金稻和富含 $\Omega 3$ 的大豆)等蓄势待发,即将大面积推广。在工业、能源和医学领域具有重大应用潜力的第3代转基因作物也在积极开发中。其中,抗旱转基因玉米、转基因植酸酶玉米、不饱和脂肪酸优化型转基因大豆、能源用转基因玉米、生产人血清白蛋白的转基因水稻等在技术上已经成熟。

目前,从整体水平看,中国在转基因科技源头技术创新和技术储备等方面虽然取得很大进展,在发展中国家居领先地位,但与国际先进水平相比,特别是在自主知识产权基因挖掘、转基因育种技术体系等方面,还有相当大的差距。为推动生物育种的快速发展,亟需在如下领域实现技术突破。一是功能基因高通量挖掘与功能鉴定技术。将表型组学技术、基因组学技术、RNAi组学技术、遗传学技术以及生物信息学技术相结合,对重要作物中控制株型、籽粒发育、花期、抗逆的相关基因进行系统发掘。二是作物转基因育种技术创新和新种质创制。利用信号通路重构等技术构建新型的基因表达功能模块,建立高效、安全、规模化和标准化的转基因操作技术体系,并与常规育种技术有机结合,创制具有重要利用价值的转基因作物新种质。三是培育具有重大应用前景的新产品,特别是营养、优质、抗逆等第2代转基因作物的研制。四是产业发展关键支撑技术。建立转基因作物环境安全评价技术体系、方法和服务平台,健全转基因产品风险评估及其质量安全监控技术体系,研发转基因生物及其产品精准检测技术,为生物产业的健康发展提供技术保障。

总之,做好战略规划和顶层设计、聚焦产业发展和国家需求、强化原始创新和集成创新、突破重大理论和关键技术是实现农业生物技术科技创新的根本路径,也是保障中国现代农业可持续发展的重要支撑。

范云六

(中国农业科学院生物技术研究所,北京 100081)

(责任编辑 李娜)