植物科学发展催生新一轮育种技术革命

种康^{1,3*}, 李家洋^{2,3*}

1. 中国科学院植物研究所, 北京 100093;

2. 中国科学院遗传与发育生物学研究所, 北京 100101;

3. 中国科学院大学, 北京 100049

* 联系人, E-mail: chongk@ibcas.ac.cn; jyli@genetics.ac.cn

收稿日期: 2021-10-11; 网络版发表日期: 2021-10-18

粮食为人类生存的根本需求, 是社会发展和国家稳定的基石。特别是我国作为人口大国, 粮食生产重要性更为突出。习近平曾指出, “中国人的饭碗必须牢牢地端在自己手里”。通过不懈努力, 全球粮食生产能力持续提升, 尤其是第二次工业革命以后, 世界粮食总产量有了大幅提高。改革开放以来, 我国粮食在产量和质量以及产品多样性等诸多方面取得了长足的进步, 全国粮食连续18年增产。然而, 随着人口的增加和人们生活水平的提高, 我国对粮食产量和质量都有了更高的要求。此外, 全球气候变化对农业生产的威胁频率增加, 粮食安全问题仍不容忽视。

种子是农业的“芯片”, 良种在粮食增产方面起到了关键的作用。世界生物育种技术发展已经历三个主要阶段: 原始驯化选育(1.0版)、常规育种(2.0版)、分子育种(3.0版)。纵观育种技术发展历程, 每一次技术的革新都与基础理论的突破密切相关。近些年, 分子生物学、计算生物学和基因组学等学科的理论进展催生了新型生物技术(如新一代测序、基因组编辑、单倍体制种等), 全面改写了作物育种的理论与策略, 推动育种技术向分子设计育种或智能化育种(4.0版)发展。分子设计育种是将遗传学理论与杂交育种相结合, 利用合成生物学和系统生物学理论, 设计分子途径获得优良目标性状作物的前沿育种技术。该技术基于对

控制作物重要性状的关键基因及其调控网络的认识, 利用基因组学、表型组学等多组学数据进行生物信息的解析、整合、筛选、优化, 从而获取育种目标的最佳基因型, 最终高效精准地培育出目标新品种。分子设计育种彰显出比传统杂交育种更为突出的优越性, 尤其是整合了基因组编辑技术, 可将育种周期缩短至2~5年, 大大提高育种效率。分子设计育种是未来作物育种的不二选择, 其精准性、高效性都将带领作物育种进入一个新的时代。

近十年, 我国先后启动了多个与分子设计育种相关的项目, 例如中国科学院启动实施的战略性先导科技专项(A类)“分子模块设计育种创新体系”“种子精准设计与创造”项目, 科技部启动实施的“七大农作物育种”项目。通过项目实施, 我国在作物基因组、水稻理想株型、水稻杂种优势、养分高效利用、作物-微生物互作、作物基因组编辑和分子改良等方面均取得了一系列突破性成果, 总体上在作物科学和技术应用方面处于国际第一方阵, 水稻等研究领域已经处于世界引领地位。随着分子设计育种理论和技术的推进, 分子设计育种的规范化和政策性逐步显现。为此, 2019年, 中国科学院生命科学和医学学部联合国家自然科学基金委员会, 经国家自然科学基金委员会-中国科学院学科发展战略研究领导小组第八次会议批准,

引用格式: 种康, 李家洋. 植物科学发展催生新一轮育种技术革命. 中国科学: 生命科学, 2021, 51: 1353–1355

Chong K, Li J Y. The development of plant science has brought about a new revolution in breeding technology (in Chinese). Sci Sin Vitae, 2021, 51: 1353–1355, doi: 10.1360/SSV-2021-0367

对分子设计育种的科学、技术问题及规范化发展战略研究立项。该项目旨在调研制约我国分子设计育种创新体系建立和发展的科学性和技术性问题, 以利于针对性布局相关研究方向; 明晰和梳理分子设计育种面临的相关政策性和法规性问题, 以推动分子设计育种的理论研发和应用推广等。

该项目于2020年1月正式启动, 由李家洋院士和种康院士负责, 依托中国科学院植物研究所和遗传与发育生物学研究所, 邀请了相关领域的12位院士、47位教授和2位学部管理专家组成战略研究组, 并成立了由36位国内相关领域青年领军人才组成的秘书工作组, 田志喜研究员、景海春研究员和王雷研究员担任工作组组长。2020年1月至12月, 战略研究组对分子设计育种的相关科学和技术问题以及我国分子设计育种的规范化和政策性问题展开系统的调研, 随后组织了两次专家研讨会, 对调研结果进行详细整理及深入分析, 并对制约我国分子设计育种创新体系建立和发展的科学性和技术性问题进行了系统总结, 形成调研报告。

基于调研成果, 我们邀请了项目组和相关领域专家撰写评述文章, 以“分子设计育种的科学技术问题及规范化发展战略研究”专辑的形式在《中国科学: 生命科学》出版。专辑包括“分子设计育种的科技问题及其展望概论”“作物株型与产量研究进展与展望”“光合作用研究若干前沿进展与展望”“作物育性调控和分子设计杂交育种前沿进展与展望”“作物杂种优势研究现状与展望”“作物品质研究现状与展望”“植物氮磷钾养分高效利用研究现状与展望”“非生物胁迫与环境适应性育种的现状及对策”“农作物抗病虫研究的战略思考”“根系发育和微生物组研究现状及未来发展趋势”“多倍化和驯化研究进展与展望”和“多倍体水稻从头驯化: 育种策略与展望”12篇文章。介绍了相关领域的国内外研究现状与未来发展趋势, 并分析了我国面临的瓶颈与对策, 最后提出了面向2035年的战略布局。力求为读者展示分子设计育种的总体和细节面貌, 以明晰和梳理分子设计育种面临的相关政策性和法规性问题, 利于针对性布局相关研究方向, 推动分子设计育种的理论研发和应用推广。

The development of plant science has brought about a new revolution in breeding technology

CHONG Kang^{1,3} & LI JiaYang^{2,3}

1 Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China;

2 Institute of Genetics and Developmental Biology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

3 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

doi: 10.1360/SSV-2021-0367

种康, 中国科学院院士, 国际欧亚科学院院士, 中国科学院植物所研究员. 2006年获得国家杰出青年科学基金资助, 入选中国科学院“百人计划”, 2007年入选国家“新世纪百千万人才工程”. 长期致力于作物生理学研究, 特别是在作物感受温度信号及器官发育的低温适应性方面, 取得了系统性和创新性成果. 在*Cell*, *Annual Review of Plant Biology*, *Molecular Cell*, *Developmental Cell*, *Nature Communications*, *Nature Plants*, *The EMBO Journal*, *Genome Biology*, *The Plant Cell*等国际主流学术期刊发表论文80余篇. 2015年获得中国生命科学领域十大进展奖. 现任中国植物学会理事长, *Journal of Integrative Plant Biology*联合主编, *Journal of Biological Chemistry*, *Molecular Genetics and Genomics*编委.

李家洋, 中国科学院院士, 发展中国家科学院、美国科学院、德国科学院、国际欧亚科学院院士, 欧洲分子生物学组织(EMBO)外籍成员, 英国皇家学会外籍会员, 中国科学院遗传与发育生物学研究所研究员, 国家杰出青年科学基金获得者. 主要研究方向为高等植物生长发育与代谢的分子遗传学. 在植物株型形成分子机理研究和水稻的分子品种设计上取得显著成绩, 在*Nature*、*Science*、*Cell*、*Nature Genetics*、*Annual Review of Plant Biology*等期刊发表论文180余篇. 获得国家自然科学奖一等奖、未来科学大奖、何梁何利生命科学奖、陈嘉庚生命科学奖、求是杰出科技成就集体奖、中国科学院杰出科技成就奖等多项奖项. 研究成果于2003、2010和2018年分别入选中国十大科技进展新闻, 2010和2014年分别入选中国十大科学进展, 2014、2018、2019和2020年入选汤森路透高被引科学家.