

中国种子产业:成就、挑战和发展思路

黄季焜¹ 胡瑞法²

(1. 北京大学 现代农学院 北京 100091; 2. 北京理工大学 长三角(嘉兴)研究院 北京 100081)

摘要: 政府历来高度重视农作物育种体系建设和新品种的选育,建立了国际上最大的以政府为主导的育种研发体系。但本世纪以来,以课题组为单位的公共育种研发体系难以适应现代种业科技创新发展的要求,形不成分工明确、上中下游一体化的现代生物育种产业创新体系。虽然国家出台一系列改革措施促进种业的发展,但由于现有的体制始终未能解决甚至混淆公共研发机构的公益性职能和企业商业性科技创新之间相辅相成的作用,不仅影响了新品种的重大科技创新,更影响了种子企业做大做强的政策初衷。为此,提出要深化种业创新体系的体制机制改革,建立适应现代生物育种技术与产业发展的中国种业科技创新体系等政策建议。

关键词: 种子; 种子产业; 公共研发机构; 种业创新体系

中图分类号: F324

文献标识码: A

文章编号: 1672-0202(2023)01-0001-08

一、引言

政府历来高度重视农作物新品种的选育与育种体系建设。上世纪50年代初开始,政府就在全国范围内开展了大规模的农家品种普查、鉴定和筛选以及品种的改良和引进工作^[1-2];60年代以来,逐渐建立了从中央到地方的粮食等主要农产品优良品种选育和育种研发体系^[3-5];到上世纪90年代,我国就建立了世界最庞大的以院校公共科研单位为主的育种研发体系^[5]。该体系的建设和发展,对保障粮食安全、提高农业生产力起到极其重要的作用^[6]。然而,研究表明,同欧美等部分发达国家的最先进的现代育种研发与种业发展水平相比还有较大差距^[7]。特别是自从上世纪末以来,随着跨国公司开始普遍采用分子设计育种以来,以院校公共科研单位农业技术创新为主体的育种研发体制机制,已经难以适应现代种业科技创新发展的要求^[8-9]。公共科研单位长期形成的强大的育种研发与数以千计的众多种子企业并存,建立以企业为主体的育种技术创新体系的改革永远在路上。保障国家粮食安全和主要农产品种源安全还需深入推进商业化育种研发和种业科技的改革创新^[9-10]。

近年来,中央高度重视种业安全,把种业安全提升到关系国家战略高度的战略高度。“打一场种业翻身仗”成为从中央高层领导到地方政府的共识。加强“农业种质资源保护开发利用”和“育种领域知识产权保护”,支持“种业龙头企业建立健全商业化育种体系”和促进“育繁推一体化发展”等政策措施被写进了2021年中央一号文件。“全面实施种业振兴行动方案”,启动农业生物育种重大项目,打好“种业翻身仗”正在全国各地如火如荼地展开。然而,如何打好这场“种子翻身仗”?现行体制下能否做大做强中国的种子产业?为了回答这些问题,在总结我国种业发展改革的成就和

收稿日期: 2022-10-16 DOI: 10.7671/j.issn.1672-0202.2023.01.001

基金项目: 国家自然科学基金项目(71934003、72003012); 国家转基因重大专项(2018ZX08015001)

作者简介: 黄季焜(1962—),男,福建长乐人,北京大学现代农学院教授,主要研究方向为农业经济与管理。
E-mail: jkhuang.ccap@pku.edu.cn

经验,分析目前种业发展面临的主要挑战的基础上,提出未来我国种业改革、创新和发展方向的建议。

二、中国种子产业发展与改革

过去20多年,国家出台一系列促进种业发展的改革措施(图1)。1997年颁布《植物新品种保护条例》,中国政府开始实质性承认育种者权利;1999年中国加入《国际植物新品种保护公约》(UPOV的1978版本),中国种业启动了现代化进程;2000年颁布的《种子法》,种子产业开启了向商业化迈进的大门^[9-10];此后,为了发展现代化种业,政府又出台了一系列政策与改革措施。整个过程可以分为承认育种者权利、商业化改革、推动种业做大做强、促进种业振兴等阶段。其中推动种业做大做强与促进种业振兴属于种子产业商业化进程中的必经阶段。

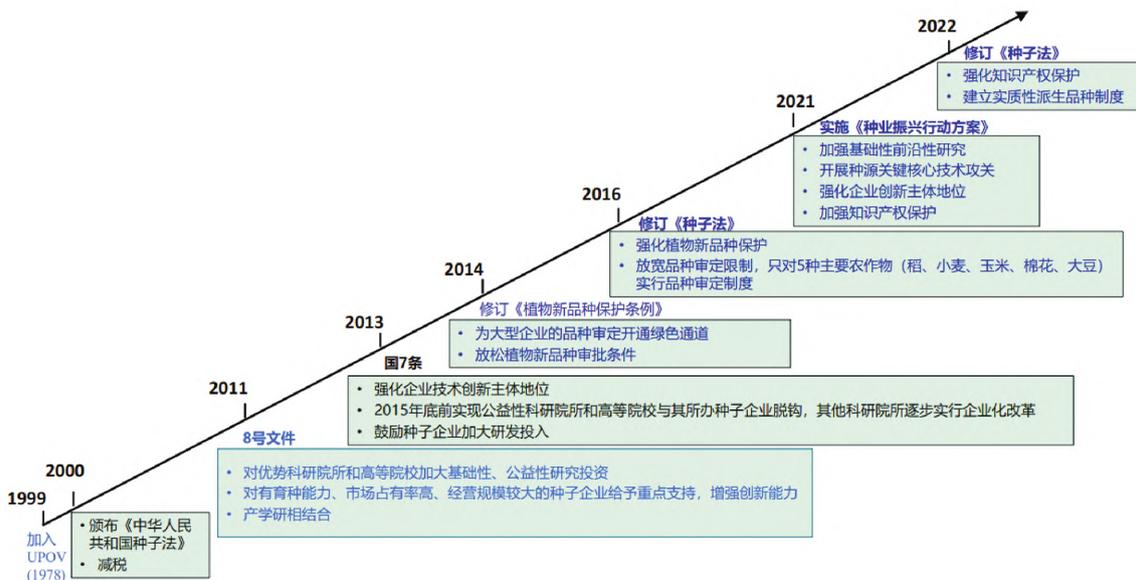


图1 1999—2022年中国政府出台的种业主要改革措施

承认育种者权利阶段: 1997年颁布的《植物新品种保护条例》是中国政府首次实质上承认育种者权利的标志性事件。在此之前,育种者是没有权利经营自己培养的农作物优良品种种子的。种子经营及市场管理实行“四化一供”,即品种布局区域化、种子生产专业化、种子加工机械化和种子质量标准化及以县为单位组织统一供种。农作物良种种子只能由当地的县级种子公司经营,科研单位等育种人员所培育的品种在各地的种子销售是非法的。育种人员培育成功农作物新品种后,必须交给政府部门进行区域试验,经区域试验并通过省级以上政府部门审定后才能推广,但育种单位还无法获得新品种销售的利润。1997年颁布的《植物新品种保护条例》承认育种者的权利,规定“完成育种的单位或者个人对其授权品种,享有排他的独占权。任何单位或者个人未经品种权人(以下简称品种权人)许可,不得为商业目的生产或者销售该授权品种的繁殖材料,不得为商业目的将该授权品种的繁殖材料重复使用于生产另一品种的繁殖材料”。从此正式开启了中国政府实质上承认育种者权利的阶段。此后,各种子公司对农作物新品种良种种子的经营不再拥有免费的知识产权,必须经过育种者的同意。育种者也事实上拥有了获取新品种种子销售知识产权利润的基本法律依据。

中国种业现代化起始阶段:虽然《植物新品种保护条例》的出台给予育种者赋予了其培育的新品种的排他权,但这些权利并未得到国际社会的承认与尊重。在法律上中国育种人员培育的品种并未得到国际保护,直接影响到中国种业的现代化进程。为此,1999年经全国人大批准,中国正式加入《国际植物新品种保护公约》(UPOV的1978版本),从而启动了种业现代化进程。加入UPOV意味着中国的品种权得到了所有成员国的承认,同时在利用他国的新品种时也受到相关法律法规的约束,从而打开了中国种业走向世界和世界种子进入中国的大门。

商业化改革阶段:2000年颁布的《种子法》,开启了中国种子产业化的商业化改革之路。种子法在承认育种者权利的基础上,正式摒弃了“以县为单位组织统一供种”的种子经营体制;并鼓励政府研发部门、企业与个人从事新品种培育及种子经营活动;政府仅对种子市场进行执法管理。由于该种子法拥有种子产业化的全部要素,自从2000年正式生效起,中国的种子产业便发生了重要变化。一是靠政府垄断获得高额利润的县级种子企业,由于其僵化的经营模式及多数企业臃肿的人员(在此之前由于“以县为单位组织统一供种”的政府垄断,使绝大多数县级种子企业均为当地农业行政部门福利最好的单位之一,也成为相关领导安排亲朋好友最多的单位之一,最终导致多数县级企业的人员负担过重^[11]),在较短的时间内破产及重整。而拥有新品种知识产权的单位及个人、破产的种子企业经理、副经理等人员重新组建成立了新的种子企业。商业化的种子产业开始起步。

推动种业做大做强阶段:值得关注的是随着商业化改革的推进,政府部门从事商业化育种极大地限制了种子企业的做大做强及现代化进程^[9-10,12]。一方面随着种子法颁布后种子企业数量的增加,以较便宜的价格从政府研发单位购买品种而非自己投资新品种培育研发成为种子企业的理性选择,而众多的种子企业和众多的品种不仅扰乱了种子市场,更限制了种子企业的做大做强。另一方面,在政府财政经费保障下的商业化育种使政府研究单位也成为农业科研单位增加收入并改善职工福利的有效措施。为了解决上述问题,并做大做强中国的种子企业,国务院于2011年发布了《国务院关于进一步加快推进现代农作物种业发展的意见》(国发〔2011〕8号,即“种子8号文”),提出“十二五”末政府公共研发机构退出商业化育种。然而,上述政策并未得到执行。为此,2011—2013年间还专门出台多项重大政策措施,包括建立公共研发和企业研发相辅相成、产学研一体化等政策,试图通过强化新品种知识产权保护,在提高育种人员积极性的同时,促进种业做大做强。例如,国家2015年开始放宽品种审定要求,2016年修订了《种子法》,进一步把需审定品种的28个作物减少到5种作物,同时提出了加强知识产权保护的系列措施。以上一系列法规和政策对中国种业发展产生了较大的影响,中国种子研发体系得到不断扩展,市场导向的种子企业也迅速崛起,资产超过1亿元的种子企业数量从2013年的243家增至2019年的386家。然而,最寄予厚望的“种子8号文”提出的做大做强种子企业的改革目标未能达到预期效果;建立公共研发机构与企业相辅相成的、产学研一体化的、以企业为主体种业创新体系并未形成。

推动种业振兴阶段:为实现做大做强中国种业目标,中央决定由国有企业直接收购国际种业跨国巨头,在短期内大幅提升国内种业创新能力和竞争力。在尝试按国际规则(甚至超市场价格)收购全球最大生物育种公司孟山都失败后,终于在2017年中国化工成功收购第三大国际跨国巨头种业公司先正达。这一收购事件震惊国内外,国人也为中国即将进入世界种业先进行列充满期待。然而,收购成功已过去5年,中国的先正达公司在海外继续保持全球第三大国际跨国公司并在国内业务得到快速发展的同时,只有粮食的种业发展出现水土不服。国家收购先正达的重要目标是使其成为引领中国粮食种子的“航空母舰”,然而这艘“航空母舰”却步履艰难。一方面,面临知识产权难以得到有效保护的困境,另一方面,在引进本公司的在国外的技术、种质资源、甚至在国内外育种研发机构扩展等方面也面临着身份及相关法律法规的限制问题,使其在国内的业务至今远不

如排在靠前的几个中国种业大公司。令人欣慰的是,除整合从事育种的先正达集团及安道麦公司外,2020年6月,又整合了中化化肥、扬农化工、中化现代农业等企业,先正达集团中国2021年营业收入高达74亿美元,同比增长42%,占先正达集团全年营业收入的26%。但上述营收的增长主要是其原有在中国的优势领域,特别是化工产品和蔬菜瓜果类种子等,而在政府寄予厚望的粮食作物种子领域,虽然先正达花了大量的精力布局,也加快了其在国内原已育成品种的试验等外,尚未开展其在国外基地所开展的分子设计育种研究,按照跨国公司流水线式大规模研发方式运行的现代化育种研究仍充满期待。

基于做大做强种子产业所面临的困境,一场“种子翻身仗”全面打响。自2020年底以来,习近平总书记更是多次指示振兴中国种业,指出“必须下决心把中国种业搞上去,实现种业科技自立自强、种源自主可控”。为此,发改委、农业农村部等部门和各地方政府均做出了相应的响应。2021年8月国家发展改革委、农业农村部联合印发《“十四五”现代种业提升工程建设规划》(以下简称《规划》),对“十四五”我国种业基础设施建设布局的总体思路、框架体系、重点项目、保障措施等作出了全面部署安排。提出“十四五”期间,要紧紧围绕种业振兴重点任务,聚焦资源保护、育种创新、测试评价和良种繁育四大环节,布局建设一批国际一流的标志性工程。在发改委、财政部、农业部等部门的支持下,分别以原有的省级农科院育种单位为基础,建立了多个国家及区域的育种中心。此后,多个省份均在加大对其农科院育种单位投入的基础上,建立了地方政府自己的育种中心。然而,在中央政府投资引领下的政府投资和缺乏企业充分参与的种业振兴是否能够达到预期宏伟目标有待检验,但过去十多年的改革和发展经历不得使我们感到担忧。

三、中国种业发展所取得的成就

在国家政策支持下,中国种子研发和科技创新在早期取得系列成就^[6],目前我国拥有世界上最庞大的以公共研发为主体的育种研发队伍^[8-9]。在水稻、小麦等主要农作物许多研究领域处在国际前列,其中杂交水稻和转基因水稻的科技更处于国际领先水平^[13];小麦、棉花育种也处于国际先进水平^[14]。油菜、甘蔗、蔬菜和水果等农作物新品种研发和创新能力也不断提升。畜禽育种也得到较快的发展,商业化育种体系逐渐加强,以企业为主体的国家级核心育种场也在快速发展。水产品新品种的育种能力也处于国际前沿。更值得一提的是,许多资本实力雄厚的企业开始进入育种研发和种业发展,例如中化、中信等大型企业已进入国内种业市场,并收购了中国种业集团和隆平高科等种子龙头企业;近年来,中国化工更收购了著名的跨国种子企业先正达,中粮集团完成了对荷兰尼德拉种子的并购,中信农业也收购了陶氏农业南美洲玉米种子的业务。

中国粮食等主要农产品的种子自给率更是世界领先,部分农产品种子进口依赖度较高并不影响国家种业和粮食安全。目前每年种子用量水稻约140万吨、小麦600万吨、玉米100多万吨、大豆65万吨,四大粮食作物种子合计在900万吨左右,几乎全部是国内生产的种子。尤其是水稻、玉米和小麦三大粮食作物,除了常规稻仍有不超过30%的农户自留种子外,其余杂交稻、杂交玉米及小麦品种种子生产量几乎都大于用种量(图2)。在市场未放开的条件下,实现了种业安全的绝对保障。农民采用的棉花、主要油料作物的种子也来自国内的科研院校和种子企业。进口较大的种子主要是蔬菜和花卉,进口的这些种子品质和商品性较好,农民和消费者都获益,在我们从吃得饱到吃得好的转变过程中起到重要作用;进口的花卉品种对美化环境和提升生活质量也产生积极影响。我们也进口一部分高产优质的向日葵和甜菜种子,但我国向日葵和甜菜的总面积只占农作物播种面积0.7%左右;这些农作物品种进口不存在国家安全问题。我国在养殖业的研发能力和育种技术也处于国际前列,虽然畜产品和水产品的部分种源来自国外,但世界多数发达国家和几乎所有发展中国家的养殖业种源基本上都来自国外,实际上中国畜产品和水产品种子自给率相对更高。

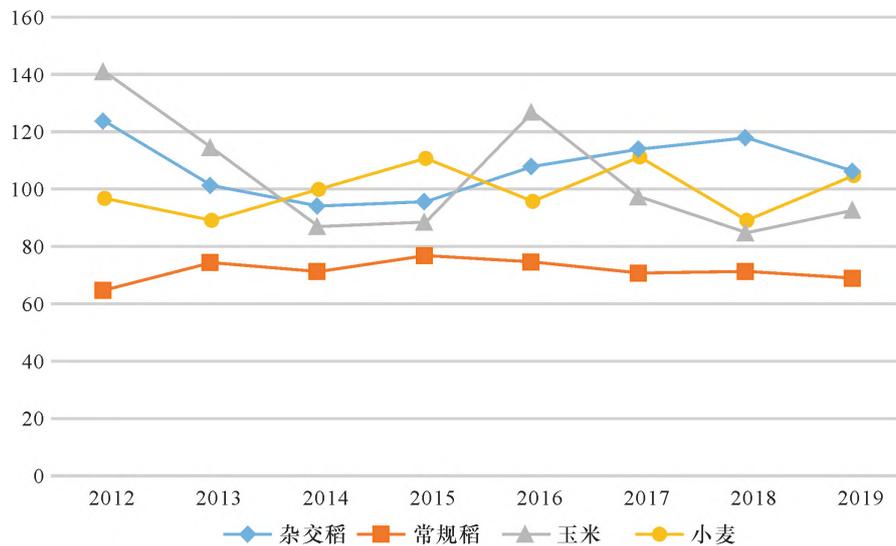


图 2 2012—2019 年中国主要粮食作物种子自给率

数据来源: 农业农村部《中国种子产业发展报告》。

种业发展对保障国家粮食安全和提高主要农产品生产力等方面做出了重要贡献。种子技术是农业科技进步中最重要的技术, 育种研发和种子产业发展为支撑我国农业生产力增长起到了重要的作用。例如, 自 20 世纪 80 年代初以来, 新育成的水稻、小麦和玉米等作物品种的产量稳步增长, 三大谷物目前的现代品种采用率均超过 96%。这主要得益于中国国内强大的种子研发体系, 同时不同时期从国际公共研发机构和国外种业引进的优良遗传资源也为中国主要农产品新品种研发做出了贡献。除了主要谷物作物外, 棉花、油料作物、糖料作物、蔬菜和水果等农作物以及养殖业的种业也得到快速发展, 优良品种的更新换代速度加快, 促进了农产品单产的不断提高。

四、中国种业发展面临的挑战和深层原因

尽管国家高度重视种业发展, 但做大做强种业还困难重重。上世纪末开始的各行业科研体制改革并没有显著影响包括育种在内的公共农业研发机构的职能和使命。旨在“做大做强”中国种业的“种子 8 号文”, 虽然在某些领域取得部分成效, 但也未达到预期目标。例如, 2011 年后, 种子企业在经历了从 2010 年的 8700 多家下降到 2016 年的 4516 家后, 2019 年再次上升到 6393 家, 近两年种子企业数量还在继续增加。在众多的种子企业中, 真正有育种创新能力的企业寥寥无几。在此形势下, 收购跨国公司成为新的也是做大做强种业最捷径的选择, 并于 2017 年中国化工成功收购了第三大国际跨国巨头种业公司先正达, 这一收购事件震惊国内外, 国人也为中国有望进入世界种业先进行列充满期待。

国家每年审定的种子品种数居高不下, 表现突出的具有重大创新性的品种极少。过去 20 年, 每年审定的品种数量在波动中快速增长, 特别是自 2016 年以来的增长出现井喷现象(见图 3)。例如, 到 2019 年单审定的水稻品种数就高达 1329, 2020 年和 2021 年又分别增长到 1914 和 2195; 2019 年审定的玉米品种数更高达 2266, 2020 年和 2021 年更分别增长到 2827 和 304。众多的种子意味着缺乏能占领较大市场的有重大创新的种子, 同时也意味着存在过多的实质派生品种或品种同质化严重的现象。以上种业发展状况说明, 在现有的体制机制下, 一方面企业要做大做强的难度很大, 另一方面种业缺乏创新激励机制。例如, 知识产权难以保护, 数以千计的小公司产出靠侵犯别人知识产权或以次充好的“套牌种子”生产与经营获取利润, 不仅扰乱了市场秩序, 更重要的是影响了拥有生产上表现突出品种知识产权的大公司的继续研发的积极性。

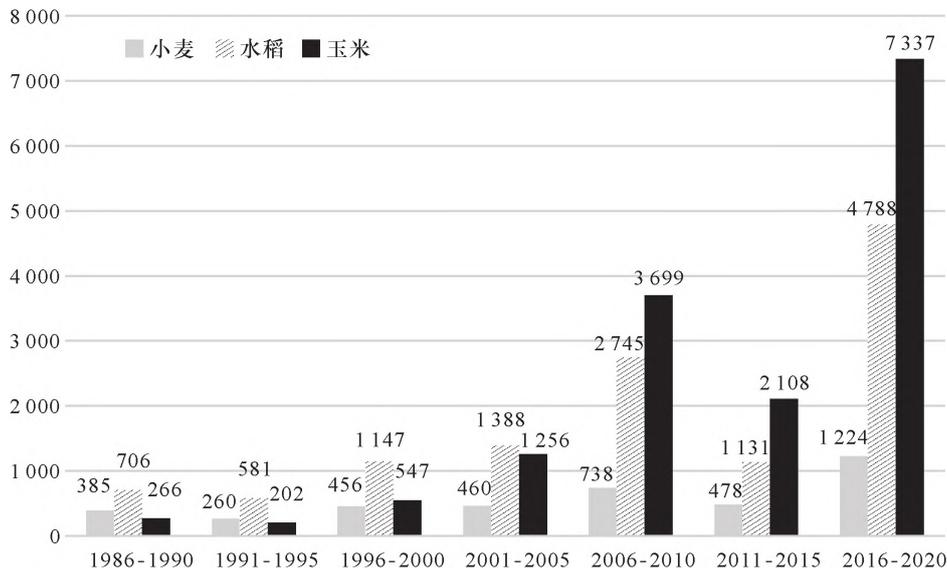


图3 1986—2020年全国省级以上政府审定的三大作物品种数

数据来源:农业部网站。

基于我们的分析,我国种业难以做大做强和企业缺乏开展研发积极性主要有如下三方面原因:

首先,过去建立的以公共育种为主体的种业科技创新体系难以适应新时期商业育种技术的发展趋势与创新要求。现代育种进入分工明确的生物育种新时期,品种商品性决定其市场竞争力。随着现代生物技术的发展及对生物遗传规律检测技术的进步,自上世纪末开始,以跨国公司为代表的现代育种已进入分子设计育种阶段,从遗传材料的基因及性状鉴定与亲本选配到最终品种选择与新品种进入区域试验等各个环节都按专业分工的流水线式操作实施;同时,品种商品性成为育种设计的重要目标。由于现代育种从过去依靠科研人员人工选择后代转变为按照育种设计操作,从而大幅度扩大了杂交及后代选择群体的规模,增加了育成优势更为突出、商品性优越的新品种的概率。

我国以课题组为基本单位开展育种的公共育种研发体系难以形成分工明确、上中下游一体化的现代生物育种创新体系^[15]。虽然以课题组为单元的育种创新模式能够实现单点突破,但限于存在如下主要问题,难以形成以重大产品与重大创新为目的的现代生物育种创新体系。首先,从总体上看,由于课题组受研究人力、种质资源、仪器平台、实验场所等限制,无法开展现代化的流水线式的大规模研发;其次,难以获得丰富的种质资源并对种质资源开展深入的功能鉴定和挖掘;第三,不同院校的科研单位难以避免使用相似和有限的种质资源,开展重复研究,难以形成有重大突破的创新产品与产业;第四,公共部门科研人员是在本部门的体制和机制下考核其成就(多数是以发表论文和评职称为目的),难免出现选题与生产需求脱节,育成的品种也常常缺乏商品性。第五,受现有体制机制约束、知识产权保护不力和缺乏完善的技术转让市场等影响,实现真正产学研一体化的现代生物育种创新体系极其艰难。

其次,种业科技体制改革始终没有解决公共研发机构的职能和市场作用,公益性和商业性科技创新活动依然混淆,影响种子产业的科技创新能力。在现有研发体制机制和政府研发投入结构背景下,难以充分发挥公共研发机构和种子企业在种业创新过程中各自的应有职能和作用。首先,目前公共研发机构育种队伍庞大,政府在基础研究和应用基础研究投入不够,其结果必然是公共研发机构需要开展商业化的育种研发以维持体制内庞大的育种研发队伍;其次,能够维持和发展壮大公共研发队伍,必须得到不断增长的经费支持,而政府在这方面(特别是对公共研发机构商

业化育种的投入)发挥了决定性的作用。第三,育种研发周期长、风险大,在现有育种研发的体制机制下,许多企业不用自己育种,购买育种家几个品种就可轻松赚钱,缺乏育种创新投入的机理机制。第四,在目前体制机制下,企业开展种子研发创新缺乏市场竞争力,因为公共研发机构的科研人员有体制内身份、经费和资源优势,与社会上企业的自有育种科研创新形成不公平竞争,影响了种子企业科技创新的积极性。

种子研发存在的以上体制机制问题不但使我国种业难以做大做强和激发企业开展研究的积极性,而且也从育种创新的源头制约着我国种业产生重大创新成果。一方面,由于公共研发机构缺乏育种技术创新体系的基础研究和应用基础研究投入,必然把人力、物力和财力转向商业化育种。另一方面,虽然我国种质资源丰富,国家也投入大量人力、物力与财力收集保存农作物品种资源(我国国家农作物品种资源库是世界第二大农作物品种资源库),但因为对种质资源功能鉴定的基础和应用基础研究投入不足,种质资源挖掘不够、检测率极低,相当于只保存不利用;与此同时,许多公共研发机构和企业的育种常常缺乏丰富的品种资源。

第三,知识产权保护不力,影响了公共研发机构和种业企业创新驱动力和积极性。知识产权难以保护,数以千计的小公司靠侵犯别人知识产权的以次充好的“套牌种子”生产与经营获取利润,不仅严重扰乱了市场秩序,更重要的是影响了拥有生产上表现突出品种知识产权的大公司的研发积极性。同时,我国自1999年加入《国际植物新品种保护公约》(1978版本)到2022年2月,未实施该公约1991年版本规定的对实质派生品系进行保护的措施,只要有一个好的品种出来,小公司就可以稍作修改,重新申请,产生几十个甚至几百个同质化的玉米新品种,产量和原来的差不多,小种子企业不用创新,照样可以赚钱。随着种业技术发展,这种“剽窃式”的实质性复制育种成果频繁发生,打击了育种者从事长时段的、基础性的种质资源的筛选、改良和创新活动的信心及其投资积极性。2022年3月1日起随着第四次修改的《种子法》的实施,实质性派生品种品系才列入保护。

五、未来种业发展:急需体制机制改革与创新

结合本文对我国种业发展改革的成就和经验总结以及对目前种业发展面临的主要挑战和原因分析,为现在和未来打好“种子翻身仗”,促进我国种业改革创新和做强做大种业,保障国家种业安全,提出如下政策建议。

首先,继续深化种业创新体系的体制机制改革,建立适应现代生物育种技术发展的中国种业科技创新体系。要明确政府研究机构的公共职能,在理清基础、应用基础和应用研究以及公益性和商业化研究的基础上,从国家农业科研体制和政府投入机制着手,探讨公共研究机构的改革方案。加强公共研究机构基础和应用基础研究,完善技术转让市场体系,建立产学研紧密结合、相辅相成并以企业为主体的种业创新体系。

其次,加大知识产权的保护力度和技术转让机制,提升种业研发投入和创新的积极性。加大知识产权保护和处罚力度,确保公共研发部门和企业投资农业研发的利益。建立基于市场的知识产权与技术转让机制,理顺公共研发机构与人员和企业的利益关系。同时,近期应尽快出台实质派生品种保护的相关标准、执行时间表,并扩大农作物的覆盖范围,加大执行力度。

第三,在加强种质资源收集与保护的同时,提升国家种质资源的利用率。加强种质资源基础研究队伍建设,大幅提高种质资源功能鉴定和挖掘的投入经费。同时,完善种质资源库的体制机制以提升对育种研发企业的开放度,充分发挥国家种质资源在种业创新中的作用。

第四,确定改革与发展的路线图,加快农业研发企业的整合,做大做强我国的农业企业。基于我国的国情和农业研发特征,探讨公共研发单位改革和农业企业研发发展的路线图和时间表及相应的制度保障和扶持政策。加大相关财税等扶持政策以激励企业投资种业研发活动和种子企业的兼并速度。

参考文献:

- [1]赵洪璋. 作物育种学[M]. 北京: 农业出版社, 1979: 1-5.
- [2]金善宝. 中国小麦品种及其系谱[M]. 北京: 农业出版社, 1982: 1-20.
- [3]农业部科技教育司. 中国农业科学技术50年[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 5-15.
- [4]黄季焜, 胡瑞法, SCOTT R. 中国农业科研投资: 挑战与展望[M]. 北京: 中国财政经济出版社, 2003: 18-22.
- [5]胡瑞法. 种子技术管理学概论[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 5-11.
- [6]信乃谔, 陈坚. 中国作物新品种选育成就与展望[J]. 中国农业科学, 1995(3): 1-7.
- [7]仇焕广, 张祎彤, 苏柳方, 等. 打好种业翻身仗: 中国种业发展的困境与选择[J]. 农业经济问题, 2022(8): 67-78.
- [8]黄季焜, 胡瑞法, 王晓兵, 等. 农业转基因技术研发模式与科技改革的政策建议[J]. 农业技术经济, 2014(1): 4-10.
- [9]胡瑞法, 黄季焜, 项诚. 中国种子产业的发展、存在问题和政策建议[J]. 中国科技论坛, 2010(12): 123-128.
- [10]黄季焜, 徐志刚, 胡瑞法, 等. 我国种子产业: 成就、问题和发展思路[J]. 农业经济与管理, 2010(5): 5-10.
- [11]胡瑞法, 黄季焜. 中国农业科研体系发展与改革: 政策评估与建议[J]. 科学与社会, 2011(3): 34-40.
- [12]RUIFA HU, QIN LIANG, CARL PRAY, et al. Privatization, Public R&D Policy, and Private R&D Investment in China's Agriculture[J]. Journal of Agricultural and Resource Economics, 2011(2): 416-432.
- [13]王彦霞, 王海波. 作物育种技术的发展、进步及存在的问题[J]. 河北农业科学, 2001(2): 62-72.
- [14]王双双, 封勇丽, 马彩云, 逢金辉, 胡瑞法, 蔡金阳. 中国转基因技术研发的国际竞争力[J]. 中国农业科技导报, 2015(6): 15-20.
- [15]HU, RUIFA, XIAOBING WANG, JIKUN HUANG, et al. Patents and China's Research and Development in Agricultural Biotechnology[J]. Nature Biotechnology, 2013(31): 986-988.

Seed Industry in China: Achievements , Challenge and Future Development

HUANG Ji-kun¹, HU Rui-fa²

(1. School of Advanced Agricultural Sciences, Peking University, Beijing 100871, China;

2. School of Management and Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

Abstract: The Chinese government has always put a high value on crop breeding system and the selection and breeding of new crop varieties, and has set up the greatest government-led breeding research and development (R&D) system in the world. However, since the beginning of this century, it has been difficult for the public breeding R&D system based on individual research teams and belonging to different institutions to adapt to the demands of modern seeding technological innovation, particularly, there is no clear division of work, the upper, middle and down streams of modern biological breeding systems are integrated. Though the Chinese government has issued reform measures to promote the seed industry, however, the existing system has failed to resolve the respective and appropriate roles of public and private sectors, and as a result, there is no major breakthrough in new varieties innovation and the original policy intention of making seed enterprises bigger and stronger can hardly be achieved. Therefore, this paper put forward suggestions on policy recommendations, particularly on deepening the institutional and incentive reforms of the current seed R&D and industry towards a modern and innovative biological breeding industry.

Key Words: seed; seed industry; public research institution; seed technological innovation system