

引用格式:

谷小科, 杜红梅. 畜禽粪污资源化利用的政策逻辑及实现路径[J]. 农业现代化研究, 2020, 41(5): 772-782.

Gu X K, Du H M. The policy logic and realization path of utilization of livestock and poultry excrement[J]. Research of Agricultural Modernization, 2020, 41(5): 772-782.

DOI: 10.13872/j.1000-0275.2020.0066



畜禽粪污资源化利用的政策逻辑及实现路径

谷小科^{1,2}, 杜红梅^{1*}

(1. 湖南农业大学商学院, 湖南 长沙 410128; 2. 湖南人文科技学院商学院, 湖南 娄底 417000)

摘要: 开展畜禽粪污资源化利用, 促进畜牧业绿色可持续发展, 关系畜禽产品有效供给和农村居民生产生活环境改善, 是全面建成小康社会的重要举措。基于畜禽粪污资源化利用政策的理论基础和现实驱动, 阐明开展畜禽粪污资源化利用的政策逻辑, 梳理现有政策, 分析政策实施存在的问题, 探讨畜禽粪污资源化利用实现路径。结果表明, 畜禽粪污资源化利用政策源于生态、价值和经济等理论, 是在环境、资源、市场和技术等多重因素驱动下形成的。我国畜禽粪污资源化利用政策经历了萌芽期、平稳发展期、快速发展期三个阶段, 畜禽粪污治理政策演变具有治理政策向资源化利用政策转变; 指令性政策向激励性政策转变; 政策接受主体和政策工具向多元化转变的特征。但目前还存在积极性不高、监测体系欠完善、市场体系尚未形成等问题。因此, 为实现畜禽粪污资源化利用, 提出普及推广资源化利用技术、提高资源化利用积极性、构建市场交易体系、加强资源化利用数据监测等路径。

关键词: 畜禽粪污; 资源化利用; 政策逻辑; 理论基础; 现实驱动; 实现路径

中图分类号: F320.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0275(2020)05-0772-11

The policy logic and realization path of utilization of livestock and poultry excrement

GU Xiao-ke^{1,2}, DU Hong-mei¹

(1. Business School, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China; 2. Business School, Hunan University of Humanities, Science and Technology, Loudi, Hunan 417000, China)

Abstract: The recycling of livestock and poultry excrement and the green and sustainable development of animal husbandry is an important measure to complete the building of a moderately prosperous society in all respects. It relates to the effective supply of products and the improvement of production and living environment. Based on the theory and reality of the policy of resource utilization, this paper examines the logic behind the policy of resource utilization, identifies the problems existing in the implementation of the policy, and discusses the realization path of resource utilization. Results show that this policy comes from the theories of ecology, values and economics and it is driven by multiple factors such as environment, resources, market and technology. China's utilization policy has experienced three stages: starting period, stable development, and rapid growth. This policy changed from reactive treatment to active resource utilization, from mandatory enforcement to incentive for performance focus, and policy participants and policy tools being more diverse. However, there are still some problems, including low enthusiasm, imperfect monitoring system, and incomplete market system. To realize resource utilization, this paper suggests popularizing technology, improving enthusiasm, building transaction system, and strengthening data monitoring.

Key words: livestock manure; resource utilization; policy logic; theoretical basis; realistic drive; realization path

畜禽养殖业是带动农村经济发展的重要产业,也是肉类食品的主要供给产业,畜禽养殖产业可持续发展对满足人们高质量食品需求、改善农村居民

生产生活环境有重要意义,是全面建成小康社会的重要举措。但是,随着畜禽养殖规模不断扩大,部分畜禽粪污未经无害化处理直接排放。畜禽粪污

基金项目: 湖南省哲学社会科学基金项目(19YBA205); 湖南省教育厅一般项目(19C0993)。

作者简介: 谷小科(1979—),男,湖南耒阳人,博士研究生,讲师,主要从事农业废弃物资源化利用政策研究, E-mail: kenit0921@163.com; 通信作者: 杜红梅(1965—),女,湖南长沙人,博士,教授,主要从事生态经济与管理、贸易与环境、农产品绿色供应链研究, E-mail: duhongmei@hunau.edu.cn。

收稿日期: 2020-05-30, **接受日期:** 2020-07-01

Foundation item: Philosophy and Social Science Foundation of Hunan Province (19YBA205); General Project of Hunan Provincial Department of Education (19C0993).

Corresponding author: DU Hong-mei, E-mail: duhongmei@hunau.edu.cn.

Received 30 May, 2020; **Accepted** 1 July, 2020

中含有的大量氮磷元素以及重金属、残留药物和致病菌,导致河流水质富营养化、土壤重金属超标、空气恶臭弥漫等环境问题。2016年中央财经领导小组会议提出加快推进畜禽养殖废弃物处理和资源化^[1],十九大报告明确指出应推进资源节约和循环利用。2016年以来,各级政府相继出台系列畜禽养殖废弃物资源化利用政策,这些政策在改善生态环境和节约资源方面起到关键性作用。但我国畜禽资源化利用政策实施尚处于不断完善阶段,资源化利用政策在工具手段选择、补贴标准、数据监测和市场体系构建等方面还存在较多问题,导致畜禽粪污资源化利用效果难以达到预期。

近年来,畜禽粪污资源化利用政策研究主要聚焦粪污资源化利用管理模式、价值评估、利益相关者行为、政策工具选择和实施效果等方面。姜海等^[2]认为管理模式选择应考虑所在地区种植、化肥等相关产业规模和经济发展水平,同时应构建由种养企业、政府、第三方粪污处理企业、运输企业等多方合作机制,提高所选模式的管理效率^[3-5]。大多学者基于外部性理论和公共物品理论对畜禽粪污资源化利用进行价值评估,认为畜禽粪污资源化利用是正向外部性的表现,而未实施资源化利用导致自然环境遭受污染是负向外外部性的体现^[6-7]。由于畜禽粪污资源化利用产生的社会效益和生态效益不具有排他性和分割性,其提供的生态系统服务所有人均可享受,属于公共物品范畴,往往由政府支持实施^[7]。畜禽粪污资源化利用的利益相关者包括各级政府、养殖户、种植户、有机肥加工企业、粪污收储运输企业等,其中养殖户是最基本的利益相关者^[8-9],已有研究分析了养殖户采取粪污资源化利用行为的影响因素,认为年龄、性别、文化程度、资源化利用意识与认知、社会行为参照、政策引导、养殖规模、成本收益、环保技术与设施等因素均对养殖户资源化利用行为产生影响^[10-13]。在政策工具选择和政策效果研究方面,学者们认为资源化利用政策对畜禽养殖场(户)资源化利用行为有显著正效应^[14];不同禀赋的畜禽养殖场(户)对资源化利用补贴政策的偏好有明显差异^[15];政策效果以激励性政策最佳,排污费征收、行政命令等约束性政策在督促生产者重视废弃物处理上效果也十分明显;而指导性政策则适宜与其他政策结合使用^[16-17]。

梳理以往畜禽粪污资源化利用政策的研究成果,其研究内容以政策效果研究居多,学者们从理论与实践两个方面肯定激励性政策对开展畜禽粪污资源化利用的重要性,并对政策效果的影响因素开

展实证研究,为助推我国畜禽粪污资源化利用政策实施发挥重要作用。同时,也可以看到学术界对畜禽粪污资源化利用政策依据的研究相对较少,畜禽粪污资源化利用政策的理论研究体系有待进一步丰富和完善。为此,本研究从畜禽粪污资源化利用的理论逻辑和现实驱动两个角度揭示畜禽粪污资源化利用的政策逻辑,并在梳理现有政策的基础上,分析政策实施过程中存在的问题,探讨畜禽粪污资源化利用实现路径,以期丰富畜禽粪污资源化利用理论研究内容,为当前我国开展畜禽粪污资源化利用提供经验和启示。

1 畜禽粪污资源化利用政策的理论基础

1.1 生态理论

生态学理论强调的是物质平衡与物质循环。物质平衡理论^[18]认为物质能量具有守恒特点,既不会灭失,也不会被创造出来,物质生产过程就是物质流动的过程,物质生产只不过是物质形式的变化,其物质能量总量没有改变^[19]。因此,劳动者将生产资料转化为商品,其生产资料的投入与产出必然遵循物质能量平衡原则。而且劳动者的劳动并不能把所有投入转换成期望产出,生产中不可避免会出现非期望产出,这种非期望产出通常就是生产中的废弃物。从传统生产方式来看,环境为经济系统提供物质作为生产资料,在经济系统中通过人类的生产和生活,物质形式发生变化,除部分被人类吸收或利用后,其他均以生产废弃物或生活废弃物的形式重新进入环境。传统生产和生活方式下,废弃物往往被直接排放,而自然环境所具有的自我净化能力有限,无法承受无限制的废弃物排放,当自然界无力全部净化废弃物时,废弃物将会逐渐累积,进而影响自然生态服务功能,破坏自然生态环境。根据物质循环理论,废弃物作为一种物质存在形式,其依然具有资源属性,在经过适当技术处理后,仍可以作为资源重新进入经济系统(图1)。废弃物资源化利用实现了物质在经济系统中的持续循环,一方面可以减少自然环境对经济系统的物质投入;另一方面可以减少经济系统中废弃物的流出量,对节约自然资源和保护环境有双重正效益。

畜禽养殖废弃物主要是畜禽粪便,在传统养殖方式下大部分农户均采用种养结合方式,畜禽粪便是重要的农业生产资料,对环境的影响较小。但随着畜禽养殖产业化和规模化发展,种植业与养殖业的相互依存度不断弱化,导致畜禽粪污肥料化利用比率不断下降,使畜禽粪污从农业资源转变为农村

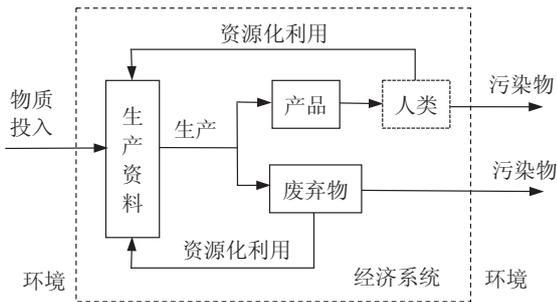


图 1 环境与经济系统的物质流动关系

Fig. 1 Considering the material flow relationship between the environment and the economic system

面源污染的主要污染源，对生态环境造成不良影响，政府为修复环境需付出巨大社会成本。而根据物质平衡理论和传统农业实践经验，畜禽粪污完全可以进行资源化循环利用，可以通过饲料化、能源化、肥料化等方式重新作为生产资料进入农业经济系统。这样不仅可以节约资源、减轻自然环境负荷，还能作为生产资料的替代，提高畜禽养殖经济附加值。特别是畜禽粪污作为有机肥料进行综合利用时，具有多重生态效益，对土地质量改善、农产品品质 and 经济效益都有明显正影响。因此，实施畜禽粪污资源化利用政策是生态理论的体现，是我国践行生态文明理念、改善农村宜居环境的关键举措。

1.2 价值理论

马克思关于商品价值的理论诠释了畜禽粪污资源化利用的价值逻辑，认为商品价值取决于生产该商品使用价值的社会必要劳动时间。社会必要劳动时间是在现有社会正常生产条件下，以社会平均的劳动熟练程度和劳动强度创造某种使用价值所需要的劳动时间。由于商品生产中的物质转换不可能将生产资料百分之百地转化为期望产出，还必然伴生一些非期望产出。因此，不仅生产使用价值的劳动时间是必要的，而且减少废弃物排放、消除商品生产对生态环境不良影响所付出的劳动时间同样必要，商品的社会必要劳动时间应该是两者的总和。

从社会层面来看，经济系统为社会提供的价值总量等于单位商品价值量与数量的乘积（图 2）。在相同时间里，如果商品生产的社会必要劳动时间减少，单位商品价值量就会减少，虽然商品社会价值总量不变，但商品数量会相应增加，提供给整个社会的使用价值会更多^[20]。如果生产中大多数企业忽视废弃物资源化利用，偏重废弃物末端治理，必然增加生产商品所需的全部社会必要劳动时间，相同时间里商品供给数量将减少，提供的商品使用价值量也会随之减少。因此，关注生产过程中废弃物循

环利用，缩短废弃物处理的必要劳动时间将是减少商品社会必要劳动时间、提高社会使用价值总量的有效途径。

从单个企业来看，单位商品价值量与社会必要劳动时间和社会劳动生产率相关，商品社会价值总量与个别劳动时间和个别劳动生产率相关（图 2）。单位商品社会价值是由社会必要劳动时间来决定的，不会因为商品个别劳动时间缩短而降低单位商品社会价值量。如果企业商品的个别劳动时间低于社会必要劳动时间，那么与其他企业比较，相同时间里可以生产出更多商品，而出售时，仍按社会必要劳动时间决定的单位商品价值量进行交换，由于企业为社会提供的价值总量等于单位商品社会价值量与数量的乘积，所以在单位商品价值不变的情况下，企业生产的商品社会价值总量会随个别劳动时间缩短而增加，从而使企业在市场中保持明显竞争优势，为企业创造更多经济效益。

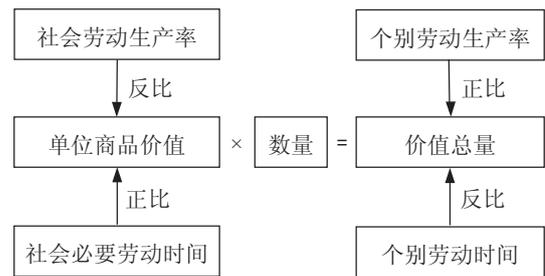


图 2 商品价值与社会必要劳动时间的关系

Fig. 2 Relationship between commodity value and socially necessary labor time

实施畜禽粪污资源化利用，将污染尽可能消除在进入自然环境之前，这样既可以减少畜禽养殖末端污染治理费用和时间，还可以增加畜禽养殖的经济附加值。因此，从商品价值理论视角来看，全社会实施畜禽粪污资源化利用能有效缩短畜禽养殖行业社会必要劳动时间，增加畜禽养殖产品供应量，从而增加整个社会福祉；养殖场（户）实施畜禽粪污资源化利用，能缩短畜禽养殖产品个别劳动时间，降低畜禽养殖成本，增强畜禽养殖场（户）市场竞争力，从而实现企业环境效益、经济效益和社会效益最大化。

1.3 经济理论

外部性理论认为，企业生产经营行为会对企业外部的个人、组织和环境产生正面或负面的影响，也称正外部性或负外部性。企业的外部性效应会导致企业成本或收益外部化，不管是正外部性效应还是负外部性效应，由于社会效益与私人收益、社会

成本与私人成本的不匹配，均可能引起企业做出错误经济决策，从而导致市场资源配置低效率。以负外部性为例，企业物质生产过程中的非期望产出，在未经处理的情况下直接排入自然环境，会增加环境自我消纳的负荷，导致环境污染。而环境污染治理的费用没有由污染者承担，反而由社会来承担，这样使得企业成本外部化，企业承担的成本小于实际生产成本。此时，企业选择的经营规模往往比最优经营规模要大，从而导致市场失灵。因此，要实现市场资源配置优化，应尽可能避免外部性或消除外部性效应的影响。

外部性理论揭示了实施畜禽粪污资源化利用政策的经济逻辑。畜禽粪污传统处理方式偏重于废弃物的无害化处理和末端治理，往往处理成本较高，增加了畜禽养殖场（户）的成本负担，其废弃物治理行为并非养殖场（户）自愿，而是迫于环境规制约束，不少养殖场（户）从自身经济利益出发，可能会铤而走险向自然环境偷排偷放，使本该由私人承担的粪污治理成本外部化，导致畜禽粪污负外部效应。具体来说，养殖场（户）实际排污量 Q_2 由私人成本（MPC）和收益（MB）两条线的交点确定（图 3），由于负外部性效应的存在，养殖场（户）的部分成本外部化，由社会共同承担了。所以，实际的社会成本线（MSC）与 MPC 之间的差额就是私人成本外部化的部分。那么，考虑负外部性效应后的合理排污量应是由 MSC 和 MB 决定的 Q_1 。由此可以看出，由于存在负外部性效应，养殖场（户）向环境输出的实际排污量 Q_2 大于合理排污量 Q_1 ，从而加剧了环境污染。而弱化负外部性效应的重要手段便是推行畜禽粪污资源化利用。

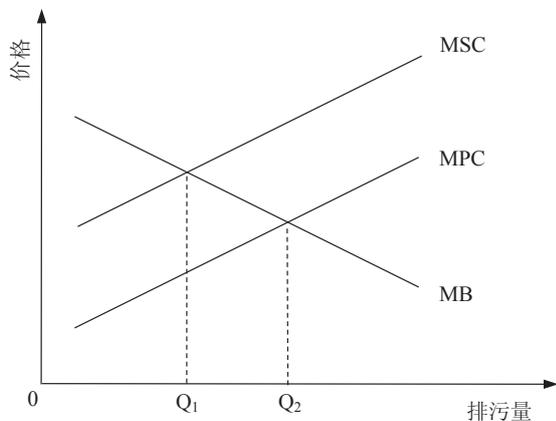


图 3 畜禽粪污直排负外部效应

Fig. 3 Negative external effects of the direct discharge of livestock and poultry excrement

畜禽粪污资源化利用不仅可以减少负外部性的产生，而且畜禽粪污经处理后作为生产资料重新进入经济系统，减少了经济活动中生产资料投入，对缓解资源压力有正外部性效应；同时，畜禽粪污的生物资源属性，使其成为优质的有机肥料，是生产有机农产品的必要生产资料。因此，畜禽粪污资源化利用具有双重正外部性，将为社会带来巨大的社会效益和生态效益^[21]。例如，养殖场（户）畜禽粪污资源化利用实际数量 Q_1 由资源化利用的私人价值（MPB）和成本（MC）决定（图 4），但资源化利用行为不仅使企业获得收益，还有十分明显的正外部性效应，因此 MPB 和正外部性效应之和构成了社会价值（MSB），所以最优的资源化利用数量应是 MSB 和 MC 交点决定的 Q_2 。通过比较 Q_1 和 Q_2 的位置可以看出，由于畜禽粪污资源化利用不仅具有私人价值，而且有较好的社会效益，如果资源化利用的成本均由企业承担，将影响养殖场（户）开展畜禽粪污资源化利用的积极性，导致畜禽粪污资源化利用的实际数量 Q_1 低于社会最优数量 Q_2 。因此，为实现市场资源配置优化，实施畜禽粪污资源化利用政策，通过各项政策优惠和补贴鼓励养殖场（户）采取畜禽粪污资源化利用行为十分必要。

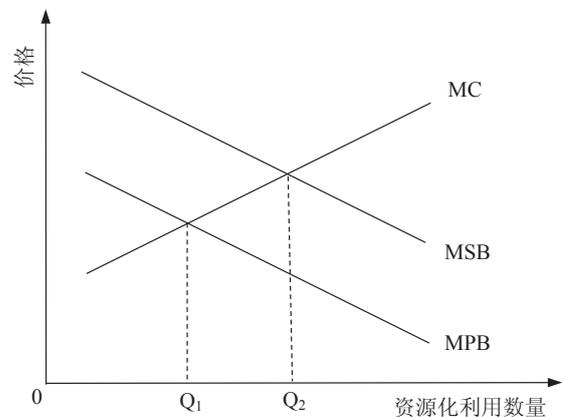


图 4 畜禽粪污资源化利用正外部效应

Fig. 4 Positive external effects of the utilization of livestock and poultry excrement

2 畜禽粪污资源化利用政策的现实驱动因素

2.1 环境因素驱动

2.1.1 水质污染形势驱动 畜禽粪污包含营养成分、残留药物、微生物和重金属等，而营养成分中的总氮、总磷、氨氮和化学需氧量等对水体污染最大^[22]。这些营养成分导致部分河流湖泊水体富营养化严重、水质恶化和腥臭味弥漫，造成水体环境污染和严重经济损失。根据全国地表水环境质量监测信息（<http://www.mee.gov.cn/hjzl/shj/qgdbsslzk/>），2019 年

我国主要流域水质污染依然十分严峻,七大流域Ⅰ类~Ⅲ类水质占比为76.3%,仍有6.7%的水域断面为劣Ⅴ类水质,其中黄河、海河和辽河流域的劣Ⅴ类水质断面达20%,严重影响流域内居民饮水安全。虽然近年来政府环境规制约束力度不断加大,畜禽粪污直排的现象已经大幅减少,但是随着粪污产出量增加和人力成本增长,畜禽养殖成本压力日趋增大,企业偷排偷放粪污的现象时有发生,畜禽粪污仍是居民生活用水的重要污染源。

2.1.2 氮磷流失污染驱动 我国每年化肥消耗量占全世界化肥消耗量的30%。近10年来,每年化肥施用总量保持在5 000万t以上,其中氮肥和磷肥的施用量占化肥施用总量的50%,而我国农用化肥的吸收率仅为30%,远低于世界平均水平^[23]。大量氮磷化合物未被农作物吸收,有的进入土壤后转化为硝酸盐和磷酸盐,降低土地使用价值,影响农作物生长;有的挥发到大气中,产生气溶胶、臭氧等物质,引起空气污染、酸雨、温室效应等环境污染现象;还有部分氮磷通过径流进入水域,导致水体富营养化。而治理氮磷污染的有效手段便是利用有机肥料和生物肥料替代化学肥料。畜禽粪便中富含有机质、氮、磷等养分,根据测算,猪粪平均含氮量2.2%、含磷量3.97%;牛粪平均含氮量1.65%、含磷量1.5%^[24],能有效满足农作物对氮磷的需求。由于有机粪肥具有平缓持久、养分全面、不易挥发等特点,在农作物种植中,若有机粪肥施用量占肥料施用总量的25%以上,可明显减少氮挥发^[25],有利于农作物生长,可以提高肥料利用率。

2.2 资源因素驱动

我国是人口和资源大国,在资源禀赋上呈以下特点:1)人均资源占有量低。我国虽然国土面积辽阔、物产丰富,但人口众多。国家统计局数据显示,2019年我国人口已突破14亿,人均资源占有量非常低。在未来20年内,我国人口还将逐年增加,到2030年我国人均水资源占有量将减少1/4,人均耕地占有量将减少近1/3。在人均自然资源不断减少和人们对物质生活要求不断提高的背景下,资源需求压力会更大^[26]。2)自然资源储存量不断下降。长期以来,粗放式增长对资源消耗非常大,各种不可再生资源储存量均在下降,草场、森林等可再生资源消耗加速,自然资源自我恢复能力越来越弱,各种农业资源的数量和质量也呈下降趋势。3)当前农业生产、生活方式仍存在许多资源浪费的现象。我国农药、化肥的有效利用率均低于40%,畜禽粪污、秸秆等农业废弃物综合利用率不足60%^[27],可

见粗放型农业生产模式尚未根本转变。

由此可见,自然资源的禀赋特征决定了我国将长期面临自然资源短缺的压力。而我国每年畜禽粪污产出量大,畜禽粪污若加以综合利用,将是农业资源的有益补充,可以减少自然环境对农业经济系统的资源投入,在一定程度上缓解我国自然资源人均数量短缺的压力。

2.3 市场因素驱动

2.3.1 畜禽养殖产业可持续发展驱动 我国是畜禽肉类和蛋奶的消费大国,畜禽养殖产业是农村发展的主要支撑产业,是农民增收的重要途径。近年来,由于养殖成本增加和畜禽疫情持续影响,畜禽养殖场(户)养殖风险逐渐增加,养殖意愿不断降低,导致肉类市场价格波动较大,影响了老百姓生活质量和幸福获得感,对我国宏观经济平稳运行带来严峻挑战。养殖场(户)实施畜禽粪污资源化利用,一方面通过变废为宝,可以获得资源化利用收益;另一方面可以避免污染末端治理成本支出,获得国家畜禽粪污资源化利用补贴。因此,畜禽粪污资源化利用有利于养殖场(户)降本增收,有利于畜禽产业可持续发展,对稳定畜禽肉类供给有重要意义。

2.3.2 有机肥料的市场需求驱动 随着人们收入持续增长和生活质量不断提高,人们对食品质量和品质更加关注。有机农产品是一种无污染、高品质、更安全和更营养的食物,有机农产品消费新时尚正在形成。瑞士有机农业研究所发布的《2018世界有机农业概况与趋势预测》指出,近20年来,全世界有机农产品种植面积持续增长,有机农产品种植面积由1999年的11万 hm^2 增长到2018年的71.5万 hm^2 (图5),未来有机农产品的市场份额还将进一步扩大。由于有机农产品种植要求遵循生物多样性和生态良性循环,禁止施用化肥和农药,而畜禽粪

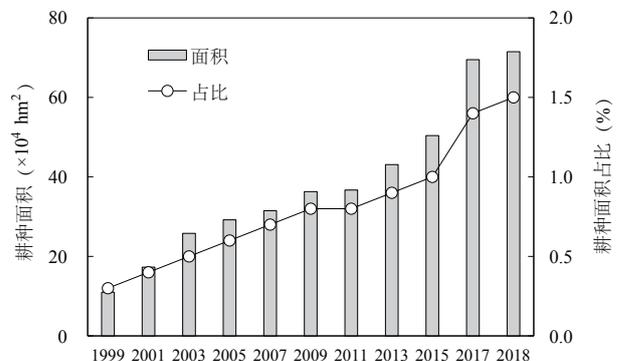


图5 近20年世界有机农产品种植面积趋势

Fig. 5 Trends in the cultivation area of organic agricultural products in the world in the past 20 years

注:数据来源于《2018世界有机农业概况与趋势预测》。

污富含微量元素和营养成分,恰恰是各种有机农产品种植不可或缺的生产资料。因此,开展畜禽粪污资源化利用是有机农业规模生产、可持续发展的前提与保障。

2.4 技术因素驱动

目前,畜禽粪污资源化利用技术已达到可规模化应用的水平,资源化利用设备的研制、生产已初步实现产业化。具体技术应用方向有:1)饲料化技术。畜禽粪便经过适当加工处理后可以用作动物养殖的饲料来源,如粪污养殖蚯蚓、粪污饲养鱼类和家蝇养殖等模式能有效降低养殖污染^[28]。而饲料化技术的关键是如何去除畜禽粪便中携带的残留药物、超标重金属、致病菌等有害物质,目前通过微波法、青贮法、高温干燥法和化学法可以实现灭菌,并将重金属和残留药物的风险降至可接受的范围^[29]。2)肥料化技术。目前,水泡粪、干清粪、雨污分离、发酵床、成熟度检测和臭味处理等粪肥处理技术在实践中取得了良好效果,我国畜禽粪污产出量巨大,若将所有畜禽粪便均生产成有机肥料,其提供的总氮和总磷可以占到年氮肥施用量的80%和年磷肥施用量的50%。3)能源化技术。常用的粪污能源化技术包括热化学转化技术和生化技术。热化学转化技术是在一定的加热条件下将畜禽粪污转化为可燃物质的技术,我国西藏牧区的畜禽粪污通常用作燃料,由于其热值较高,直接燃烧便可获得大量热能;生化技术主要是将畜禽粪便中的有机物转化成可以燃烧的沼气。在秸秆、粪污充足的地区,将秸秆与粪污混合经过厌氧发酵后产沼气可代替46%的薪柴^[30]。目前比较前沿的沼气工程技术是集中厌氧消化系统,其采用先进的厌氧消化工艺和装置,建立大型沼气站,集中处理畜禽粪污,处理效率更高,规模效益好。

上述三种资源化利用模式各有特点,单一使用某种资源化利用技术,往往难以实现畜禽粪污资源化利用效益最大化。在实践中更趋向于三种资源化利用技术结合运用。同时,国家对畜禽粪污资源化利用也制定了可行的操作指南和技术标准,这为开展畜禽粪污资源化利用提供了技术支撑。

3 畜禽粪污资源化利用政策梳理

3.1 中央出台的政策与法规

畜禽粪污资源化利用是养殖废弃物污染治理的有效手段,也是农村产业振兴、环境宜居的重要举措,畜禽粪污资源化利用政策正是全面开展畜禽粪污资源化利用的前提与保障。政策的制定与实施保

证了畜禽粪污资源化利用的规范性和有效性,同时也为畜禽粪污资源化利用提供了经济支持。通过查阅中央各部委网站及相关报道,梳理改革开放以来畜禽粪污资源化利用相关政策文件和法律法规,其中法律法规9部,政策性文件约20余件(表1)。总的来看,畜禽粪污资源化利用得到充分重视,在农业环境政策中占重要地位。随着我国畜禽养殖规模不断扩大以及环境、资源等方面的压力,畜禽粪污资源化利用政策在不断调整,其政策目标、力度、工具和覆盖面等方面均发生了演变。形成了畜禽粪污资源化利用政策的不同发展阶段,政策演变趋势呈现出明显特征。

3.2 畜禽粪污资源化利用政策的发展阶段

根据不同时期畜禽粪污资源化利用政策的目标、力度、工具和覆盖面分析,我国畜禽粪污资源化利用政策演变大致分为三个发展阶段。

1) 畜禽粪污资源化利用政策的萌芽阶段(1980—1999年)。在萌芽阶段,我国经济处于高速发展期,畜禽养殖向规模化趋势发展,畜禽规模化养殖带来的环境污染问题尚未完全显现,畜禽粪便污染防治政策更多是以排污费征收等行政强制手段来限制规模养殖场(户)粪污排放量。政府涉及畜禽粪污资源化利用的政策很少,未形成资源化利用技术规范,无具体政策要求,政策操作性不强^[31],仅在个别政策文件中以条款形式出现。如《关于国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要的报告》中提出,应积极发展节粮型畜禽养殖,鼓励农村种植业、养殖业和加工业有机结合,促进农业向高产、优质和高效方向发展。由此可见,政府对畜禽粪污资源化利用有了初步认识,但对畜禽粪污资源化利用尚未真正重视。这一时期,畜禽粪污资源化利用的研究与实践在民间也逐渐兴起,许多规模养殖企业开始尝试畜禽粪污资源化利用技术的研究与应用,学术界在畜禽粪污资源化利用的模式、技术和效果等方面也开展了研究。

2) 畜禽粪污资源化利用政策的稳步发展阶段(2000—2015年)。在稳步发展阶段,政策对畜禽粪污治理仍以行政命令手段为主,但政府对畜禽粪污治理的方式正逐渐向资源化利用转变,2001年在政府相继出台的畜禽养殖业污染防治系列行政规章中提出,畜禽养殖污染防治应优先进行综合利用,遵循无害化、减量化和资源化的原则,畜禽养殖业应坚持种养平衡和农牧结合的原则;2006年国家环保总局在《国家农村小康环保行动计划》中明确提出,中央财政专项资金将支持规模化畜禽养殖污染防治

表 1 畜禽粪污资源化利用的政策与法规

Table 1 Policies and regulations on the utilization of livestock and poultry excrement

政策法规名称	发布机构	发布时间
《畜禽养殖污染防治管理办法》	国家环境保护总局	2001
《畜禽养殖业污染防治技术规范》	国家环境保护总局	2001
《畜禽养殖业污染物排放标准》	国家环境保护总局、国家市场监督管理总局	2001
《国家农村小康环保行动计划》	国家环境保护总局	2006
《关于实行“以奖促治”加快解决突出的农村环境问题的实施方案》	国务院	2009
《畜禽养殖业污染防治技术政策》	环境保护部	2010
《全国畜禽养殖污染防治“十二五”规划》	环境保护部、农业部	2012
《中华人民共和国农业法》(修订)	全国人大常委会	2012
《畜禽规模养殖污染防治条例》	国务院	2013
《中华人民共和国环境保护法》(修订)	全国人大常委会	2014
《水污染防治行动计划》	国务院	2015
《中华人民共和国畜牧法》(修订)	全国人大常委会	2015
《全国草食畜牧业发展规划(2016—2020年)》	农业部	2016
《全国农村经济发展“十三五”规划》	国家发改委	2016
《全国农业现代化规划(2016—2020年)》	国务院	2016
《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(修订)	全国人大常委会	2016
《中共中央、国务院关于深入推进农业供给侧结构性改革加快培育农业农村发展新动能的若干意见》	中共中央、国务院	2016
《“十三五”节能减排综合工作方案》	国务院	2016
《全国农村环境综合整治“十三五”规划》	环境保护部、财政部	2017
《开展水果蔬菜茶叶有机肥替代化肥行动方案》	农业部	2017
《关于加快推进畜禽养殖废弃物资源化利用的意见》	国务院	2017
《中华人民共和国水污染防治法》(修订)	全国人大常委会	2017
《畜禽粪污资源化利用行动方案(2017—2020年)》	农业部	2017
《全国畜禽粪污资源化利用整县推进项目工作方案(2018—2020年)》	国家发改委、农业部	2017
《乡村振兴战略规划(2018—2022年)》	中共中央、国务院	2018
《关于稳定生猪生产促进转型升级的意见》	国务院办公厅	2019
《加快生猪生产恢复发展三年行动方案》	农业农村部	2019

示范建设,力求实现畜禽粪污资源化综合利用;《中华人民共和国农业法》《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国畜牧法》等法律法规修订后也明确规定,国家支持畜禽养殖场、养殖小区等养殖主体,建设畜禽粪污和其他固体废弃物的综合利用设施。这一时期,随着生态文明建设的持续推进,政府认识到开展畜禽粪污资源化利用的迫切性,制定了畜禽养殖污染防治各个环节的技术规范,财政资金投入逐年增加,开始重视激励性政策的运用。

3) 畜禽粪污资源化利用政策的迅速发展阶段(2016—)。从2016年开始,我国畜禽粪污资源化利用政策进入迅速发展阶段,中央开始整县推进畜禽废弃物无害化处理和综合利用,并实施草食畜禽粪便资源化利用试点。2017年5月中央首次就畜禽粪污资源化利用出台了《关于加快推进畜禽养殖废弃物资源化利用的意见》,标志着畜禽粪污资源化利用政策发展进入快车道。《意见》明确要求,到2020年全国畜禽粪污综合利用率达到75%以上,

规模养殖场粪污处理设施装备配套率达到95%以上,大型规模养殖场粪污处理设施装备配套率在2019年应达到100%。之后,国家发改委、农业农村部相继以畜禽粪污资源化利用为专题,出台了相关行动计划与方案,进一步明确实现畜禽粪污综合利用的措施与路径,设立了畜禽粪污资源化利用专项资金,并建立规模化畜禽养殖粪污资源化利用信息直报系统。从中央及各部委的相关政策内容来看,畜禽粪污资源化利用政策意图十分明显,政策目标明确,政策工具更加多元化,政策扶持力度进一步加大,中央财政资金开始向畜禽粪污资源化利用主体倾斜。

3.3 畜禽粪污资源化利用政策的演变特征

3.3.1 从单一强调污染防治向资源化利用转变 在畜禽粪污资源化利用政策稳步发展阶段,政府相关职能部门出台的《畜禽养殖污染防治管理办法》《畜禽养殖业污染防治技术政策》《畜禽规模养殖污染防治条例》等政策法规,其内容侧重于畜禽养殖污

染防治,目的在于解决畜禽粪污带来的环境问题^[32],防止畜禽粪污对周边环境产生不利影响。而2016年后,政府对畜禽粪污治理的重心转移到资源化利用上来,政策法规在坚持严格执行环保规制的同时,更关注畜禽粪污是否实现资源化利用,并针对畜禽粪污资源化利用出台专门政策,提出资源化利用具体目标与任务。例如,要求国家支持的200个畜牧大县畜禽粪便综合利用率 $\geq 90\%$;规模养殖场粪污处理设施装备配套率达到100%。畜禽粪污资源化利用系列政策的出台推动了畜禽粪污资源化利用的进程,为畜禽粪污防治提供了新的手段与方法。

3.3.2 从指令性政策向激励性政策转变 畜禽粪污资源化利用具有双重正外部性影响,有明显的社会效益和环境效益。以往的畜禽粪污治理政策往往侧重于行政强制性手段,要求养殖户实现粪污达标排放或对其征收排污费,未对养殖户粪污处理方式进行诱导,畜禽粪污资源化行为完全依赖于养殖户个人意愿。从2016年开始,国家启动资源化利用整县推进试点,中央安排专项资金推进畜禽粪污资源化利用;2017年全国51个县确定为畜禽粪污资源化利用重点县,每个重点县获中央财政支持3650万元,中央政府对畜禽粪污资源化利用的投入明显增加,在坚持畜禽养殖污染防治标准的基础上,加大了对畜禽粪污资源化利用的诱导与激励。

3.3.3 政策接受主体和政策工具向多元化转变 2000—2015年中央关于畜禽粪污资源化利用的政策相对单一。以生猪为例,关于生猪养殖的主要扶持政策有生猪规模化养殖场建设补助、生猪调出大县奖励、生猪良种补贴等;主要政策工具为政府财政补贴,政策扶持对象主要是畜禽养殖场(户),而其他畜禽粪污资源化利用参与主体无法享受到中央扶持政策。2016年中央设立畜禽粪污资源化利用整县推进项目后,对项目专项资金使用范围作了明确规定,要求重点鼓励和支持第三方专业机构开展畜禽粪污处理、粪肥收储运业务,鼓励种植户使用畜禽粪肥。在激励性政策工具选择上,除财政资金专项补贴外,增加了资源化利用设备补贴、简化用地程序、政策性保险、免息贷款等激励性政策工具。总体来看,畜禽粪污资源化利用政策的接受主体范围更广,政策工具也趋向多元化。

4 畜禽粪污资源化利用政策实施存在的问题

4.1 非规模养殖户畜禽粪污资源化利用积极性不高

一方面,非规模养殖户难以获得畜禽粪污资源化利用政策补贴。当前畜禽粪污资源化利用激励性

政策的支持重点是畜禽养殖大县、规模养殖场和第三方处理机构,主要以项目补贴形式实施。2017年中央财政资金支持51个畜禽粪污资源化利用重点县;2018年中央财政对120个畜禽粪污资源化利用项目县进行资金支持,每个项目县根据规模不同,资金支持在3500万元至5000万元不等;2019年中央财政资金支持339个项目县。可以看出,中央近3年的资金支持是以重点项目县为支持对象,并明确支持内容为规模养殖场和第三方处理主体的资源化利用项目建设。因此,非规模养殖户很少能从中央畜禽粪污资源化利用政策中获益,从而影响非规模养殖户畜禽粪污资源化利用的积极性。

另一方面,非规模畜禽养殖从业者往往年龄偏大,专业知识缺乏,畜禽粪污资源化利用意识不强。在缺乏有效的监管下,非规模养殖户出于习惯、资本投入或成本效益的考虑,往往会回避粪污资源化利用方式,继续选择传统的粪污处理模式。由此可见,非规模养殖户进行畜禽粪污处理模式变革的动力明显不足。

4.2 畜禽粪污资源化利用监测体系亟待完善

畜禽粪污资源化利用监测是推动全面实施畜禽粪污资源化利用的重要手段,有利于政府了解畜禽粪污资源化利用的动态,确定资源化利用政策的支持方向。目前畜禽粪污资源化利用监测主要依赖规模养殖场直报信息系统,规模养殖场和第三方处理主体通过直报信息系统报告畜禽粪污综合利用情况,包括资源化利用设施建设、设备配置、资源化利用方式、资源化综合利用率等指标信息。该直报信息系统虽然在资源化利用统计监测中发挥了一定作用,但还存在不少亟待完善的地方。比如:1)填报数据真实性缺乏验证。信息填报时,由规模养殖主体和第三方主体自主填写,未要求填报主体提供相应依据,尚未建立监测数据真实性核查机制;非规模养殖户粪污资源化利用信息由县畜牧管理部门填写上报,由于人员和经费的限制,往往对非规模养殖场资源化利用情况难以常态化核实。2)数据填报责任未明确。相关畜禽粪污资源化利用监测文件,并未明确虚报、错报畜禽粪污资源化利用数据的责任与后果,可能导致填报主体从自身利益考量,填报虚假信息。3)监测未全面覆盖。直报系统重点对猪、牛、羊、鸡等畜禽粪污资源化利用情况进行跟踪监测,其他畜禽的粪污资源化利用情况尚未纳入监测范围。

4.3 畜禽粪污资源化利用市场体系尚未形成

我国开展规模化畜禽粪污资源化利用起步时间

较晚, 畜禽粪污资源化利用市场体系尚未形成, 具体表现在: 1) 畜禽粪污肥料化终端产品质量参差不齐, 缺乏市场监管。目前我国有机肥加工生产企业约 500 多家, 品种繁多, 国家有机肥产品标准 NY 525—2012 的技术门槛要求相对较低, 其主要指标是: 总养分 $\geq 5\%$, pH 值 5.5~8.5, 水分 $\leq 30\%$, 有机质 $\geq 45\%$ 。市面上符合这个标准的有机肥很多, 但价格相差很大, 售价在 300~3 000 元/t 不等。由于有机肥无法直接判断其质量和真伪, 必须借助专业设备进行检测, 检测成本高、时间长, 再加上有机肥见效慢, 农户无法短时间辨别。因此, 一些不法经销商以次充好, 制假售假。而政府部门由于技术和标准的限制, 对有机肥价格市场难以实施有效监管, 从而影响种植户对施用有机粪肥的信心。2) 有机粪肥市场需求疲软。畜禽粪污中含有致病菌、重金属、氮磷等, 如果施用过量或堆放处置方法不正确, 容易导致土地营养过剩和重金属超标^[12]。土地氮磷化合物过剩, 会引起土地亚硝酸盐增加, 农作物疯长或倒伏, 从而导致土地价值降低, 农作物减产; 重金属超标的畜禽粪肥被植物吸收后会造成农产品重金属超标, 再经过菜蔬果等农产品进入人体, 对人类健康造成危害; 有机粪肥平缓持久的特点, 导致在施用效果上也往往比化学肥料见效慢。因此, 许多种植户施用有机粪肥积极性不高, 有机肥市场需求持续疲软^[33]。3) 供需信息沟通不畅, 销售渠道狭窄, 缺乏终端产品销售平台。目前, 市场供需信息主要依赖于区域内供需双方自己寻找合适的交易对象, 缺乏反映有机粪肥供需动态的交易平台, 供需双方在交易磋商时缺乏可参考的市场价格, 尚未形成由市场供需决定的价格生成机制, 难以通过市场化机制进行资源配置, 从而影响有机粪肥供需双方积极性。

5 畜禽粪污资源化利用实现路径

畜禽粪污资源化利用政策实施效果好坏的关键是如何全方位激发养殖户资源化利用意愿和行为, 形成畜禽粪污资源化利用市场体系。这就要求政府灵活运用各种行政手段和经济手段, 鼓励和诱导畜禽粪污资源化利用主体开展资源化利用, 为畜禽养殖场(户)采用资源化利用行为创造良好外部环境。

5.1 广泛宣传引导、普及推广资源化利用技术

规模化养殖背景下, 传统的直接还田分散利用方式难以消纳大量畜禽粪污, 只有开展集中资源化利用才是畜禽粪污治理的最优选择, 而畜禽粪污集中资源化利用需具备一定的科学文化知识和技术,

形成节约资源和环境保护的理念, 匹配必要的资源化利用设施和设备。然而, 当前从事畜禽养殖的经营者大多年龄偏大、文化程度不高、环保意识薄弱, 导致畜禽粪污资源化利用效果不佳。全面实施畜禽粪污资源化利用, 应加强宣传和技术推广, 组织养殖场(户)从业者进行畜禽粪污资源化利用专题培训, 使他们认识到粪污资源化利用的重要性和迫切性, 认识到开展粪污资源化利用必要、可行和有利可图, 从而推动养殖场(户)形成环境保护意识和资源节约意识, 自觉、自愿并有能力开展畜禽粪污资源化利用。

5.2 加强政策诱导, 提高资源化利用积极性

政府开展畜禽粪污资源化利用的目标和养殖场(户)的目标往往存在差异, 政府的目标往往从整个国家、社会进行考虑, 追求社会效益最大化, 而养殖场(户)关注焦点是自身经济利益的增减。因此政策诱导的出发点和落脚点在于通过引导养殖场(户)的行为, 使其行为与政府目标趋向一致。也就是说政策诱导应通过降低养殖场(户)的成本、增加养殖收入等激励措施, 来诱导、扶助和支持农户采取畜禽粪污资源化利用行为, 实现社会效益最大化。政策经济诱导措施包括两个方面, 一方面通过减税、减费、贴息、补助和补贴等经济政策诱导畜禽粪污资源化利用行为的发生, 让养殖场(户)切身感觉到多利用多受益; 另一方面通过税收、收费等手段约束养殖场(户)非亲环境行为的发生。

5.3 延伸产业链条, 构建市场交易体系

产业化和市场化是畜禽粪污资源化利用可持续发展的前提条件, 一方面应在耕地面积较多的地区, 着力推进种养结合生态养殖模式^[3], 使畜禽粪污就地就近消纳, 实现畜禽粪污零污染。另一方面, 应延伸畜禽粪污资源化利用产业链, 鼓励社会资本投资成立畜禽粪肥加工企业、粪污专业运输公司等第三方资源化利用主体, 建立畜禽粪污资源化利用参与主体信息沟通渠道和有机粪肥市场交易平台, 为养殖户、种植户和第三方提供粪肥收、储、运等方面的信息服务, 实现粪肥在线订购、在线支付、在线运输调配等功能, 形成畜禽粪污资源化利用全产业链中各方长效合作机制。

5.4 加强数据监测, 全面实施畜禽粪污资源化利用

首先, 利用互联网和智能信息技术等信息收集与监控工具, 建立畜禽粪污资源化利用动态监测体系, 特别是加强对非规模散养户的畜禽粪污综合利用情况进行监控, 非规模畜禽散养户自建或购买畜禽粪污资源化利用设备成本较高, 其粪污资源化利

用意愿不强, 因此更需要进行监控和引导。其次, 通过畜禽粪污资源化利用动态监测体系, 分析畜禽养殖粪污资源化利用的变化趋势和薄弱环节, 及时调整区域畜禽粪污资源化利用政策, 因地制宜, 督促和鼓励畜禽养殖主体开展畜禽粪污资源化利用。

参考文献:

- [1] 孔祥峰. 构建国家级研发平台, 提速畜禽养殖污染控制与资源化利用[N]. 湖南日报, 2018-06-28(05).
Kong X F. Build a national research and development platform to speed up pollution control and resource utilization of livestock and poultry breeding waste[N]. Hunan Daily, 2018-06-28(05).
- [2] 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]. Resource Science, 2015, 37(12): 2430-2440.
- [3] 陆文聪, 马永喜, 薛巧云, 等. 集约化畜禽养殖废弃物处理与资源化利用: 来自北京顺义区农村的政策启示[J]. 农业现代化研究, 2010, 31(4): 488-491.
Lu W C, Ma Y X, Xue Q Y, et al. Waste disposal and resource utilization in intensive livestock production: A case study of a village in Beijing[J]. Research of Agricultural Modernization, 2010, 31(4): 488-491.
- [4] 李冉, 沈贵银, 金书秦. 畜禽养殖污染防治的环境政策工具选择及运用[J]. 农村经济, 2015(6): 95-100.
Li R, Shen G Y, Jin S Q. Selection and application of environmental policy tools for pollution prevention in livestock and poultry farming[J]. Rural Economy, 2015(6): 95-100.
- [5] 董红敏, 左玲玲, 魏莎, 等. 建立畜禽废弃养分管理制度, 促进种养结合绿色发展[J]. 中国科学院院刊, 2019, 34(2): 180-189.
Dong H M, Zuo L L, Wei S, et al. Establish manure nutrient management plan to promote green development of integrated crop-livestock production system[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2019, 34(2): 180-189.
- [6] Gerber P, Menzi H. Nitrogen losses from intensive livestock farming systems in Southeast Asia: A review of current trends and mitigation options[J]. International Congress Series, 2006, 1293: 253-261.
- [7] 孙若梅. 畜禽养殖废弃物资源化的困境与对策[J]. 社会科学家, 2018(2): 22-26.
Sun R M. Dilemma and countermeasures for livestock and poultry breeding waste resource utilization[J]. Social Scientist, 2018(2): 22-26.
- [8] 何可. 农业废弃物资源化的价值评估及其生态补偿机制研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2016.
He K. Research on the ecological compensation mechanism and the value assessment of agricultural wastes recycling[D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2016.
- [9] 姚升. 种养业废弃物资源化循环利用生态补偿机制研究[J]. 福建农林大学学报(哲学社会科学版), 2017(2): 22-28.
Yao S. A study on ecological compensation mechanism of waste resource recycling of planting and breeding industries[J]. Journal of Fujian Agriculture and Forestry University (Philosophy and Social Sciences Edition), 2017(2): 22-28.
- [10] Romstad E. Team approaches in reducing nonpoint source pollution[J]. Ecological Economics, 2003, 47(1): 71-78.
- [11] 宾慕容, 文孔亮, 周发明. 湖区农户畜禽养殖废弃物资源化利用意愿和行为分析——以洞庭湖生态经济区为例[J]. 经济地理, 2017(9): 185-191.
Bin M R, Wen K L, Zhou F M. Willingness and behavior of farmers' livestock waste resource utilization in the Lake Area[J]. Economic Geography, 2017(9): 185-191.
- [12] 孟祥海, 刘黎, 周海川, 等. 畜禽养殖污染防治个案分析[J]. 农业现代化研究, 2014, 35(5): 562-567.
Meng X H, Liu L, Zhou H C, et al. A case study of livestock industry environmental pollution prevention[J]. Research of Agricultural Modernization, 2014, 35(5): 562-567.
- [13] 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(11): 47-52.
Tang D, Huang S W. Empirical analysis on farmers' willingness to utilize animal manure and its influencing factors[J]. Journal of Domestic Animal Ecology, 2017(11): 47-52.
- [14] 黄炜虹, 齐振宏, 邹兰娅, 等. 农户从事生态循环农业意愿与行为的决定: 市场收益还是政策激励?[J]. 中国人口·资源与环境, 2017, 27(8): 69-77.
Huang W H, Qi Z H, Wu L Y, et al. Determinants of farmers' willingness and behavior to engage in ecological circular agriculture: Market returns or policy incentives?[J]. China Population, Resources and Environment, 2017, 27(8): 69-77.
- [15] 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. An analysis of raisers' choice behavior for environmental friendly modes to deal with excrement of domestic animal and fowls taking hog industry as an example[J]. Chinese Rural Economy, 2015(9): 17-29.
- [16] 仇焕广, 莫海霞, 白军飞, 等. 中国农村畜禽粪便处理方式及其影响因素——基于五省调查数据的实证分析[J]. 中国农村经济, 2012(3): 78-87.
Qiu H G, Mo H X, Bai J F, et al. The treatment mode of animal manure in rural China and the influencing factors—An empirical analysis based on survey data from 5 provinces[J]. Chinese Rural Economy, 2012(3): 78-87.
- [17] 王树进, 陈瑶. 集约化养猪场对废弃物处理补贴政策的响应研究[J]. 农业技术经济, 2014(12): 51-58.
Wang S J, Chen Y. Response of intensive pig farms to the subsidy policy on waste treatment[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2014(12): 51-58.
- [18] Lauwers L. Justifying the incorporation of the materials balance principle into frontier-based eco-efficiency models[J]. Ecological Economics, 2009, 68(6): 1605-1614.
- [19] 袁鹏. 基于物质平衡原则的中国工业碳排放绩效分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(4): 9-20.
Yuan P. Analysis of the performance of carbon emissions from China's industrial sector based on the materials balance principle[J]. China Population, Resources and Environment, 2015,

- 25(4): 9-20.
- [20] 陆夏, 刘晔. 马克思劳动生产率与商品价值量关系的再考察[J]. 当代经济研究, 2015(9): 33-38, 97.
Lu X, Liu Y. Reconsideration of the relationship between Marxist labor productivity and commodity value quantity[J]. Contemporary Economic Research, 2015(9): 33-38, 97.
- [21] 李乾, 王玉斌. 畜禽养殖废弃物资源化利用中政府行为选择——激励抑或惩罚[J]. 农村经济, 2018(9): 55-61.
Li Q, Wang Y B. On the choices of government behaviors in the utilization of livestock and poultry waste resources[J]. Rural Economy, 2018(9): 55-61.
- [22] 李丹阳, 靳红梅, 吴华山. 畜禽养殖废弃物养分管理决策支持系统研究及应用[J]. 中国农业资源与区划, 2019, 40(5): 21-30.
Li D Y, Jin H M, Wu H S. Study and application on nutrient management of animal wastes from livestock and poultry farms[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2019, 40(5): 21-30.
- [23] 王善高, 田旭, 周应恒. 中国农业化肥施用量增长原因分解及其削减潜力分析[J]. 生态经济, 2019, 35(3): 115-121.
Wang S G, Tian X, Zhou Y H. Decomposition of the influence factor for increasing of agricultural chemical fertilizers application in China and analysis of their reduction potential[J]. Ecological Economy, 2019, 35(3): 115-121.
- [24] 李书田, 刘荣乐, 陕西. 我国主要畜禽粪便养分含量及变化分析[J]. 农业环境科学学报, 2009, 28(1): 179-184.
Li S T, Liu R L, Shan H. Nutrient contents in main animal manures in China[J]. Journal of Agro-Environment Science, 2009, 28(1): 179-184.
- [25] 武星魁, 姜振萃, 陆志新, 等. 有机肥部分替代化肥氮对叶菜产量和环境效应的影响[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2020, 28(3): 349-356
Wu X K, Jiang Z C, Lu Z X, et al. Effects of the partial replacement of chemical fertilizer with manure on the yield and nitrogen emissions in leafy vegetable production[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2020, 28(3): 349-356
- [26] 刘秀丽, 邹瑾. 全国及九大流域分类用水影子价格的计算与预测[J]. 水利水电科技进展, 2014, 34(4): 10-15.
Liu X L, Zou C. Calculating and forecasting shadow prices of all kinds of water in China and its nine major river basins[J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2014, 34(4): 10-15.
- [27] 王建华, 陶君颖, 陈璐. 养殖户畜禽废弃物资源化利用受偿意愿及影响因素研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(9): 144-155.
Wang J H, Tao J Y, Chen L. Farmers' willingness to accept compensation for livestock and poultry waste resource utilization and its influential factors[J]. China Population, Resources and Environment, 2019, 29(9): 144-155.
- [28] Hadura A H, Phun L K. Growth of *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) and *Sarcophaga dux* (Diptera: Sarcophagidae) larvae in poultry and livestock manures: Implication for animal waste management[J]. Journal of Asia-Pacific Entomology, 2018, 21(3): 880-888.
- [29] 苏丁丁, 曾建国, 伍小松, 等. 湖南省畜禽养殖污染年排放量调查分析[J]. 农业现代化研究, 2011, 32(1): 125-128.
Su D D, Zeng J G, Wu X S, et al. Investigation and analysis on present condition of livestock excrement and urine pollution in Hunan Province[J]. Research of Agricultural Modernization, 2011, 32(1): 125-128
- [30] Sfez S, De M S, Dewulf J. Co-digestion of rice straw and cow dung to supply cooking fuel and fertilizers in rural India: Impact on human health, resource flows and climate change[J]. Science of the Total Environment, 2017, 609: 1600-1615.
- [31] 何思洋, 李蒙, 傅童成, 等. 中国畜禽粪便管理政策现状和前景述评[J]. 中国农业大学学报, 2020, 25(5): 22-37.
He S Y, Li M, Fu T C, et al. An overview of current situation and prospects on livestock excrement management policies in china[J]. Journal of China Agricultural University, 2020, 25(5): 22-37.
- [32] 胡曾曾, 于法稳, 赵志龙. 畜禽养殖废弃物资源化利用研究进展[J]. 生态经济, 2019, 35(8): 186-193.
Hu Z Z, Yu F W, Zhao Z L. Research review on the livestock and poultry breeding waste resources utilization[J]. Ecological Economy, 2019, 35(8): 186-193.
- [33] 郑绸, 冉瑞平, 陈娟. 畜禽养殖废弃物市场化困境及破解对策——基于四川邛崃的实践[J]. 中国农业资源与区划, 2019, 40(3): 70-77.
Zheng C, Ran R P, Chen J. Marketing dilemma and countermeasures for livestock and poultry wastes[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2019, 40(3): 70-77.

(责任编辑: 童成立)