

# 全球种业发展的大趋势

刘定富

(武汉金玉良种科技有限公司, 武汉 430000)

**摘要:**近 10~20 年来,全球种业呈现发展高速化、扩张资本化、投资私有化、成果专利化、经营全球化、市场垄断化、产业多元化、服务综合化、技术精准化、分工精细化、作业自动化、管理信息化等 12 大趋势,种业已经由传统的种植业演变成了技术密集型、资本密集型、人才密集型、市场垄断型、经营全球化的高新技术产业。

**关键词:**全球种业; 12 大趋势; 发展; 经营

种业是关系国计民生的基础性、战略性高新技术产业,美欧日等发达国家或地区均极为重视,十分支持种业的发展。当今世界的前 10 大种业公司均产生于这些国家或地区,不过以美国为主。中国也高度重视种业的发展,但由于体制、技术等方面的原因,中国种业还比较落后,在国际上还没有占得一席之地。由于种业的特殊地位,全球种业的发展日新月异,并表现出显著的新特征。笔者分析认为,近 10~20 年来,全球种业的发展呈现以下明显的 12 大趋势。

## 1 发展高速化

就全球而言,种业作为一个产业的兴起,可以说是以杂交玉米的诞生为起点的,迄今已有将近 100 年的发展历史。随着科学研究进展和工业化进程,特别是植物杂种优势、转基因技术等发现、发明和运用,培育出了许多高产优质的良种在全世界逐步发展形成了规模庞大的种子产业,目前全球种子市场规模约 500 亿美元。

近十几年来,种业在发展上呈现两个明显的特点,一是全球种子规模急速扩大。2004 年全球种子市场规模仅 190 亿美元,2014 年达 538 亿美元,年均增速 11%。二是种业巨头的发展速度更快。全球十大种业公司的发展速度大多数高于全球种子规模增长速度,第 1 位的孟山都和第 2 位的先锋 2004~2015 年的年均增速分别为 12.5% 和 8.5%,规模较小、位居第 5 的陶氏益农的发展速度更快,高达 25%。

由此可见,高速化是近十几年来种业发展的重要特点。出现这一特点的原因可能有:农民自留种

减少,种子的商品化程度提高;作物种植面积扩大,用种量增加;种子技术含量增加和通货膨胀,种子价格上涨等。

## 2 扩张资本化

国际种业巨头的形成基本上走一条借助资本收购兼并的跳跃式扩张之路,而不是仅仅依靠自身的滚雪球式发展。据报道,1981~1985 年农业生物科技公司(主要为种业公司)兼并或合并的数量为 167 起。1991~1996 年数目迅速增长至 801 起,其中 90% 的战略联盟为行业龙头企业对新成立科技公司的收购。

现在全球最大的种业公司孟山都的前身是化学工业公司,在 1980 年代以前与种子、生物技术没有关联。1981 年成立分子生物学团队,将生物技术确定为孟山都的战略研究核心。1982 年孟山都的科学家首次从基因上改变了植物细胞,才收购了以大豆种子业务闻名的 Jacob Hartz 种子公司。1984 年在美国密苏里州切斯特菲尔德(Chesterfield)成立生命科学研究中心,1987 年在美国进行了生物技术作物的首次农田试验,1995 年以后在生命科学领域进行大量并购及公司间合作。比如,收购大豆和玉米种子龙头企业 Asgrow Agronmics 公司、全美第二大种子公司 DeKalb 等,收购 Seminis 公司进入蔬果种子领域。孟山都自 2002 年拆分独立出来之后,进行了 20 多次收购,包括 2005 年用 14 亿美元买下全球最大的蔬菜种子公司圣尼斯,2007 年花 17 亿美元收购棉花种子龙头企业 Delta & Pine Land 公司。通过收购兼并,在 2004 年种子营业收入超过当时的种业老大杜邦先锋,坐上世界种业的第一把交

椅。直到2015年底,孟山都还在试图第3次洽谈收购世界第三的种业巨头先正达,虽然已经2次没能如愿。

先锋也是如此。为了抢占市场和增强市场竞争力,先锋良种国际在1970年代收购了若干中小种子公司,包括Agri-Corn of Idaho, Arnold Thomas Seed, Garst & Thomas Hybrid, Green Meadows, Lankhart, Lockett, Peterson等,市场份额不断扩大,使先锋在美国玉米种子的市场份额由1973年的23.8%增长至1994年的45%,并稳居行业第一。先锋1999年被杜邦完全收购后,2008年以来,杜邦先锋进行了大规模的收购兼并和联合合作,在美国收购了7家公司,包括Curry Seed, NuTech Seed, Seed Consultants Inc. Superme EX 品牌, Hoegemeyer Hybrids, Terral Seed Rev 品牌, AgVenture, Doeblers RPM 品牌, Doeblers; 成立2家合资公司Becks Hybrids (XL 品牌) 和 Bunus Hybrids (Power Plus 品牌), 在中国也成立了2家合资公司——登海先锋和敦煌先锋, 利用合作方的销售渠道, 打破地域壁垒, 迅速进入新市场。2009年和2013年又分别收购了印度的Nandi和南非的Pannar。2017年随着陶氏与杜邦的合并, 杜邦先锋的种子业务又将会与陶氏益农整合, 种业营业额将接近100亿美元, 直逼孟山都。

孟山都和杜邦先锋的实践证明, 资本融合、兼并重组是种业做大做强最有效的路径。可以说, 种业发展不止, 收购兼并不停。

### 3 投资私有化

植物新品种作为知识产权得到法律保护, 使得私人投资种业有利可图, 大大促进了私营种业公司的兴起与发展。目前, 发达国家的新品种选育、生产、经营以及生物技术的研究与开发主要由私人种子或私人组织承担, 甚至种子质量检验、种子纠纷处理等中介业务也由私人组织承担。

农作物的种子主要有三大来源: 农民自留种、公共机构售种、私营企业售种。美国农业部2011年的一份报告指出, 2006年全球种子市场规模为290亿美元, 其中农民自留种价值61亿美元, 占比为21%; 公共机构售种为33亿美元, 占比为11%; 私营企业售种为196亿美元, 占比为68%。而在1995年, 这3类种子的占比分别为25%、22%和

53%。2006年以来的10多年里, 种子市场结构发生了重大变化, 私营企业售种越来越多, 公共机构售种份额越来越少, 农民自留种也受到越来越大的冲击。

在种业研发投入方面, 私有机构的占比也越来越大。根据美国农业部的报告, 在2006年全球农作物种子和生物科技的研发投入中, 孟山都、杜邦先锋、先正达、拜耳、陶氏益农、巴斯夫等六大公司占75.6%, 而在1995年它们在种子和生物科技方面的研发投入仅占全球总投入的23%。

从研发取得的成果来看, 私营企业更远多于公共部门。从1985年到2017年4月25日, 美国批准的19070项转基因植物田间试验申请, 有7485项和1565项来自于孟山都和杜邦先锋, 分别占39.25%和8.2%, 来自公共部门和非盈利机构的只占约1/4。1992年至2014年2月, 美国农业部批准商业化种植、食药局批准其产品进入市场、通过环保署评价的转基因事件分别为100件、128件和43件, 分别涉及24家、9家和6家机构, 仅1家公共机构(USDA-ARS)各1个事件。真正商业化应用的转基因事件全部由私营机构研发。

随着市场的不断推进, 原有计划色彩较浓的发展中国家(如中国、东欧、独联体)的私人种子或组织正在快速兴起和发展。由此可见, 研发、投资、供种私有化是种业的一个重要特征。

### 4 成果专利化

随着美国植物专利法(1930年)、联邦种子法(1939年)、植物品种保护法(1970年)等法律的颁布, 很多种子或公司开始增加育种投资, 随之引发了多次企业兼并扩张的热潮。

此外, 1930年美国颁布植物专利法案(PPA), 对无性繁殖植物品种提供了专利保护, 保护期为17年。1952年普通专利法案将专利权扩展到农业领域, 将其定义为实用新型专利。1970年颁布植物品种保护法案(PVPA), 对植物新品种实行品种权保护, 授予育种者以品种权并给予18年保护期。上述3部法为美国种业构建了完备的知识产权保护制度, 保护了育种者和企业合法权益, 调动了投资育种研发的积极性。1946年农业市场法案(AMA)对种子标准制定和质量认证作出要求, 规定了农业部门在种子管理中的执法职责、程序以及执法部门间合

作等,规范了种子管理行为。

## 5 经营全球化

国际种业巨头随着实力的不断增强和本国市场的有限性,不断在全球拓展市场,可以说它们已经完成了全球化布局。比如,全球第一大种业公司孟山都在 67 个国家或地区设有分支机构,共 404 个办公场所。第二大种业公司杜邦先锋在全球 25 个国家建立了 126 个育种站、200 多个研究试验中心、1000 多个育种基地、80 多个种子加工厂、9 个质量控制中心,其客户遍及全球 100 多个国家和地区。第三大种业公司先正达的业务也遍及全球 90 个国家和地区。其他国际种业巨头几乎都是如此。

再如,2012 年美国的孟山都、杜邦先锋、陶氏益农的种子销售额中分别有 38%、36% 和 48% 来自北美以外的市场;欧洲的先正达、利马格兰、KWS 分别有 68%、45% 和 37% 来自欧洲以外的市场。这 6 大公司除陶氏益农在亚洲没有种子销售外,其他公司种子销售遍及北美、南美、欧洲、亚洲、中东和非洲。

还如,作为全球第二大种业市场的中国,正吸引着跨国种业巨头抢滩登陆。目前,全球前 10 大种业公司已有 8 个在中国设立分支机构,全国已有 49 家持有效证照的外资种子企业。由此可见,国际种业巨头已经完成了全球化包括在中国的布局,并正在把经营推向深入。

经营全球化的另外一个表现是,种子进出口贸易逐年快速增长。以中国为例,2004 年进口种子价值 9463 万美元,2008 年进口种子 1.49 亿美元,2014 年进口种子 3.26 亿美元。中国 2008 年出口种子 1.4 亿美元,2014 年出口种子 2.63 美元。无论是种子进口还是出口,其增长速度都较快。

## 6 市场垄断化

近 20 年来,少数大型种子企业对全球种业的垄断呈加剧态势。世界前 10 大种业公司的种子销售收入在 1996 年仅占全球种子市场份额的 16%,而 2012 年则提高至 62%,表现出明显的市场垄断化。前 3 大公司孟山都、先锋、先正达 2012 年种子营业额达 205 亿美元,占全球种子市场份额 450 亿的 45.6% 以上。保守估计,这 3 家公司控制着全世界 65% 的玉米种子市场和 50% 的大豆种子市场;

孟山都一家公司就控制了全球 91% 的转基因种子市场。

据统计,种子市场上规模最大的 10 家企业所占的市场份额在 1996 年为 20.1%,2004 年上升到 32%,2014 年达到 56.98%。

孟山都公司 1996 年开始进入阿根廷,2002 年孟山都转基因大豆占据了阿根廷大豆种植面积的 99%。在欧洲,玉米种子市场的 80% 由 6 大种子子公司占有。外资企业蔬菜种子经营量已控制了我国 50% 的蔬菜种子市场,占去了 80% 以上的利润。

可以说,少数大型种子企业垄断国际种子市场的格局已经形成。

## 7 产业多元化

种业既是高利润的产业,也是高风险的产业。为了有效抵御种业研发和销售中的高风险,孟山都、先正达等多数大型跨国种业巨头均在产业内部拓展其他种子业务,实现多元化经营。比如孟山都,2012 年的种子营业收入为 100.1 亿美元,其中玉米种子 60.6 亿美元、大豆种子 17.6 亿美元、棉花种子 7.7 亿美元、蔬果种子 8.5 亿美元、其他种子 5.7 亿美元;玉米、大豆、棉花、蔬果均是全球第一,其他种子全球第五。再如先正达,2012 年的种子营业收入为 32.4 亿美元,其中玉米种子 13.8 亿美元、大豆种子 4.5 亿美元、蔬果种子 6.8 亿美元、其他种子 7.2 亿美元;玉米、大豆、蔬果均是全球第三,其他种子全球第二。

世界种业巨头还有一个显著的特征是除了开展种子业务以外,还同时开展农化业务,孟山都、杜邦先锋、先正达、陶氏益农、拜耳等既是种业巨头,又是农化巨头。而且农化产品与种子对应,不可分割,如孟山都研发的抗除草剂种子,必须使用它研发的草甘膦除草剂。

美国农业部将孟山都、杜邦、先正达以及拜耳(总部在德国)、陶氏(总部在美国)、巴斯夫(总部在德国)合称为“六巨头”,它们的共同特点是在农作物种子和农业化工两个领域都有强大的技术实力和重要的市场地位。这就是说,在跨国巨头眼中,培育种子和制造化工品具有相似性,他们用化工的思维培育种子。这是与人们将种子培育看作自然过程完全不同的思维。



## 8 服务综合化

现代农民从事作物生产,除了需求种子以外,还需要其他许多技术,如植保技术、施肥技术、气象服务、机械化技术、农产品市场信息、甚至金融服务等综合服务。伴随着现代农业发展的需求,各大国际种业巨头的活动范围愈发向农业产业链的上下游延伸,纷纷致力于“为农民提供综合解决方案”。

综合解决方案方向之一是将信息技术应用于农业领域,包括气象信息预测、病虫害信息识别、精准喷施/施肥/灌溉、土壤检测等方面的技术,通过精准农业信息系统的建立,为种植者提供更加科学高效的管理决策,从而使种植收益达到最大化。被孟山都收购的天气大数据公司 The Climate Corporation 推出的 Climate Basic 和 Climate Pro 等天气大数据应用软件;杜邦先锋推出了 EncircaSM Yield 服务平台,该服务中的关键部分是氮的管理服务;而巴斯夫在加拿大推出的全球首款网络农场管理工具 Compass Grower Advanced 都是这一领域的代表。

以杜邦先锋为例,其服务可谓是贯穿种子的一生,涵盖种子销售—播种指导—田间管理指导—收获指导—作物销售等。总体上来讲,杜邦先锋在种子的配套服务领域真正做到了一体化、精细化和精准化,更贴近农民。其各个环节的具体指导系统包括:(1)先锋优质种子购销系统(Pioneer Premium Seed Treatment);(2)农户种植计划支持系统(Pioneer FIT<sup>®</sup> Services);(3)ENCLASS<sup>®</sup> SYSTEM,营销人员根据每个地区的土壤和气候状况帮助农户选择合适的种植品种以及田间管理计划;(4)除草剂、杀虫剂配套服务支持;(5)技术跟踪服务,通过先锋大数据为农户提供施肥、除草剂、农药、灌溉等跟踪建议;(6)农户网上交易服务平台(MarketPoint<sup>®</sup> resource),为农户提供作物销售渠道;(7)PSI 金融服务公司,杜邦先锋旗下全资子公司,为客户制定灵活、方便的支付计划和其他财务服务。

再如孟山都,除了向农民提供种子、农化产品及技术之外,已开始向农民提供数据(包括气象、土壤等)服务。孟山都 2012 年收购的精准种植(precision planting)公司,关注单粒播种机的准

确率、播种的均一性、播种的深度及根部系统保护等。2013 年又斥资约 9.3 亿美元收购提供数据服务的 Climate 公司,这家公司的宗旨是通过气候数据来提供更加精确的小范围气象预测。Climate 公司能够告诉农户何时、在多深的土里种植什么作物、用什么肥料、是否需要灌溉、是否需要补充肥料。

可以预见,不久的将来,将有种业企业为农民提供农产品市场信息、金融服务。未来的农业生产可能是,农民在生产经营上的一切需求将由种业公司牵头解决,农民成为真正意义上的“老板”。

## 9 技术精准化

**9.1 精准化设计育种计划** 在育种理念上,跨国公司商业化育种的目标并不单纯追求丰产性状指标,而是更注重强化抗病虫、抗旱等抗逆性状,以提高品种稳产性,注重农艺措施的改进,如抗除草剂、耐密植、养分高效利用等,改进品质、增加营养等,使育种目标更符合农业生产和市场需求。为此,从种子生产、推广到市场营销等人员都能参与育种研发过程,对育种决策发挥重要作用。如先锋公司的生产和市场人员可自始至终参与品种选育,优先选择具有更好商业化开发前景的品种组合,育成品种有明确的推广区域和市场定位,针对性和指向性很强。

**9.2 精准化创造遗传变异或改良生物性状** 育种家改良生物性状,其本质是改变决定该性状的基因。如果作物本身没有所需的性状,就需要运用各种手段创造所需的遗传变异,而遗传变异的本质是 DNA 重组。长期以来,对 DNA 的编辑只能通过物理和化学诱变、同源重组等方式来对 DNA 进行编辑。然而这些方法要么编辑位置随机,要么需要花费大量人力物力进行操作,因此,能够方便而精确的对 DNA 和核苷酸序列进行编辑,是科研工作者们长期以来的梦想,于是基因编辑技术应运而生。所谓基因编辑技术,是指对 DNA 核苷酸序列进行删除和插入等操作。CRISPR-Cas9 系统的诞生和成熟标志着这一梦想逐渐变为现实。此外,基因编辑技术在诸如医疗、农业、畜牧业等研究中,也显现出了巨大的应用前景。

**9.3 精准化获得育种材料的基因型、表现型和环境型数据** 作物育种已经步入分子技术育种的新

时代。跨国种业公司基于新一代的高通量测序、分析技术,开发出与作物重要农艺性状、产量和抗病抗逆等数量性状紧密连锁的标记,构建了庞大的分子信息数据库;依靠精密设施设备和长期的基础积累,记录了包括光学、近红外、X射线在内的作物表观特征数据,形成了庞大表型数据库;在发展生物信息学基础上,构建了表型数据和分子数据的有效衔接,架起了种质基因资源信息和庞大的表型数据的桥梁,建立起常规育种与生物育种相结合的技术手段,大幅度提高了育种效率,使育种工作实现了由“经验”向“科学”的根本性转变。

高通量植物表型(HTPP)是一种未来化“精准农业”技术,它是遗传学、传感器以及机器人的结合体。它可被用于研发新的作物品种,或提高作物营养含量、耐抗旱以及抗病虫害的能力。HTPP技术采用多个传感器测量植物的重要物理数据,比如高度、叶片数量、大小、形状、角度、颜色、枯萎程度、茎厚、结果数量等。这些都属于表型特征,也是植物遗传代码的物理表达。科学家可以将这些数据与特定植物的已知遗传数据对比。再加上传感器,科学家可以非常迅速地获得成千上万种植物的表型特征,育种学家和遗传学家可据此决定哪些品种将被排除,哪些可进一步测试,这将大大加速农作物改良的进程。

**9.4 精准化鉴别和选择有益的遗传变异** 如孟山都的种子切片技术、先锋的激光辅助选择、油菜半粒法脂肪酸测定技术以及广泛应用的分子技术辅助选择等等。无论是实验室操作还是田间作业,跨国公司都设计和采用各种现代自动化控制的分析仪器和机械设备,极大地提高了育种试验规模和研发效率。孟山都(安克尼)SNP分子标记实验室,从籽粒激光切削取样到DNA提取、引物加注、PCR扩增、生物信息读取、目标样品选择等实现了全程自动化,实验室内全部由机器人操控,每天可完成数百万个样品分子标记测试和海量信息采集分析任务,实现了大规模、高通量、全自动基因型分析鉴定和筛选。先正达(斯莱特)育种研发基地,自行设计改装的玉米田间小区收获测产设备,每台每小时收获500个试验小区,并准确获取产量等数据,可保证该基地23万个小小区在10多天内及时

收获。

**9.5 精准化确定新品种及其适应区域** 跨国公司在全球近百个国家建立育种研发中心或试验站,如孟山都全球育种试验站有180多个,先锋公司有126个,并以这些研发中心为依托,在不同气候、土壤等生态类型条件下广泛布局试验点,对商业化育种中试产品进行田间小区种植,开展大规模育种材料筛选和品种适应性试验,测试选育品种的综合表现,评估其商业化推广的价值,所有试验数据与公司总部实现联网共享,所有试验站均可利用。还针对特定推广区域生产和市场需求,对育种目标、技术路线、研发产品特性等进行改进优化,使其更好适合目标区域生产和市场,以及商业化推广的要求。据了解,先锋公司在全球设立育种试验点1000多个,每年测试育种组合上百万个,试验小区200多万个。每个杂交组合在商业化推广前至少经过150多个试验点和200多个不同地区农民的种植测试评价,确保适合当地种植。

**9.6 精准化检测种子质量** 种子质量检测的重点和难点是种子纯度检测,基于分子特征原理建立起来的同工酶、PCR、SNP等技术,已能准确、快速、低成本、高通量地检测种子纯度。

生物技术成为世界各国抢占科技制高点和增强农业国际竞争力的战略重点。近30多年来,生物技术迅猛发展,引领种业创新日新月异,作物育种已经由培育新品种向创造新性状或新性状组合、由选择育种向设计育种、由传统育种技术向传统技术与分子技术、信息技术结合等方向发展。

转基因技术是精准化创造遗传变异或改良生物性状的成功范例,其应用也如火如荼。据国际农业生物技术应用服务组织(ISAAA)统计,转基因作物商业化种植在全球范围内快速发展,种植面积从1996年的170万 $\text{hm}^2$ ,增长到2016年的1.851亿 $\text{hm}^2$ ,增长了110倍。2016年全世界生产78%的大豆、64%的棉花、26%的玉米、24%的油菜都是转基因品种。2016年全球26个国家种植转基因作物,39个国家及欧盟(28国)批准进口转基因产品用于食品和饲料加工。转基因作物种子市场价值由1996年的1.15亿美元迅速增加到2016年的158亿美元,20年间增长了136.4倍,占全球作物种子市场价值450亿美元的1/3

以上。

## 10 分工精细化

跨国种业公司建立和推行矩阵式、标准化、自动化、信息化大规模商业育种程序,拥有高素质育种研究团队,实行程序化、流水线(pipeline)管理机制。研发岗位和人员分工精细,衔接紧密,不论是实验室研究还是田间操作,从试验设计、实施到数据采集、分析及目标筛选等环节都高度专业化,每个岗位配有专业研发人员,软件工程师研制了先进的试验数据分析和管理软件系统,实行计算机管理,确保育种研发程序化和标准化,既能保证极高的育种效率,又能稳定研发体系和团队,即使人员变动也不会影响研发工作进展。这一体制把育种过程的“马拉松”变成了“接力赛”,把“个人全能”变成了“团体赛”。

## 11 作业自动化

种业研发过去主要依靠人工劳作,而现在无论是实验室操作还是田间作业,跨国种业公司都设计和采用各种现代自动化控制的分析仪器和机械设备,极大地提高了育种试验规模和研发效率。孟山都(安克尼)SNP分子标记实验室,从籽粒激光切削取样到DNA提取、引物加注、PCR扩增、生物信息读取、目标样品选择等实现了全程自动化,实验室内全部由机器人操控,每天可完成数百万个样品分子标记测试和海量信息采集分析任务,实现了大规模、高通量、全自动基因型分析鉴定和筛选。先正达(斯莱特)育种研发基地,自行设计改装的玉米田间小区收获测产设备,每台每小时收获500个试验小区,并准确获取产量等数据,可保证该基地23万个小小区在10多天内及时收获。

种子生产过程中的整地、播种、施肥、喷药、去雄、收获、脱粒、干燥、精选、加工、包装、储运等各环节更是全程机械化、自动化。

## 12 管理信息化

在农业信息化领域,杜邦的发展亦走在前列,其主要的服务模式为:(1)利用公司的农田决策方案系统(EncircaSMView)和先锋农场360度服务平台向农户推广和提供相关产业信息服务,提高农户保有率及客户对于公司产品的粘性,同时利用客

户的反馈数据提升公司种业管理能力和服务能力;(2)构建以“先锋—信息系统网络—经销商及零售商—普通农户”工作网络为核心的“农户管理信息化服务平台”,及时了解农户需求并进行大数据分析,从而更有针对性的进行渠道扩张,提高物流效率。将种业销售以产品为导向的模式转变为以农户需求为导向的模式。

## 13 结束语

纵览全球种业的发展趋势,不难看出,种子产业已经由传统的种植业演变成了技术密集型、资本密集型、人才密集型、市场垄断型、经营全球化的高新技术产业,使后来者感觉在资本上高不可攀,在技术上深不可测,在市场上遥不可及,追赶十分不易。

中国种业正在政府的支持下奋起直追,要在国际上占有一席之地,比如一两家种业企业在经营规模上进入全球种业10强,这或许不是难事,因为中国种子市场之大足以支撑。比如中国种业隆平高科,2016年种子营业收入22.99亿元,超过3亿美元;排位第二的垦丰种业达16.95亿元,第三位的登海也达16.03亿元。这些中国种业公司在营业额上进入国际10强已经只有一步之遥,但是要全面向国际种业巨头看齐,经营走向世界,还有很长的路要走,人才、技术、管理、品牌、多元化等等都是一个个瓶颈,需要花真功夫解决。没有后面的这些作支撑,仅凭经营规模只能算“大”,不能算“强”。所以,中国种业任重道远!

## 参考文献

- [1] 中国种子协会赴美考察团. 关于美国农作物种业的考察报告[J]. 中国种业, 2012(2): 3-8
- [2] 李青竹. 河南天存种业发展战略研究[D]. 郑州: 郑州大学, 2013
- [3] 陈秋捷, 陈杨莹, 霍成帅, 等. 中外种业行业发展状况调查研究[J]. 中国种业, 2016(6): 3-5
- [4] 曾倩. 赴美参加植物生物技术育种培训的收获与思考[J]. 云南农业科技, 2014(1): 61-64
- [5] 李晓俐. 国外农作物种业的发展方式及对我国农作物种业的启示[J]. 园艺与种苗, 2015(4): 26-29
- [6] 刘定富. 未来中国种业的 market 和研究趋势[N/OL]. 中国经济时报, 2016-07-15(A10) [2017-05-20]. [http://jjsb.cet.com.cn/show\\_476322.html](http://jjsb.cet.com.cn/show_476322.html)

(收稿日期: 2017-09-11)