

AHP-FCE 模型下畜禽废弃物循环利用长效机制及评价体系构建

—基于牟平区鸡粪资源化利用的实证分析

朱艾青, 韩雪, 丛磊*

(中国农业大学烟台研究院, 山东 烟台 264670)

摘要:为促进种养结合、推动畜禽废弃物资源化利用,本研究对国家种养循环试点牟平区畜禽废弃物的土地承载力进行测算,得到土地承载力预警值($r=1.65$)偏高,并分析畜禽废弃物风险等级、循环利用现状。对种养主体和社会服务组织发放回收286份调查问卷,运用层次分析法构建包含循环利用、生态补偿、运营机制3个一级指标的畜禽废弃物循环利用评价体系,用模糊综合评价法得到目前牟平区鸡粪肥料化利用整体效果良好,畜禽废弃物循环利用的长效机制与多元化循环模式、标准化服务体系、市场化运营机制、生态补偿措施密切相关,最后提出推动畜禽废弃物循环利用的长效发展的对策,对畜禽生产大县的社会服务体系而言,需要政府对生态补偿政策持续支持,推动社会化服务组织在机制构建中发挥持续联结作用。

关键词: 畜禽废弃物利用;效果评价;长效机制;种养结合;绿色农业

中图分类号: X713

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2025)06-0123-05

Construction of a Long-Term Mechanism and Evaluation System for the Recycling and Utilization of Livestock and Poultry Waste under the AHP-FCE Model: An Empirical Analysis Based on the Utilization of Chicken Manure Resources in Muping District

ZHU Aiqing, HAN Xue, CONG Lei*

(Yantai Research Institute, China Agricultural University, Yantai 264670, China)

Abstract: To promote the integration of crop and livestock production and facilitate the resource utilization of livestock and poultry waste, this paper conducts a calculation of the land carrying capacity for livestock and poultry waste in the pilot county of national livestock and crop recycling, namely Muping District. The result shows that the warning value of land carrying capacity ($r=1.65$) is relatively high. The paper also analyzes the risk level of livestock and poultry waste and the current situation of recycling. A total of 286 questionnaires were distributed to livestock and poultry producers and social service organizations. The Analytic Hierarchy Process (AHP) was used to construct an evaluation system for the recycling of livestock and poultry waste, which includes three first-level indicators: recycling, ecological compensation, and operation mechanism. By using the fuzzy comprehensive evaluation method, it is concluded that the overall effect of the fertilizerization utilization of chicken manure in Muping District is currently quite good. The long-term mechanism of circular utilization of livestock and poultry waste is closely related to diversified circular models, standardized service systems, market-oriented operation mechanisms and ecological compensation measures. Finally, countermeasures for promoting the long-term development mechanism of livestock and poultry waste circular utilization are proposed.

收稿日期: 2025-03-22

基金项目: 山东省重点研发计划(重大科技创新工程)项目(2021CXGC010602); 山东省重点研发计划(软科学)项目(2025RZB0604); 烟台市教育局校地融合项目(2022XDRHXMOT24)

作者简介: 朱艾青(2004-), 女, 在读本科, 主要从事农业管理、循环经济研究。

通信作者: 丛磊, E-mail: 1393276730@qq.com

Key words: Waste recycling; Effect evaluation; Long-term mechanism; Combination of planting and breeding; Green agriculture

近年来,我国畜禽业发展迅猛,养殖规模迅速扩大。根据国家统计局数据,2022年我国畜牧业总产值高达41 307.7亿元,全国猪牛羊禽肉总产量为9 227万t。基于一县一特、产业集聚化的发展要求,土地规模化、农业专业化的生产模式,养殖业与种植业逐渐脱离传统中国式乡土社会的农业循环体系,打破了传统作物养殖、粪肥返田的种养模式^[1],加剧了区域种养分离。种植、养殖是农业生产最基本的结构单元,2021年国家开展绿色种养循环农业试点县项目建设,旨在推动畜禽废弃物肥料化利用及社会化服务组织建设,建立长效发展机制,加快推动种养结合循环农业发展。

2022年农业农村部在全国251个县(市、区、农场)开展了试点工作。山东省遴选了包括烟台市牟平区在内的23个畜禽养殖大县作为省级试点县。本研究对牟平区试点项目实施建立评价标准体系,对种植主体、养殖主体及社会化服务组织三者关系进行剖析,探索畜禽废弃物循环利用

的长效发展机制。

1 牟平区鸡粪排放及循环利用状况

牟平区为山东省畜牧养殖大县,肉食鸡养殖多,有多家大型龙头企业,主要分布在玉林店镇、水道镇、高陵镇、姜各庄镇等地。截至2022年底,牟平区肉食鸡出栏量116 459 600只,共有肉食鸡养殖户(场)593户(场)。根据畜禽粪便产生系数及猪粪当量换算标准测算^[2-5],牟平区年产生鲜鸡粪约64.05万t,折算猪粪当量约134.51万t。

以全区2.71万hm²耕地计算,单位面积畜禽粪便负荷量(q)高达49.63 t/hm²。参照我国北方地区耕地畜禽粪便最大适宜负荷量(p)30 t/hm²的标准^[6-7],计算得出预警值 $r=q/p\approx 1.65$ 。根据通行预警分级标准(表1),该值处于V级区间,表明牟平区已面临严重的畜禽粪便污染风险,资源化利用与异地消纳需求极为迫切。

表1 畜禽粪便污染物负荷预警分级

Table 1 Early-warning classification of manure pollutant load of livestock and poultry

预警值r Prewarning value(r)	<0.4	0.4~0.7	0.7~1.0	1.0~1.5	1.5~2.5	≥2.5
级别	I	II	III	IV	V	VI
对环境的威胁性	无	稍有	有	较严重	严重	很严重

在国家绿色种养循环农业政策驱动下,牟平区初步形成了以“政府补贴+社会化服务组织运营”为核心的鸡粪肥料化利用模式。牟平区政府联合50~100个家庭农场或合作社,建设十万亩示范区、百亩或千亩示范观摩点,以及粪肥、有机肥替代化肥的试验、监测、示范点。肥料化利用主要依靠专业化服务主体的操作来实现^[8-9]。2023年牟平区补贴17家循环农业试点企业,目标堆肥5.23万t;建设区域性布局5~10家专业化社会服务经营主体(种养废弃物的收集运输、储存处理、施用服务),形成种养废弃物处理、还田技术集成。

2 牟平区鸡粪肥料化利用的效果评价

2.1 研究方法

分别制定针对种植户、养殖户和社会化组织的问卷共300份,在牟平区发放,回收有效问卷

286份,有效回收率95.3%。

AHP-FCE结合方法是将层次分析法(AHP)和模糊综合评价法(FCE)结合起来的一种综合评价方法。AHP用于确定各评价指标的权重,FCE用于对评价对象进行模糊综合评价,从而得出客观合理的评价结果。根据研究目标,建立层次结构模型,通常分为目标层、准则层和方案层,由于本研究的目标并非做出选择,故将对应层次转化为一、二级指标和三级指标。进行模糊综合评价时,根据最大隶属度原则,对照评价集中的评语等级标准,得出被评价事物的等级水平^[10]。

2.2 AHP指标体系构建与权重确定

结合畜禽废弃物资源化利用的特质与现有研究选取指标^[11-12],运用AHP方法构建循环利用、生态补偿、运营机制3个维度组成的评价指标体系,目标层(A)为畜禽废弃物资源化利用长效机制;准

则层包括循环利用(B1)、生态补偿(B2)和运营机制(B3)3个一级指标;下设8个二级指标和20个三级指标,详见表2。

通过专家打分构建判断矩阵,并经过严格的一致性检验(所有矩阵 $CR < 0.1$),得出各层级指标权重。不难看出,在准则层中,运营机制(B3)的权重(0.396 9)最高,凸显出以社会化组织为中心的运营机制建设在整个畜禽废弃物资源化利用的长效机制构建中的重要作用。在要素层权重排名中,政策激励与支持力度(D81, 0.071 632)、社会化

组织对补助满意度(D43, 0.071 583)和粪污肥料化利用途径种类(D21, 0.071 433)位居前三,表明“政府推力”“组织动力”和“技术通路”是当前驱动系统运行的三大核心要素。

2.3 基于FCE的效果实证评估

根据问卷数据,计算各评价要素隶属于“优秀”“良好”“一般”“较差”“很差”5个等级的隶属度,按照最大隶属度原则,结合AHP确定的权重,逐级进行模糊合成运算,得到综合评价结果(表3)。

表2 畜禽废弃物资源化利用效果指标权重及排序

Table 2 Weight and ranking of livestock and poultry waste resource utilization effect indicators

目标层 Destination layer	一级指标 Primary index	权重 Weight	二级指标 Secondary index	权重 Weight	三级指标 Three-level index	相对权重 Relative weight	权重 Weight
畜禽废弃物资源化利用长效机制A	循环利用 B1	0.302 0	废弃物收集情况 C1	0.302 0×0.303 8 =0.091 7	畜禽粪便收集量 D11	0.599 8	0.055 030
			不同规模养殖户收集参与情况 D12	0.400 2	0.036 717		
			循环模式多元性 C2	0.302 0×0.396 6 =0.119 8	废弃物肥料化利用途径种类 D21	0.596 4	0.071 433
			有效产品生产率 D22	0.403 6	0.048 340		
			产品再利用 C3	0.302 0×0.299 6 =0.090 5	有机肥施用量 D31	0.697 1	0.063 073
			有机肥使用覆盖作物种类 D32	0.302 9	0.027 406		
	生态补偿 B2	0.301 1	补偿标准合理性 C4	0.301 1×0.600 5 =0.180 8	养殖户缴费标准满意度 D41	0.304 9	0.055 129
			种植户购买补偿满意度 D42	0.299 2	0.054 099		
			社会化组织对补助满意度 D43	0.395 9	0.071 583		
			养殖户缴费范围覆盖 D51	0.497 4	0.059 832		
			种植户购买补偿范围覆盖 D52	0.148 9	0.017 911		
	运营机制 B3	0.396 9	标准化服务体系建设 C6	0.396 9×0.298 7 =0.118 6	社会化组织受补助比例 D53	0.353 7	0.042 546
			社会化组织人员规模 D61	0.151 7	0.017 985		
			社会化组织技术及设备 D62	0.448 2	0.053 136		
			社会化组织标准认定 D63	0.400 0	0.047 422		
			价格形成与供需匹配机制 D71	0.399 0	0.063 630		
			主体分工有效性 D72	0.200 3	0.031 943		
			普及与市场需求开发 D73	0.400 6	0.063 885		
			政策激励与支持力度 D81	0.602 6	0.071 632		
			政府监督力度 D82	0.397 4	0.047 240		

表3 牟平区鸡粪资源化利用效果模糊综合评价结果

Table 3 Fuzzy comprehensive evaluation results of chicken manure resource utilization in Muping District

评价维度 Evaluative dimension	优秀 Excellent	良好 Good	一般 Average	较差 Poor	很差 Very poor	综合评价等级 Overall evaluation grade
整体效果A	0.138 1	0.325 1	0.310 8	0.179 8	0.046 1	良好
循环利用B1	0.144 8	0.343 1	0.343 6	0.123 2	0.045 3	一般
废弃物收集情况C1	0.161 6	0.365 8	0.336 3	0.088 1	0.048 2	良好
循环模式多元性C2	0.159 4	0.367 7	0.332 3	0.107 0	0.033 6	良好
产品再利用率C3	0.108 6	0.287 6	0.365 9	0.180 2	0.057 7	一般

续表 3

Table 3 Continued

评价维度	优秀	良好	一般	较差	很差	综合评价等级
Evaluative dimension	Excellent	Good	Average	Poor	Very poor	Overall evaluation grade
生态补偿B2	0.109 1	0.319 2	0.312 0	0.209 5	0.050 2	良好
补偿标准合理性C4	0.112 3	0.310 0	0.311 5	0.222 1	0.044 1	一般
补偿对象覆盖度C5	0.104 4	0.333 0	0.312 7	0.190 6	0.059 3	良好
运营机制B3	0.155 0	0.315 9	0.284 9	0.200 3	0.043 5	良好
标准化服务体系建设C6	0.187 7	0.401 7	0.240 3	0.131 2	0.039 0	良好
市场机制健全程度C7	0.128 6	0.288 9	0.342 1	0.224 9	0.014 9	一般
政策持续支持C8	0.157 9	0.266 7	0.252 5	0.236 3	0.086 5	良好

根据本文构建的评价体系及以上计算结果可以得出如下评价结果。

(1) 畜禽废弃物资源化利用现状整体效果属于“良好”的隶属度最大。自牟平区被列为绿色种养循环农业试点县,牟平区政府出台系列相关政策,鼓励社会化组织带动循环发展,取得显著效果,整体上提高了畜禽废弃物的资源化利用,减少了行业污染。

(2) 循环利用属于“一般”的隶属度最大。其中,二级指标“废弃物收集情况C1”和“循环模式多元性C2”评价为良好,“产品再利用C3”评价为一般。粪便收集方面,中大型养殖场依托于山东仙坛生物科技有限公司等大型企业,参与程度较高;小型养殖场的畜禽废弃物难以广泛收集。

产品再利用方面,通过问卷分析,发现种植主体整体参与积极性不够高,留在农村继续农业劳作的人口年龄普遍较高,环保意识不强,加上施用有机肥需要一定技术和设备,普及程度不高,大多数种植户还是偏向施用操作简单方便的化肥,导致有机肥在终端施用环节受阻。

(3) 生态补偿属于“良好”的隶属度最大。其中,二级指标“补偿标准合理性C4”评价为一般,对于生态补偿标准的制定,养殖户比种植户对补偿标准更加认可。主要是种植户对于购买有机肥的价格不满,尽管政府已经补贴180元/t,但对于种植户而言,有机肥价格相比化肥仍然过高,减弱了种植户施用有机肥的意愿。

(4) 运营机制属于“良好”的隶属度最大。二级指标“市场机制健全程度C7”评价为一般,“政府持续支持C8”评价为良好。目前,政府对社会化组织的补贴投入较为充分,社会化组织联结各方,整个项目得以运转。但政策监督力度属于较

差,政府和市场监管体系不完善,监管力度不够,存在部分养殖户非法晾晒粪便,导致社会化组织难以收集充足原料的情况,不利于畜禽废弃物资源化利用运营机制的长效运行发展。

总体来看,当前模式过度依赖前端补贴,在培育市场化运行机制、构建有效监管体系方面存在不足。而牟平区畜禽废弃物资源的市场体系构建还未完善,社会化组织在协调各方主体的过程中并不算顺利,面临着有机肥的定价需要根据实际成本和种植户购买意愿进行平衡、种植户环保意识不够等问题。

3 畜禽废弃物循环利用的长效机制建设建议

根据试点项目的实地调研及问卷模型分析,牟平区废弃物资源化利用整体效果较好,但存在养殖废弃物肥料化利用过度依赖种养循环项目、种植主体积极性不高、小型养殖场废弃物循环利用率不高、社会化服务的市场体系尚未健全、政府监管力度不足等问题^[13-15]。

3.1 构建多业态的区域性种养结合及组织化

构建多业态的区域性种养结合及组织化,解决种植主体积极性不高的问题。种植主体参与度低的主要原因是老龄化、有机肥成本高、缺少施用有机肥的技术和设备等^[16],可以考虑促进区域内的种养结合,尤其是小型养殖场与种植户的结合,采用轻简化堆肥等低成本方式,构建村域或特色产业类型的集中区,由村集体服务组织或区域小型社会组织来运营^[17],构建多业态的区域性种养结合。

3.2 完善针对种养主体的生态补偿政策和监管措施

针对县域不同规模的种养主体分类施策。目

前的生态补偿制度对大型养殖场补贴力度大、优先级高,因而大型养殖场的参与积极性较高;而小型养殖主体分散,环保规制对于小型养殖主体的影响较小,种养循环项目推动了粪肥收集价格上涨,出现小型养殖场趁机对畜禽粪便多收费等现象,需要构建种植主体、养殖主体、社会化服务组织三者利益平衡机制,实施合理的价格补贴及奖惩制度^[18],建议对小型养殖场按存栏量设定阶梯式补贴,避免补贴力度“一刀切”情况。同时应加强对非法晾晒鸡粪现象的监督管理,可以采用在养殖场及周围安装智能传感器检测、低空卫星遥感监测识别、专人巡逻监督等方式^[19]。

3.3 建设标准化服务和监管体系

解决社会化服务的市场体系尚未健全的问题,需要建立完善监管体系,健全生态补偿标准认定。政府部门应建立标准化的指标和方法对社会服务组织进行定期检查和评估,确保服务质量和效果^[20]。根据地方畜禽废弃物产生量、土地承载力,建立合理的生态补偿标准。通过市场化运营机制,将生态补偿标准具体化并落实到社会化服务组织的实施中,有机联结种养主体的需求,推动地方性畜禽废弃物循环利用的长效性发展。

参考文献:

- [1] 孙一丹,郭笑君,刘佳妮,等.县域循环畜禽养殖主体种养结合意愿:基于烟台市牟平区生猪养殖户实证分析[J].农业工程,2023,13(9):148-156.
SUN Y D, GUO X J, LIU J N, et al. Willingness of county-level circular livestock and poultry breeding entities to combine planting and breeding: based on empirical analysis of pig farmers in Muping District, Yantai City[J]. Agricultural Engineering, 2023, 13(9): 148-156. (in Chinese)
- [2] 戴馨仪,熊悦伶,沈留红,等.畜禽粪便量概算及污染状况分析[J].山东畜牧兽医,2024,45(1):23-29.
DAI X Y, XIONG Y L, SHEN L H, et al. Estimation of livestock and poultry manure production and analysis of pollution status[J]. Shandong Journal of Animal Science and Veterinary Medicine, 2024,45(1):23-29. (in Chinese)
- [3] 王方浩,马文奇,窦争霞,等.中国畜禽粪便产生量估算及环境效应[J].中国环境科学,2006,26(5):614-617.
WANG F H, MA W Q, DOU Z X, et al. The estimation of the production amount of animal manure and its environmental effect in China[J]. China Environmental Science, 2006, 26(5):614-617. (in Chinese)
- [4] 张乃弟,沙茜.土地消纳畜禽粪污容量的初步分析[J].环境科学与技术,2011(S1):128-130,242.
ZHANG N D, SHA Q. Preliminary analysis of the capacity of land to absorb livestock and poultry manure[J]. Environmental Science & Technology, 2011(S1): 128-130, 242. (in Chinese)
- [5] 潘洁,肖辉,陆文龙.天津市畜禽养殖粪便产生量估算及耕地负载初步评估[J].山西农业科学,2014,42(5):517-520.
PAN J, XIAO H, LU W L. Estimation of the animal feces amount in animal farming and its cultivated land load in Tianjin [J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2014, 42(5): 517-520. (in Chinese)
- [6] 许栋.部分地州畜禽规模养殖场配套耕地消纳粪污承载力参数计算[J].新疆畜牧业,2019,34(6):34-38.
XU D. Calculation of the carrying capacity parameters for accommodating livestock manure through cultivated land in some county-scale livestock farms[J]. Xinjiang Animal Husbandry, 2019, 34(6): 34-38. (in Chinese)
- [7] 张藤丽,焉莉,韦大明.基于全国耕地消纳的畜禽粪便特征分布与环境承载力预警分析[J].中国生态农业学报(中英文),2020,28(5):745-755.
ZHANG T L, YAN L, WEI D M. Characteristic distribution of livestock manure and warning analysis of environmental carrying capacity based on the consumption of cultivated land in China[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2020,28(5):745-755. (in Chinese)
- [8] 张玉海,涂岳,陈苏,等.我国畜禽粪便肥料化利用现状与发展趋势[J].东北农业科学,2019,44(5):53-57.
ZHANG Y H, TU Y, CHEN S, et al. Current situation and development trend of fertilizer utilization of livestock and poultry manure in China[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2019, 44(5): 53-57. (in Chinese)
- [9] 丛霖.畜禽废弃物循环视角下社会化服务组织模式的多维效率评估—以牟平区畜禽废弃物循环处理为例[J].东北农业科学,2025,50(4):112-119.
CONG L. Multi-dimensional efficiency evaluation of social service organization model from the perspective of livestock waste recycling: A case study of livestock waste recycling treatment in Muping District[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2025, 50(4): 112-119. (in Chinese)
- [10] 樊铭玺,胡婉儿,李宛真,等.基于AHP-FCE模型鱼菜共生式生态农场综合评价体系构建[J].陕西农业科学,2023,69(9):89-96.
FAN M X, HU W E, LI W Z, et al. Construction of a comprehensive evaluation system for fish and vegetable symbiosis ecological farm based on AHP-FCE model[J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 2023,69(9):89-96. (in Chinese)
- [11] 陈铭哲,印遇龙,何流琴.畜禽粪污资源化处理与种养循环一体化研究与思考[J].中国科学:生命科学,2024,54(7):1211-1225.
CHEN M Z, YIN Y L, HE L Q. Research and reflection on the integration of manure resource treatment and integrated farming system in animal husbandry[J]. Scientia Sinica(Vitae), 2024, 54(7): 1211-1225. (in Chinese)
- [12] 王英杰,宋怡玮,宋康宁,等.生态补偿与价值感知对畜禽废弃物循环利用的影响效应研究—基于莱阳市生猪养殖户的实证分析[J].东北农业科学,2024,49(4):105-112.

- 人民论坛·学术前沿,2024(10):94-100.
- YU F W. Ecological connotation and development mode of new quality productive forces in agriculture[J]. *Frontiers*, 2024(10): 94-100. (in Chinese)
- [12] 金书秦,张哲晰,胡钰,等.中国农业绿色转型的历史逻辑、理论阐释与实践探索[J]. *农业经济问题*, 2024(3): 4-19.
- JIN S Q, ZHANG Z X, HU Y, et al. Historical logic, theoretical interpretation, and practical exploration of China's agricultural green transformation[J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2024 (3): 4-19. (in Chinese)
- [13] 姜长云.农业新质生产力:内涵特征、发展重点、面临制约和政策建议[J]. *南京农业大学学报(社会科学版)*, 2024, 24 (3): 1-17.
- JIANG C Y. The agricultural new quality productive forces: connotations, development priorities, constraints and policy recommendations for the development[J]. *Journal of Nanjing Agricultural University(Social Sciences Edition)*, 2024, 24(3): 1-17. (in Chinese)
- [14] 赵敏娟,杜瑞瑞.新质生产力推动农业全产业链绿色转型:理论逻辑与路径选择[J]. *农业现代化研究*, 2024(5): 723-732.
- ZHAO M J, DU R R. New quality productivity promotes green transformation of the entire agricultural industry chain: theoretical logic and path selection[J]. *Research on Agricultural Modernization*, 2024(5): 723-732. (in Chinese)
- [15] 刘佳,高艺轩,王春枝.新质生产力视域下内蒙古农业绿色转型的现实基础、主要问题及对策建议[J]. *内蒙古社会科学*, 2025, 46(4): 204-212.
- LIU J, GAO Y X, WANG C Z. The reality basis, main problems and countermeasures suggestions of green transformation of Inner Mongolia agriculture under the perspective of new quality productivity[J]. *Inner Mongolia Social Sciences*, 2025, 46(4): 204-212. (in Chinese)
- [16] 张源容,高阳.新质生产力赋能乡村振兴的三重逻辑[J]. *东北农业科学*, 2024, 49(5): 109-112.
- ZHANG Y R, GAO Y. Efficiency and influencing factors of financial support in agricultural green transformation[J]. *Journal of Northeast Agricultural Sciences*, 2024, 49(5): 109-112. (in Chinese)
- (责任编辑:穆楠)

(上接第127页)

- WANG Y J, SONG Y W, SONG K N, et al. Research on the impact of ecological compensation and value perception on livestock waste recycling: An empirical analysis based on pig farmers in Laiyang City[J]. *Journal of Northeast Agricultural Sciences*, 2024, 49(4): 105-112. (in Chinese)
- [13] 白明月.畜禽粪污资源化利用实施成效浅析—以禹城市为例[J]. *山东畜牧兽医*, 2022, 43(5): 28-30.
- BAI M Y. A Brief analysis of the implementation effect of utilization of livestock and poultry manure resources - Taking Yucheng City as an example[J]. *Shandong Journal of Animal Science and Veterinary Medicine*, 2022, 43(05): 28-30. (in Chinese)
- [14] 龙小文.畜禽粪污资源化利用模式的探讨及对策分析[J]. *中国畜禽种业*, 2022, 18(2): 94-95.
- LONG X W. Discussion on the utilization models of livestock and poultry manure and analysis of countermeasures[J]. *Chinese Livestock and Poultry Breeding*, 2022, 18(2): 94-95. (in Chinese)
- [15] 汤毅晖.畜禽粪污资源化利用方案及经济性分析[J]. *上海节能*, 2021(11): 1298-1301.
- TANG Y H. Resource utilization scheme and economic analysis of livestock and poultry manure[J]. *Shanghai Energy Conservation*, 2021(11): 1298-1301. (in Chinese)
- [16] 刘丽,郝荣超,罗伟林.畜禽养殖废弃物资源化利用[J]. *中国动物保健*, 2022(3): 105-106.
- LIU L, HAO R C, LUO W L. Resource utilization of livestock and poultry wastewater[J]. *China Animal Health*, 2022(3): 105-106. (in Chinese)
- [17] 姜海,雷昊,白璐,等.不同类型地区畜禽养殖废弃物资源化利用管理模式选择—以江苏省太湖地区为例[J]. *资源科学*, 2015, 37(12): 2430-2440.
- JIANG H, LEI H, BAI L et al. Regional livestock waste resource utilization management modes in the Taihu Lake Basin, Jiangsu[J]. *Resources Science*, 2015, 37(12): 2430-2440. (in Chinese)
- [18] 王洁,张玲,刘艳华,等.农业废弃物管理的生态补偿机制研究[J]. *安徽农业科学*, 2016(5): 264-267.
- WANG J, ZHANG N, LIU Y H, et al. Research on the ecological compensation mechanism for agricultural waste management [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2016(5): 264-267. (in Chinese)
- [19] 赵润,张克强,杨鹏,等.我国畜禽废弃物管理的生态补偿研究[J]. *江苏农业科学*, 2011, 39(4): 423-428.
- ZHAO R, ZHANG K Q, YANG P, et al. Research on ecological compensation for the management of livestock and poultry waste in China[J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2011, 39(4): 423-428. (in Chinese)
- [20] 陈显荣,彭一龙.畜禽养殖废弃物资源化利用的绩效评价及制约因素研究—以江西省为例[J]. *云南农业大学学报(社会科学)*, 2022, 16(5): 148-154.
- CHEN X R, PENG Y L. Research on performance evaluation and restrictive factors of resource utilization of livestock and poultry wastes: Taking Jiangxi Province as an example[J]. *Journal of Yunnan Agricultural University(Social Science)*, 2022, 16 (5): 148-154. (in Chinese)
- (责任编辑:范杰英)