

我国农作物育种科研面临的机遇与挑战

李炫丽

(湖北省种子集团有限公司 / 农作物水稻新品种创制与种子技术重点实验室, 武汉 430206)

摘要:分析了我国农作物育种科研发展现状与机遇。对比国际种业育种技术发展现状,针对我国种业研发存在的问题,从政策支持、科技支撑和知识产权3个方面提出了相关建议及实施路径。

关键词:农作物;育种;科研;现状;机遇;挑战

经济发展与人口增长、城市化水平的不断提高给全球的粮食生产带来了严峻的挑战。与此同时,农业资源的日趋紧张、生态安全问题加剧及农业供给侧结构性调整对我国的农作物育种工作提出了更高的要求。种业是我国战略性、基础性核心产业,是保障国家粮食安全的根本,为此,国家出台了一系列种业发展激励政策并投入了大量的财力来支持农作物种业的发展。然而,我国种业科研对农业发展的支撑作用还明显落后于发达国家。良种对我国粮食增产的贡献率为43%,而美国等发达国家良种贡献率达到60%以上,我国的种业科研水平与发达国家相比还有很大的发展空间。因此,在这种形势下,加快我国农作物育种创新,推进种业快速发展已成为我国保障国家粮食安全、农业生态安全以及促进农业可持续发展的迫切需求和必要条件;利用科技创新选育高产、优质、环境友好的优良新品种是保障我国及全球粮食安全的基本途径,也是整体提升我国农产品国际竞争力的重要手段。

1 发展机遇

1.1 是保障国家粮食安全的需要 “五谷者,万民之命,国之重宝。”粮食是重要的战略物资,是关系到国际民生的重大问题。随着我国人口增加、城镇化推进,粮食需求量刚性增长。国务院发展研究中心在2013年出版的《中国特色农业现代化道路研究》一书中指出:到2020年,按14.3亿人口、人均消费409~414kg计算,总需求量将达到58487万~59202万t。按我国的粮食生产能力计算,届时国内粮食(不含大豆)的供给缺口将在4000万~5000万t。

种业是我国战略性、基础性核心产业,是促进我国农业持续发展的基础和保障我国粮食安全的根

本,同时也是我国农业发展的短板。一项技术创造一个奇迹,一粒种子改变一个世界,农作物新品种对粮食增产贡献率发达国家为60%以上,我国仅为43%。因此,依靠育种技术促进粮食作物稳产性、丰产性提高,突破资源环境约束实现粮食安全稳定发展,对保障我国粮食安全有重大意义。

1.2 是保障我国农业生态安全的需要 我国农业资源与生态安全面临严峻挑战。一是自然灾害频发。据相关报道,2000年以来,我国常年受旱农田4667万hm²,平均每年因自然灾害损失粮食400多亿kg。二是农药、化肥的过量使用,给土壤资源带来严重污染。我国粮食产量占世界的16%,化肥用量占31%,我国农作物每667m²平均化肥用量21.9kg,远高于世界平均水平(8kg),是美国的2.6倍,欧盟的2.5倍;我国每年农药用量约180万t,但有效利用率却不足30%^[1]。三是土地资源及水资源结构性矛盾突出。过度消耗和开发导致我国耕地不断减少,质量明显下降。随着工业化、城镇化快速推进,我国每年减少耕地40万~46.7万hm²,全国受重金属污染农田面积约2500万hm²^[2],生态脆弱区占全国总面积的60%;地下水严重超采,华北平原已成为世界上最大的一个“漏斗区”,加上城市生活用水、工业用水和生态用水还要挤压农业用水空间,农业面临的资源约束日益增强;我国约有3333万hm²盐碱地有待开发,以缓解日益增长的粮食需求与土地资源紧缺的矛盾。农业资源与生态安全不仅影响到农业可持续发展,还对粮食安全形成潜在威胁。因此,提升农作物育种研发水平,研发适应新农业生态形势下的农作物新品种,大力发展抗逆性强、绿色、节能型农作物新品种对于保障我国农业生态安全具有非

常重要的意义。

1.3 是我国农业供给侧结构性改革的需求 2017年中央一号文《农业部关于推进农业供给侧结构性改革的实施意见》的发布为我国一定时期农业改革提出了具体方向、目标和要求。“农以种为先”,种业改革将是农业供给侧结构性改革的重要方面。未来种业发展将以技术为驱动,实现农作物新品种研发导向从追求产量向优质、安全、绿色的转换。纵观当下种业市场,一方面高端优质、特色的农产品种子比较缺乏,小类别特色农产品品种开发不足,难以满足多样化市场需求;另一方面适宜机械化、轻简化、工业化生产的农作物品种缺乏,农户生产成本过高,种粮积极性受挫。因此,在现今形势下,农作物新品种研发需要转换思路,牢牢把握市场需求,运用新技术,增加种子技术含量和商品属性,进而提高竞争力。

1.4 是提升我国种业国际竞争力,保障国家种业安全的需要 商业化育种水平的不断提高促进了国际种业的繁荣。据国际种子联盟报道,2012年全球种子市场规模高达430亿美元,美国占全球的28%,我国以95亿美元位居世界第二。作为国际第二大种业市场,我国长期处于贸易逆差中,国际种业巨头凭借其先进的技术和全面进军中国蔬菜、花卉、大豆、玉米、水稻等作物种子市场,并占有较大市场份额,对我国民族企业发展带来较大冲击。因此,以常规育种为基础,加强技术创新,提升农作物新品种研发水平,发展现代种业,是应对国外种子竞争的重要途径。

2 发展现状与挑战

2.1 国际种业发展及研发现状

2.1.1 发展全球化 种业全球化是指一个国家或地区在全球范围内进行种业资源的全球化分配和布局,不断扩大并促进种子技术与商品等的交换过程。种业全球化有种子生产国际化、生产资料全球化和种业技术全球化3个特征。随着农作物种子商品价值的提高及大型种子企业的国际化布局,全球种业市场快速增长,全球化日趋凸显。据国际种子联盟(ISF)数据显示,全球种子市场价值持续增长,2012年、2015年全球种子市场价值分别为450亿美元、538亿美元,分别比21世纪初的304亿美元增长48.0%、77.0%,预计到2020年全球种子市场价值将达到900亿美元。以我国市场为例,全国大

约有35家跨国种子企业在我国设立科研机构、合作或单独成立公司,主要集中在棉花、玉米、水稻、花卉、蔬菜等农作物品类上,其中包括孟山都、杜邦先锋这类行业巨头,他们凭借强有力的科研实力和高效的管理体系快速抢占中国市场。据2013年农业知识产权创造指数报告,我国市场洋品种占比大豆为70%,向日葵占60%,甜菜高达95%;而玉米、水稻等大田作物的洋种子,在我国一些地区市场占有率高达60%以上。

2.1.2 研发高科技化 随着基因组学、生物组学、生物信息学、合成生物学等前沿理论体系的不断深化和转基因技术、基因编辑、分子设计、胚胎操作等技术手段的不断创新与应用,全球种业科技发展已步入新的历史阶段,农作物新品种研发与选育将会出现新的飞跃。

重组加剧 拜耳收购孟山都,杜邦与陶氏合并,中国化工收购先正达,随着全球种业市场兼并重组进一步加快,全球种业步入少数集团控制的寡头竞争。世界种业呈现出集中化、多元化、国际化趋势。目前,世界上最大的20家跨国种业公司凭借强大的资金和人才优势,几乎控制了全球种子研究、开发和销售,全球市场集中度已从1985年的15%左右上升到现在的75%左右,仅孟山都、杜邦先锋、先正达这3家就占据了全球50%的市场份额,利马格兰、拜耳、KWS等跨国种子企业也颇有实力。他们通过创新集成常规技术与生物技术,搭建先进的生物育种平台,实现研发成果的自动化、规模化和模块化应用,成为最高效率的育种者。

技术引领 一是跨国种子企业产品研发多元化、转基因性状多样化。产品开发品类齐全,包括35科200多个种,涉及大豆、玉米、棉花、油菜、水稻和小麦等重要农作物,蔬菜、瓜果、牧草、花卉、林木及特用植物等,研发目标性状也从前些年以抗虫、抗除草剂等性状逐步向抗逆性、抗病性、医药保健、能源化工等多领域扩展。二是科研成果领先。以孟山都、先正达、杜邦先锋为代表的跨国种子企业在种业研发中的领先优势十分突出,几乎引领了全球种业的科技发展方向。据统计,通过全球研发及知识产权布局,全球种业前10强拥有的玉米、大豆、油菜、小麦品种权分别占到UPOV(国际植物新品种保护联盟)所有成员同类品种保护权的57.6%、46.2%、

25.5%、20.0%，全球10强种业公司仅玉米作物的品种权数量高达4000多项，超过了中国所有植物品种权申请量的总和。三是注重全产业链科技创新。以种质资源收集、鉴定、改良为基础，到育种技术、品种选育、规模化制种技术、种子加工、大田生产等，全面构建种子全产业链研发创新；以大型专业育种公司为主体，进行育、繁、推全产业链科技创新；生物技术与常规技术紧密结合，实验室与田间选择有机协同，工厂化、流水线、高通量作业，推进种业蓬勃发展。

2.1.3 创新体系完善化 美国、法国等国家种业经历100余年的发展，形成了健全的种业法律体系、分工明确的研发创新体系、全面的售后服务体系等一系列成熟的现代种业科技创新体系。一是建立了适合本国特点的法律保障体系。以美国为例，1905年美国颁布《年度进口法》，授权农业部对市场上流通的种子进行测试；1912年通过《种子进口法》，禁止企业进口劣质种子；1930年实施《植物专利法》，对植物新品种以专利保护；1939年制定《美国联邦种子法》，对商品种子的生产、分级、包装、标签、检验等都做了明确的法律规定；1970年发布《植物新品种保护法》；1982年出台《联邦种子法条例》^[3]。二是职能定位合理。高等院校和科研院所负责开展基础性、公益性研究；大型种子企业自建的研发机构进行商业化品种选育和开发，服务于自身发展，企业研发机构能及时根据市场形势变化调整育种方向，进而形成研发、生产、销售一条龙的服务模式，具有很强的竞争力，是种业科技创新的主体。三是售后服务全面。建立了以信息服务为基础，育繁推一体化的种子服务体系，以强大技术支撑满足农民技术需求、信息及市场需求等。

2.1.4 基因争夺日趋白热化 生物育种技术蕴含的巨大经济效益已成为世界种业追逐的焦点，基因及其相关产业是农业技术的主要组成部分。生物育种技术产业化和对基因资源争夺的白热化已成为当今农作物育种研发的常态。“建立以基因为核心的知识产权财富，使之能更为有效地进入变化着的全球生物技术市场”已成为世界各国的主要目标。美国的植物基因组计划(NPGI, National plant genome initiative) 1998年成立，主要目标是基因结构和组织、功能基因组研究及植物功能改良；法国GenoPlant项目，进行植物抗病、抗逆、品质、营养高

效等相关基因发掘；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；日本等国的一些研究机构陆续开展了大规模的水稻、玉米、小麦等农作物的cDNA克隆，目前已得到数万条全长序列。

2.2 国内种业及育种研发现状

2.2.1 企业综合实力较弱 经营规模是反映企业综合实力及行业地位的重要指标之一。从经营规模看，我国种业公司与跨国种业公司相差甚远。2016年，在种子销售规模上，隆平高科最高为17.13亿元，农发种业、登海种业、敦煌种业、万向德农、丰乐种业分别约为7.86亿元、11.17亿元、4.22亿元、3.64亿元、3.09亿元人民币；而孟山都、杜邦先锋、先正达等跨国种子企业种子业务销售额分别约为659亿元、439亿元和174亿元。我国种业前6强的种子销售总金额约为47.1亿元，仅占孟山都、杜邦先锋、先正达种子营业收入的7.1%、10.7%和27.15%（数据来源：各公司2016年年报）。

2.2.2 农作物育种创新能力较弱 近年来，伴随国家陆续颁布的促进种业发展的国务院8号和109号文，我国种业市场环境逐步优化，初步建立了以企业为主体的商业化育种体系；我国原始创新能力得到增强，主要农作物基因组学研究、主要农作物强优势杂交种利用技术、植物基因组编辑等分子育种技术达国际领先或先进水平；新品种选育成效显著，我国主要农作物品种良种覆盖率达96%，良种单产提高贡献率达43%。但与发达国家相比，我国农作物育种研发实力相对薄弱，分子设计等育种技术创新不足；原创性种质资源和具有重大育种价值的功能性基因缺乏；现有品种难以满足农业发展转型的要求；企业科研投入有限，自主创新能力薄弱，产业链条松散；种质资源、遗传育种、品种创新、种子育繁推一体化的科技创新链条尚未形成等。

2.2.3 种子商品化程度较低 种子商品化率是评价种业市场化程度的重要指标之一，也是农作物育种研发水平高低的“指南针”。据相关统计，全国所有作物品种的平均商品化率为39%，其中杂交玉米、杂交水稻种子商品化率为100%，小麦种子商品化率为56%；而世界种子商品化率平均为70%，发达国家由于机械化生产的普及，几乎全部使用商品种子，种子商品化率为90%以上。

2.2.4 产业集中度较低 自2010年国务院关于促进种业发展的8号文件颁布以来,我国种业企业数量大幅减少,由2010年的8700多家减少至现在的4000多家,减幅达50%左右。虽然我国种子市场集中度较以前有较大提升,但企业规模、研发水平、产品市场占有率都普遍较弱,无论在国际还是国内种业市场上都缺乏竞争力;而跨国种子公司却恰恰相反,美国先锋公司进入中国市场之后,2006–2009年先玉335品种以每年10%的杂交玉米种子市场份额获取了全行业近50%的净利润^[4]。

3 发展策略

3.1 加大政策扶持力度,促进种业科技创新 一是在现有种业扶持政策基础上,利用财税、投资、信贷等政策措施,对农作物育种研发、科技投入等方面制定切实可行的激励政策和奖励措施,形成良好的农业科技创新氛围。二是政府加大财政支持力度,进一步明确公益性研究机构和商业化育种公司的科研分工,项目经费向有种业科技创新能力与基础的种业企业倾斜,对科研单位的扶持重点转向基础性、公益性研究。三是在现有种业发展形势下,逐步加快鼓励政策出台效率,通过贷款贴息、创新贷款担保等形式,鼓励金融机构为种子企业提供金融服务。

3.2 加强科技支撑,提升种业核心竞争力 一是建立国家级农作物育种创新平台。整合资源,以服务商业化育种为目标,通过国家牵头、企业参股的形式建立和打造我国农作物育种创新平台,为我国种业企业提供科技创新智力支持。二是鼓励建立以企业为创新主体的产学研科技创新联盟。以市场需求为导向,一方面可解决目前我国科研育种与需求脱节的问题,另一方面,还可将先进的科研成果运用到农作物新品种培育中来,提升我国种业的核心竞争力。三是加快育种技术创新、转化与应用。围绕构建区域优势农作物种业产业科技链的目标,加快新品种、新组合引进、选育与推广应用,增强种业整体科技创新水平和应用能力,努力实现转化一项成果、培育一批企业、提升一门产业,增强种业的科技支撑能力^[5]。四是加大科研人才培养力度。以生物技术为代表的高新技术是当今育种技术的发展方向,需要一批具有高素质、经验丰富的科研育种团队。国际种业巨头之所以能在种业市场竞争中立于不败之地,正是由于他们非常重视人才队伍建设。创新团

队的发展也是我国种业科技的创新发展,未来中国应当逐步提高种业人才待遇和社会保障水平,鼓励企业商业化育种研发体系投资和人才队伍建设,制定有利于企业先高端人才的优惠政策^[6]。

3.3 加大知识产权保护,提升科技创新积极性 当今世界的种业竞争实质上是种业知识产权的竞争,未来我国只有不断增强自主创新能力,提高知识产权拥有的数量和质量,运用和保护好种子的知识产权,使之与育种科研实现良性互动,才能在国际竞争中占据战略制高点,形成持久的竞争优势,从而赢得发展主动权^[7]。

一是加大农业知识产权申请和保护力度。农业知识产权保护是新《种子法》的重要内容,相关部门应建立种业知识产权申请、保护宣讲的长效机制,对农业科技人员进行知识产权的宣传,提高其知识产权的保护意识,并给予科研单位和个人申请知识产权资金支持;另一方面应切实加强对农业知识产权的保护力度,严厉打击农业知识产权侵权、假冒等行为,保障知识产权所有者的合法权益,提升育种科研工作者的创新积极性。二是加大相关人才的培养力度。知识产权申请需要精法律、善管理、通经济、懂英语并熟悉农业科技知识的复合型人才,对相关人员的知识背景要求较为严格。未来,相关部门应充分意识到知识产权对复合专业的要求,一方面设立相关专业,从源头培养合格人才,另一方面建立知识产权申报相关法学、农业等专业知识的培训机制,提高相关人员的总体素质。

参考文献

- [1] 赵其国. 当前我国农业发展中存在的深层次问题及对策. 生态环境学报, 2013, 22 (6): 911–915
- [2] 陈印军, 王晋臣, 肖碧林. 中国耕地质量变化态势分析. 中国农业资源与区划, 2011, 32 (2): 1–5
- [3] 孙强. 国内外种业科技创新浅析. 中国种业, 2013 (9): 4–6
- [4] 农业部种子管理局, 全国农业技术推广服务中心, 农业部科技发展中心. 2015年中国种业发展报告. 北京: 中国农业出版社, 2015
- [5] 孙永朋. 从产业链高度提升我国种业竞争力. 中国种业, 2014 (1): 11–14
- [6] 刘振伟. 为发展现代种业提供坚实的法治保障. 中国人大, 2016 (7): 24–32
- [7] 周欢, 包峰, 袁国保. 我国种子企业发展方略思考. 中国种业, 2014 (11): 1–6

(收稿日期: 2019-01-18)