

引用格式:张诩, 乔娟, 沈鑫琪. 养殖废弃物治理经济绩效及其影响因素: 基于北京市养殖场(户)视角[J]. 资源科学, 2019, 41(7): 1250-1261. [Zhang X, Qiao J, Shen X Q. Economic performance of livestock and poultry breeding waste treatment and influencing factors: Based on data of farms in Beijing[J]. Resources Science, 2019, 41(7): 1250-1261.] DOI: 10.18402/resci.2019.07.06

# 养殖废弃物治理经济绩效及其影响因素 ——基于北京市养殖场(户)视角

张 诩, 乔 娟, 沈鑫琪

(中国农业大学经济管理学院, 北京 100083)

**摘 要:**养殖废弃物污染严重危害农村环境,但养殖场(户)往往缺乏养殖废弃物治理的积极性,而提高养殖废弃物治理经济绩效会大大提高养殖场(户)的治理积极性,这使得充分了解养殖场(户)的废弃物治理经济绩效及其影响因素显得尤为重要。本文运用DEA-Tobit两阶段模型分析北京市2017年调研数据,对养殖废弃物治理经济绩效进行测算并分析影响因素。研究发现:技术、管理及规模化对养殖废弃物治理的经济绩效有很强的促进作用,且技术与管理的促进作用大于规模化;养殖场(户)负责人偏好经营风险、养殖时间长、选择干清粪进一步选择机械干清、环评意愿强、周边农户施用粪肥积极性高对养殖废弃物治理经济绩效有显著正向影响,养殖场(户)愿意在适量的基础上进一步减少使用抗生素、约束类政策认知水平高对养殖废弃物治理经济绩效有显著负向影响;环境绩效高的养殖废弃物治理行为直接拉低其经济绩效,但能通过稳定社会关系对养殖废弃物治理经济绩效有促进作用。本文结论对提高养殖场(户)的治理积极性,进而提高养殖废弃物治理的环境与社会绩效,促进农业可持续发展具有一定理论和现实意义。

**关键词:**养殖废弃物治理;经济绩效;影响因素;DEA-Tobit模型;养殖场(户);北京市

DOI: 10.18402/resci.2019.07.06

## 1 引言

养殖废弃物包括畜禽粪便、养殖污水和病死畜禽等,如果处置不当就会成为农村环境的主要污染源,不仅会污染养殖场及周边环境,还会引发民事纠纷等社会问题,严重危害农业可持续发展与农村和谐稳定。随着中国畜牧业的快速发展,政府对养殖废弃物治理高度关注并进行干预。国务院2013年发布《畜禽规模养殖污染防治条例》要求推进畜禽养殖废弃物的综合利用和无害化处理以防治畜禽养殖污染;2018年执行新的《环境保护税法》开始通过对污染征税的方式约束规模养殖场(户)的养殖废弃物治理行为,旨在提高养殖废弃物治理的宏观环境与社会绩效。养殖废弃物治理的宏观环境与社会绩效可为社会所共享,具有非排他性和非竞

争性,是比较典型的公共物品。在政府严格监管(包括约束与补贴)且部分补贴实施非普惠制、只有有限补贴少数养殖场(户)的现实背景下,大多数养殖场(户)要免于处罚且维持正常生产经营活动,只能增加投入治理养殖废弃物,势必会提高生产经营成本、降低经济绩效。养殖场(户)作为养殖废弃物治理的直接参与主体,具有“经济人”属性,追求利润最大化,在养殖废弃物治理中因更关注治理的经济绩效而缺乏治理的主动性。因此,提高养殖场(户)治理养殖废弃物的经济绩效对提高养殖场(户)的治理积极性,进而提高养殖废弃物治理的宏观环境与社会绩效至关重要。

废弃物治理绩效的相关文献较少,主要集中于废弃物资源化利用的绩效评价,多为经济、环境、社

收稿日期: 2018-10-05 修订日期: 2019-03-09

基金项目: 国家社会科学基金项目(18BGL169);现代农业产业技术体系北京市生猪产业创新团队项目(BAIC02)。

作者简介: 张诩,男,安徽蚌埠人,博士生,研究方向为农业经济理论与政策。E-mail: zhangxu\_cau@163.com

通讯作者: 乔娟,女,辽宁沈阳人,教授,博士生导师,研究方向为农业经济理论与政策。E-mail: qiaojuan@cau.edu.cn

2019年7月

会等方面的综合分析。宋成军等<sup>[1]</sup>从经济、环境、社会、技术等方面评价农业废弃物资源化利用技术;王咏梅等<sup>[2]</sup>从经济、生态、社会3个方面对农业废弃物资源化不同路径进行评价与对比分析;姜海等<sup>[3]</sup>从经济效率、环境效果和适应性等方面对养殖废弃物资源化利用管理模式进行评价;黄菊文等<sup>[4]</sup>从经济、社会政策和环境影响3个角度对上海市固体废弃物资源化利用的不同方案进行评价。但现实情况为:在政府还没有足够的经济实力给予养殖场(户)足额补贴的背景下,养殖废弃物治理的投资主要由养殖场(户)自己承担。养殖场(户)为了满足约束类政策的要求,提高养殖废弃物治理的宏观环境与社会绩效,必须增加投入。当养殖场(户)所能获得的政府补贴与养殖废弃物治理收入无法填补治理投入时,将直接降低养殖场(户)治理养殖废弃物的经济绩效,可见养殖场(户)视角的养殖废弃物治理经济绩效与宏观视角的环境和社会绩效之间存在矛盾或相互制约。已有研究较少涉及基于养殖场(户)视角的养殖废弃物治理经济绩效及影响因素分析,未能考虑各种绩效之间的关系,无法为相关补贴支持政策制定提供客观支撑。

废弃物治理绩效的评价方法也不尽相同,目前关于废弃物治理绩效的评价方法主要有层次分析法<sup>[1,4]</sup>、模糊评价模型<sup>[2]</sup>和数据包络分析<sup>[5-7]</sup>等。数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)是基于投入与产出计算效率值的绩效分析方法,使用DEA模型评价养殖废弃物治理经济绩效具有以下优点:第一,无需设定养殖废弃物治理生产函数的具体形式;第二,各项养殖废弃物治理的投入产出指标和所得模型结果客观,避免了一些绩效评价中依赖专家打分、确定权重时产生的主观偏向;第三,避免评价体系中指标分类过细、数量较多,降低了数据获取难度。但是,DEA模型不能分析出是哪些因素造成养殖废弃物治理经济绩效的提高或降低,因此需要另一个实证模型进行影响因素分析。考虑到DEA计算结果的数据特征,Tobit模型多与DEA方法结合,用于影响因素分析<sup>[8-10]</sup>。因此,本文选择DEA-Tobit两阶段模型对养殖场(户)养殖废弃物治理的经济绩效进行分析。

综上,本文在相关概念界定的基础上,利用DEA方法对养殖场(户)的养殖废弃物治理经济绩效进行测算,并构建Tobit模型分析养殖废弃物治理

经济绩效的影响因素。这既充分考虑了养殖场(户)作为养殖废弃物治理主体对经济绩效的追求,还能通过控制显著影响因素提高养殖场(户)养殖废弃物治理经济绩效,进一步提高其治理的积极性。所得结论对于鼓励养殖废弃物治理,促进农业可持续发展具有重要的理论与现实意义。

## 2 概念界定、影响机理及研究假设

### 2.1 概念界定

养殖废弃物治理是指遵循循环经济的减量化、无害化和资源化对畜禽粪便、养殖污水与病死畜禽等废弃物进行处理或再利用,主要包括废弃物的减量化排放、病死畜禽的无害化处理、畜禽粪便和养殖污水(以下简称养殖粪污)的资源化利用。兽药、饲料添加剂等的减量化投入能够减少畜禽体内和养殖废弃物中的药物、重金属等有害残留,进而降低或消除还田等资源化利用过程中的污染,是减量化排放的主要内容。随着政府对兽药及饲料添加剂使用的检查与规范越来越严格,违禁药物、有害添加剂的使用与过量使用抗生素的情况已经很少,由于只要使用抗生素就会出现残留,因此本文重点关注适量前提下的抗生素减量使用。病死畜禽无害化处理的主要方式有深埋、焚烧、高温高压化制与生物发酵等。养殖粪污资源化利用的主要方式是能源化和肥料化<sup>[11]</sup>,即用养殖粪污发酵生产沼气并将沼液、沼渣作为肥料还田,或者直接将养殖粪污还田,又或作为有机肥原料出售给有机肥加工厂。

养殖场(户)作为生产经营主体,追求利润最大化。但是,如果只用养殖场(户)的养殖废弃物治理收入减去成本得到的利润值来衡量养殖废弃物治理的经济绩效,则忽略了投入产出之间的比例关系,扩大了规模对经济绩效的影响,所得结果不够准确,也脱离实际。因此,本文基于DEA构建养殖废弃物治理的经济投入与产出指标(图1),测算养殖废弃物治理的经济效率值,以此衡量养殖场(户)的养殖废弃物治理经济绩效。

养殖场(户)的养殖废弃物治理经济绩效的投入指标主要包括2个方面:一方面是养殖废弃物治理的年投入固定成本,为化粪池、污水池、沼气工程、病死畜禽无害化处理设施等固定资产的建造成本扣除政府建设与购置补贴后按固定资产的20年折旧核算;另一方面是养殖废弃物治理的年投入可



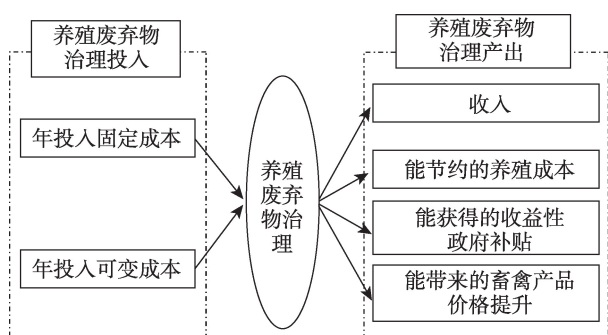


图1 养殖废弃物治理的投入产出

Figure 1 Input and output of livestock and poultry breeding waste treatment

变成本,包括养殖废弃物治理的人员工资、设备运行与维护成本。

养殖废弃物治理经济绩效的产出指标主要包括4个方面:①收入。是养殖场(户)通过资源化利用养殖废弃物所获得的收入,包括出售粪污、沼液、沼渣、沼气及沼气发电收入;②节约的养殖成本。即养殖场(户)通过减量化行为或循环再利用节约的养殖成本,为粪肥、沼气自用节约的化肥、能源费用;③收益性政府补贴。即养殖场(户)治理养殖废弃物的补贴,用于补偿养殖场(户)已发生的治理养殖废弃物的相关费用或损失,主要包括粪肥加工补贴与病死畜禽无害化处理补贴,但不包括设施设备的建设与购置补贴<sup>[12]</sup>;④养殖废弃物治理所能带来的畜禽产品(主要指肉猪、肉鸡和鸡蛋)价格提升。即养殖场(户)通过治理养殖废弃物改善养殖环境、减少抗生素使用等提高畜禽产品质量,进而提升产品售价。

综上所述,养殖场(户)的养殖废弃物治理的经济绩效具体是以养殖废弃物治理的年投入固定成本与可变成本为投入指标,以养殖废弃物治理的收入、养殖废弃物治理能节约的养殖成本、能获得的收益性政府补贴、能带来的畜禽产品价格提升为产出指标,运用DEA方法计算得出的效率值。

## 2.2 影响因素构建

基于养殖场(户)养殖废弃物治理经济绩效的定义,经济绩效由养殖废弃物治理的投入与产出决定,因此选取的影响因素应是能对养殖废弃物治理经济绩效的投入产出指标中的至少一项产生影响。结合养殖场(户)治理养殖废弃物的特点,同时参考已有文献对农业领域经济效率影响因素的选

择<sup>[13-17]</sup>,总结出养殖场(户)负责人特征、养殖场(户)生产经营特征、养殖场(户)负责人意愿、外部环境特征、养殖场(户)负责人认知和环境改善程度6个方面都对养殖废弃物治理经济绩效有影响。本文从这6方面全面构建养殖废弃物治理经济绩效影响因素体系(图2),以避免遗漏变量带来的内生性问题。

## 2.3 变量选择及研究假设

(1)养殖场(户)负责人特征。①性别。男性更多参与农业生产,且有更多的决策权,而女性以照顾家庭为主,平时对农业生产的学习较少<sup>[18]</sup>,因此男性比女性在养殖废弃物治理中更精通应用管理与技术方法降低投入,增加产出,从而获得较高的养殖废弃物治理经济绩效;②学历。高学历的养殖场(户)负责人更会对废弃物进行回收利用<sup>[19]</sup>,在治理养殖废弃物的过程中通常有更高的经营管理与学习能力以降低投入,增加产出,可能获得更高的养殖废弃物治理经济绩效;③经营风险偏好。养殖场(户)负责人的经营风险偏好程度越低,生产经营过程越“求稳”,为达到避免政府处罚这一目标,养殖场(户)会增加养殖废弃物治理的投入以稳定生产,但同时也可能会带来治理产出,因此可能提高或降低养殖废弃物治理的经济绩效;④养殖时间。养殖时间长意味着养殖经验更丰富,更容易了解如何在养殖废弃物治理中降低投入,增加产出,可能获得较高的经济绩效。综上所述,假设养殖场(户)负责人为男性、学历水平高、养殖时间长会正向影响养殖废弃物治理经济绩效,而经营风险偏好程度对养殖废弃物治理经济绩效的影响方向待定。

(2)养殖场(户)生产经营特征。①养殖规模。规模化养殖场(户)的环境治理意愿更强,能提高选择环境友好型处理方式的概率<sup>[1,20]</sup>,虽然规模化养殖

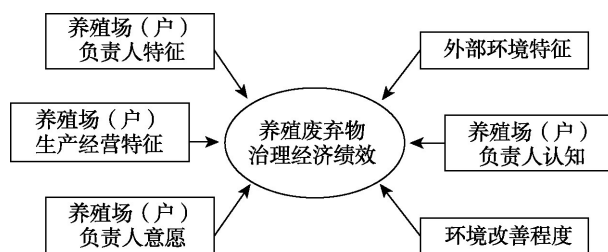


图2 养殖废弃物治理经济绩效的影响因素

Figure 2 Factors affecting the economic performance of livestock and poultry breeding waste treatment

2019年7月

场(户)<sup>①</sup>更容易获得政府补贴,但并非规模化就能获得补贴,因此多数情况养殖场(户)所能获得的补贴和治理收入无法抵消养殖场(户)养殖废弃物治理的成本投入,且规模化养殖的废弃物量多且集中,也会给治理带来困难,因此规模化养殖不利于养殖废弃物治理经济绩效的实现;②兼业种植业。养殖场(户)兼业种植业有利于实现养殖废弃物资源化利用的内部化,能在不增加投入的情况下提高养殖废弃物利用率,且能节约化肥投入,有利于养殖场(户)获得养殖废弃物治理经济绩效;③专业化分工。专业化分工虽然可提高工作效率,但专人负责养殖废弃物治理会增加可变成成本,同时不会对产出有明显直接影响,不利于提高养殖废弃物治理经济绩效;④参加养殖废弃物治理相关培训次数<sup>②</sup>。参加循环农业相关培训对农户的废弃物回收行为有促进作用<sup>[19]</sup>,废弃物回收有利于增加收入,在培训成本为零的情况下,能提高养殖废弃物治理经济绩效;⑤抗生素使用频率。抗生素经代谢后会残留于畜禽体内和粪尿中<sup>[21]</sup>,在适量使用的前提下减少使用抗生素虽然有利于降低残留,但中成药等替代品成本高于抗生素,保证疫病防控水平不下降会增加投入,故抗生素减量化不利于节约养殖成本,又考虑到抗生素减少后会提高畜禽产品质量进而提高产品价格,因此可能提高或降低养殖废弃物治理的经济绩效;⑥清粪间隔时间。清粪频率反映养殖场(户)的废弃物处理能力,间隔时间越短(频率越高)表示粪污收集能力越强,便于资源化利用成果转化为收入,有助于提高养殖废弃物治理经济绩效;⑦清粪方式。干清粪可以实现粪污的固液分离,有利于进一步资源化利用,而机械干清比人工效率更高,固液分离更彻底,更有利于资源化利用,有助于提高养殖废弃物治理经济绩效。综上所述,假设养殖场(户)兼营种植业、养殖场(户)负责人参加培训次数多、选择干清粪并进一步选择机械干清正向影响养殖废弃物治理经济绩效;规模化养殖、专业化分工、清粪间隔时间长负向影响养殖废弃物治理经济绩效;而抗生素使用频率对养殖废弃物治理经济绩效的影响方向待定。

(3)养殖场(户)负责人意愿。首先,适量前提下愿意减少使用抗生素。在适量前提下减少使用

抗生素属于减量化行为,养殖场(户)负责人愿意减少使用抗生素以提高疫病防控水平,常以使用非抗生素类药物等进行替代为前提,会增加养殖成本,但同时也会提高畜禽产品质量进而提高价格,因此可能提高或降低养殖废弃物治理的经济绩效;其次,愿意进行环评。环评是环境管理工作的重要组成部分,是认识、保护与建设环境的基础<sup>[22]</sup>,对养殖场(户)提高养殖废弃物治理的效率,降低成本,提高产出有指导借鉴作用,有利于提高养殖废弃物治理经济绩效。此外愿意进行环评的往往是获得政府补贴且环境达标的养殖场(户),其养殖废弃物治理经济绩效通常会高一些。综上所述,假设愿意进行环境评价对养殖废弃物治理经济绩效有正向影响;而养殖场(户)负责人愿意在适量前提下减少使用抗生素对养殖废弃物治理经济绩效的影响方向待定。

(4)外部环境特征。首先,政府约束。政府约束能促进养殖场(户)治理废弃物<sup>[23]</sup>。但政府约束主要关注宏观环境与社会绩效,而非养殖场(户)的经济绩效。政府约束越严格,养殖场(户)为了实现宏观环境与社会绩效,只能提高治理投入,在政府补贴不足和治理收入小于投入的情况下,养殖废弃物治理的经济绩效越低;其次,周围种植户愿意施用粪肥。能够增加畜禽粪便资源化还田的需求量,不会增加养殖场(户)投入,有利于增加养殖废弃物治理收入;再次,获得养殖废弃物治理设备建设与购置补贴。政府给养殖废弃物治理设施设备建设与购置补贴对治理技术选择有要求,会选择投资规模较大且具有技术示范性的养殖场,覆盖面低,且补贴比例不确定,无法确定养殖场(户)的成本投入,因此可能提高或降低养殖废弃物治理的经济绩效。综上所述,假设养殖场(户)周围种植户愿意施用粪肥对养殖废弃物治理经济绩效有正向影响;政府约束严格对养殖废弃物治理经济绩效有负向影响;而获得建设与购置补贴对养殖废弃物治理经济绩效的影响方向待定。

(5)养殖场(户)负责人认知。①了解《畜禽规模养殖污染防治条例》。该《条例》是以环保为目标的约束类法规,普及程度越高,表明约束力度越大,养殖场(户)越能采取环境保护行为<sup>[24,25]</sup>,与政府约

① 规模化养殖场(户)是猪年出栏大于或等于500头,蛋鸡存栏大于或等于20000羽,肉鸡出栏大于或等于50000羽的养殖场。

② 相关培训主要由政府或者饲料、兽药等企业组织,一般不收取培训费用,且培训每个月都会有。



束相似,会降低经济绩效;②治理养殖废弃物改善邻里关系。养殖废弃物的异味等会影响周边居民生活,可能导致养殖场(户)邻里关系的紧张,周围居民向环保部门的投诉会对养殖场(户)生产经营活动产生不良影响,为避免出现这种情况,养殖场(户)需要增加投入来改善环境,在政府补贴不足和治理收入小于投入的情况下,不利于养殖场(户)经济绩效的提高;③养殖废弃物治理提高畜禽产品质量。养殖废弃物治理可改善养殖环境,进而提高畜禽产品的质量,有利于提高畜禽产品价格,进而提高养殖废弃物治理经济绩效;④养殖废弃物治理改善交易关系。养殖废弃物治理可以改善畜禽产品交易关系,有利于在市场低迷时稳定价格和销路,变相提高了畜禽产品价格,进而提高养殖废弃物治理经济绩效。综上所述,假设养殖场(户)负责人认为养殖废弃物治理能提高畜禽产品质量、改善畜禽产品交易关系正向影响养殖废弃物治理经济绩效;而养殖场(户)对《畜禽规模养殖污染防治条例》了解程度高、认为养殖废弃物治理能改善邻里关系负向影响养殖废弃物治理的经济绩效。

(6)养殖废弃物治理的环境改善程度。不同粪污处理方式对环境的改善程度不同,用粪污的处理方式直接反映养殖废弃物治理的环境改善程度,依据对环境改善程度的递增可将养殖粪污处理方式分为4个层级:养殖粪污的直接丢弃与排放、直接还田、化粪池或污水池等储存后还田、三级沉淀/曝气或沼气发酵,但环境改善程度越高的处理方式往往投入越高,在不能完全得到政府补贴支持的情况下会造成养殖场(户)的投入大于收入。因此,假设环境改善程度越高,养殖废弃物治理经济绩效越低。

### 3 模型设定

#### 3.1 基于DEA的绩效评价

DEA模型由著名运筹学家Charnes等<sup>[26]</sup>在“相对效率评价”概念的基础上发展起来,是使用数学规划(包括线性规划、多目标规划等)方法对决策单元(DMU)间的相对有效性进行评价的一种非参数统计估计方法<sup>[27]</sup>,任意一个决策单元DMU都具有相同的目标和任务、外部环境以及输入输出指标,常用于绩效评价。根据养殖场(户)的养殖废弃物治理活动投入可控的特点,选择投入导向的BCC模型,其经济含义是在保持养殖场(户)的养殖废弃物治理产出不变的情况下,将投入的各个分量按同一

比例 $\theta$ 减少, $\theta < 1$ 表明决策单元可以用更少的投入获得相同产出,即该DMU非有效。其数学形式为:

$$\begin{cases} \min \theta \\ \text{s.t.} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{i0}, i = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{r0}, r = 1, 2, \dots, s \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (1)$$

式中: $\theta$ 为养殖废弃物治理经济绩效(效率值); $x, y$ 分别表示决策单位(养殖场(户))的投入与产出值; $\lambda$ 表示 $j=1, 2, \dots, n$ 的权重; $i$ 和 $r$ 分别表示投入项和产出项个数。

#### 3.2 基于Tobit的影响因素分析

Tobit模型由Tobin<sup>[28]</sup>提出,是受限因变量回归的一种,也被称为截尾回归模型或删失回归模型,回归模型如下:

$$\begin{cases} y_i^* = \beta x_i + \varepsilon_i, \varepsilon_i \sim (0, \sigma^2) \\ y_i = y_i^*, y_i^* \in (0, 1) \\ y_i = 0, y_i^* \notin (0, 1) \end{cases} \quad (2)$$

式中: $\beta, x_i, y_i^*$ 与 $y_i$ 分别是回归参数向量、自变量向量、因变量向量与经济绩效综合效率值向量。采用极大似然估计法对Tobit模型进行估计能得到 $\beta$ 和 $\sigma$ 的一致估计,有效避免普通最小二乘法造成的参数估计值有偏、不一致等问题。以养殖场(户)养殖废弃物治理经济绩效的效率值为因变量,符合Tobit模型对因变量的要求。对模型进行回归后,可得出养殖场(户)的养殖废弃物治理经济绩效的显著影响因素。

#### 3.3 DEA-Tobit两阶段模型

实证分析分为2个阶段,第1阶段基于DEA模型对养殖废弃物治理经济绩效进行测算与评价,分别测算经济绩效的综合效率、纯技术效率与规模效率。考虑到综合效率值能全面反映养殖废弃物治理的经济绩效,第2阶段的Tobit模型是基于养殖废弃物治理经济绩效综合效率值的影响因素分析。

### 4 实证分析

#### 4.1 研究区概况及数据来源

北京市的种养产业链条能完整体现养殖废弃物治理模式,具有一定的代表性;但也存在资源化利用程度低、扶持力度不够、无害化处理设施不完

2019年7月

善等问题,这也是当前中国养殖废弃物治理的普遍性问题。同时,北京市的经济、政策环境优越,养殖废弃物治理技术领先,对全国有引领作用;北京市作为首都及政治、文化、国际交往和科技创新中心,更加迫切需要治理养殖废弃物污染,以达到较高的环保要求。因此,本文选择北京市作为实证调研区域具有一定的代表性和前瞻性。

基于此,课题组于2017年7—9月对北京市平谷、大兴、房山、顺义等8个区45个乡镇的畜禽养殖场(户)进行随机一对一调研访问,共获得问卷184份,超过北京市当期畜禽养殖场(户)总数的1/5<sup>③</sup>。其中有效问卷171份,问卷有效率92.93%。调研对象为对生产经营行为有绝对决定权的养殖场(户)负责人,且调研过程中被调查人配合度高。问卷内容主要包括2方面:一是养殖场(户)养殖废弃物治理的投入产出指标;二是养殖场(户)的养殖废弃物治理经济绩效的影响因素指标。

## 4.2 基于DEA模型的绩效评价

### 4.2.1 DEA模型的指标说明

构建养殖场(户)养殖废弃物治理经济绩效的DEA模型需要投入与产出指标,其中投入指标包括养殖废弃物治理年投入固定成本与可变成本,产出指标包括养殖废弃物治理年收入、节约养殖成本、获得收益性政府补贴、提高畜禽产品价格。指标的表征及统计特征见表1,具体说明如下:①固定成本、可变成本、治理年收入是按定义内容由问卷数据计算得来的实际金额;②养殖废弃物治理能够节约的养殖成本,涉及治理前后投入品的替代,核算时间跨度大,得到的金额数值准确性低,因此用养殖场(户)负责人对“养殖废弃物治理能节约养殖成

本”这一观点的认同程度来衡量养殖废弃物治理节约养殖成本的多少,认同度越高表示养殖废弃物治理越能节约养殖成本;③收益性政府补贴补贴具有时滞性,养殖场(户)在调研当期不能得知过去一年获得多少养殖废弃物治理收益性政府补贴,因此用养殖场(户)负责人对“养殖废弃物治理能够获得收益性政府补贴”这一观点的认同程度来衡量养殖废弃物治理获得的收益性政府补贴,认同度越高表示养殖废弃物治理越能获得收益性政府补贴;④养殖场(户)负责人对畜禽产品售价变动感知灵敏,且熟知生产与废弃物治理行为,因此用养殖场(户)负责人对“养殖废弃物治理能提高畜禽产品价格”这一观点的认同程度来衡量养殖废弃物治理所能带来的畜禽产品价格提高程度,认同度越高表示养殖废弃物治理所能带来的畜禽产品价格提升越多。

以上指标选取符合以下原则:首先,DEA要求指标是非比率型指标,相关性要低且不能为负,特别需说明的是,养殖场(户)的养殖废弃物治理年投入固定成本、可变成本、年收入表面上有一定的相关性,但是实际情况是养殖场(户)出售养殖废弃物资源化成果的价格参差不齐,甚至有免费赠送,沼气发酵等设备利用率也差异巨大。所以治理的固定成本、可变成本和收入之间现实中并没有表现出相关性,符合DEA模型的要求;其次,DMU个数171,远大于投入产出指标数6。

### 4.2.2 基于效率值的养殖废弃物治理经济绩效评价

使用DEAP2.1软件构建DEA模型测算养殖场(户)的养殖废弃物治理经济绩效的综合效率、纯技术效率、规模效率(表2)。综合效率是纯技术效率与规模效率的乘积,以综合效率反映养殖场(户)的

表1 DEA投入产出指标说明与统计特征

Table 1 Data envelopment analysis (DEA) input-output indicator description and statistical characteristics

指标名称	单位/解释	均值	标准差
投入			
养殖废弃物治理年投入固定成本	元/年	3402.17	10399.22
养殖废弃物治理年投入可变成本	元/年	6897.74	24301.26
产出			
养殖废弃物治理年收入	元/年	12605.04	40067.09
养殖废弃物治理能节约养殖成本	很不同意=1 较不同意=2 一般=3 比较同意=4 非常同意=5	2.74	1.47
养殖废弃物治理能获得收益性政府补贴	很不同意=1 较不同意=2 一般=3 比较同意=4 非常同意=5	2.26	1.42
养殖废弃物治理能提高畜禽产品价格	很不同意=1 较不同意=2 一般=3 比较同意=4 非常同意=5	2.60	1.47

③ 根据北京市农业农村局2017年下半年数据。

表2 养殖废弃物治理经济绩效的统计性分析

Table 2 Statistical analysis on the economic performance of livestock and poultry breeding waste treatment

	均值	中位数	标准差
综合效率	0.58	0.60	0.36
纯技术效率	0.83	1.00	0.38
规模效率	0.69	0.80	0.28

养殖废弃物治理经济绩效,则纯技术效率表示由技术与管理水平影响的经济绩效,规模效率表示由规模影响的经济绩效。

DEA模型结果主要可归结为以下3个方面:第

一,有56.14%的养殖场(户)治理养殖废弃物的经济绩效呈现出规模收益递增,42.11%规模收益不变,1.75%规模收益递减;第二,养殖场(户)的养殖废弃物治理经济绩效整体水平表现为中等水平,综合效率均值仅为0.58,仍有41.90%的上升空间;第三,纯技术效率值0.83,高于规模效率值0.69,说明养殖废弃物治理的技术与管理水平对经济绩效的贡献要高于规模效应,但仍有17.00%的提高空间。

4.3 基于Tobit模型的影响因素分析

为进一步讨论养殖废弃物治理经济绩效的影响因素,表3从6个方面构建养殖废弃物治理经济

表3 养殖废弃物治理经济绩效影响因素的变量解释与统计特征

Table 3 Factors affecting the economic performance of livestock and poultry breeding waste treatment and statistical characteristics

变量类别	变量定义	变量单位/解释	均值	标准差	方向预测
因变量	经济绩效	综合效率值	0.58	0.36	
养殖场(户)负责人特征	性别	女=0,男=1	0.70	0.46	+
	学历	小学及以下=1,初中=2,高中/中专=3,大专=4,本科=5,研究生及以上=6	2.76	1.03	+
	经营风险偏好	风险规避=1,两者之间=2,风险偏好=3	1.78	0.82	?
	养殖时间	年	14.55	7.30	+
养殖场(户)生产经营特征	是否规模化	否=0,是=1	0.57	0.50	-
	是否兼业种植	否=0,是=1	0.46	0.50	+
	是否专业化分工	否=0,是=1	0.47	0.50	-
	参加养殖废弃物治理相关培训次数	次/年	7.16	9.10	+
	抗生素使用频率	从未使用=1,偶尔使用=2,一般=3,比较频繁=4,非常频繁=5	2.11	0.80	?
	清粪间隔时间	天/次	1.23	2.50	-
	清粪方式	水冲=1,人工干清=2,机械干清=3	2.05	0.34	+
养殖场(户)负责人意愿	在适量的前提下,您愿意减少使用抗生素	很不同意=1,较不同意=2,一般=3,比较同意=4,非常同意=5	4.39	0.95	?
	您愿意对自己的养殖场进行环评	很不同意=1,较不同意=2,一般=3,比较同意=4,非常同意=5	3.92	1.19	+
外部环境特征	政府对养殖废弃物治理约束严格	很不同意=1,较不同意=2,一般=3,比较同意=4,非常同意=5	4.08	1.26	-
	周边农户施用粪肥还田积极性高	很不同意=1,较不同意=2,一般=3,比较同意=4,非常同意=5	3.79	1.12	+
	获得养殖废弃物治理设备建设与购置补贴	万元	7.44	20.95	?
养殖场(户)负责人认知	了解《畜禽规模养殖污染防治条例》	很不同意=1,较不同意=2,一般=3,比较同意=4,非常同意=5	2.40	1.42	-
	养殖废弃物治理能改善邻里关系	很不同意=1,较不同意=2,一般=3,比较同意=4,非常同意=5	4.39	0.86	-
	养殖废弃物治理能提高畜禽产品质量	很不同意=1,较不同意=2,一般=3,比较同意=4,非常同意=5	3.94	1.36	+
	养殖废弃物治理能改善畜禽产品交易关系	很不同意=1,较不同意=2,一般=3,比较同意=4,非常同意=5	4.09	1.12	+
环境改善程度	粪污处理方式	丢弃=1,直接还田=2,化粪池/污水池=3,三级沉淀/曝气、沼气=4	2.53	0.74	-



2019年7月

绩效的影响因素体系。自变量统计特征如下:①养殖场(户)负责人以男性居多,学历以初中、高中为主,经营风险偏好略趋向于保守,平均养殖时间接近15年;②养殖场(户)接近6成为规模化养殖场(户),近一半的养殖场(户)兼业种植和实行专业化分工,养殖场(户)有机会通过培训了解养殖废弃物治理,抗生素使用频率较低,大多数养殖场(户)以人工干清粪为主,平均清粪间隔约为1.2天;③大多数养殖场(户)在适量使用的前提下愿意减少使用抗生素和对养殖场进行环境评价;④大多数养殖场(户)认为政府对养殖废弃物治理约束严格,但对相关政策了解程度不够,对周围农户施用粪肥表现乐观;⑤大部分养殖场(户)认可养殖废弃物治理对邻里关系、畜禽产品质量及交易关系有促进作用;⑥粪污处理则以还田为主,环境改善程度较好。

稳健标准差下的Tobit模型结果见表4。以养殖场(户)的养殖废弃物治理经济绩效的综合效率值为因变量,通过Stata12.0软件估计Tobit模型,对比普通标准差与稳健标准差下的Tobit模型结果,差异极小,可认为不存在异方差情况。模型结果显示共有10个变量通过了显著性检验,具体结果如下:

(1)养殖场(户)负责人特征中,经营风险偏好、养殖时间正向影响养殖场(户)的养殖废弃物治理经济绩效,分别在1%和5%水平上显著。养殖场(户)负责人偏好经营风险对其养殖废弃物治理经济绩效的影响方向明确为正向,意味着负责人越偏好经营风险,所选择的养殖废弃物治理技术就会越粗放,投入也越低,但粗放的治理方式如出售畜禽粪便还田等依然可以为养殖场(户)带来收入,因此能提高养殖废弃物治理的经济绩效。养殖时间的假设得到验证,表明养殖场(户)负责人的养殖时间越长,越能利用丰富的养殖经验从养殖废弃物治理中获得经济绩效。

(2)养殖场(户)生产经营特征中,养殖场(户)选择干清粪并进一步选择机械干清在10%水平上显著正向影响其养殖废弃物治理经济绩效,假设得到验证。主要原因是所选择的养殖废弃物治理技术使清粪效率提高,且有助于资源化利用的成果转化。

(3)养殖场(户)负责人意愿中,养殖场(户)负责人愿意在适量的前提下减少使用抗生素负向影响其养殖废弃物治理经济绩效,通过1%的显著性

检验。这表明养殖场(户)在适量使用抗生素的前提下,用替代品替代抗生素所增加的成本投入要大于所能带来的畜禽产品销售收入的增加。养殖场(户)负责人愿意参加环评正向影响其养殖废弃物治理经济绩效,通过10%的显著性检验,假设得到验证。表明养殖场(户)负责人的环评意愿越强,养殖场(户)越认可环评的指导作用,越有可能通过环评的指导来提高他们的养殖废弃物治理经济绩效。同时也可能是该部分养殖场(户)已经得到政府的相关补贴支持,使得他们的养殖废弃物治理经济绩效已经较高。

(4)外部环境特征中,养殖场(户)周边农户施用粪肥的积极性正向影响其养殖废弃物治理经济绩效,通过10%的显著性检验,假设得到验证。这表明周边农户施用粪肥积极性的提高有助于增加养殖场(户)的养殖废弃物治理收入,有利于提升养殖场(户)的养殖废弃物治理经济绩效。

(5)养殖场(户)负责人认知中,养殖场(户)负责人对《畜禽规模养殖污染防治条例》的认知水平负向影响其养殖废弃物治理经济绩效,通过1%的显著性检验,假设得到验证。这表明在政府的养殖废弃物治理补贴资金不到位或不足额的情况下,政府严格要求养殖场(户)通过治理养殖废弃物来改善宏观环境,必将增加养殖场(户)的养殖废弃物治理的成本投入。而养殖场(户)负责人认为养殖废弃物治理能够提高产品质量和改善畜禽产品的交易关系都正向影响其养殖废弃物治理经济绩效,均通过1%的显著性检验,假设得到验证。这表明养殖场(户)通过治理养殖废弃物来提高畜禽产品质量和改善畜禽产品的交易关系有助于提高养殖经营收入。

(6)环境改善程度,即养殖场(户)对粪污的处理程度负向影响其养殖废弃物治理经济绩效,通过1%的显著性检验,假设得到验证。这表明在政府的养殖废弃物治理补贴资金不足的情况下,养殖场(户)通过治理养殖废弃物来改善宏观环境,必将增加养殖场(户)的养殖废弃物治理的成本投入。

## 5 结论与政策建议

### 5.1 结论

本文在对养殖场(户)的养殖废弃物治理经济绩效进行概念界定、影响因素构建及其影响机理分



表4 Tobit模型估计结果

Table 4 Tobit model estimation result

变量类别	变量定义	变量单位/解释	系数	标准差	T值	边际效应
养殖场(户)负责人特征	性别	女=0,男=1	-0.13	0.08	-1.65	-
	学历	小学及以下=1,初中=2,高中/中专=3,大专=4,本科=5,研究生及以上=6	0.06	0.04	1.45	-
	经营风险偏好	风险规避=1,两者之间=2,风险偏好=3	0.14***	0.05	2.70	0.08
	养殖时间	年	0.01**	$0.55 \times 10^{-2}$	2.04	0.01
养殖场(户)生产经营特征	是否规模化	否=0,是=1	0.13	0.10	1.39	-
	是否兼业种植	否=0,是=1	$0.07 \times 10^{-2}$	0.08	0.01	-
	是否专业化分工	否=0,是=1	-0.16	0.10	-1.64	-
	参加养殖废弃物治理培训次数	次/年	$0.09 \times 10^{-2}$	$0.55 \times 10^{-2}$	0.17	-
	抗生素使用频率	从未使用=1,偶尔使用=2,一般=3,比较频繁=4,非常频繁=5	0.02	0.05	0.51	-
	清粪间隔时间	天/次	0.01	0.01	1.53	-
	清粪方式	水冲=1,人工干清=2,机械干清=3	0.19*	0.11	1.74	0.11
养殖场(户)负责人意愿	在适量的前提下,您愿意减少使用抗生素	很不同意=1,较不同意=2,一般=3,比较同意=4,非常同意=5	-0.13***	0.04	-2.92	-0.07
	您愿意对自己的养殖场进行环评	很不同意=1,较不同意=2,一般=3,比较同意=4,非常同意=5	0.06*	0.03	1.87	0.04
外部环境特征	政府对养殖废弃物治理约束严格	很不同意=1,较不同意=2,一般=3,比较同意=4,非常同意=5	0.03	0.04	0.93	-
	周边农户施用粪肥还田积极性高	很不同意=1,较不同意=2,一般=3,比较同意=4,非常同意=5	0.06*	0.03	1.81	0.04
	获得养殖废弃物治理设备建设与购置补贴	万元	$-0.15 \times 10^{-2}$	$0.37 \times 10^{-2}$	-0.40	-
养殖场(户)负责人认知	了解《畜禽规模养殖污染防治条例》	很不同意=1,较不同意=2,一般=3,比较同意=4,非常同意=5	-0.11***	0.04	-3.10	-0.06
	养殖废弃物治理能改善邻里关系	很不同意=1,较不同意=2,一般=3,比较同意=4,非常同意=5	-0.03	0.04	-0.67	-
	养殖废弃物治理能提高畜禽产品质量	很不同意=1,较不同意=2,一般=3,比较同意=4,非常同意=5	0.09***	0.03	3.76	0.06
	养殖废弃物治理能改善畜禽产品交易关系	很不同意=1,较不同意=2,一般=3,比较同意=4,非常同意=5	0.15***	0.04	3.63	0.09
环境改善程度	粪污处理方式	丢弃=1,直接还田=2,化粪池/污水池=3,三级沉淀/曝气、沼气=4	-0.20***	0.07	-2.79	-0.12
常数项			-0.65	0.39	-1.65	-

Log pseudo likelihood=-118.88

Prob&gt;F=0.00

Pseudo R<sup>2</sup>=0.27注:\*\*\* $p < 0.01$ ,\*\* $p < 0.05$ ,\* $p < 0.1$ 。

析的基础上,利用DEA-Tobit两阶段模型分析北京市养殖场(户)的养殖废弃物治理经济绩效及其影响因素,得出以下3点结论:

(1)提高养殖废弃物治理的技术与管理水平、扩大养殖废弃物治理规模都能提高养殖场(户)的养殖废弃物治理经济绩效。影响因素的实证分析结果也证实提高清粪工艺水平、愿意参加环评(环

评可为养殖场(户)的养殖废弃物治理提供技术与管理方面的知识支持)都正向显著影响养殖场(户)的养殖废弃物治理经济绩效。但继续通过提升技术与管理水平来提高养殖废弃物治理经济绩效的空间有限。规模效应对经济绩效的支撑作用要小于养殖废弃物治理的技术与管理水平,通过扩大养殖废弃物治理规模来提高养殖废弃物治理经济绩

2019年7月

效还有很大空间。但需要注意的是,对养殖废弃物治理经济绩效有支撑作用的是养殖废弃物治理规模化,而非养殖规模化。

(2)在政府补贴不足的情况下,政府对养殖场(户)的养殖废弃物治理进行强制性约束虽然有利于改善宏观环境与社会绩效,但会增加养殖场(户)的养殖废弃物治理成本,进而导致其养殖废弃物治理经济绩效的下降。这会降低养殖场(户)治理养殖废弃物的积极性,养殖场(户)有逃避养殖废弃物治理的可能。

(3)养殖废弃物治理能通过稳定社会关系,进而促进养殖场(户)的养殖废弃物治理经济绩效。紧密的种养结合合作关系、通过养殖废弃物治理提高畜禽产品质量及改善畜禽产品交易关系,都有助于稳定社会关系,都对提升养殖场(户)的养殖废弃物治理经济绩效有促进作用。

## 5.2 政策建议

综上所述可知,为实现养殖废弃物治理的宏观环境绩效和社会绩效,也需要通过提高养殖场(户)的养殖废弃物治理经济绩效,来鼓励其积极主动治理养殖废弃物。因此,本文基于研究结论主要提出以下政策建议:

(1)政府应承担起教育和培训养殖场(户)的职责,培养养殖场(户)治理养殖废弃物的主观意识和专业技能。普及和宣传养殖废弃物治理相关的强制性法律法规和制度规范,宣传和培训符合循环经济减量化、无害化和资源化原则的养殖废弃物治理技术等。

(2)政府应采取约束与补贴并重的政策措施。在强制约束养殖场(户)治理养殖废弃物的同时,也应考虑到养殖废弃物治理具有较强正外部性和畜牧业的弱质性特点,补贴支持养殖场(户)为实现养殖废弃物治理的宏观环境和社会绩效所投入的成本。例如养殖场(户)治理养殖废弃物所必需的基础设施建设和治理设备购置等。

(3)政府要帮助养殖场(户)增加养殖废弃物治理收入。通过政策支持畜禽粪便的就近还田,扶持养殖场(户)与周边农户建立紧密的种养结合合作关系,提高养殖场(户)粪肥还田的交易效率。同时,将养殖场(户)的养殖废弃物治理方式等信息通过可追溯体系等途径向社会公开,作为公众选择消

费畜禽产品的参考依据,通过消费者的“用脚投票”进一步提高养殖场(户)的养殖废弃物治理收入。

## 参考文献(References):

- [1] 宋成军,张玉华,李冰峰. 农业废弃物资源化利用技术综合评价指标体系与方法[J]. 农业工程学报, 2011, 27(11): 289-293. [Song C J, Zhang Y H, Li B F. Comprehensive evaluation index system and method on resource utilization technology of agricultural residues[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2011, 27(11): 289-293.]
- [2] 王咏梅,王鹏程. 农业废弃物资源化路径及综合效益分析: 基于鄂、豫两省调研数据[J]. 生态经济, 2013, (8): 92-95. [Wang Y M, Wang P C. The contrast and analysis of comprehensive efficiency on agricultural waste utilization paths[J]. Ecological Economy, 2013, (8): 92-95.]
- [3] 姜海,白璐,雷昊,等. 基于效果-效率-适应性的养殖废弃物资源化利用管理模式评价框架构建及初步应用[J]. 长江流域资源与环境, 2016, 25(10): 1501-1508. [Jiang H, Bai L, Lei H, et al. An evaluation framework based on effectiveness-economic-applicability analysis for management modes of livestock waste utilization[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2016, 25(10): 1501-1508.]
- [4] 黄菊文,李光明,王华,等. 固体废弃物资源化利用评价体系及研究方法[J]. 环境污染与防治, 2007, 29(1): 74-78. [Huang J W, Li G M, Wang H, et al. Assessment and investigation methodology for solid waste recycling systems[J]. Environment Pollution & Control, 2007, 29(1): 74-78.]
- [5] 李鹏,张俊飏. 农业生产废弃物循环利用绩效测度的实证研究: 基于三阶段DEA模型的农户基质化管理[J]. 中国环境科学, 2013, 33(4): 754-761. [Li P, Zhang J B. Empirical studies of agricultural production waste recycling efficiency: Based on peasant household substrate management with three-stage DEA model[J]. China Environmental Science, 2013, 33(4): 754-761.]
- [6] 李鹏,张俊飏,颜廷武. 农业废弃物循环利用参与主体的合作博弈及协同创新绩效研究: 基于DEA-HR模型的16省份农业废弃物基质化数据验证[J]. 管理世界, 2014, (1): 90-104. [Li P, Zhang J B, Yan T W. Agricultural waste recycling participants research on cooperation game and collaborative innovation performance: Verification of matrix data for agricultural waste in 16 provinces based on DEA-HR model[J]. Management World, 2014, (1): 90-104.]
- [7] 杨亦民,王梓龙. 湖南工业生态效率评价及影响因素实证分析: 基于DEA方法[J]. 经济地理, 2017, 37(10): 151-156. [Yang Y M, Wang Z L. The empirical analysis of Hunan industrial ecological efficiency evaluation and influencing factors: Based on DEA method[J]. Economic Geography, 2017, 37(10): 151-156.]
- [8] 杨文举. 中国省份工业的环境绩效影响因素: 基于跨期DEA-Tobit

- 模型的经验分析[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2015, 17(2): 40-48. [Yang W J. The influencing factor of the environmental performance of provincial industry in China: An empirical analysis based on inter-temporal DEA-Tobit model[J]. Journal of Beijing Institute of Technology(Social Sciences Edition), 2015, 17(2): 40-48.]
- [9] 戚焦耳, 郭贯成, 陈永生. 农地流转对农业生产效率的影响研究: 基于 DEA-Tobit 模型的分析[J]. 资源科学, 2015, 37(9): 1816-1824. [Qi J E, Guo G C, Chen Y S. The impact of farmland transfer on agricultural production efficiency based on the DEA-Tobit model[J]. Resources Science, 2015, 37(9): 1816-1824.]
- [10] 石晶, 李林. 基于 DEA-Tobit 模型的中国棉花生产技术效率分析[J]. 技术经济, 2013, 32(6): 79-84. [Shi J, Li L. Analysis on technical efficiency of China's cotton production based on DEA-Tobit model[J]. Technology Economics, 2013, 32(6): 79-84.]
- [11] 丰军辉, 张俊飏, 何可. 成本限定下农业废弃物循环利用行为研究[J]. 中国农业大学学报, 2014, 19(4): 234-242. [Feng J H, Zhang J B, He K. Empirical study on the impact of cost on agricultural waste recycling behavior[J]. Journal of China Agricultural University, 2014, 19(4): 234-242.]
- [12] 陈江涛. 财政补贴核算的数据来源选择问题: 从企业会计处理角度分析[J]. 中国统计, 2012, (10): 39-40. [Chen J T. Financial subsidy accounting data source selection problem: Analysis from the perspective of enterprise accounting[J]. China Statistics, 2012, (10): 39-40.]
- [13] 王晶, 肖海峰. 中国草食畜牧业标准化规模养殖经济效益影响因素研究: 基于微观调研数据的实证分析[J]. 农业经济与管理, 2017, (2): 62-70. [Wang J, Xiao H F. Economic benefit affecting factors of herbivorous animal husbandry standardized scale breeding in China: An empirical study based on survey data[J]. Agricultural Economics and Management, 2017, (2): 62-70.]
- [14] 王士权, 常倩, 李秉龙. 规模化农户生产经济效率及其影响因素研究: 来自肉羊集聚区域的经验证据[J]. 农林经济管理学报, 2017, 16(2): 230-239. [Wang S Q, Chang Q, Li B L. Production efficiency and influencing factors of scale farmers: Empirical evidence from mutton sheep aggregation region[J]. Journal of Agro-Forestry Economics and Management, 2017, 16(2): 230-239.]
- [15] 吴振华. 不同地形稻谷生产经济效益比较及影响因素分析: 基于湖北、湖南、重庆 500 户稻农调查数据[J]. 农业技术经济, 2011, (9): 93-99. [Wu Z H. Comparison of economic benefits of rice production in different terrain areas and analysis of influencing factors: Based on survey data of 500 rice farmers in Hubei, Hunan and Chongqing[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2011, (9): 93-99.]
- [16] 陈庆根, 杨万江. 中国稻农生产经济效益比较及影响因素分析: 基于湖南、浙江两省 565 户稻农的生产调查[J]. 中国农村经济, 2010, (6): 16-24. [Chen Q G, Yang W J. Comparison of economic benefits of rice production in China and analysis of influencing factors: Based on production survey of 565 rice farmers in Hunan and Zhejiang provinces[J]. Chinese Rural Economy, 2010, (6): 16-24.]
- [17] 孙致陆, 肖海峰. 农牧户羊毛生产技术效率及其影响因素研究: 基于内蒙古、新疆等 5 省份农牧户调查数据的分析[J]. 农业技术经济, 2013, (2): 86-94. [Sun Z L, Xiao H F. Study on technical efficiency and influencing factors of wool production by farmers and herdsmen: Based on analysis of survey data of farmers and herdsmen in five provinces, Inner Mongolia and Xinjiang[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2013, (2): 86-94.]
- [18] 唐丹, 黄森慰. 农户畜禽粪便资源化利用意愿及影响因素的实证分析[J]. 家畜生态学报, 2017, 38(11): 47-52. [Tang D, Huang S W. Empirical analysis on farmers' willingness to utilize animal manure and its influencing factors[J]. Acta Ecologicae Animalis Domastici, 2017, 38(11): 47-52.]
- [19] 蒋琳莉, 张俊飏, 何可, 等. 农业生产性废弃物资源处理方式及其影响因素分析: 来自湖北省的调查数据[J]. 资源科学, 2014, 36(9): 1925-1932. [Jiang L L, Zhang J B, He K, et al. Agricultural productive waste resource treatment and influencing factors in rural Hubei[J]. Resources Science, 2014, 36(9): 1925-1932.]
- [20] 潘丹, 孔凡斌. 养殖户环境友好型畜禽粪便处理方式选择行为分析: 以生猪养殖为例[J]. 中国农村经济, 2015, (9): 17-29. [Pan D, Kong F B. Analysis on the selection of behaviors of farmers' environment-friendly livestock manure treatment: A case of pig breeding[J]. Chinese Rural Economy, 2015, (9): 17-29.]
- [21] 章明奎, 徐秋桐. 农田系统中兽用抗生素的污染及其行为研究进展[J]. 浙江农业学报, 2013, 25(2): 416-424. [Zhang M K, Xu Q T. Review on pollution and behavior of veterinary antibiotics in agricultural systems[J]. Acta Agricultural Zhejiangensis, 2013, 25(2): 416-424.]
- [22] 冯长根, 李彦周. 综合评价方法在环境评价中的应用[J]. 安全与环境学报, 2008, 8(5): 112-115. [Feng C G, Li Y Z. Comprehensive assessment methods in environment assessment[J]. Journal of Safety and Environment, 2008, 8(5): 112-115.]
- [23] 王桂霞, 杨义凤. 生猪养殖户粪污资源化利用及其影响因素分析: 基于吉林省的调查和养殖规模比较视角[J]. 湖南农业大学学报(社会科学版), 2017, 18(3): 13-18. [Wang G X, Yang Y F. Analysis on farmers' resource utilization of swine excrement and influencing factors: Based on the survey from Jilin Province and comparison of breeding scale[J]. Journal of Hunan Agricultural University (Social Sciences), 2017, 18(3): 13-18.]
- [24] 颜廷武, 何可, 崔蜜蜜, 等. 农民对作物秸秆资源化利用的福利响应分析: 以湖北省为例[J]. 农业技术经济, 2016, (4): 28-40. [Yan T W, He K, Cui M M, et al. Analysis on welfare response of farmers to the utilization of crop straw resources: A case study of Hubei Province[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2016, (4): 28-40.]
- [25] 马爱慧, 李鸿. 农户参与耕地保护受偿额度及执行保护意愿影响因素分析[J]. 上海国土资源, 2015, 36(1): 44-48. [Ma A H, Li H. Factors influencing farmers' willingness to accept compensation[J]. Shanghai Land & Resources, 2015, 36(1): 44-48.]



- [26] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. *European Journal of Operational Research*, 1978, 2(6): 429-444.
- [27] 魏权龄. 数据包络分析(DEA)[M]. 北京: 科学出版社, 2004. [Wei Q L. *Data Envelopment Analysis(DEA)* [M]. Beijing: Science Press, 2004.]
- [28] Tobin J. Estimation of relationships for limited dependent variables [J]. *Econometrica*, 1958, 26(1): 24-36.

## Economic performance of livestock and poultry breeding waste treatment and influencing factors:

### Based on data of farms in Beijing

ZHANG Xu, QIAO Juan, SHEN Xinqi

(College of Economics and Management, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Pollution of livestock and poultry breeding waste seriously endangers the rural environment, but farms often lack the enthusiasm for the treatment of livestock and poultry breeding waste. Improving the economic performance of livestock and poultry breeding waste treatment will greatly improve the enthusiasm of farm owners, therefore it is very important to fully understand the economic performance of the farms and its influencing factors. In this study, we imported the data from the 2017 survey in Beijing to measure the economic performance of livestock and poultry breeding waste treatment and analyze the influencing factors using the data envelopment analysis DEA-Tobit model. From the results, we found that technology, management, and scale of waste management all have a strong support for the economic performance, and the supporting roles of technology and management are greater than scale. Other factors that have a significant positive impact on the economic performance of livestock and poultry breeding waste treatment include higher business risk preference, long-term experience in breeding, advanced method of clearing the manure, strong willingness of conducting environmental impact assessment, and high enthusiasm of the surrounding farmers to apply manure. Factors such as farmers' willing to reduce the use of antibiotics on an appropriate basis and the high level of binding policy cognition have a significant negative impact on the economic performance. Although livestock and poultry breeding waste treatment with high environmental performance can directly lower the economic performance of farms, it can also improve social relations. The conclusions of this study have important implications for improving the enthusiasm of farm owners for livestock and poultry breeding waste treatment, thereby improving the environmental and social performance of livestock and poultry breeding waste treatment and promoting sustainable agricultural development.

**Key words:** livestock and poultry breeding waste treatment; economic performance; influencing factors; DEA-Tobit model; farms; Beijing