

生物农业金融支持效率评价及其影响因素研究—— 基于上市公司的经验证据

韩成吉^{1,2}, 樊莹², 韩成思³, 史亚荣³

(1. 湖南农业大学 经济学院, 长沙 410128; 2. 中国科学院 生态环境研究中心/城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085; 3. 兰州财经大学 金融学院, 兰州 730101)

摘要 生物农业是农业强国的重要路径之一, 目前迫切需要从金融支持角度实现高质量发展。本研究以我国 40 家生物农业上市公司为例, 采用 DEA-Malmquist-Tobit 模型, 分析生物农业金融支持效率及其影响因素。结果表明, 生物农业企业整体金融支持效率存在波动, 且均未达到 DEA 有效; Malmquist 指数表明, 2012-2020 年间我国生物农业的金融支持总体效率呈上升趋势, 但金融创新不足; Tobit 模型分析发现, 金融市场发展状况、股权集中度和公司年限对生物农业金融支持效率有显著正向影响, 是推进金融支持生物农业发展的重要途径, 而企业规模对金融支持效率的影响显著为负, 这与“小规模优势”的成本理论有关。最后, 建议从优化外部支持环境和加强生物农业企业自身建设两方面推动生物农业金融支持的发展。

关键词 生物农业; 金融支持效率; 上市公司; DEA-Malmquist-Tobit 模型

Evaluation of financial support efficiency of bioagriculture and its influencing factors: Based on empirical evidence of listed companies

HAN Chengji^{1,2}, FAN Ying², HAN Chengsi³, SHI Yarong³

(1. Economic College, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2. State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China; 3. School of Finance, Lanzhou University of Finance and Economics, Lanzhou 730101, China)

Abstract Biological agriculture is one of the important paths for agricultural power, and there is an urgent need to achieve high-quality development from the perspective of financial support.

收稿日期: 2023-03-21

作者简介: 韩成吉 (1992-), 男, 蒙古族, 黑龙江哈尔滨人, 讲师, 博士后, 研究方向: 农业企业管理, 乡村产业金融, E-mail: chengji_han@bupt.edu.cn; 通信作者: 樊莹 (1989-), 女, 汉, 湖南益阳人, 助理研究员, 博士, 研究方向: 生态学, 生态系统服务与人类福祉, 金融系统工程, E-mail: yingfan@rcees.ac.cn; 韩成思 (1997-), 女, 蒙古族, 黑龙江哈尔滨人, 硕士研究生, 研究方向: 公司金融, E-mail: 843290630@qq.com; 史亚荣 (1975-), 女, 汉, 甘肃省庆阳人, 教授, 博士, 研究方向: 国际金融理论与政策, E-mail: 1638834435@qq.com.

基金项目: 湖南省教育厅科学研究项目——优秀青年项目 (23B0209); 国家社会科学基金重大项目 (21ZDA056); 中国农业科学院科技创新工程项目 (10-IAED-01-2024); 甘肃省科技厅重点研发计划——社会发展类基金项目 (20YF8FA047)

Foundation item: Outstanding Youth Project of Education Bureau of Hunan Province (23B0209); Major Program of National Social Science Foundation of China (21ZDA056); Science and Technology Innovation Project of Chinese Academy of Agricultural Sciences (10-IAED-01-2024); Key R&D Program Social Development Fund Project of Gansu Provincial Department of Science and Technology (20YF8FA047)

中文引用格式: 韩成吉, 樊莹, 韩成思, 等. 生物农业金融支持效率评价及其影响因素研究——基于上市公司的经验证据[J]. 系统工程理论与实践, 2024, 44(4): 1198-1209.

英文引用格式: Han C J, Fan Y, Han C S, et al. Evaluation of financial support efficiency of bioagriculture and its influencing factors: Based on empirical evidence of listed companies[J]. Systems Engineering — Theory & Practice, 2024, 44(4): 1198-1209.

This study takes 40 listed biological agriculture companies in China as examples and uses the DEA-Malmquist-Tobit model to analyze the efficiency of financial support for biological agriculture and its influencing factors. The results indicate that there are fluctuations in the overall financial support efficiency of biological agricultural enterprises, and none of them have reached DEA effectiveness; the Malmquist index indicates that the overall efficiency of financial support for China's biological agriculture showed an upward trend from 2012 to 2020, but financial innovation was insufficient; the Tobit model analysis found that the development status of financial markets, equity concentration, and company years have a significant positive impact on the efficiency of financial support for biological agriculture, which is an important way to promote financial support for the development of biological agriculture. However, the impact of enterprise size on financial support efficiency is significantly negative, which is related to the cost theory of "small-scale advantage". Finally, it is recommended to promote the development of financial support for biological agriculture by optimizing the external support environment and strengthening the self construction of biological agriculture enterprises.

Keywords bio-agriculture; financial support efficiency; listed companies; DEA-Malmquist-Tobit model

1 引言

全球正处于生物经济孕育待发的重要关口,生物技术不断取得重大突破并迅速产业化,生物农业日趋成为国际农业竞争的重点和发展的制高点^[1]。为促进传统农业向先进生物农业的转化,中央政府相继出台了一系列政策指导,并将生物农业提升为战略性新兴产业,据估算,2015年,我国生物农业总产值达到3000亿元^[2]。进入“十四五”时期,国家发改委发布了生物经济发展规划,明确了生物经济四大重点发展领域,其中生物农业发展成为支柱产业之一。在全社会的推进下,中国生物农业起步虽晚,但在作物组学和遗传学等前沿科技领域取得了积极的成效,审定品种量、种质资源保存量均居世界前列^[3]。但是,根据课题组调研发现,当前生物农业企业存在资金的需求和贷款融资的能力存在不匹配的现象,“技术有保障、推广有难度”的问题尤为明显。因此,金融支持是解决生物农业小、散、弱问题的关键,从金融角度评价对生物农业的支持效率就显得尤为重要。鉴于此,本研究测度生物农业产业金融支持效率,探索影响金融支持效率的关键因素,在融资层面加速生物农业运作效率,助力提升生物农业发展水平,具有重要的现实意义。

金融支持产业发展的研究一直是学术界的热门话题,其中探讨金融支持的模式和路径是研究重点^[4-6]。首先,在生物农业产业发展的相关研究中,主要关注于发展现状和未来趋势的研究^[7-9],特别是影响因素方面更多地是从宏观视角探讨投融资水平^[10]、政策因素^[11]和技术因素^[12]对生物农业产业发展的影响。同时,在产业发展上,生物农业是继石油农业、化学农业之后的新发展方式的转变,产业规模相对于其他农业形态较小;也由于生物农业的发展在2022年才被升级为国家级发展规划,生物农业进入公众视野也较晚,因此已有生物农业的研究大多聚焦在研判、案例和思路总结上,量化成果仍尚为浅见,对生物农业的金融支持研究也更有学术总结。生物农业的金融支持效率研究也恰逢其时。其次,在产业的金融支持效率测量的研究中,DEA、SFA及在二者基础上的衍生模型仍是常用且行之有效的方法^[13]。1978年提出的DEA模型具有适用性强、不需提前设定函数形式、直接输入投入和产出数据等特点,但忽略了随机因素的影响^[14]。虽然,SFA模型可以较好地处理随机因素,但是其需要明确的生产函数形式^[15],显然并不是所有经济活动都拥有明确的生产函数形式^[16],尤其是处于发展初期的产业^[17]。因此,为了更准确测算金融支持效率,学者一般会结合DEA模型和计量模型相互结合,形成衍生的DEA模型,如适用面板数据的Malmquist指数模型和具有影响因素解释力的Tobit模型等,并已在生物医药产业^[18]、新能源产业^[19]和知识密集型产业^[20]等诸多新兴产业上有着广泛的应用。生物农业作为农业发展的新形态,与上述新兴产业有着诸多共性,上述新兴产业的金融支持效率研究也为本研究提供了重要的参考。最后,在研究对象上,由于生物农业的早期高投入、回报周期长、技术排他性等特点,以上市公司为代表的企业集团往往经营生物农业的主体,而上市公司也代表了产业发展的晴雨表。

在上市公司的相关研究中表明,金融支持能够明显促进产业提高技术水平和科技创新^[21],并且,金融支持效率受上市公司的内部治理状况^[22]、股权结构^[23]和行业环境^[24]等的影响较为显著,同时针对不同产业也存在着不同的测度结果.因此,关注上市公司内部治理和细分行业是探讨金融支持生物农业的研究重点.

鉴于以上,以我国的生物农业产业为研究对象,梳理金融支持生物农业产业发展的逻辑机理,使用 DEA-Malmquist 指数的方法对 2012-2020 年间金融支持生物农业产业发展效率进行分析测算,在此基础上选择 Tobit 模型回归的实证方法对于金融支持效率进一步探究其影响因素,提出提高金融支持生物农业产业发展效率的有效途径和相关政策建议,以期为企业和政府提供治理思路 and 智力支持,通过金融支持效率的提升促进我国生物农业产业的发展.

2 生物农业的金融支持效率分析框架、研究假设和评价方法

2.1 分析框架

生物农业在金融需求方面存在着多方面的特殊性,主要体现在生物经济的投资周期长^[25]和农业的外部性,满足生物农业多样性和特殊性的金融需求,需要有多元化的金融支持机制与之相配合.生物农业发展所需资金虽然可以通过内部融资和政府政策支持来获取,但这种方式获取的金融支持很难满足对资金的长期性和高额度需求,必须有市场化、专业化和多元化的金融体系给予支持.

金融支持生物农业产业发展并不是政府、资本市场、银行等单一主体的参与,而是多元化主体的合力.根据前文金融支持的相关理论,将金融支持划分为银行信贷支持、资本市场支持和政策性金融支持,如图 1 所示.

生物农业企业核心竞争力在于排他性的研发成果,能够吸引银行信贷等金融支持,进而开拓市场,而生物农业企业又可以依靠银行信贷支持持续产出成果,形成协同效应.农业新品种新技术从研发到落地,试验成本高,因此扶优做强生物农业,资金是关键,破解资金难题,发挥资本市场融资功能亦是途径之一,黑龙江省发文提出,以奖励和支持的形式鼓励生物农业企业对接多层次资本市场上市挂牌.上市连接了科技和资本、打通了研发和市场.河南省通过降低担保费率等方式属于政策性金融支持.

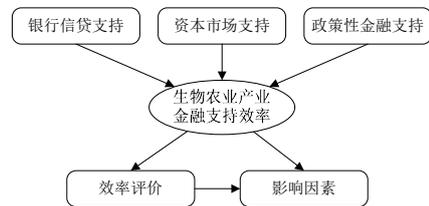


图 1 生物农业金融支持效率分析框架

2.2 研究假设

假设 1 生物农业企业的股权结构与金融支持效率正相关.

股权结构反映公司治理结构,股权集中的企业,管理者协调企业内部各部门关系容易,决策效率高,减少了股权分散引发的代理问题,企业经营面对突发状况时也能迅速反应,因此得到假设 1.

假设 2 生物农业企业的研发投入比与金融支持效率正相关.

生物农业产业的研发投入越多,证明决策者越重视研发能力的提升.优秀的研发是生物农业企业核心竞争力,可以吸引资本进入,所以得到假设 2.

假设 3 生物农业企业年龄与金融支持效率正相关.

公司存续时间越长,越能积攒良好声誉,更易受到投资者信赖,从而提高金融支持效率,所以得到假设 3.

假设 4 生物农业公司规模与金融支持效率正相关.

能够上市的企业大多资产规模较大,经营也越趋于多元化,风险控制能力和抗压能力随之增强,容易获得融资,所以假设公司规模越大,金融支持生物农业企业的效率越高.

假设 5 金融业的发展与我国生物农业产业的金融支持效率正相关.

金融市场发展越好,外部融资环境对企业越有益,企业融资渠道得以拓宽,资源配置效率高,因此得

到假设 5.

2.3 评价方法

2.3.1 DEA-Malmquist

本研究在测度金融支持生物农业效率时所使用的方法为数据包络分析法 (data envelopment analysis, DEA). DEA 模型属于非参数法, 用于评价决策单元 (DMU) 间的相对有效性, 决策单元无需遵循同一个生产函数. DEA 模型按规模报酬的变化分为不变 (CCR) 和可变 (BCC) 两种类型^[26], CCR 是基于每个 DMU 都处于最优生产规模这一前提假设, 然而在日常经营中, 绝大部分生产者无法达到最优的生产规模, 因此本研究基于生产中最为常见的规模报酬可变的情形进行分析. 本研究的思路是在既定的金融供给下分析生物农业的产出状态, 以此来评价金融体系与我国生物农业的结合状态即生物农业的金融支持效率, 因此选择产出导向的 BCC 模型. 以产出为导向的 BBC 模型如下:

$$\begin{aligned} & \min \theta \\ & \text{s.t.} \begin{cases} \sum_{i=1}^n \lambda_i x_i \leq \theta x_0, \\ \sum_{i=1}^n \lambda_i y_i \geq \theta y_0, \\ \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1, \\ \lambda_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, k. \end{cases} \end{aligned} \tag{1}$$

式 (1) 中, θ 为决策单元的综合效率值, 当 $\theta < 1$ 时, DMU 处于非有效状态, 当 $\theta = 1$ 时, DMU 达到有效; x_i 和 y_i 分别代表第 i 种投入和产出变量, λ 代表 DMU 的组合比例, k 为决策单元个数.

BCC 模型是从静态角度分析相对效率, 而如果使用面板数据, 则需要引入 Malmquist 指数来反映 DMU 的动态效率变化^[27]. 其具体表达式为:

$$M_{k,t+1}(x_k^t, y_k^t, x_k^{t+1}, y_k^{t+1}) = \sqrt{\frac{D_k^t(x_k^{t+1}, y_k^{t+1}) D_k^{t+1}(x_k^t, y_k^t)}{D_k^t(x_k^t, y_k^t) D_k^{t+1}(x_k^{t+1}, y_k^{t+1})}} \tag{2}$$

其中, $x_k^t, y_k^t, x_k^{t+1}, y_k^{t+1}$ 分别表示被评价 DMU_k 在时期 t 和 $t+1$ 的投入与产出值 $D_k^t(x_k^{t+1}, y_k^{t+1}) D_k^{t+1}(x_k^t, y_k^t)$ (x_k^{t+1}, y_k^{t+1}), $D_k^t(x_k^t, y_k^t) D_k^{t+1}(x_k^t, y_k^t)$ 表示 DMU_k 在两个时期的技术效率值. Malmquist 指数值大于 1, 说明被评价决策单元从 t 到 $t+1$ 时期实现了全要素生产率的提高.

2.3.2 Tobit 模型

在运用 DEA 模型进行效率测算时, 忽略了不可控的环境因素对金融支持效率的影响, 而 Tobit 模型能很好地弥补 DEA 模型在这方面的不足^[28], 较好地将这些不可控因素纳入效率分析范围, 提高研究的准确性与完整性. 下式为标准的 Tobit 模型:

$$\begin{aligned} & y_{it}^* = \beta X_{it} + \varepsilon_{it}, \\ & y_{it} = \begin{cases} y_{it}^*, & \text{if } y_{it}^* < 0, \\ 0, & \text{if } y_{it}^* \geq 0. \end{cases} \end{aligned} \tag{3}$$

式中, y_{it}^* 为潜变量; y_{it} 为因变量; X_i 为自变量向量; β 为相关系数向量; ε_{it} 为随机误差项, 且 $\varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma^2)$.

2.4 指标选取与数据来源

2.4.1 效率评价的投入产出指标体系

投入产出指标的建立在参考了已有关于金融对产业支持的研究^[29-32], 以资产负债率 (TDR)、流通股占总股本比例 (PTS) 和政府补助 (GS) 作为金融支持生物农业产业效率评价模型的投入变量. 同时,

投入指标的选取也符合前文对金融支持的逻辑机理的划分: 银行等金融机构支持、资本市场支持和政策性金融支持. 同时, 本研究选取如下产出变量, 表征生物农业产业盈利能力的净资产收益率 (ROE) 和营业收入增长率 (IR), 以及表征生物农业产业成长能力的总资产周转率 (TAT), 变量的具体计算方法如表 1 所示.

TDR (资产负债率), 可衡量生物农业上市公司债务支持状况, 反映企业利用债务资本进行生产经营能力、资本结构, 降低资金成本.

PTS (流通股比例) 能反映企业资本市场融资状况, 决定生物农业金融支持规模. PTS 越高, 企业资本市场活跃度越高, 越容易获得金融支持.

GS (政府补助比例), 表示生物农业企业的政策性金融支持, 反映政府对生物农业的扶持力度, 用利润表中政府补助项除以营业收入表示.

ROE (净资产收益率), 衡量企业经营效率和效益水平的重要指标, 反映了企业资产利用效率和盈利能力, 也是金融支持效率测度的产出指标. 良好的盈利能力可以为企业带来更多的金融支持.

IR (营业收入增长率), 衡量企业成长能力及市场竞争, 良好成长能力可获得更多金融支持, 数值越大说明成长性越好.

TAT (总资产周转率), 反映企业资产营运效率, 越高则企业资本利用效率越高, 良好的运营能力可获得更多金融支持.

2.4.2 影响因素变量选取与面板 Tobit 模型构建

生物农业的金融支持效率是一个多因素动态变化的过程, 既受金融市场发展的辐射带动影响, 也受企业经营的内生动力的影响. 因此, 本研究依据产业发展特点, 参考文献 [29, 33, 34], 从宏微两个视角确定影响金融支持效率的因素, 如表 2 所示.

OTE (综合技术效率), 以生物农业的金融支持效率表示, 金融支持所投入的要素与形成最终产出的综合效率.

FGR (金融业增加值增长率), 金融市场发展程度对生物农业产业的发展有着直接的关系, 其发达程度会影响获取资金的难易程度和效率. 金融市场的发达有利于拓宽融资渠道, 降低信贷门槛, 从而提高金融支持效率, 有利于生物农业产业的成长和壮大.

OC (股权集中度), 股权结构可以反映一个公司的治理结构, 集中的股权会提高决策效率, 而分散的

表 1 生物农业的金融支持效率测度的指标体系

变量类型	名称	变量简称	变量定义
投入变量	资产负债率	TDR	负债总额/资产总额
	流通股比例	PTS	流通股数量/总股数量
	政府补助比例	GS	“其他收益”科目中的“政府补助”/营业收入
产出变量	净资产收益率	ROE	净利润/平均净资产
	营业收入增长率	IR	(当期营业收入 - 上期营业收入)/上期营业收入
	总资产周转率	TAT	营业收入/平均资产总额

表 2 金融支持生物农业产业效率影响因素指标

变量类型	变量名称	变量符号	变量定义
因变量	综合技术效率	OTE	生物农业的金融支持效率
	金融业增加值增长率	FGR	$[FGR_{t+1} - FGR_t]/FGR$
	股权集中度	OC	前十大股东持股比例
自变量	研发投入占比	RD	研发支出/营业收入
	企业资产规模	ES	资产总额
	公司年龄	CA	观测年度 - 成立年度

股权可以起到相互监督和制约作用,保护中小股东及投资者的利益.本研究选取生物农业企业的前十大股东持股比例指标来分析股权结构对金融支持效率的影响.

RD (研发投入占比),技术创新能力对于生物农业产业的发展至关重要,可以促进生物农业企业迅速占有市场,增强核心竞争能力,实现可持续发展.本研究采用样本生物农业企业的研发投入占营业收入比例指标来衡量技术创新能力对金融支持效率的影响.

ES (企业资产规模),可以反映其企业发展程度,本研究以生物农业上市公司总资产的对数替代企业规模的数据来分析其对金融支持效率的影响.

CA (公司年龄),企业的生命周期会影响对金融支持的需求,以及融资方式和融资效率,本文以生物农业企业的年龄指标来评估其对金融支持效率的影响.

2.4.3 数据来源

上市公司是产业的龙头,国民经济的血液,在产业内最具代表性,因此,本研究实证样本选择了沪、深主板的上市公司,主营业务为生物农业及其相关产业.目前,生物农业的主攻方向和行业细分尚没有统一的定论,借鉴《“十四五”生物经济发展规划》中提到的生物农业重点领域,即生物育种、生物肥料、生物饲料、生物农药四个细分行业,结合主流金融机构对生物农业业务构成的解释为依据,选择研究样本.其中,生物肥料、生物饲料和生物农药依据同花顺股票指数中的行业分类从A股市场中筛选筛选,生物育种则依据中证生物育种股票指数从A股市场中筛选.初步选取64支股票作为研究对象,考虑到实证过程中所需数据的完整性和适用性,筛选掉主营业务不相符的样本、上市时间和成立时间较晚导致数据严重缺失的样本和存在投资风险的ST(特别处理)类公司样本,最终选择40家生物农业上市公司为样本公司.

时间边界考虑到“十八大”以来我国农业科技取得了一系列重大突破,所以选取2012-2020年的面板数据进行实证分析.所有样本数据信息来源于Wind数据库以及上市公司年报.所选的40家生物农业产业上市公司在这四个子行业的分布情况如表3所示.

通过描述性统计,检查是否有异常数据.投入和产出变量的描述性统计如表4所示,总体来看,生物农业上市公司各项指标差异较大.

从产出指标来看,出现负数的指标为净资产收益率和营业收入增长率,净资产收益率为负表明有些公司处于利润负增长状态,营业收入增长率为负则有可能是上年的营业收入增长超正常水平.其中营业收入增长率标准差较大为0.323,说明样本生物农业企业在持续发展态势和市场扩张能力方面有一定的差距.此外总资产周转率最小值和最大值也相差甚远,表示各公司经营能力水平也存在较大差距.

从投入指标来看,资产负债率最小值为0.060,最大值为0.979,数值相差较大,但资产负债率的标准差数值较小,说明大部分企业举债经营比率差异较小,资本结构较为合理,只是在个别企业间有较大差异.流通股比例最小值为0.104,最大值为1.000,表明在某些个体间流通股比例差异较大,标准差为0.205,数值较大,表明不同样本生物农业企业获得的资本市场支持差异明显.另外,政府补助数额较大,表明国家对生物农业产业一直都很重视,但不同生物农业企业的政策性金融支持存在一定差距.

表3 生物农业产业四大细分行业

行业类型	生物育种	生物肥料	生物饲料	生物农药
公司数量	13	9	7	11
公司名称	正邦科技、登海种业、敦煌种业、荃银高科、神农科技、罗牛山、隆平高科、万向德农、圣农发展、丰乐种业、天邦食品、农发种业、新农开发	云图控股、史丹利、益生股份、司尔特、六国化工、云天化、四川美丰、芭田股份、宏达股份	海大集团、天康生物、新希望、唐人神、金新农、大北农、正虹科技	蓝丰生化、扬农化工、雅本化学、辉丰股份、联化科技、湖南海利、诺普信、利尔化学、江山股份、亿利洁能、安道麦A

表4 变量的描述性统计

变量	平均值	标准差	最小值	最大值
TDR	0.456	0.165	0.060	0.979
PTS	0.822	0.205	0.104	1.000
GS	0.010	0.020	0.001	0.287
ROE	0.053	0.182	-0.916	0.838
IR	0.105	0.323	-0.619	2.710
TAT	0.908	0.658	0.086	1.956

3 研究结果

3.1 效率评价结果分析

3.1.1 总体效率分析

本研究利用 DEAP 2.1 软件基于 BCC 条件下得出样本企业在 2012–2020 年期间的综合技术效率 (TE)、纯技术效率 (PE)、规模效率 (SE) 和有效样本数量情况, 结果如图 2。

从图 2 可以看出, 2012–2020 年期间, 我国金融支持生物农业的效率较低, TE 最大值为 0.861, 最小值为 0.498, 平均值为 0.696, 亦存在一定的波动。而在实现金融支持和高效配置的生物农业企业数量上, 2015 年达到有效企业占比达到 42.5%, 但在其他年份均在 30% 及以下, 说明金融体系与我国生物农业的结合尚未实现最优, 存在较大的提升空间。

具体来看, TE 在 2013 年有小幅下降后, 2014–2015 年开始上升, 到 2015 年达到最大值 0.861, 2015–2020 年波动较大, 先后经历了大幅下降, 小幅上升再连续两年下降再上升的阶段, 总体看金融支持生物农业产业效率并不稳定。

PE 表示投入要素的使用效率。2012–2020 年生物农业样本企业纯技术效率的平均值为 0.837, 数值在 0.623~0.950 之间波动, 其波动情况与 TE 基本一致, 尚未实现纯技术有效, 但远高于 TE, 且在大多数年份都略高于 SE。这表明生物农业金融支持体系的内部运行机制虽未达到最优状态, 但也保持在一个相对较好的水平。

SE 用以反映某一时期内投入与产出比例关系。2012–2020 年 SE 在 0.764~0.900 之间波动, 平均值为 0.818, 小于 PE 的平均值, 表明金融支持生物农业的 SE 没有达到最优, 具有较大的提升空间。SE 的波动幅度较小, 在 2015 年达到最高点后又在 2017 和 2020 年达到小高峰, 和其他两个指标相比, 较为平稳。由以上分析可得知, TE 是由 PE 和 SE 的乘积得出, 而 SE 的平均值小于 PE 的平均值, 这也表明 SE 较低是导致整体金融支持效率不足的主要原因。SE 的波动变化表明目前生物农业企业产出的增长小于投入要素的增长。这样的经济学现象也与生物农业周期长、高投入、回笼慢的“硬科技”特征相吻合。因此, 提升金融支持的 SE 是促进我国生物农业高质量发展的重要方式之一。

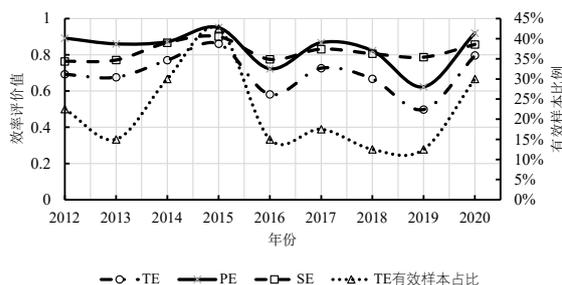


图2 研究期内生物农业金融支持的各效率值变化趋势

3.1.2 发展动态分析

本研究采用 Malmquist 指数从动态角度考察 2012–2020 年生物农业的金融支持效率变化情况, 结果如图 3 所示。

从整体上看, 2012–2020 年我国金融支持生物农业产业效率的 Malmquist 指数均值为 1.030, 表明我国生物农业的金融支持效率总体呈上升趋势, 在技术创新、规模效率、资源配置等方面均有所进步。

M 指数又可分解为 TE 变动指数和技术进步指数两个指标。从 M 指数分解指标来看, TE 变动在 0.628~1.705 之间波动, 虽然波动较大, 但平均上升了 7.3%, 有上升趋势。而技术进步指数在

0.771~1.281 之间波动,波动幅度较小,平均值却下降了 0.7%。由此可见,提升生物农业金融支持的技术水平是促进生物农业与金融业更好结合的关键点。

从研究区间来看,在 8 个样本区间内有 4 个 Malmquist 指数小于 1,其中 2013-2014 是因为技术进步指数下降造成的,其余 3 个区间是 TE 变动指数下降导致的。因此,TE 变动指数的下降是导致 2012-2020 年间部分 Malmquist 指数下降的主要原因。

TE 指数可以进一步表示为反映经营管理效率的 PE 变动指数和反映金融体系发展规模的 SE 变动指数的乘积。整体来看,在观测期间内 TE 波动较大提升了 7.3%,其中 PE 变动平均提高了 3.3%,SE 提升了 2.4%。而在 TE 变动指数下降的三个区间中,PE 变动均低于规模效率变动,这表明应进一步加大在公司管理水平和资源配置等方面的提升。

技术进步指数表示的是生物农业产业金融支持体系的生产前沿面移动情况,TE 变动指数反映了每一个决策单元到前沿生产面的距离,图 3 直观地发现在观测期间内 Malmquist 指数的变化有一定的起伏,TE 变动指数的波动是造成这一现象的主要原因,而 TE 变动指数的波动与 PE 的波动密切相关。从整体来看,生物农业的金融支持的 Malmquist 指数有上升的态势,但技术进步指数有下降的趋势,可能的原因是生物农业在研发创新方面进展较慢且与生物技术先进的国家仍有一定的差距,金融对生物农业的支持体系还需进一步完善,还需要创新出更为匹配生物农业的金融工具,以满足当前生物农业发展的金融需求。

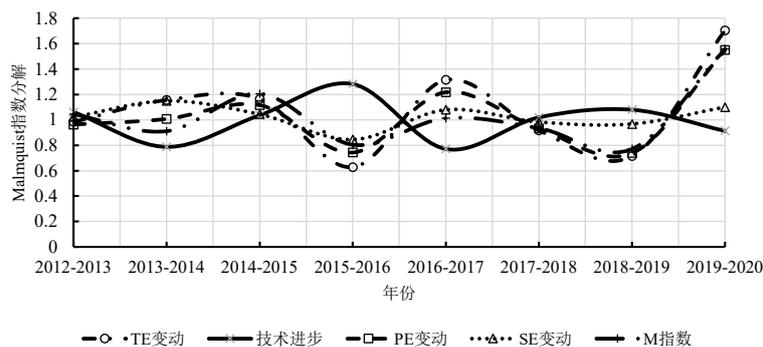


图 3 研究期内生物农业金融支持的 Malmquist 指数分解图

3.2 影响因素分析

3.2.1 回归结果分析

利用 Stata17.0 软件就生物农业与金融支持效率的关系进行 Tobit 回归,发现存在个体效应,故采用随机效应面板 Tobit 模型进行回归分析,结果如表 5 所示。

由回归结果可以看出,前十大股东持股比例 (OC) 的系数为 0.452,在 1% 的水平下显著。表明对于生物农业企业来说适当提高股权集中度能够促进其与金融业更好的融合,提高金融支持效率。这一结论与“利益协调假说”中对股权集中有利于提高决策质量的解释相符^[35]。股权的集中提高了企业的决策效率以及对市场变化的反应能力。

研发投入占营业收入比例 (RD) 的系数为 0.417,未通过显著性水平检验,表明研发投入对我国生物农业产业的金融支持效率的影响并不显著。研发投入对生物农业企业的金融支持效率影响作用不明显,可能是由于我国生物农业企业自主研发能力较弱,成果转化缓慢,资金占用时间较长,加上整个行业保护政策不完善,从而使得研发给企业带来的收益有限。这一结论也符合“有效需求假说”认为的市场规模制约技术创新^[36]。如果要突破研发的边际成本,则必须扩大市场规模平摊研发成本,或在有限规模下打破技术障碍,形成单一市场结构。

公司年龄 (CA) 的系数为 0.016,通过了显著性水平检验。这可能由于公司成立年数越长越容易获得金融支持。本研究选取的样本均为深主板和沪主板的上市公司,企业年龄均值约为 19 年,多属于成长

期, 盈利能力、管理水平和市场运作能力等处于上升阶段, 更易获得金融支持。

企业规模 (ES) 资产规模的系数为 -0.043 , 且在 10% 的置信水平上显著。表明公司规模越大, 生物农业的金融支持效率越小。资产规模对金融支持效率显著为负, 可能是因为在经营过程中资产规模较大的生物农业企业资金来源比较丰富, 对资金管理的重视程度不够, 从而使资金的利用效率不高; 此外, 大公司因其自身的规模优势发展能力更强, 但扩张的盲目性使得公司将提升效益水平和技术水平摆在不太重要的位置, 从而使金融支持效率降低。近些年生物农业企业规模效率不够理想, 有较大提升空间。这与生物农业产业特征也有一定关系, 即更大规模的公司难以实现快速转型, 从而降低了其金融支持效率。这与“小规模优势”理论指出的大企业的交易成本和代理成本更大的说法相一致^[37]。

金融业增加值增长率 (FGR) 的系数为 2.091, 通过了显著性水平检验, 这表明我国金融业发展水平跟我国生物农业的金融支持效率呈正相关关系。说明金融业增加值对我国生物农业金融市场效率的提高作用是积极的, 金融业越发达, 生物农业所处的经济发展环境越好, 金融支持的效率也就越高。前文实证结论表明生物农业产业金融支持效率变动总体呈上升趋势, 我国生物农业正在逐步完善, 发展速度加快, 业务范围逐渐增大, 金融支持生物农业机构数量逐年增多。

3.2.2 稳健性检验

为了检验 Tobit 回归模型的稳健性, 本研究使用 SE 替代 TE 作为因变量, 建立如下模型重复上述回归过程。

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 FGR_{it} + \beta_2 OC_{it} + \beta_3 RD_{it} + \beta_4 ES_{it} + \beta_5 CA_{it} + \varepsilon_{it}. \quad (4)$$

同时, 为保证 Tobit 估计结果和分析结论的稳健可靠, 本研究引入 Logit-ols 两阶段回归方法对研究结果进行稳健性检验^[38]。

从回归结果 (表 6) 来看, 除企业规模 (ES) 对金融支持效率影响的显著性水平有些许上升和股权集中度 (OC) 显著性有些许下降以外, 其余自变量的回归结果均与原模型具有一致性。而从 Logit-ols 两阶段估计结果来看, 各回归系数的正负影响情况同 Tobit 模型估计结果一致。这表明本研究利用 Tobit 模型的回归结果是稳健的。

表 5 金融支持生物农业产业效率影响因素的 Tobit 回归结果

变量	系数	标准差	Z 值	P 值
OC	0.452***	0.148	3.060	0.002
RD	0.417	0.459	0.910	0.364
ES	-0.043*	0.024	-1.780	0.076
CA	0.016***	0.006	2.950	0.003
FGR	2.091***	0.357	5.860	0.000
_cons	0.875	0.532	1.640	0.100

注: * $P < 0.1$, ** $P < 0.05$, *** $P < 0.01$ 。

表 6 稳健性检验回归结果

变量	随机效应 Tobit	两阶段 Logit-ols
OC	0.228** (0.041)	3.854*** (0.000)
RD	0.445 (0.190)	2.226 (0.448)
ES	-0.038** (0.035)	-0.574*** (0.000)
CA	0.014*** (0.001)	0.038 (0.209)
FGR	0.890*** (0.001)	6.534** (0.038)
_cons	1.190*** (0.003)	7.687** (0.024)

注: * $P < 0.1$, ** $P < 0.05$, *** $P < 0.01$ 。

4 结论与启示

本研究采用 DEA-Malmquist 方法, 以 40 家有代表性的生物农业上市公司为样本, 对金融支持生物农业的效率进行了测度与分析, 在此基础上利用面板 Tobit 模型探究二者之间的关系。最终得出以下结论: 1) DEA 模型测度的静态金融支持效率表明, 2012-2020 年间我国生物农业的金融支持效率波动明显, 且金融支持效率尚未实现有效, 金融支持效率低的主要原因在于规模效率低。虽然研究样本的企

业平均年龄在 24 年左右,但翻阅年报发现,引入生物技术研发与应用普遍在 2012 年以后,在这时间前后技术上,中国生物农业研究首次在成果数量上首次超越美国,跃居世界第一^[39],在政策上,2011 年中央一号文件也首提“现代农业”,强调农业生物育种创新和推广。因此,各企业在迈入生物农业的时间仍较短,正如前文所述,生物农业专业性强、研发周期长,随时间变化,边际成本增加而使得期望产出的增量低于投入要素的增量,使得目前规模效率偏低。因此,解决资金短缺和风险问题是保障企业集团持续研发积极性的关键。2) Malmquist 指数测算的动态效率表明,虽然金融支持我国生物农业产业的效率呈增长的态势,但生物农业金融支持工具有待进一步创新。3) 从影响因素来看,生物农业的金融支持效率受外部金融环境和企业自身发展的共同影响。金融市场发展程度、企业经营年限和股权结构等指标对金融支持生物农业产业的效率具有显著正影响,而对处于成长来说的生物农业产业,企业规模有负向影响,这也是“小规模优势”所决定的;研发水平对生物农业的金融支持效率影响不显著,但有一定的正向作用,持续补充研发投入至关重要。

本研究结论可以为金融有效支持生物农业发展提供参考与借鉴,从而指导生物农业发展。首先,加强金融市场的发展水平,鼓励和支持金融机构积极参与生物农业产业的融资,拓宽金融支持渠道,加强金融支持规模;其次,建立科学合理的生物农业股权结构,完善企业经营管理,提升企业自身发展水平,提升金融支持的效率;然后,加强科研投入,推进技术创新,支持企业研发力度,提升生物农业产业的技术水平;最后,坚持规模经济,提升生物农业企业的经营管理水平,加强金融支持的有效性,提升生物农业产业的发展水平。

参考文献

- [1] 闵师, 王晓兵. 补齐生物农业短板, 保障国家粮食安全 [N]. 科技日报, 2023-02-27 (008).
Min S, Wang X B. Complementing the shortcomings of bioagriculture and ensuring national food security[N]. Science and Technology Daily, 2023-02-27 (008).
- [2] 林火灿. 生物产业将成我国支柱产业 [N]. 经济日报, 2013-01-09 (003).
Lin H C. The biological industry will become a pillar industry in China[N]. Economic Daily, 2013-01-09 (003).
- [3] 杨舒. 中国农科院发布十年来十大标志性农业科技成就 [N]. 光明日报, 2022-09-29 (008).
Yang S. The Chinese academy of agricultural sciences released ten significant scientific and technological achievements made in the past decade[N]. Guang Ming Daily, 2022-09-29 (008).
- [4] 方来. 战略性新兴产业发展的金融支持机制及效率评价——以甘肃省为例 [J]. 哈尔滨商业大学学报 (社会科学版), 2018(2): 28-37.
Fang L. Financial support mechanism and efficiency evaluation of strategic emerging industry development: The case of Gansu province[J]. Journal of Harbin University of Commerce, 2018(2): 28-37.
- [5] 李世奇, 朱平芳, 廖辉. 政府研发补贴能否带动企业研发投入? ——基于企业规模和属性的双视角异质性分析 [J]. 系统工程理论与实践, 2022, 42(6): 1591-1600.
Li S Q, Zhu P F, Liao H. Can government R&D subsidy stimulate enterprise R&D input? Dual-perspective heterogeneity analysis based on enterprise size and ownership[J]. Systems Engineering — Theory & Practice, 2022, 42(6): 1591-1600.
- [6] 张林, 温涛. 农村金融发展的现实困境、模式创新与政策协同——基于产业融合视角 [J]. 财经问题研究, 2019(2): 53-62.
Zhang L, Wen T. Realistic dilemma, model innovation and policy coordination of rural financial development: Based on the perspective of industrial integration[J]. Research on Financial and Economic Issues, 2019(2): 53-62.
- [7] 高芸, 赵芝俊. 我国农业颠覆性技术创新的可能方向与路径选择 [J]. 改革, 2020(11): 98-108.
Gao Y, Zhao Z J. Possible direction and path selection of agricultural disruptive technological innovation in China[J]. Reform, 2020(11): 98-108.
- [8] 周蒙. 中国生物农药发展的现实挑战与对策分析 [J]. 中国生物防治学报, 2021, 37(1): 184-192.
Zhou M. The realistic challenge and countermeasure analysis of the development of biological pesticide in China[J]. Chinese Journal of Biological Control, 2021, 37(1): 184-192.
- [9] 李十中. 生物经济发展趋向: 构建生物食源产业与生物能源产业体系 [J]. 人民论坛·学术前沿, 2022(14): 14-26.

- Li S Z. Trends in bioeconomic development: Building a biofood industry and bioenergy industry system[J]. *Frontiers*, 2022(14): 14–26.
- [10] 张国志, 刘慧, 卢凤君, 等. 我国保险资金投资种业的路径及机制研究 [J]. *农业经济问题*, 2017, 38(1): 48–56.
Zhang G Z, Liu H, Lu F J, et al. Ways and mechanism research on investing China's insurance capital to the seed industry[J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2017, 38(1): 48–56.
- [11] 程郁, 叶兴庆, 宁夏, 等. 中国实现种业科技自立自强面临的主要“卡点”与政策思路 [J]. *中国农村经济*, 2022(8): 35–51.
Cheng Y, Ye X Q, Ni X, et al. The main “stumbling blocks” and policy suggestions for China's seed industry to achieve self-reliance and self-improvement in science and technology[J]. *Chinese Rural Economy*, 2022(8): 35–51.
- [12] 周杨, 邓名荣, 杜娟, 等. 我国农业微生物产业发展研究 [J]. *中国工程科学*, 2022, 24(5): 197–206.
Zhou Y, Deng M R, Du J, et al. Development of agricultural microbial industry in China[J]. *Strategic Study of CAE*, 2022, 24(5): 197–206.
- [13] Fall F, Akim A M, Wassongma H. DEA and SFA research on the efficiency of microfinance institutions: A meta-analysis[J]. *World Development*, 2018, 107: 176–188.
- [14] Fried H O, Lovell C A K, Schmidt S S, et al. Accounting for environmental effects and statistical noise in data envelopment analysis[J]. *Journal of Productivity Analysis*, 2002, 17(1): 157–174.
- [15] Olesen O B, Petersen N C. Stochastic data envelopment analysis — A review[J]. *European Journal of Operational Research*, 2016, 251(1): 2–21.
- [16] Akerberg D A, Caves K, Frazer G. Identification properties of recent production function estimators[J]. *Econometrica*, 2015, 83(6): 2411–2451.
- [17] 邢斐, 陈诗英, 蔡嘉瑶. 企业集团、产业生命周期与战略选择 [J]. *中国工业经济*, 2022(6): 174–192.
Xing F, Chen S Y, Cai J Y. Enterprise group, industry life cycle and strategic choice[J]. *China Industrial Economics*, 2022(6): 174–192.
- [18] 贺正楚, 王姣, 潘红玉. 生物医药产业不同融资方式的融资效率研究 [J]. *财经理论与实践*, 2020, 41(1): 48–54.
He Z C, Wang J, Pan H Y. Study on financing efficiency of different financing methods in biomedical industry[J]. *The Theory and Practice of Finance and Economics*, 2020, 41(1): 48–54.
- [19] 吴青霞, 张水平. 绿色金融支持新能源产业发展效率评价及其影响因素研究 [J]. *当代金融研究*, 2023, 6(1): 18–29.
Wu Q X, Zhang S P. Evaluation of the development efficiency of green finance supporting new energy industry and study on its influencing factor[J]. *Journal of Contemporary Financial Research*, 2023, 6(1): 18–29.
- [20] 朱承亮, 刘瑞明, 王宏伟. 专利密集型产业绿色创新绩效评估及提升路径 [J]. *数量经济技术经济研究*, 2018, 35(4): 61–79.
Zhu C L, Liu R M, Wang H W. Green innovation performance evaluation and promotion path of patent intensive industries[J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2018, 35(4): 61–79.
- [21] Jiang M, Luo S, Zhou G. Financial development, OFDI spillovers and upgrading of industrial structure[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2020, 155: 119974.
- [22] Goel P. Implications of corporate governance on financial performance: An analytical review of governance and social reporting reforms in India[J]. *Asian Journal of Sustainability and Social Responsibility*, 2018, 3(1): 4–25.
- [23] Liu T, Zhang Y, Liang D. Can ownership structure improve environmental performance in Chinese manufacturing firms? The moderating effect of financial performance[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 225: 58–71.
- [24] Sun H, Zhi Q, Wang Y, et al. China's solar photovoltaic industry development: The status quo, problems and approaches[J]. *Applied Energy*, 2014, 118: 221–230.
- [25] Senior M. Biotech bubbles during the global recession[J]. *Nature Biotechnology*, 2021, 39(4): 408–413.
- [26] Chang S C. Returns to scale in DEA models for performance evaluations[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2011, 78(8): 1389–1396.
- [27] 刘炳胜, 陈晓红, 王雪青, 等. 中国区域建筑产业 TFP 变化趋势与影响因素分析 [J]. *系统工程理论与实践*, 2013, 33(4): 1041–1049.
Liu B S, Chen X H, Wang X Q, et al. Analysis on the changing trend and influencing factors of TFP about the regional construction industry in China[J]. *Systems Engineering — Theory & Practice*, 2013, 33(4): 1041–1049.
- [28] 王艳, 苏怡. 绿色发展视角下中国节能减排效率的影响因素——基于超效率 DEA 和 Tobit 模型的实证研究 [J]. *管理评论*, 2020, 32(10): 59–71.

- Wang Y, Su Y. The influencing factors of energy conservation and emission reduction efficiency in China from the perspective of green development — An Empirical study based on super-efficiency DEA and Tobit models[J]. *Management Review*, 2020, 32(10): 59–71.
- [29] 刘超,傅若瑜,李佳慧,等. 基于 DEA-Tobit 方法的人工智能行业上市公司融资效率研究 [J]. *运筹与管理*, 2019, 28(6): 144–152.
- Liu C, Fu R Y, Li J H, et al. Research into financing efficiency of artificial intelligence industry based on DEA-Tobit method[J]. *Operations Research and Management Science*, 2019, 28(6): 144–152.
- [30] 李京文,王宇纯,杨正东. 战略性新兴产业上市公司融资效率研究——以北京市为例 [J]. *经济与管理研究*, 2014(6): 74–82.
- Li J W, Wang Y C, Yang Z D. A Study on the financing efficiency of listed companies in strategic emerging industries — Taking Beijing as an example[J]. *Research on Economics and Management*, 2014(6): 74–82.
- [31] 崔也光,王肇,齐英. 供应商地理距离对企业投入产出效率的影响研究——来自 A 股上市公司的经验证据 [J]. *数理统计与管理*, 2021, 40(3): 544–555.
- Cui Y G, Wang Z, Qi Y. The impact of supplier geographic distance on input-output efficiency — Empirical evidence from a-share listed companies[J]. *Journal of Applied Statistics and Management*, 2021, 40(3): 544–555.
- [32] 王秀贞,丁慧平,胡毅. 基于 DEA 方法的我国中小企业融资效率评价 [J]. *系统工程理论与实践*, 2017, 37(4): 865–874.
- Wang X Z, Ding H P, Hu Y. The evaluation of financing efficiency for China’s small and medium-sized enterprises based on DEA model[J]. *Systems Engineering — Theory & Practice*, 2017, 37(4): 865–874.
- [33] 李涛,梁晶. 基于 RS-DEA 的产融结合型农业上市企业经营绩效评价 [J]. *财经理论与实践*, 2019, 40(4): 60–66.
- Li T, Liang J. The efficiency measurement of industry-finance-type agricultural listed enterprises based of RS-DEA[J]. *The Theory and Practice of Finance and Economics*, 2019, 40(4): 60–66.
- [34] 吉生保,席艳玲,赵祥. 中国农业上市公司绩效评价——基于 SORM-BCC 超效率模型和 Malmquist 的 DEA-Tobit 分析 [J]. *农业技术经济*, 2012(3): 114–127.
- Ji S B, Xi Y L, Zhao X. Performance evaluation of Chinese agricultural listed companies: DEA-Tobit analysis based on SORM-BCC super-efficiency model and Malmquist[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2012(3): 114–127.
- [35] 余江龙,潘玲玲. 贷款集中度对地方性商业银行资产质量的异质性影响——基于股权集中度调节效应的检验 [J]. *兰州学刊*, 2022(12): 27–40.
- Yu J L, Pan L L. The heterogeneous impact of loan concentration on asset quality of local commercial banks — A Test based on the moderating effect of ownership concentration[J]. *Lanzhou Academic Journal*, 2022(12): 27–40.
- [36] 范红忠. 有效需求规模假说、研发投入与国家自主创新能力 [J]. *经济研究*, 2007(3): 33–44.
- Fan H Z. A hypothesis on effective demand size, R&D expenditure and national innovation capacity[J]. *Economic Research Journal*, 2007(3): 33–44.
- [37] 王晓雅. 中小金融机构“小规模优势”的经济学解释 [J]. *上海金融*, 2003(11): 11–14.
- Wang X Y. The economic explanation of the “small scale advantage” of small and medium sized financial institutions[J]. *Shanghai Finance*, 2003(11): 11–14.
- [38] 张丽华,罗智仁,张轩溧. 供给侧改革背景下煤炭企业科技创新的金融支持效率研究 [J]. *华东经济管理*, 2019, 33(7): 149–157.
- Zhang L H, Luo Z R, Zhang X L. Research on financial support efficiency of scientific and technological innovation in coal enterprises under the background of supply-side reform[J]. *East China Economic Management*, 2019, 33(7): 149–157.
- [39] 郝心宁,孙巍,张学福. 1995–2012 年生物育种领域知识演化分析 [J]. *中国农业科技导报*, 2014, 16(2): 174–181.
- Hao X N, Sun W, Zhang X F. Analysis of knowledge evolution in biological breeding field from 1995 to 2012[J]. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2014, 16(2): 174–181.