

基于多模型的我国上市种企科技创新效率研究

李青松¹ 龚莞容²

(¹ 安徽现代种业发展基金, 合肥 230031; ² 安徽工商管理学院, 合肥 230022)

摘要: 面对近年来日益复杂的国际环境, 科技创新是种业振兴的重要战略路径。选取我国种业行业 10 家上市企业 2016–2020 年 5 年科技创新成果数据, 运用 DEA–BCC 模型、SE–DEA 模型和 Malmquist 指数模型对中国上市种企科技创新进行效率测度和分析评价。结果发现, 5 年来 10 家上市种企科技创新综合效率不断提升, 但规模效率制约综合效率的进一步提升; 科技创新效率达到有效状态, 主要依靠科技进步的大幅增长; 2018 年以后各家企业科技创新能力差距逐渐拉大。为提高种企科技创新水平, 应深入推进企业与科研院所的深度合作, 加强种业领域知识产权保护力度, 优化生产经营规模, 强化资源共享和信息交流。

关键词: 种业; 科技创新; DEA–BCC 模型; SE–DEA 模型; Malmquist 指数模型

科技创新是我国农业经济发展的重要驱动力, 育种创新能力的提高是种业科技创新能力实现的有效手段。现代种业高质量发展的核心在于是否能够

将科技成果有效转化。在中国科学院第十七次院士大会和中国工程院第十二次院士大会上, 习近平总书记强调“科技成果只有同国家需要、人民需要、市

升竞争力。

当然, 实现种业强国, 构建更加完整的知识产权保护法必不可少, 不断优化市场环境, 针对种子市场中的侵权、造假行为应给予严惩以增强品种的原创性; 扩大种质资源库, 以应对未来可能出现的危机与挑战。种业强国与农业双循环也是相互促进的, 二者通过改变需求与供给而影响种业市场, 种企作为种业市场中的一方主体, 更要看清方向, 大胆向前。小规模种企只有通过并购整合增强实力, 才能在双循环的种业市场中站稳脚跟, 而实力强的种企也将“趁势”愈发强大。

参考文献

- [1] 邓超, 唐浩. 对我国农作物种业发展的几点思考. 中国种业, 2022 (6): 1–5
- [2] 许鑫琳, 周发明. 农业上市公司隆平高科和登海种业盈利能力比较研究. 农村经济与科技, 2021, 32 (7): 172–175
- [3] 顾克军, 杨四军. 我国种业公司核心竞争力构建初探. 中国种业, 2005 (11): 5–7
- [4] 蒋樟生. 不同监督情境下政府创新支持对企业研发投入的影响——基于农业上市公司的实证研究. 经济理论与经济管理, 2021, 41 (9): 55–70
- [5] 张天亮, 姬亚岚. 政府补助、研发投入与农业上市公司经营绩

效——基于农业上市公司面板数据中介效应的研究. 湖北科技学院学报, 2016, 36 (5): 47–50

- [6] 王雪莹. 攥紧“中国种子”, 对我国粮食安全有多重要? . (2022–05–20) [2022–06–22]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1733256310115330576&wfr=spider&for=pc>
- [7] 黄耀辉, 焦悦, 吴小智, 叶纪明. 生物育种技术对种业科技创新的影响. 南京农业大学学报, 2022, 45 (3): 413–421
- [8] Leroy G, Baumung R, Boettcher P, Scherf B, Hoffmann I. Sustainability of crossbreeding in developing countries; definitely not like crossing a meadow. Animal, 2016, 10 (2): 262–273
- [9] Melie L. Effectiveness of hybrid seed in ethiopia quality seed enterprise. Bahir Dar Branch, 2021, 1 (2): 1–9
- [10] 郑博薇, 李作麟, 赵姜. 农业产业化龙头企业科技创新的影响因素及对策研究. 中小企业管理与科技(中旬刊), 2021 (12): 100–102
- [11] 谭畅. 新时代下行业创新能力与企业发展的思考 // 广西壮族自治区烟草公司柳州市公司 2021 年学术论文汇编. 南宁: 广西壮族自治区烟草公司柳州市公司, 2021: 381–385
- [12] Greckhamer T, Misangyi V F, Fiss P C. The two QCAs: From a small–N to a large–N set theoretic approach // Configurational theory and methods in organizational research. Emerald Group Publishing Limited, 2013
- [13] 张明, 杜运周. 组织与管理研究中 QCA 方法的应用: 定位、策略和方向. 管理学报, 2019, 16 (9): 1312–1323

(收稿日期: 2022–06–22)

场需求相结合,完成从科学研究、实验开发、推广应用的三级跳,才能真正实现创新价值、实现创新驱动发展”^[1]。自2000年起,我国以《种子法》为依托,先后颁布《关于加快推进现代农作物种业发展的意见》《农作物种子生产经营许可管理办法》《加强农业种质资源保护与利用的意见》《2020年推进现代种业发展工作要点》等一系列行政法规和政策方案,将我国种子的研发、推进、监管、技术保护提高到前所未有的新高度。农业农村部调查数据显示,2018年和2019年我国种业销售额分别为706.3亿元和742.9亿元,潜在的种子规模市场已超千亿元,市场规模潜力巨大。随着我国科技实力的不断提升,种业企业尤其是上市种企不断加大对自身生产效率和技术创新能力的提升,加快促进了我国种业的健康发展,其经营能力和科技创新水平两方面可以代表当前我国种业领域的先进水平。因此,就如何把握当前种业发展势头,引领民族产业走向科技创新之路等实际问题,针对上市种企科技创新效率的研究具有重要的现实意义。

目前,国内针对种企的研究相对缺乏,针对企业科技创新效率方面的研究更加稀缺。黄毅等^[2]对中外上市种企规模、成长性、盈利性与效率进行了系统分析。程新建等^[3]选取2010–2014年11家种企投入和产出数据,运用Malmquist-DEA方法对其生产效率进行了研究,发现上市种企呈现快速发展趋势,技术进步是影响全要素生产效率的最主要因素。刘虹燕等^[4]采用超效率DEA模型和Malmquist指数模型对国内种企2010–2014年度生产效率进行了分析,发现技术进步值偏低是造成种企效率降低的主要因素。胡胜德等^[5]以黑龙江省五常市11家稻米企业为研究对象,采用Malmquist指数模型对其2014–2016年网络平台销售数据进行对比研究,建议强化创新以提升网络营销绩效。蔡涛等^[6]针对贵州省境内2004–2014年度的水稻生产效率进行DEA模型分析发现,区域发展不均衡以及新技术运用程度低引起综合技术效率值偏低,导致全要素生产率偏低。马如意等^[7]收集国内42家农业上市企业2018年财务数据,研究发现我国农业上市企业整体经营效率不高,适度增加有效投入将带来更多产出。

本研究分别从静态和动态两个维度,通过

DEA-BCC模型、SE-DEA模型、 σ 收敛模型和Malmquist指数模型等多个评价模型,选取国内以种业为主要业务的10家上市企业为研究对象,多角度分析和探讨了我国上市种企科技创新能力现状。

1 数据来源与模型构建

1.1 指标选取和数据来源 目前,在我国沪深两市主板、中小板、科创板、创业板等主流资本市场,企业主要业务范围集中在四大作物领域且获得国家“育繁推一体化”资质的种企共10家,分别为丰乐种业、隆平高科、登海种业、荃银高科、神农科技、农发种业、敦煌种业、万向德农、苏垦农发和大北农。选取上述企业2016–2020年度共计5个年度的科技创新相关数据。结合种业领域科技创新成果认定和实际经营生产情况,选取投入指标3项,分别为期末资产、研发投入占比(研发投入/当期营业收入)、研发人员占比(研发人员人数/总员工人数);选取产出指标2项,分别为当期营业收入和知识成果,其中知识成果包含当年通过国审和省审品种数量、申请植物新品种权保护和获得授权品种权数量、申请国家专利和获得国家专利数量。

上述10家上市种企的投入与产出数据来源于巨潮资讯网公布的年度报告、中国种业大数据平台、国家水稻数据中心和国家知识产权局等官方数据平台。

1.2 模型构建 DEA模型评价多投入和多产出的综合系统研究时,在评价指标的选取上相对宽松,能够对效率进行有效分析^[8]。将每家上市企业作为一个决策单元,运用BCC模型静态分析每家企业不同时期科技创新绩效是否处于有效状态。在BCC模型基础上,通过超效率DEA模型对效率值为1的单元进行重新计算和排名,提高BCC模型用于效率评价的有效性。为分析同一家企业不同时期数据变化情况,建立Malmquist模型从动态角度分析科技创新效率变动趋势,同时结合模型得出统计时期内上市种企整体科技创新效力的变化过程。

1.2.1 CCR模型 假设有 n 个决策单元,每个决策单元有 m 种投入 X_i ($i=1,2,3,\dots,m$), s 种产出 Y_r ($r=1,2,\dots,s$)。引入松弛变量和非阿基米德无穷小量,建立线性规划模型,得出CCR模型公式如下。

$$\begin{cases} \min [\theta - \varepsilon(e_m^T s^- + e_s^T s^+)] \\ \text{s.t.} \sum_{i=1}^n x_i \lambda_i + s^- = \theta x_{i0} \\ \sum_{i=1}^n y_i \lambda_i - s^+ = y_{i0} \\ \lambda_i \geq 0, s^+ \geq 0, s^- \geq 0 (i = 1, 2, 3, \dots, n) \end{cases}$$

其中, θ 是决策单元的综合效率值, s^- 、 s^+ 为输入和输出松弛变量, 表示投入冗余和产出不足。 ε 是非阿基米德无穷小量。

1.2.2 BCC 模型 BCC 模型建立在规模可变的基础上, 能得出决策单元的纯技术效率和规模效率。式(1)中, x_i 、 y_i 分别表示决策单元的投入量和产出量。当 $\theta=1$ 且 $s^-=s^+=0$ 时, 则称决策单元为 DEA 有效, 否则为 DEA 无效。

$$\begin{cases} \min [\theta - \varepsilon(e_m^T s^- + e_s^T s^+)] \\ \text{s.t.} \sum_{i=1}^n x_i \lambda_i + s^- = \theta x_{i0} \\ \sum_{i=1}^n y_i \lambda_i - s^+ = y_{i0} \\ \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \\ \lambda_i \geq 0, s^+ \geq 0, s^- \geq 0 (i = 1, 2, 3, \dots, n) \end{cases} \quad (1)$$

1.2.3 SE-DEA 超效率模型 在传统 CCR 模型下存在多个有效决策单元(效率值为 1), 则无法进一步对比这些单元的相对有效性。DEA 模型可以在有效决策单元范围内重新评价和排名。式(2)中, 当决策单元为有效时, 投入量的增加将带来产出量的提升, 所以效率值 θ 就会越大。

$$\begin{cases} \min [\theta - \varepsilon(e_m^T s^- + e_s^T s^+)] \\ \sum_{i=1, i \neq i_0}^n X_i + s^- = \theta X_{i_0} \\ \sum_{i=1, i \neq i_0}^n Y_i - s^+ = Y_{i_0} \\ s^+ \geq 0, s^- \geq 0, \lambda_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (2)$$

1.2.4 σ 收敛模型 为分析国内 10 家上市种企科技创新效率值差异的动态演变规律, 本文采用 σ 收敛模型检验科技创新效率的敛散性。式(3)中, N 为种企数量, $IE_i(t)$ 为第 i 个企业在 t 时期科技创新效率, 当 $\sigma_{t+1} < \sigma_t$ 时, 上市种企科技创新离散系数缩小, 存在 σ 收敛, 反之则发散。

$$\sigma_t = \left\{ N^{-1} \sum_{i=1}^n [IE_i(t) - N^{-1} \sum_{i=1}^n IE_i(t)]^2 \right\}^{1/2} \quad (3)$$

1.2.5 Malmquist 指数模型 Malmquist 全要素生产率指数表示某一生产者从 t 到 $t+1$ 时期, 生产率增加或者减少的指数, 不仅可以分析不同时期决策单元的生产效率演化, 而且可以分解为技术变化和效率变化。基于产出 Malmquist 指数模型公式为式(4), 其中, (x_t, y_t) 和 (x_{t+1}, y_{t+1}) 分别为 t 时期和 $(t+1)$ 时期的投入量和产出量。将 Malmquist 指数分解为效率变化和技术变化两部分, 见式(5)。

$$M_0(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = \sqrt{\frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^t(x_t, y_t)} \times \frac{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^{t+1}(x_t, y_t)}} \quad (4)$$

$$M_0(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = \frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^t(x_t, y_t)} \times \sqrt{\frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{D_0^t(x_t, y_t)}{D_0^{t+1}(x_t, y_t)}} \quad (5)$$

2 实证结果与分析

2.1 BCC 模型结果分析 选取 10 家上市种企 2016–2020 年投入与产出相关数据, 运用 DEAP2.1 软件以投入为导向进行 DEA-BCC 综合效率静态分析, 结果如表 1 所示。综合效率反映上市种企的科技创新绩效, 纯技术效率表示剔除规模报酬影响后的企业技术状况, 反映内部管理水平的高低, 规模效率是指企业投入规模变化对综合效率的影响, 反映其经营规模的优化程度。

从综合效率上看, 除 2016–2017 年综合效率有效值和均值有所降低以外, 2017–2020 年综合效率有效值从 4 个增加至 6 个, 说明 2017 年以后上市种企在科技创新方面的经营投入和产出达到相对最优状态提升。综合效率均值从 0.711 逐年平稳上升至 0.811, 反映出我国上市种企整体良性发展, 营业情况不断向好。其中, 农发种业、苏垦农发、大北农 3 家企业连续 5 年综合效率值等于 1, 达到有效状态, 说明企业的科技创新绩效优良; 隆平高科 2016 年、2017 年综合效率值小于 1 (0.384 和 0.853), 2018 年以后综合效率值等于 1, 反映隆平高科的科技创新绩效在 2018 年以后开始变好, 经营绩效达到最优状态; 荃银高科 2016 年综合效率值小于 1 (0.708), 此后每年综合效率值均等于 1, 表明该企业调整经

表 1 2016–2020 年 10 家上市种企科技创新综合效率

年份 (年)	指标类别	丰乐 种业	隆平 高科	登海 种业	荃银 高科	神农 科技	农发 种业	敦煌 种业	万向 德农	苏垦 农发	大北 农	均值	有效值
2016	综合效率	0.721	0.384	0.388	0.708	0.349	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.755	5
	纯技术效率	1.000	0.406	0.655	0.987	0.742	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.879	6
	规模效率	0.721	0.947	0.592	0.717	0.470	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.845	5
	规模报酬	irs	irs	irs	irs	irs	—	—	—	—	—		
2017	综合效率	0.816	0.853	0.423	1.000	0.250	1.000	0.440	0.333	1.000	1.000	0.711	4
	纯技术效率	1.000	0.869	0.617	1.000	0.623	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.911	7
	规模效率	0.816	0.981	0.686	1.000	0.401	1.000	0.440	0.333	1.000	1.000	0.766	4
	规模报酬	irs	irs	irs	—	irs	—	irs	irs	—	—		
2018	综合效率	0.823	1.000	0.368	1.000	0.127	1.000	0.731	0.345	1.000	1.000	0.739	5
	纯技术效率	1.000	1.000	0.508	1.000	0.694	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.920	8
	规模效率	0.823	1.000	0.725	1.000	0.183	1.000	0.731	0.345	1.000	1.000	0.781	5
	规模报酬	irs	—	irs	—	irs	—	irs	irs	—	—		
2019	综合效率	0.728	1.000	0.288	1.000	0.111	1.000	1.000	0.850	1.000	1.000	0.798	6
	纯技术效率	0.840	1.000	0.450	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.929	8
	规模效率	0.867	1.000	0.639	1.000	0.111	1.000	1.000	0.850	1.000	1.000	0.847	6
	规模报酬	irs	—	irs	—	irs	—	—	irs	—	—		
2020	综合效率	0.997	1.000	0.312	1.000	0.132	1.000	1.000	0.666	1.000	1.000	0.811	6
	纯技术效率	1.000	1.000	0.409	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.941	9
	规模效率	0.997	1.000	0.764	1.000	0.132	1.000	1.000	0.666	1.000	1.000	0.856	6
	规模报酬	irs	—	irs	—	irs	—	—	irs	—	—		

irs 代表规模报酬递增; — 代表规模报酬不变

营策略,提高了科技实力;登海种业和神农科技 2 家企业各年度综合效率值均小于 1,说明上述 2 家企业在过去 5 年中科技创新绩效较差,企业经营绩效状况一直处于低效状态,其中神农科技在 5 个年度内综合效率值均最低,在 0.111~0.349 区间波动,反映其经营情况与其他 9 家企业差距较大,需要在科技创新上做出重大调整。

从纯技术效率上看,2016–2020 年每年纯技术效率值等于 1 的企业数量在 6~9 家,占总统计企业数量比例 60%~90%,10 家企业纯技术效率均值每年稳定攀升,说明我国种企整体纯技术效率较高且逐年提升。其中,农发种业、敦煌种业、万向德农、苏垦农发、大北农 5 家企业各年度纯技术效率值均等于 1,说明这 5 家企业的技术创新内部管理水平保持在较好状态;隆平高科和荃银高科多数年度纯技术效率值均达到 1,反映出内部科技创新管理水平得到提升,达到了最优状态。

各年度规模效率处于非有效状态的企业数量占比在 40%~60% 之间,说明相关企业投入可能存在资源浪费。隆平高科 2016 年、2017 年规模效

率分别为 0.947 和 0.981,虽未达到有效状态,但已接近于 1,和农发种业、苏垦农发、大北农 3 家企业规模效率相仿,说明这 4 家企业生产经营规模较好,达到最优状态;荃银高科 2016 年规模效率较低(0.717),其他年份均为 1,反映出 2017 年以后荃银高科实现有效规模效率。神农科技在 5 个年度里的规模效率均较低并且逐年递减(2020 年除外),最低值为 0.111,表明神农科技的生产规模较差,与最优生产规模相距甚远。

从规模报酬上看,2016–2020 年规模报酬递增的企业分别有 5 家、6 家、5 家、4 家和 4 家。规模报酬递增的企业可以在未来年度内适度增加资源投入,合理配置研发人员和研发经费,使其达到最优状态。规模报酬不变说明相关企业已处于最优规模收益,达到理想状态。

2.2 SE-DEA 超效率结果分析 为深入分析科技创新效率差异,对上述 10 家种企 5 年的投入和产出数据运用 MaxDEA 软件进行超效率分析,超效率分析以投入为导向,表示为每家企业最大限度地利用已投资源达到既定的产出水平,有利于节约技术资

源,便于科技创新可持续发展。分析结果见表2。

由表2可知,5个年度10家上市种企超效率均值均大于1,说明我国上市种企科技创新效率较高,拥有较好的科技资源管理能力。苏垦农发、大北农和荃银高科的超效率均值位列前3名,说明3家企业较其他企业更好地利用了现有科技创新资源投

入。此外,万向德农、丰乐种业、登海种业和神农科技4家企业超效率均值小于1,说明现有科研投入有资源浪费,存在冗余情况,应合理降低研发经费等科研投入。其中,神农科技超效率均值为0.193,表明神农科技在科技创新方面有80.7%的资源未充分利用,其科技创新绩效与有效状态之间差距巨大。

表2 2016–2020年10家上市种企科技创新超效率

企业	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	均值	排名
丰乐种业	0.720	0.811	0.823	0.731	0.997	0.817	8
隆平高科	0.384	0.853	2.316	1.661	1.481	1.339	4
登海种业	0.388	0.424	0.367	0.288	0.312	0.356	9
荃银高科	0.710	1.867	1.380	1.539	1.810	1.461	3
神农科技	0.349	0.250	0.127	0.110	0.132	0.193	10
农发种业	1.042	1.121	1.037	1.697	1.145	1.209	6
敦煌种业	2.786	0.440	0.732	1.232	1.127	1.263	5
万向德农	1.923	0.333	0.345	0.850	0.666	0.823	7
苏垦农发	5.751	2.826	1.893	4.309	4.608	3.877	1
大北农	1.670	1.475	2.158	1.681	1.819	1.761	2
均值	1.572	1.040	1.118	1.410	1.410		

2.3 σ 收敛分析 通过对各企业科技创新效率的超效率值对比可知,我国种业科技创新各家企业差异明显。为更深入分析我国种业整体科技创新效率的演化趋势,对上述各家企业的科技创新效率结果进行进一步分析,运用 σ 收敛模型进行深入分析。由图1可知,2016年10家上市种企科技创新效率 σ 收敛值达到最大(1.585);2016–2018年 σ 收敛值间距不断缩小,反映各家企业间科技创新效率差距缩小;2018–2020年 σ 收敛结果波动开始增大,说明2018年之后各企业间科技创新效率差距出现扩大趋势。

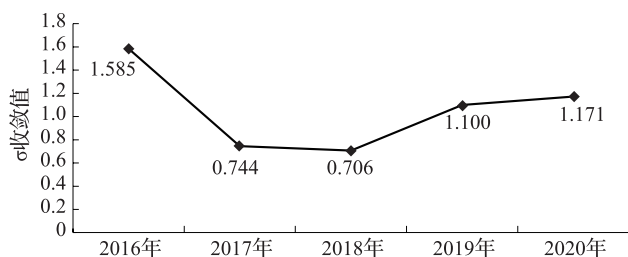


图1 2016–2020年10家上市种企科技创新效率 σ 收敛分析

2.4 Malmquist 指数模型结果分析 利用 Malmquist 指数模型分析10家上市种企2016–2020年度全要

素生产率变化,结果见表3。全要素生产率指数可分解为技术效率指数和技术进步指数,技术效率指数又可分解为纯技术效率和规模效率。如果技术进步指数值大于1,表明与上年度相比有新技术投入使用,存在技术进步;如果纯技术效率值大于1,表明在技术不变情况下,当年技术的使用效率提高;如果规模效率值大于1,表明与上年度相比存在规模报酬增加。

据表3所示,10家上市种企全要素生产率均值大于1,为1.112,表明2016–2020年度全要素生产率平均增加11.2%,其中技术进步平均增长11.1%,技术效率平均增长率仅为0.1%,说明技术进步对全要素生产率增长贡献最大,表明上市种企在2016–2020年进入了快速发展时期,投入使用新技术使得整体生产效率提高。细分影响技术效率的因素,其中纯技术效率均值为1.019,增加1.9%,规模效率均值为0.982,减少1.8%,表明一定程度上企业生产规模制约了技术效率的提高,纯技术效率增加幅度不明显,也造成了技术效率的增长缓慢。综合来看,我国上市种企需要加大技术领域的更新速度和新技术推广的有效程度,同时注意扩大企业生产规模和资源合理配置,促进企业生产效率显著提升。

表3 2016–2020年10家上市种企科技创新效率

年份	Malmquist 指数				
	全要素生产率	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率
2016–2017	0.966	0.914	1.057	1.055	0.866
2017–2018	1.299	0.989	1.313	1.005	0.984
2018–2019	1.315	1.073	1.226	1.007	1.066
2019–2020	0.926	1.033	0.869	1.008	1.025
均值	1.112	1.001	1.111	1.019	0.982

进一步分析各企业的具体情况,从表4可以看出,全要素生产率最高的是荃银高科,增长率为41.7%。其中,技术进步均值为1.299,平均增长率为29.9%,与技术效率中纯技术效率和规模效率相比贡献最大。荃银高科技术进步均值也是10家种企中最大的,反映出荃银高科持续加大科研技术力量,知识成果成绩显著。其次是隆平高科和丰乐种业,全要素生产率平均增长率分别为33.8%和23.2%。仔细分析发现两者的影响因素有所不同:隆平高科的全要素生产率的增长主要依靠技术效率增长27.0%,其中纯技术效率提升25.3%,技术进步仅提升5.3%,表明在现有技术条件下,隆平高科内部管理水平较好,把科研资源投入到对的地方;丰乐种业的全要素生产率提高主要依赖技术进步和规模效率,分别增长13.6%和8.5%,可知丰乐种业在统计期间引入并运用新育种技术,同时扩大了生产经营规模,使得科技创新效率得到提升,知识成果数量增加。结合丰乐种业近年收购的同路种业为其每年贡献的营业收入和知识产出情况,进一步佐证了上述结果。

在10家上市种企中,全要素生产率均值最低的是神农科技(0.863),主要影响因素是神农科技的技术效率与有效状态差距较大。从图2可知,神农科

技的知识成果数量不仅逐年降低且与丰乐种业、隆平高科和荃银高科差距逐年增大;神农科技的资产投入也逐年降低,更进一步说明了该企业的全要素生产率降低主要因素是技术效率。

表4 2016–2020年10家上市种企科技创新效率

企业	Malmquist 指数分解				
	全要素生产率	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率
丰乐种业	1.232	1.085	1.136	1.000	1.085
隆平高科	1.338	1.270	1.053	1.253	1.014
登海种业	1.178	0.947	1.243	0.889	1.066
荃银高科	1.417	1.090	1.299	1.003	1.087
神农科技	0.863	0.784	1.101	1.077	0.728
农发种业	1.029	1.000	1.029	1.000	1.000
敦煌种业	1.155	1.000	1.155	1.000	1.000
万向德农	0.973	0.903	1.077	1.000	0.903
苏垦农发	1.015	1.000	1.015	1.000	1.000
大北农	1.038	1.000	1.038	1.000	1.000
均值	1.112	1.001	1.111	1.019	0.982

表中数值为2016–2020年度数值的平均值

3 结论与建议

3.1 研究结论 本文基于DEA-BCC模型、SEA-DEA模型和Malmquist指数模型分析法,分析研究2016–2020年我国上市种企科技创新效率规律和影响因素,研究结论如下。

(1)我国上市种企科技创新综合效率不断提升,育种研发技术效率逐年提升,但整体规模效率不高,5年来平均减少1.8%,制约了种业企业在科技创新上的综合能力提升。

(2)从整体上看,10家上市种企的科技创新能力年度超效率值均值大于1,说明近5年来上市种企的科技创新能力达到有效状态。2016–2018年度各家

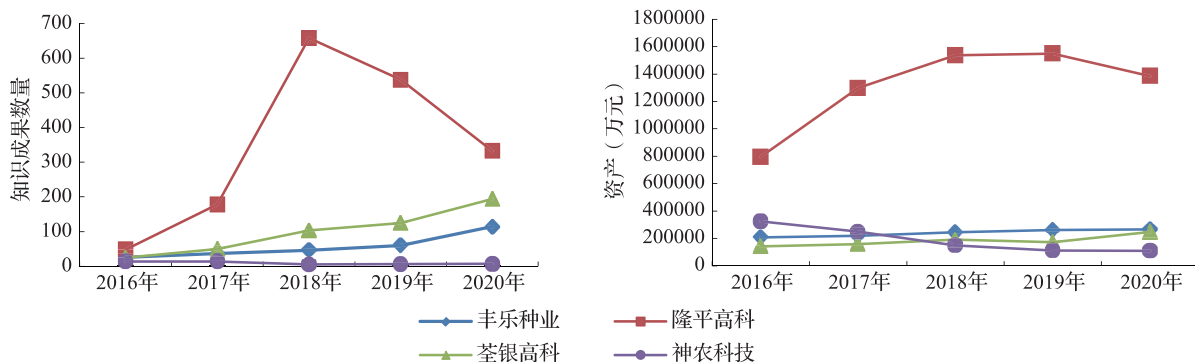


图2 2016–2020年4家上市种企知识成果和资产投入

企业科技创新能力差距逐渐缩小,但2018年以后各企业的科技创新能力差距开始显现,尤其是苏垦农发、大北农、荃银高科和隆平高科4家企业的科技创新能力不断提升,与其他6家企业的差距逐渐拉开。

(3)进一步分析10家企业在5个年度中的科技创新动态指标,5年内10家上市企业的全要素生产率平均增加11.2%,主要依靠技术进步的增长,技术进步平均增长率为11.1%,而技术效率平均增长率仅为0.1%。10家企业中,荃银高科的全要素生产率增长率最大,均值达到41.7%,其中技术进步增长率为29.9%。

3.2 建议 我国种业科技创新体制经历3个阶段的战略转型过程^[9],当前正处于第2阶段(2011–2020年以科研院所和高校为研发主体向以种企研发为主过渡阶段)结束和第3阶段(2020年以后形成以种企为研发主体的科技创新体制时期)开始时期。国外跨国企业持续加码开展基因资源发掘、新技术研发和新品种创制,通过掌握种质资源、基因产权、新品种权等加速行业垄断阶段。

面对此情况,国内种业企业的发展水平仍显力不从心。一方面在整合人才、技术、资源等关键要素上未形成有效经验,与国外优秀企业相比,在高通量、规模化和精准度上均处于落后局面^[10],造成国内市场的竞争品种较多,呈现小、散、乱的状态。另一方面种业企业和科研院校未达到有效衔接,企业过度偏向“短、平、快”的品种研发,看中短期利益获取,对于具有长期性、战略性的品种投入力度不够,而科研院校偏向做基础性理论研究,追求科学理论成果创新。基于上述分析和结论,为提高我国种业企业整体科技创新水平,提出以下建议。

3.2.1 深入推进种企与科研院校的深度合作 各级政府出台和落实相关种业支持政策,搭建更多院校企业科研合作平台,研发选育精品品种,扩大育种新技术商业化推广范围。近年来国内率先在水稻产业体系搭建商业化育种平台,并以此为突破口,组织和支持了一批科技创新技术体系平台,如隆平高科与南京农业大学合作成立的南方粳稻研究中心,荃银高科联合6家科研单位成立的国家水稻商业化分子育种技术创新联盟等。技术创新平台的搭建和运用将会强化应用型、商业化创新模式,有效支撑重大品种的研发和培育。

3.2.2 加强种业领域知识产权保护力度 进一步完

善植物新品种权保护法律法规,加大对自主知识产权的种质资源和审定品种的保护力度。加大对种子市场不规范行为的惩戒措施力度,对制种、繁育、销售推广等各环节加大农业、司法和市场监管等多部门配合力度,严厉打击假冒伪劣、侵权套牌、未审先推等违法行为,将监管重点由事前、事中向事后监管转移,实现产地查询、二维码追溯等精准化和时效性的监管。

3.2.3 优化生产经营规模 上市种企要牢牢把握自身在资本市场的融资能力,优化对科技研发的经费投入,进一步改善投入和产出配置效率,根据自身发展情况和年度发展目标及时调整生产经营和资产结构布局,使其达到最优状态。

3.2.4 强化资源共享和信息交流 种质资源是种业行业的“核心部件”,是科技创新研发的物质基础。各级政府应建立相应保护措施,鼓励和支持各地方、各企业的种质资源共享和利益分享机制,开展更为广泛的科技创新,避免因机制不健全、支持政策不到位造成的信息阻碍。

参考文献

- [1] 习近平. 在中国科学院第十七次院士大会、中国工程院第十二次院士大会上的讲话. 人民日报, 2014-06-10 (002)
- [2] 黄毅, 柳思维. 基于 DEA 超效率模型的上市种业企业营销效率研究. 农业经济与管理, 2011 (3): 81–88
- [3] 程新建, 侯军岐, 蔡伊君. 基于 Malmquist-DEA 方法的我国上市种业企业效率及生产率评价. 中国种业, 2016 (8): 7–10
- [4] 刘虹燕, 张敬明, 杨德利. 中国上市种业企业效率分析——基于超效率 DEA 模型与 Malmquist 指数模型. 云南农业大学学报(社会科学版), 2016, 10 (6): 78–82
- [5] 胡胜德, 邱慧智. 黑龙江省稻米企业网络营销绩效评价——以五常市 11 家稻米企业为例. 农业经济与管理, 2017, 43 (3): 70–78
- [6] 蔡涛, 李福夺, 张健. 贵州省水稻生产技术效率与全要素生产率研究——基于 DEA-Malmquist 指数的实证分析. 中国稻米, 2018, 24 (2): 52–59
- [7] 马如意, 乔光华. 基于 DEA 模型的农业上市企业经营效率实证分析. 内蒙古科技与经济, 2020, 8 (15): 47–50
- [8] 李俊丽. 基于 DEA 的大数据企业经营绩效评价研究. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2018
- [9] 李婷婷, 李艳军. 种业科技创新体制战略转型的动因、过程机制与效应. 中国科技论坛, 2015 (2): 130–136
- [10] 万钢. 强化种业科技创新支撑现代农业发展——在第二届中国博鳌农业(种业)科技创新论坛上的讲话. 中国软科学, 2012 (2): 1–4

(收稿日期: 2022-07-15)