

投入要素及其生产率对生猪养殖产出增长的驱动分析

王善高

(南京农业大学 经济管理学院, 江苏 南京 210095)

摘要: 基于 2004—2018 年生猪养殖的省级宏观数据, 使用 SFA 方法下的三种经典模型和刀切模型平均法对生猪养殖的生产函数和全要素生产率进行了估计, 并利用增长核算表全面准确地核算了生猪养殖产出增长中各投入要素及其全要素生产率的贡献大小。研究发现: 在样本考察期内, 小规模、中规模、大规模生猪养殖产出的年均增长速度为 1.440%、1.437% 和 1.472%。在 3 种生猪养殖模式中, 投入要素是驱动生猪养殖产出增长的首要因素, 其中, 尤以饲料投入的贡献最大; 而全要素生产率是驱动生猪养殖产出增长的次要因素, 且贡献主要来自效率的提升。此外, 随着生猪养殖规模的增大, 投入要素对产出增长的贡献在逐渐减小, 而全要素生产率对产出增长的贡献在逐渐扩大。

关键词: 生猪养殖; 产出增长; 投入要素; 全要素生产率

中图分类号: F326.3

文献标志码: A

文章编号: 1009-2013(2021)02-0001-08

The analysis of the influence of input factors and the productivity on output growth of pig breeding

WANG Shangao

(College of Economics and Management, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: Based on the provincial macro data of pig breeding from 2004 to 2018, the production function and total factor productivity of pig breeding have been estimated by using three classical models under the SFA method and jackknife model averaging, and the contribution of various input factors and total factor productivity in the growth of pig breeding output has been calculated fully and accurately by using the growth accounting table. The results show that the average annual growth rates of small-scale, medium-scale and large-scale pig breeding output were 1.440%, 1.437% and 1.472% respectively during the sample investigation period. For all the three pig breeding modes, the input factors are the primary factor driving the growth of pig breeding output, among which the feed input makes the biggest contribution; the total factor productivity is the secondary factor promoting the growth of pig breeding output, and the contribution mainly comes from efficiency improvement. With the increase of pig breeding scale, the contribution of input factors to output growth shrinks gradually while the contribution of total factor productivity to output growth rises gradually.

Keywords: pig breeding; output growth; input factors; total factor productivity

一、问题的提出

受非洲猪瘟疫情、猪周期和部分地区不合理禁养、限养等因素叠加影响, 我国生猪养殖产业遭受巨大冲击, 生猪产能大幅下降, 猪肉市场供应变得偏紧。猪肉是重要的“菜篮子”产品, 关乎国计民

生^[1]。为稳定生猪生产, 促进转型升级, 增强猪肉供应保障能力, 国务院办公厅于 2019 年 9 月出台了《关于稳定生猪生产促进转型升级的意见》, 提出要加大政策扶持, 加强科技支撑, 推动构建生产高效、资源节约、环境友好、布局合理、产销协调的生猪产业高质量发展新格局。同年 12 月, 农业农村部出台了《加快生猪生产恢复发展三年行动方案》, 并指出要“像抓粮食生产一样抓生猪生产”。新古典经济增长理论认为, 增加生产要素和提高全要素生产率是实现产出增长的两个重要方式。那

收稿日期: 2021-02-04

基金项目: 国家社会科学基金重点项目(20AJL010)

作者简介: 王善高(1992—), 男, 江苏扬州人, 博士研究生, 研究方向为农业经济与管理。

么,在加快恢复生猪生产的过程中,哪个方式更能有效地促进产出增长呢?这一问题的解答,对生猪复产增养工作的推进显得至关重要。而要想回答这一问题,就需要厘清生猪养殖产出增长中各投入要素和全要素生产率的贡献大小。

关于生猪养殖产出增长的研究,现有文献进行了一些探讨,主要集中在以下几个方面:第一,考察生产率、效率等对生猪产出的影响。王善高等^[2]利用生猪养殖的省级宏观数据测算了生猪养殖的技术效率,发现如果能够有效消除效率损失,在不改变投入的情况下,生猪产出还有11.5%的提升空间。第二,考察投入要素对生猪产出的影响。肖红波^[3]利用生猪养殖投入产出数据分析了投入要素的产出弹性,发现饲料的产出弹性最大,其次是仔猪,而劳动投入的产出弹性最小。王明利和李威夷^[4]基于15个生猪主产区的生猪养殖数据测算了投入要素的产出弹性,发现饲料投入对产出的影响最大,其次是用工数量。第三,考察饲料价格、猪肉价格等价格因素对生猪产出的影响。陈蓉^[5]利用HP滤波法对我国生猪生产波动周期进行了研究,发现1985年以前生猪生产波动的主要原因是粮食丰歉,而1985年以后生猪生产波动的主要原因是饲料价格波动。周晶等^[6]基于生猪养殖的省级面板数据分析了生猪生产波动的影响因素,发现猪肉价格对生猪生产波动的影响最大。此外,还有一部分学者考察了生猪养殖补贴、畜禽环境规制、重大疫情疫病等外部因素对生猪产出的影响^[7-9]。

关于产出增长来源的测算方法,早期学者大多采用传统生产函数法(CFP)。该方法通过设定的生产函数推导出经济增长公式,将产出增长的来源分解为若干个子指标。假设生产函数的形式为 $y = \alpha + \beta_1 l + \beta_2 k + v$,其中, y 为产出, l 为劳动, k 为资本, v 为残差, β_1 、 β_2 分别为劳动和资本的产出弹性, α 为索洛余值。根据经济增长理论,可推导出公式 $\Delta y = \Delta \alpha + \beta_1 \Delta l + \beta_2 \Delta k + \Delta v$ 。由公式可知,产出增长的来源被分解为三部分: $\Delta \alpha$ (全要素生产率变化)、 $\beta_1 \Delta l + \beta_2 \Delta k$ (投入要素变化)和 Δv (残差变化)。CFP方法通俗易懂,且测算简单,但无法对全要素生产率做进一步分解^[10],因此无法打开全要素生产率的“黑箱”。为探究出全要素生产率的内部结构,学者们开始采用数据包络分析法(DEA)和随机前

沿分析法(SFA)来测算产出增长的来源。其中,DEA方法不需要对生产函数的形式作假设,能通过线性规划方法求解效率,并且还能对全要素生产率进行分解,但该方法无法剥离随机误差的影响,会将随机误差纳入效率损失中,导致效率被低估^[11]。SFA方法则是在CFP方法的基础上,增加了技术无效率项 u ,将生产函数设为 $y = \eta + \beta_1 l + \beta_2 k + v - u$ 。当我们令 $\alpha = \eta - u$ 时,生产函数就可以改写为 $y = \alpha + \beta_1 l + \beta_2 k + v$,这恰好和CFP方法下的生产函数相同。因此SFA方法不仅可以将产出增长的来源分解为全要素生产率变化、投入要素变化和残差变化,而且还能将全要素生产率变化进一步分解为技术变化和效率变化。相比之下,在测算产出增长的来源时,SFA方法的优势要明显一些。

综上,现有研究在生猪养殖产出增长的理论 and 实证方面均做了有益探讨,但还存在以下不足:第一,现有研究大多选取一个或多个因素来探究其对生猪产出的影响,如考察投入要素对产出的影响,但鲜有学者测算生猪养殖产出增长中各投入要素和全要素生产率的贡献大小。事实上,产出增长是多种因素合力的结果,而且不同的因素对产出增长有着不同的贡献。仅仅考察某一因素对产出增长的影响,而不比较各因素对产出增长的贡献大小则显得相对片面。第二,尽管SFA方法优势明显,并且已经有一部分学者开始采用SFA方法来测算产出增长的来源,但遗憾的是,在SFA方法中,技术无效率 u 的函数形式存在多种假设,这意味着SFA方法包含了多种模型,但学者们并没有对这些模型做很好的区分,大多是从SFA方法中挑选一种模型来测度产出增长的来源。事实上,不同模型都可能在一定程度上解释投入产出关系,依赖单一模型测算产出增长的来源可能存在较大偏差。为弥补现有研究的不足,本文拟基于2004—2018年生猪养殖的省级宏观数据,使用SFA方法下的三种经典模型和刀切模型平均法对生猪养殖的生产函数和全要素生产率进行估计,并利用增长核算表全面准确核算生猪养殖产出增长中各投入要素及其全要素生产率的贡献大小,以期识别出各因素的重要程度,从而为生猪复产增养工作的推进提供理论指导。

二、研究方法

随机前沿分析始于生产最优化的研究,最早是

由 Aigner、Meeusen 等^[12,13]分别独立提出，但此时的随机前沿分析主要用于截面数据。Schmidt 等^[14,15]最早将随机前沿分析用于面板数据中，并率先构造了面板随机前沿生产函数，形式如下：

$$y_{it} = \alpha + x'_{it}\beta + v_{it} - u_{it} \quad (1)$$

其中， i 和 t 表示省份和年份， y 为产出， x 为投入要素向量， v 为随机误差， u 为技术效率损失， α 为常数项， β 为待估计参数向量。需要说明的是， y 和 x 均为对数形式。

在面板随机前沿生产函数中，技术效率损失 u 存在不随时间变化和随时间变化两种假设。考虑到效率低的个体可以通过引进技术、强化管理等来提高效率，而效率高的个体也可能因为管理不善导致效率下降，因此将 u 设为随时间变化相对更合理。然而，在 u 随时间变化的假设中， u 的函数形式存在多种假设，常见的函数形式有 CSS90 模型、BC92 模型和 LS93 模型等^[16]。其中，CSS90 模型将 u_{it} 设为关于时间 t 的二次函数，而 BC92 模型和 LS93 模型均将 u_{it} 表示为 u_i 和一个具有时间变化特征的函数 $f(t)$ 的乘积，即 $u_{it}=f(t) \times u_i$ ，但设定的 $f(t)$ 函数形式有所差别。具体而言：CSS90 模型用一元二次函数来刻画 u_{it} 的时间变化特征，该模型令 $w_{it}=\alpha-u_{it}$ ，并将 w_{it} 设为 $w_{it}=\omega_0+\omega_1t+\omega_2t^2$ ，其中， t 为时间。BC92 模型^[17]将 $f(t)$ 设为 $f(t)=\exp[\eta(t-T)]$ ，其中， η 为延迟参数，反映技术效率损失随时间变化的方向和速度。LS93 模型^[18]没有对 $f(t)$ 的形式作假设，而是将 $f(t)$ 设为了一组时间虚拟变量。这种设定会减少待估计参数的数量，提升估计速度，但会降低模型灵活性。

在面对多个模型时，模型选择法可以通过一定的标准来选择其中最优的模型。然而，“非此即彼”的选择方式可能存在偏误，因为不同模型都可能在一定程度上解释投入产出关系。为克服模型选择法的不足，Hansen 和 Racine^[19]提出了刀切模型平均法，该方法通过最小化交叉验证准则来确定权重，然后给不同的模型赋予不同的刀切权重，从而得到更综合、更全面的估计结果。

假设存在 m 个候选模型，每个候选模型被解释变量的刀切拟合值为 $\hat{y}^m=(\hat{y}_1^m, \dots, \hat{y}_n^m)$ ，其中， \hat{y}_i^m 是剔除第 i 个样本后被解释变量的拟合值。刀切模型平均法的权重 w_m 是一组非负且和为 1 的向量。计算公式如下：

$$w^* = \underset{w=(w_1, \dots, w_M) \in \Omega_M}{\operatorname{argmin}} CV_n(w) = \frac{1}{n} \hat{e}(w)' \hat{e}(w) = \frac{1}{n} (y - \sum_{m=1}^M w_m \hat{y}^m)' (y - \sum_{m=1}^M w_m \hat{y}^m) \quad (2)$$

其中， w^* 是刀切权重； $\hat{e}(w)$ 是加权平均残差；

$\sum_{m=1}^M w_m \hat{y}^m$ 是刀切拟合值的加权平均数。

生猪养殖的投入产出衡量如下：产出用生猪养殖的出栏重量表示，根据主产品产量计算。生产要素投入方面，考虑到仔畜费、饲料费、人工成本占生猪养殖总成本的比重较大（《全国农产品成本收益资料汇编》统计数据显示，2004—2018 年仔畜费、饲料费和人工成本占生猪养殖总成本的比重均在 90% 以上），因此本研究将仔畜、饲料、人工作为单独的投入要素，而将剩余的土地、技术、资本等生产要素统一纳入其他投入要素。具体而言：仔猪投入用仔猪重量表示；饲料投入用养殖周期内的精饲料使用量表示；劳动力投入用养殖周期内的投工量表示，包含家庭用工和农业雇工；其他要素投入用直接费用（除仔畜费用和精饲料费用外）和间接费用之和表示。在得到刀切权重 w^* 以后，本研究的回归模型如下：

$$y_{it} = \sum_{m=1}^M w_m^* \hat{f}_m(x_{it}) = \sum_{m=1}^M w_m^* (\hat{\alpha}_{it}^m + \hat{\beta}_{zx}^m z_{x_{it}} + \hat{\beta}_{sl}^m s_{l_{it}} + \hat{\beta}_{ld}^m l_{d_{it}} + \hat{\beta}_{qt}^m q_{t_{it}} + \hat{v}_{it}^m) = A_{it} + B_{zx} z_{x_{it}} + B_{sl} s_{l_{it}} + B_{ld} l_{d_{it}} + B_{qt} q_{t_{it}} + V_{it} \quad (3)$$

其中， w_m^* 是第 m 个模型的刀切权重； $\hat{f}_m(x_{it})$ 是第 m 个模型的回归结果； $z_{x_{it}}$ 为仔畜， $s_{l_{it}}$ 为饲料， $l_{d_{it}}$ 为劳动力， $q_{t_{it}}$ 为其他要素； $\hat{\alpha}_{it}^m$ 、 $\hat{\beta}_{zx}^m$ 、 $\hat{\beta}_{sl}^m$ 、 $\hat{\beta}_{ld}^m$ 、 $\hat{\beta}_{qt}^m$ 、 \hat{v}_{it}^m 分别是第 m 个模型估计的全要素生产率、仔畜弹性系数、饲料弹性系数、劳动弹性系数、其他要素弹性系数和随机项。经过推导和恒等变换，得到最终模型的全要素生产率、仔畜弹性系数、饲料弹性系数、劳动弹性系数、其他要素弹性系数和随机项分别为：

$$A_{it} = \sum_{m=1}^M w_m^* \hat{\alpha}_{it}^m, B_{zx} = \sum_{m=1}^M w_m^* \hat{\beta}_{zx}^m, B_{sl} = \sum_{m=1}^M w_m^* \hat{\beta}_{sl}^m, B_{ld} = \sum_{m=1}^M w_m^* \hat{\beta}_{ld}^m, B_{qt} = \sum_{m=1}^M w_m^* \hat{\beta}_{qt}^m, V_{it} = \sum_{m=1}^M w_m^* \hat{v}_{it}^m$$

上文指出，在 SFA 方法下，生猪养殖产出增长的来源可以分解为投入要素贡献、全要素生产率贡

献和残差贡献。其中,投入要素贡献可以细分为各单项投入要素的贡献,是对应投入要素系数与投入要素数量变化的乘积;而全要素生产率贡献和残差贡献分别是全要素生产率值和残差值从一个时期到另一个时期的变化。

三、数据来源与计量结果分析

本研究数据来自《全国农产品成本收益资料汇编》和《中国统计年鉴》。其中,不同规模生猪养殖的投入、产出数据来自《全国农产品成本收益资

料汇编》;相关投入要素的价格指数数据来自《中国统计年鉴》。需要说明的是,由于增长核算涉及变量的跨期变化,为保证数据的连续性,故将数据整理成平衡面板数据。通过整理,共取得小规模、中规模、大规模的样本数依次为 330 个、360 个和 345 个,样本分布相对均衡,能较好地展示不同规模生猪养殖的状况。由于其他要素投入涉及金额,为消除价格因素的影响,以 2004 年为基期用生猪生产价格指数对其他要素投入进行平减。相关变量的定义及描述性统计结果见表 1。

表 1 相关变量的定义及描述性统计结果

变量名称	单位	变量定义	小规模		中规模		大规模	
			均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差
产出	kg/头	生猪出栏重量	112.95	10.51	112.91	10.25	108.55	10.14
仔猪投入	kg/头	仔猪重量	16.67	5.47	17.07	5.05	18.06	5.35
饲料投入	kg/头	精饲料使用量	291.96	39.00	296.22	34.46	279.74	33.32
劳动力投入	日	自用工和雇工之和	3.85	1.65	2.40	1.09	1.47	0.75
其他要素投入	元	直接费用(除仔猪费用和精饲料费用外)和间接费用之和	71.51	24.96	68.84	20.88	77.64	28.11

基于 Stata12 统计软件,利用指令 `sfp` 分别估计了 3 种面板随机前沿生产函数(表 2)。结果显示:1)不同模型解释变量的估计系数存在明显差异。以小规模为例,BC92 模型的估计系数在统计上高度显著;CSS90 模型的估计系数大部分在统计上显著;而 LS93 模型的估计系数仅有极个别在统

计上显著。2)不同模型所估计出的技术效率值也存在明显差异。同样地,以小规模为例,CSS90 模型、BC92 模型、LS93 模型估计出的技术效率均值依次为 0.889、0.897、0.909,其中,LS93 模型估计出的技术效率最高,而 CSS90 模型估计出的技术效率最低。

表 2 不同类型随机前沿生产函数的估计

变量名称	小规模			中规模			大规模		
	CSS90 模型	BC92 模型	LS93 模型	CSS90 模型	BC92 模型	LS93 模型	CSS90 模型	BC92 模型	LS93 模型
ln(仔猪投入)	0.061*** (3.039)	0.156*** (13.731)	0.066 (0.160)	0.086*** (4.479)	0.227*** (18.092)	0.067 (0.173)	0.057*** (3.110)	0.185*** (13.248)	0.035 (0.103)
ln(饲料投入)	0.269*** (11.655)	0.666*** (87.742)	0.282 (0.505)	0.207*** (7.820)	0.676*** (72.500)	0.228 (0.364)	0.242*** (7.902)	0.793*** (34.484)	0.247 (0.363)
ln(劳动力投入)	0.010 (0.841)	0.042*** (4.609)	0.003 (0.011)	-0.001 (-0.118)	0.017** (1.991)	-0.004 (-0.023)	-0.010 (-1.239)	0.024*** (2.614)	-0.000 (-0.000)
ln(其他要素投入)	0.046*** (4.448)	0.135*** (12.252)	0.080 (0.352)	0.044*** (4.324)	0.081*** (7.340)	0.054 (0.274)	0.027** (2.241)	-0.001 (-0.089)	-0.043 (-0.199)
地区虚拟变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
样本数	330	330	330	360	360	360	345	345	345
技术效率均值	0.889	0.897	0.909	0.870	0.901	0.894	0.879	0.740	0.915
刀切权重	0.115	0.742	0.143	0.089	0.810	0.101	0.092	0.850	0.058

注:***、**、*分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平;()内数值为 t 值。

进一步地,利用指令 `jackknife` 计算 CSS90 模型、BC92 模型和 LS93 模型被解释变量的刀切拟合值 \hat{y}^m ,然后利用交叉验证准则得到 3 个模型的权重。结果显示,在小规模中 3 个模型的刀切权重依次为 0.115、0.742、0.143;在中规模中 3 个模型的刀切权重依次为 0.089、0.810、0.101;在大规模中

3 个模型的刀切权重依次为 0.092、0.850、0.058。无论是在小规模中还是在中规模和大规模中,刀切模型平均法对投入要素估计系数显著性越强的模型赋予的权重越高。以中规模为例,在中规模中 BC92 模型所赋予的权重高达 0.810,而 CSS90 模型所赋予的权重仅为 0.089,前者所赋予的权重是后

者的 9.10 倍,这说明刀切模型平均法具有一定的合理性。最后,基于不同类型随机前沿生产函数的估计系数和刀切权重,计算小规模、中规模、大规模加权的随机前沿函数。其中,小规模中仔猪、饲料、劳动力和其他要素的弹性系数依次为 0.1322、0.5659、0.0329、0.1170;中规模中仔猪、饲料、劳动力和其他要素的弹性系数依次为 0.1980、0.5889、0.0129、0.0749;大规模中仔猪、饲料、劳动力和其他要素的弹性系数依次为 0.1642、0.7102、0.0194、-0.0010。

1. 生猪养殖产出增长情况

图 1 展示了不同规模生猪养殖产出增长率的折线图。需要说明的是,图中 04/05 表示从 2004 年到 2005 年,其余年份依此类推。总体来看,2004—2018 年,小规模、中规模、大规模生猪养殖产出增长率曲线除个别年份在 0 刻度线以下外,在绝大多数年份都在 0 刻度线以上,说明小规模、中规模、大规模生猪养殖的产出在不断提升,这意味着我国生猪养殖产业在稳步发展。从数值大小来看,2004—2018 年,小规模、中规模、大规模生猪养殖产出增长率的均值依次为 0.0144、0.0144 和 0.0147,即年均增长速度为 1.440%、1.437%和 1.472%。值得注意的是,生猪养殖产出增长率曲线在 2008 年以前波动幅度较大,而在 2008 年以后趋于平缓。出现这种现象的可能原因是,在 2008 年以前,由于缺乏稳定的供应机制,生猪养殖产出会随着市场价格的波动而变化^[20],波动幅度较大。为稳定市场供应,我国政府在 2008 年印发了《关于促进生猪生产发展稳定市场供应的意见》,并出台了一系列促进生猪生产发展的政策措施,包括实施能繁母猪补贴,启动母猪政策性保险,完善生猪良种繁育体系,支持标准化规模养殖场建设,给予生猪调出大县奖

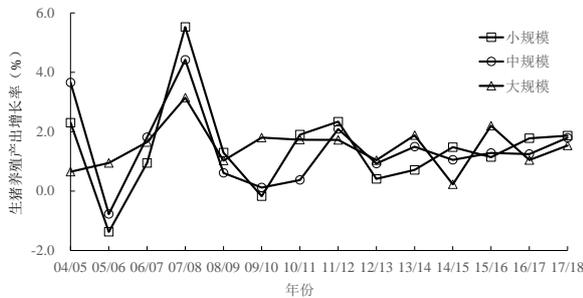


图 1 不同规模生猪养殖产出增长率折线图

励,建立健全生猪疫病防控体系等^[21],这在一定程度上调动了广大农民发展养猪业的积极性,因此生

猪养殖产出增长率曲线在 2008 年以后趋于平稳。

2. 生猪养殖产出增长的来源分析

本研究基于仔猪、饲料、劳动力和其他要素的弹性系数以及全要素生产率、技术和效率的变化核算了不同规模生猪养殖产出增长的来源(表 3)。总体来看,在小规模、中规模、大规模 3 种生猪养殖模式中,投入要素是驱动生猪养殖产出增长的首要因素,其中,尤以饲料投入的贡献最大;而全要素生产率是驱动生猪养殖产出增长的次要因素,且贡献主要来自效率提升。

表 3 不同规模生猪养殖产出增长核算表 %

名称	小规模		中规模		大规模	
	贡献	贡献率	贡献	贡献率	贡献	贡献率
投入要素	1.335	92.72	1.280	89.09	1.190	80.84
仔猪投入	0.047	3.24	0.213	14.83	0.048	3.26
饲料投入	1.252	86.99	0.861	59.92	1.144	77.72
劳动力投入	-0.075	-5.22	-0.021	-1.46	0.001	0.09
其他要素投入	0.111	7.70	0.227	15.80	-0.003	-0.22
全要素生产率	0.268	18.61	0.353	24.59	0.574	39.02
技术	0.105	7.28	0.157	10.91	0.282	19.16
效率	0.163	11.33	0.197	13.69	0.292	19.86
残差	-0.163	-11.33	-0.197	-13.69	-0.292	-19.86
生猪养殖产出增长率	1.440	100	1.437	100	1.472	100

从投入要素方面看,投入要素为小规模、中规模、大规模生猪养殖的产出分别提供了 1.335%、1.280%和 1.190%的增速,对产出增长的贡献率依次为 92.72%、89.09%、80.84%,说明投入要素对生猪养殖产出增长的贡献处在较高水平,这意味着投入要素是驱动生猪养殖产出增长的首要因素。从投入要素明细来看,在小规模中,仔猪、饲料、劳动力和其他要素分别为产出提供了 0.047%、1.252%、-0.075%和 0.111%的增速;在中规模中,仔猪、饲料、劳动力和其他要素分别为产出提供了 0.213%、0.861%、-0.021%和 0.227%的增速;在大规模中,仔猪、饲料、劳动力和其他要素分别为产出提供了 0.048%、1.144%、0.001%和-0.003%的增速。在 3 种生猪养殖模式中,仔猪、饲料、劳动力和其他要素对产出增长的贡献表现出了高度的相似性,即饲料对产出增长的贡献最大,而劳动力对产出增长的贡献最小。饲料对产出增长贡献大的可能原因是,生猪养殖属于“耗粮型”畜牧业,养殖中会消耗大量的饲料。《全国农产品成本收益资料汇编》统计数据显示,2004—2018 年,小规模、中规模、大规

模生猪养殖的精饲料使用量分别由 261.4kg/头、271.5 kg/头、253.5 kg/头变化为 325.12 kg/头、320.72 kg/头、306.18 kg/头，呈现出明显的增长趋势。劳动力对产出增长贡献小的可能原因有：一方面，小规模、中规模、大规模生猪养殖均属于规模化养殖，与散养相比，机械化程度要高一些，因而对劳动力的需求小；另一方面，受非农就业工资上涨影响，我国农业劳动力价格迅速攀升，为降低劳动力成本，生猪养殖场（户）在养殖中会大量采用机械替代劳动力^[22]，这使得劳动力的投入会越来越来少，因而劳动力对产出增长的贡献处在较低水平。《全国农产品成本收益资料汇编》统计数据显示，2004—2018 年，小规模、中规模、大规模生猪养殖的劳动力投入由 5.57 日/头、3.43 日/头、1.66 日/头变化为 3.04 日/头、1.92 日/头、1.12 日/头，呈现出明显的下降趋势。

从全要素生产率方面看，全要素生产率为小规模、中规模、大规模生猪养殖的产出分别提供了 0.268%、0.353%和 0.574%的增速，对产出增长的贡献率依次为 18.61%、24.59%、39.02%，说明全要素生产率虽然对生猪养殖产出增长具有贡献效应，但明显小于投入要素，这意味着全要素生产率是驱动生猪养殖产出增长的次要因素。从全要素生产率明细来看，在小规模中，技术和效率为产出分别提供了 0.105%和 0.163%的增速；在中规模中，技术和效率为产出分别提供了 0.157%和 0.197%的增速；在大规模中，技术和效率为产出分别提供了 0.282%和 0.292%的增速。在 3 种生猪养殖模式中，效率对产出增长的贡献均要高于技术对产出增长的贡献，说明全要素生产率的贡献主要来自效率提升。出现这种现象的可能原因是，技术进步本质上是把新知识、新技术转化为生产力的过程，这期间需要经历技术发明、技术创新、技术扩散等环节，是一个漫长的过程。相比之下，提高效率相对更快，也相对更容易，因此效率对产出增长的贡献要高于技术对产出增长的贡献。但随着生猪养殖规模的增大，技术和效率对产出增长的贡献均在增大，说明规模化养殖在技术和效率上均具有一定优势，而且规模越大优势越明显。这提示我们应加快推进生猪的规模化养殖，实现养殖的规模经济，促进养殖技术进步和养殖效率提升。

值得注意的是，随着生猪养殖规模的增大，投入要素对产出增长的贡献在逐渐减小(小规模、中规模、大规模依次为 1.335%、1.280%和 1.190%)，而全要素生产率对产出增长的贡献在逐渐扩大(小规模、中规模、大规模依次为 0.268%、0.353%和 0.574%)，这说明相对于中、小规模生猪养殖来说，大规模生猪养殖产出增长的方式相对更合理，这也提示我们要加快推进生猪的规模化养殖，走规模化之路。

3. 生猪养殖产出增长率和要素贡献的时间趋势

上文展示了生猪养殖产出增长率及各种贡献的总体特征。接下来，本文将分析生猪养殖产出增长率和各种贡献的时序列特征。图 2 展示了不同规模生猪养殖产出增长率和各种贡献的折线图。由图可知，小规模、中规模、大规模 3 种生猪养殖模式的产出增长率曲线、投入要素贡献曲线、饲料贡献曲线、全要素生产率贡献曲线、技术贡献曲线和效率贡献曲线的年际变化特征均表现出了高度的相似性。

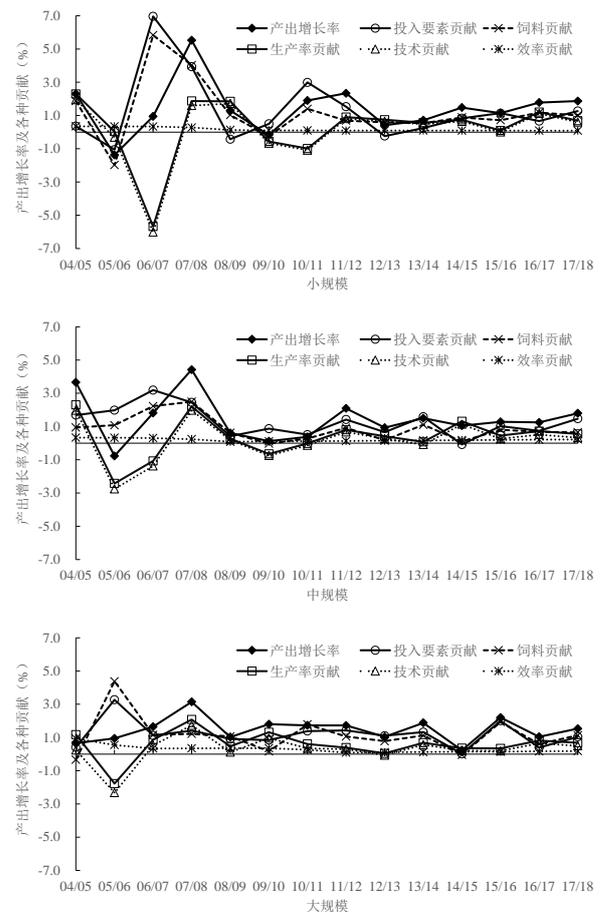


图 2 不同规模生猪养殖产出增长率和要素贡献的折线图

在 3 幅图中，投入要素贡献曲线均在 0 刻度线

以上波动,但均出现了向下倾斜的趋势,说明投入要素对生猪养殖产出增长一直保持着正向的贡献效应,但随着时间推移,这种贡献效应有所减弱。当然,这不是说我国生猪养殖投入要素的质量在下降。出现这种现象的可能原因是,随着生猪养殖产业的发展,我国生猪养殖的技术和效率在不断提升,这在一定程度上会提升全要素生产率(技术和效率)在生猪养殖产出增长中的贡献,而产出增长的来源主要由生产要素和全要素生产率构成,因此随着全要素生产率贡献的提升,生产要素的贡献必然会下降。当然,从另一方面来讲,这也意味着我国生猪养殖产出增长的方式在逐步优化,由单纯要素驱动逐步转变为要素驱动为主、全要素生产率驱动为辅,这预示着我国生猪养殖产业在朝着好的方向发展。

在 3 幅图中,饲料贡献曲线和投入要素贡献曲线的吻合程度相对较高,而投入要素贡献曲线和产出增长率曲线的走势又大体一致,且这种现象在 2008 年以后体现得尤为明显,这说明投入要素是驱动生猪养殖产出增长的首要因素,而饲料投入又在投入要素中起着主导作用。换句话说,即我国生猪养殖产出增长主要是由投入要素中的饲料投入增加引起的,这佐证了上文的研究结论。需要引起重视的是,在当前的养殖技术模式下,饲料是投入要素中的主体(《全国农产品成本收益资料汇编》统计数据显示,2004—2018 年规模生猪饲料投入占生产成本的比重一直都在 60%以上),我们应尽快推广数字技术、智能化技术等新的技术模式,构建新的技术体系,完善投入要素的组合和配置,在更高的层面上提升全要素生产率。

在 3 幅图中,全要素生产率贡献曲线在绝大多数年份都在 0 刻度线以上波动,说明在绝大多数年份全要素生产率对生猪养殖产出增长都有正向的贡献效应。值得注意的是,在 2005—2007 年,小规模、中规模、大规模的全要素生产率贡献曲线均在 0 刻度线以下,说明在此期间 3 种生猪养殖模式的全要素生产率均出现了下滑。出现这种现象的可能原因有:第一,受猪周期的影响,生猪养殖在经历了 2 年的高峰期后,于 2005 年 9 月开始出现跌落,并且这种低迷状态一直持续到 2007 年才结束。在此期间,大量生猪养殖户退出养殖。第二,在 2006

年我国生猪爆发了“蓝耳病疫情(猪瘟疫)”,该疫病发病率、死亡率高,对生猪养殖产生了不利影响。在这些因素的综合影响下,我国生猪养殖产业遭受严重冲击,最终导致生猪养殖全要素生产率出现了下降。

在 3 幅图中,技术贡献曲线在总体上有向上倾斜的趋势,说明技术在生猪养殖产出增长中的贡献在逐步增大。这可能得益于我国生猪养殖产业的发展,但不可否认的是,我国政府在 2008 年出台的促进生猪生产发展的政策措施也是其中的一个重要推力。值得注意的是,尽管技术贡献曲线在总体上有向上倾斜的趋势,但在生猪养殖产出增长中产生的贡献还相对较小。这提示我们要加快生猪养殖技术的研发和创新,提升技术在生猪养殖产出增长中的贡献。

在 3 幅图中,效率贡献曲线一直在 0 刻度线以上波动,但有趋于 0 的趋势,说明虽然效率对生猪养殖产出增长有正向的贡献效应,但随着时间推移,这种正向的贡献效应在日益减小。这可能是因为当前的技术水平下,3 种生猪养殖模式的技术效率已经进入了稳态水平,因此技术效率的跨期变化幅度不大。当然,这也提示我们要进一步加强对生猪养殖场的经营管理,降低生猪养殖中的效率损失,争取摆脱稳定状态,实现生猪养殖技术效率的“新飞跃”。

四、结论及其启示

上述研究表明:1) 2004—2018 年,小规模、中规模、大规模生猪养殖产出的年均增长速度为 1.440%、1.437%和 1.472%。2) 在 3 种生猪养殖模式中,投入要素是驱动生猪养殖产出增长的首要因素,其中,尤以饲料投入的贡献最大;而全要素生产率是驱动生猪养殖产出增长的次要因素,且贡献主要来自效率提升。3) 随着生猪养殖规模的增大,投入要素对产出增长的贡献在逐渐减小,而全要素生产率对产出增长的贡献在逐渐扩大。4) 投入要素贡献曲线和产出增长率曲线的走势大体一致,而饲料贡献曲线和投入要素贡献曲线的吻合度较高。此外,随着时间推移,技术贡献曲线在总体上有向上倾斜的趋势,而效率贡献曲线有趋于 0 的趋势。

以上结论对助力生猪复产增养工作具有以下

启示：第一，考虑到投入要素是驱动生猪养殖产出增长的首要因素，建议政府要严把生产要素的质量关，特别是饲料的质量，确保生猪养殖场（户）用得放心、用得安心，帮助生猪养殖场（户）尽快恢复产能，全力促进生猪养殖场（户）的发展壮大。第二，考虑到全要素生产率是驱动生猪养殖产出增长的次要因素，而全要素生产率又是由技术和效率决定的，建议政府可以适当出台相关优惠政策，诸如政策奖励、税收减免等，鼓励生猪养殖场（户）引进先进的养殖技术和设备，促进技术水平和生产效率的提升，最大限度发挥全要素生产率在产出增长中的作用。第三，考虑到饲料贡献曲线和投入要素贡献曲线的吻合度较高，说明在当前的技术模式下，饲料还是投入要素中的主体，建议政府尽快推广数字技术、智能化技术等新的技术模式，构建新的技术体系，在更高的层面上提升全要素生产率。需要引起重视的是，尽管投入要素会驱动生猪养殖产出增长，但增加要素投入容易走向粗放型发展，不利于生猪养殖场（户）的可持续发展，建议政府要积极引导生猪养殖场（户）转变产出增长方式，由依靠“要素驱动”逐步转变为“要素驱动、全要素生产率驱动同时发力”，促进生猪生产持续健康有序发展。

参考文献：

- [1] 杜红梅, 王明春, 胡梅梅. 不同规模生猪养殖绿色全要素生产率的时空差异——基于非径向、非角度 SBM 生产率指数模型[J]. 湖南农业大学学报(社会科学版), 2019, 20(2): 16-23.
- [2] 王善高, 田旭, 徐章星. 中国生猪养殖的最优规模研究: 基于不同效率指标的考察[J]. 统计与决策, 2020, 36(17): 51-56.
- [3] 肖红波. 我国生猪生产增长与波动研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2010.
- [4] 王明利, 李威夷. 基于随机前沿函数的中国生猪生产效率研究[J]. 农业技术经济, 2011(12): 32-39.
- [5] 陈蓉. 我国生猪生产波动周期分析[J]. 农业技术经济, 2009(3): 77-86.
- [6] 周晶, 丁士军, 阮冬燕. 中国生猪生产波动影响因素分析: 基于 2000-2012 年省级面板数据的实证研究[J]. 农业现代化研究, 2014, 35(6): 750-756.
- [7] 王明利, 肖洪波. 我国生猪生产波动的成因分析[J]. 农业经济问题, 2012, 33(12): 28-32.
- [8] 王刚毅, 王孝华, 李翠霞. 养殖资本化对生猪价格波动的稳定效应研究——基于中国面板数据的经验分析[J]. 中国农村经济, 2018(6): 55-66.
- [9] 谭莹, 胡洪涛, 周建军. 地区环境规制对生猪养殖生产的影响机制[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(13): 347-352.
- [10] 龚斌磊. 投入要素与生产率对中国农业增长的贡献研究[J]. 农业技术经济, 2018(6): 4-18.
- [11] 王善高, 田旭. 中国粮食生产成本上升原因探究: 基于稻谷、小麦、玉米的实证分析[J]. 农业现代化研究, 2017, 38(4): 571-580.
- [12] AIGNER D, LOVELL C A K, Schmidt P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models[J]. Journal of Econometrics, 1977, 6(1): 21-37.
- [13] MEEUSEN W, BROECK J V D. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error[J]. International Economic Review, 1977, 18(2): 435-444.
- [14] SCHMIDT P, SICKLES R C. Production frontiers and panel data[J]. Journal of Business & Economic Statistics, 1984, 2(4): 367-374.
- [15] CORNWELL C, SCHMIDT P, SICKLES R C. Production frontiers with cross-sectional and time-series variation in efficiency levels[J]. Journal of Econometrics, 1990, 46(1-2): 185-200.
- [16] 连玉君. 随机边界模型: 进展及 Stata 应用[J]. 郑州航空工业管理学院学报, 2018, 36(1): 97-112.
- [17] BATTESEG E, COELLI T J. Frontier production functions, technical efficiency and panel data: With application to paddy farmers in India[J]. Journal of Productivity Analysis, 1992, 3(1): 153-169.
- [18] LEE Y H, SCHMIDT P. A production frontier model with flexible temporal variation in technical inefficiency [C]//FRIED H O, LOVELL C A K, SCHMIDT S S. The measurement of productive efficiency: Techniques and applications, New York: Oxford University Press, 1993: 237-255.
- [19] HANSEN B E, RACINE J S. Jackknife model averaging[J]. Journal of Econometrics, 2012, 167(1): 38-46.
- [20] 谭莹, 邱俊杰. 中国生猪生产效率及生猪补贴政策优化分析[J]. 统计与信息论坛, 2012, 27(3): 61-66.
- [21] 周晶, 陈玉萍, 丁士军. “一揽子”补贴政策对中国生猪养殖规模化进程的影响——基于双重差分方法的估计[J]. 中国农村经济, 2015(4): 29-43.
- [22] 李杰, 胡向东, 王玉斌. 生猪养殖户养殖效率分析——基于 4 省 277 户养殖户的调研[J]. 农业技术经济, 2019(8): 29-39.

责任编辑: 李东辉