

DOI: 10.12357/cjea.20240387

何向育. 农业废弃物资源化利用的经济学研究[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2024, 32(8): 1432–1440

HE X Y. An economic study on the resource utilization of agricultural waste[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2024, 32(8): 1432–1440

农业废弃物资源化利用的经济学研究^{*}

何向育

(中国社会科学院大学应用经济学院 北京 102488)

摘要: 农业废弃物资源化利用是控制农业面源污染、促进农民增收、改善农村人居环境、提升农业生态产品供给能力以及保障国家粮食、食品和生态安全的有效途径,是实现农业绿色发展的重要内容和内在要求。本文从宏观和微观两个层面,构建了农业废弃物资源化利用的理论框架,为更好地推动农业废弃物资源化利用提供了理论支撑。当前,农业废弃物资源化利用中还存在综合利用率不高、市场化运作程度低、制度保障体系不健全等问题。为此,应加强农业废弃物资源化利用的市场化发展,健全并完善技术创新研发、资金投入、人才建设、政策支撑、组织保障等支撑保障体系,提升农业废弃物资源化综合利用率,更好地推动农业发展的绿色转型,形成绿色、低碳、循环的可持续农业发展模式,助力农业强国建设。

关键词: 农业废弃物; 农业面源污染; 资源化利用; 经济学理论; 农业绿色发展

中图分类号: F299.2; F323; X501

An economic study on the resource utilization of agricultural waste^{*}

HE Xiangyu

(School of Applied Economics, University of Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 102488, China)

Abstract: Utilizing agricultural waste resources is an effective approach to controlling agricultural non-point source pollution, increasing farmers' income, improving rural living environments, enhancing supply capacity of agricultural ecological products, and ensuring national food security and ecological safety. It is a key component and intrinsic requirement for achieving green agricultural development. This paper constructed a theoretical framework for the utilization of agricultural waste resources from both macro and micro perspectives to provide theoretical support for better promoting the utilization of agricultural waste resources. From the perspective of resource economics, the development and rational allocation of the potential value of agricultural waste is an important way to alleviate environmental pollution and resource crises. From the perspective of circular economy, the utilization of agricultural waste resources aims to achieve minimal waste discharge with the least natural resources input, thereby an economic development model is adopted to minimize environmental harm or destruction. From the perspective of ecological economics, the utilization of agricultural waste resources realizes resources monetization, and the internal recycling of agricultural resources also helps to alleviate the pressure of agricultural production on the ecological environment. Therefore, the rational utilization of agricultural waste resources can bring economic growth effects, environmental ecological effects, and social welfare effects, achieving an organic unity of economic, ecological, and social value. The development direction for the utilization of agricultural waste resources is marketization, commodification, and scaling up. The path to achieving this is through marketization, gradually integrating micro-entities and promoting their evolution into agricultural companies. Currently, there are still issues in the utilization of agricultural waste resources, such as low comprehensive utilization rates, low market operation levels, and an incomplete support and guarantee system for technology, talent, policies, funding, and organizational support. Therefore, it is necessary to strengthen the market-oriented development of agricultural waste resources utilization, and improve the support and guarantee systems for technological innovation and development, funding investment, talent construction, policy support, and organizational guarantees. This will enhance the comprehensive utilization

^{*} 中国社会科学院创新工程“学者资助计划”项目(XC2023001)资助

何向育, 主要研究方向为农业农村现代化、农业绿色发展、农村金融等。E-mail: 309184304@qq.com

收稿日期: 2024-07-02 接受日期: 2024-07-16

^{*} This study was supported by the Innovation Project “Scholar Funding Program” of Chinese Academy of Social Sciences (XC2023001).

Corresponding author, E-mail: 309184304@qq.com

Received Jul. 2, 2024; accepted Jul. 16, 2024

rate of agricultural waste resources, better promote the green transformation of agricultural development, and form a green, low-carbon, and circular sustainable agricultural development model, and this will contribute to the construction of a strong agricultural nation.

Keywords: Agricultural waste; Agricultural non-point source pollution; Resource utilization; Economic theory; Agricultural green development

在推动现代农业发展进程中,规模化、集约化和产业化生产方式在提升农业生产效率,促进农业经济增长的同时,也伴随着大量农业废弃物的产生,实践中这些废弃物没有得到充分的资源化利用,成为农业面源污染的重要来源,是我国农业绿色可持续发展的瓶颈。我国高度重视农业废弃物资源化利用问题,相继出台一系列政策制度和法律法规,采取一系列行动措施,取得明显成效。《2023年中国生态环境状况公报》显示,2023年我国畜禽粪污综合利用率超过78%,秸秆综合利用率稳定在86%以上,农膜回收率稳定在80%以上。因此,更好地推动农业废弃物资源化利用,无疑是实现农业绿色发展进程中的重要课题。

农业废弃物是放错了地方的资源,是具有巨大价值的潜力资源库。从资源经济学视角来看,农业废弃物资源化利用通过资源合理配置和高效利用,可以延长现代农业产业链条,增加农产品附加值,同时实现农业废弃物变废为宝,避免资源浪费,减少污染排放,实现经济效益和环境效益的“双赢”;从循环经济视角来看,农业废弃物资源化利用通过资源循环利用和再生,减少资源投入的同时稳定产出,降低经济成本,提高资源利用率,形成农业闭环循环发展模式;从农业可持续发展视角来看,农业废弃物资源化利用,能够降低农业生产对化学投入品的依赖,有利于改善土壤质量,提升农业生产环境和农村人居环境的健康水平,为实现农业绿色发展、提升农业生态产品供给能力奠定高质量的生态基础,更好地满足人们日益增长的美好生活需要。因此,实现农业废弃物资源化利用,是绿色兴农的重要抓手,不仅有利于推动农业农村生产生活方式绿色转型,控制农业面源污染,改善农村人居环境,而且有利于提升农业生态产品供给能力以及保障国家粮食安全,促进农业绿色高质量发展,助力人与自然和谐共生现代化。这也是以农业废弃物资源化利用为题进行经济学研究的基本出发点,也凸显了本文研究的重要理论意义和实践价值。

1 文献综述

实现农业废弃物资源化利用,不仅是各级人民

政府关注的重要问题,也是学术界关注的热点问题。学术界从不同视角对这一问题开展了系统研究,取得了丰硕的研究成果,本文从如下几个方面对已有文献进行系统梳理。

1.1 有关农业废弃物资源化利用方式和技术方面的研究

农业废弃物资源化利用是指通过不同方式将农业废弃物转化成可利用的资源,发挥其潜在价值,一般包括农业资源化、工业资源化、能源资源化和生态资源化4种模式^[1],也就是通常所讲的肥料化、饲料化、能源化、基质化及原料化等“五化”^[2]。从实践层面来看,农业废弃物资源化利用逐渐走向市场化、商品化和规模化^[3]。由于不同地区农业发展情况不同,由此产生的农业废弃物种类自然不同,究竟采用何种利用方式,应根据具体条件因地制宜地进行综合性选择。农业废弃物高效利用的关键是技术,从这个意义上讲,技术应趋向于机械化、无害化、资源化、高效化、综合化,资源化产品应趋向于廉价化、商品化、高质化、多样化和多功能化^[2]。经过长期实践探索,农业废弃物资源化利用的固态废弃物燃料化、肥料化、基料化、饲料化、材料化等“五料化”技术体系初步形成,每一类技术中又含有众多单项专业技术或其组合技术^[4]。在农业废弃物资源化利用技术研发上,主要集中在以肥料化、饲料化利用等为主的农用技术上。国外农业废弃物资源化利用主要集中在畜禽粪污的利用。总体来看,中国在农业废弃物资源化利用领域的技术研发数量和活跃度上远超国外,但是研发质量偏低^[5]。

1.2 有关农业废弃物资源化利用价值评估方面的研究

农业废弃物资源化利用不仅具有经济价值,而且具有社会价值和生态价值。为此,对农业废弃物资源化利用价值的评估围绕着这3个方面展开。一是经济价值层面,从收益视角看投入产出比,分析的是农业废弃物资源化利用中的经济不经济问题;从人财物等资本投入视角看,分析的是农业废弃物资源化利用中的节约不节约问题。二是生态价值层面,从对环境的影响视角看,分析的是农业废弃物资源化利用中的环保不环保问题;从对资源利用是否实

现闭环视角看,分析的是农业废弃物资源化利用中的循环不循环问题;从是否有利于“双碳”目标实现的视角看,分析的是农业废弃物资源化利用中的低碳不低碳问题。三是社会价值层面,从是否提升民生福祉的角度看,分析的是农业废弃物资源化利用中的利民不利民问题;从是否缩小城乡差距角度看,分析的是农业废弃物资源化利用中的公平不公平问题。现有研究对农业废弃物资源化利用的价值评估方法主要有替代成本法、条件价值评估法、投入产出法、相同贡献率占相同损失率法、收入还原法^[6]、模糊评价法^[7]、三阶段包络分析法(Date Envelopment Analysis, DEA)^[8]、能值分析法^[9]和生态足迹分析法^[10]等。一些研究从政府对农户补偿成本、能源节约视角,对农业废弃物资源化利用的经济价值进行评估,回答了经济不经济^[11-12]与节约不节约^[13]的问题;从循环绩效、减排效应和计算生态盈余视角对农业废弃物资源化利用的生态价值进行评估,回答了循环不循环、低碳不低碳^[8,14]、环保不环保^[10]的问题;从增加就业、提升居民健康水平和缩小城乡差距的视角对社会价值进行评估,回答了利民不利民和公平不公平^[7,13]的问题。

1.3 有关农业废弃物资源化利用主体参与及影响因素方面的研究

农业废弃物资源化利用的参与主体包括政府、企业(主营业务是农业废弃物资源化利用)、农业生产经营主体、社会化服务组织、科研机构(主要任务是技术研发和推广应用)等。对于政府而言,由于农业废弃物资源化具有外部性与公共物品性质^[15],农户粗放式处理废弃物行为的私人边际成本小于社会边际成本,农业废弃物资源化市场中存在市场失灵。因此,政府需要对农业废弃物资源化利用进行干预^[11],并通过激励或惩罚政策对农户废弃物资源化利用行为产生影响^[16]。对于以农业废弃物资源化利用为主营业务的企业,由于农业废弃物资源化利用的成本收益不高,政府政策补贴等激励政策在一定程度上可以提高其参与积极性^[17],农业废弃物资源化利用市场化发展有利于专业化企业的培育^[3],国家对技术专利的保护也有利于激发企业参与技术研发的积极性^[5]。对于农业生产经营主体,大多数研究围绕农户参与农业资源废弃物资源化利用的意愿或行为展开研究。农户参与农业废弃物资源化利用的决策过程分为“认知-意愿-行为”3个阶段,农户对废弃物资源化利用的难度评价、主观规范、行为态度、成本感知等认知因素影响其参与废弃物资源化利用的意

愿^[18-19]。农户参与农业废弃物资源化利用的意愿较高,其意愿还受其对农业废弃物资源化利用政策的熟悉程度、设立固定回收点或与回收企业合作、合作社参与^[20]、性别、年龄、土地经营规模、生计方式^[21]、政府补贴标准^[22]、补偿方式^[11]和社会资本^[23]等因素影响。农户实施农业生产性废弃物资源回收利用的行为主要受农业收入、农户受教育程度、务农年限、是否参加循环农业相关培训、是否建立村废弃物集中处理设施^[24]以及村域干群关系^[25]、农业政策^[26]等因素影响。社会化服务组织是农业废弃物第三方治理模式中的重点培养对象,政府与社会化服务组织是委托代理关系,正向的激励机制是促进社会化服务组织积极参与农业废弃物资源化利用的关键^[27]。对于科研机构,国家的政策导向会引导其进行学术研究和攻关,但是受科研考核的影响,其科研导向是以完成规定任务为目标,研究与实际需求存在一定程度上的脱节^[5]。

1.4 有关农业废弃物资源化利用政策方面的研究

为了促进农业废弃物资源化利用,国家出台了一系列政策文件。当前,仅畜禽粪污资源化利用领域,国家就出台了近 20 个文件^[28]。无论从理论层面还是从实践层面,农业废弃物资源化利用都是一个复杂的系统工程,全面实现农业废弃物资源化利用的任务非常艰巨,而且也是一个长期性的任务,需要结合实际制定更具有针对性的政策。我国农业废弃物资源化利用存在的突出问题是利用率不高。学者们围绕这一问题,展开了丰富研究,提出了一些具有针对性和创新性的政策建议。在提升技术研发质量方面,要优化促进技术创新和产业发展的政策环境,促进农业废弃物资源化全链条的技术协同发展,助力技术走向产业化^[5]。在激发农户参与积极性方面,政府部门应采取相应的补贴措施,形成农户参与农业废弃物资源化利用的长效机制^[18]。在农业废弃物标准体系建设方面,要建立完善标准的管理制度并加强政府部门宏观引导,修订与政策相配套协调的标准^[29]。此外,还有一些研究聚焦某一地区的农业废弃物资源化利用问题,提出政策的制定要因地制宜,才能实现农业废弃物变废为宝。

已有文献为本文提供了理论参考和实践借鉴。对已有文献的系统梳理也发现,当前有关农业废弃物资源化利用研究的全面性和系统性不足,尤其是针对农业废弃物资源化利用的学理性分析方面的研究还不多见,这也是本文以此为题进行研究的基本出发点。因此,本文拟从以下几个方面开展进一步

的探索。第一, 尝试构建农业废弃物资源化利用的理论分析框架, 从宏观和微观层面, 运用宏微观经济学的相关理论以及资源经济学、循环经济学、生态经济学等理论, 对这一问题进行全面系统的研究。第二, 根据理论分析框架, 基于对农业废弃物资源化利用的现状及存在问题的深入剖析, 提出相应的对策建议。

2 理论分析框架

构建农业废弃物资源化利用的经济学理论框架, 旨在系统地探讨农业废弃物资源化利用过程中的经济学原理和机制, 为实现农业废弃物的高效利用提供理论支持。从宏观层面, 利用宏观经济增长理论、资源经济学、循环经济学和生态经济学理论分析农业资源化利用的经济、生态和社会价值; 从微观层面, 运用微观经济学的相关理论及经济心理学的感知价值理论等, 分析农业废弃物资源化利用中不同利益主体的参与行为动力, 探索农业废弃物资源化利用中的内在机制, 为制定有效的政策提供理论参考。

2.1 宏观层面: 农业废弃物资源化利用的经济、生态和社会价值有机统一

农业废弃物是某种物质和能量的载体^[30], 是放错地方的资源, 其潜在资源价值巨大。若将 6.5 亿 t 秸秆实现转化, 可以产生 6.5 亿 kWh 电能; 若作为肥料利用, 则可提供氮 2264.4 万 t、磷 459.1 万 t、钾 2715.7 万 t; 若作为饲料利用, 仅玉米 (*Zea mays*) 秸秆就可提供 1.9~2.2 亿 t^[31]。可见, 农业废弃物资源化利用是运用一定的技术将农业废弃物进行某种形式的转化, 以生产要素的形式进入农业或工业生产领域, 实现农业废弃物从“废物”向“资源”转化的过程。根据宏观经济增长理论, 生产要素的变化会改变生产函数的形式和结构, 改变生产技术, 带来经济产出的变化和生产方式的转变。对农业废弃物加工处理的成本与对农业废弃物不处理带来的环境污染成本, 即对农业废弃物进行资源化处理的成本, 是农业废弃物是否会被资源化利用的关键。农业废弃物的加工技术是降低成本、提高其资源化处理价值的核心因素。农业废弃物经过一定的技术加工处理后, 以生产要素的形式重新进入生产, 有利于创造新的经济增长点, 同时农业废弃物环保型加工技术的进步有利于发展农业新质生产力, 培育更多环保型绿色企业, 带来更多就业岗位, 在实现经济健康发展、环境质量改善的同时, 提升居民收入和健康水平, 缩小

城乡发展差距, 增进民生福祉。

农业废弃物资源化利用能够减少对资源的依赖, 减少污染物排放, 减轻生态环境压力, 降低生产成本, 提高资源利用效率, 从而实现经济社会可持续发展。从资源经济学视角看, 农业废弃物是未被利用的农业资源。对农业废弃物潜在价值的开发并进行合理配置, 是缓解环境污染和资源危机的重要途径。以肥料化为例, 将作物秸秆通过焚烧或者堆肥处理后作为有机肥施入, 在一定程度上可以减少对化肥农药等化学投入品的依赖, 不仅降低了生产成本, 也减少了农业面源污染, 更重要的是提升了土壤质量和健康水平, 实现环境和经济效益双赢。从循环经济学视角看, 农业废弃物资源化利用, 是以最小的自然资源投入, 实现最少的废弃物排放量, 进而最小化对环境的危害或破坏的经济发展模式。这种源于自然生态系统的生产方式, 符合循环经济的基本原则, 即“减量化、再利用、资源化”。例如, 利用农业废弃物发展生物黑炭农业, 有利于固碳减排, 应对气候变化^[32]。从生态经济学视角看, 我国生态经济学处于以绿色发展为核心的理论研究阶段^[33], 农业废弃物资源化利用实现了资源变现, 农业资源的内循环还有助于减轻农业生产对生态环境的压力, 减少大气、水源污染和疾病传播, 保护生态系统稳定性和生物多样性, 促进经济、社会和生态系统的协调发展。因此, 农业废弃物资源化的合理利用可以带来经济增长效应、环境生态效应和社会福利效应, 实现经济、生态和社会价值的有机统一。

2.2 微观层面: 农业废弃物资源化利用主体参与的行为动机

农业废弃物资源化利用不仅是实现农业绿色发展的重要内容, 也是实现乡村生态振兴的重点领域。农业废弃物资源化利用具有经济、生态和社会价值, 而价值的实现源于农业废弃物资源化利用的现实运转。这无疑涉及到如何汇聚各个利益相关者的力量形成农业废弃物资源化利用的发展合力, 释放农业废弃物的潜在价值。在农业废弃物资源化利用中, 只有满足各个利益相关者的核心诉求, 才能驱动各个利益方主动参与到农业废弃物资源化利用中去。现有研究将农业废弃物资源化利用的利益相关者分为 3 类, 涉及众多微观个体^[15]。参考当前学术界研究, 本文认为最核心的 3 个利益相关者是政府、企业和农户。因此, 本文以政府、企业和农户的核心利益为研究重点, 分析如何驱动三者成为农业废弃物资源化利用的行动共同体。

通常而言,农业废弃物被视为放错地方的资源。基于相关制度安排,市场在资源有效配置中具有决定作用。但是,由于农业废弃物资源化利用的外部性与公共物品性,农业废弃物资源化利用过程可能会存在市场失灵问题,为此需要发挥政府对市场行为的干预。有研究指出,政府干预在一定程度上可以有效实现农业废弃物资源利用中市场资源的有效配置^[15]。中国政府始终坚持以人民为中心的发展理念,会主动介入农业废弃物资源化利用事业中,并引导其他行为主体的参与。实现农业强、农村美、农民富的战略目标,一方面需要发挥市场机制的有效作用,另一方面需要发挥科技进步的支撑作用。农业公司化经营是实现农业现代化的有效路径,因此,新发展阶段现代农业的发展需要将作为其微观基础的家庭经营模式,逐渐转化为企业化、组织化经营模式^[34]。农业废弃物资源化利用是现代农业发展的一部分,上文也提到,农业废弃物资源化利用的发展方向是市场化、商品化和规模化。基于上述分析,实现农业废弃物资源化利用的有效路径就是走市场化之路,将其微观主体逐渐整合,推动其向农业公司演变。

从实践层面来看,针对农业废弃物资源化利用,对市场化主体或者有效机制的培育,都需要一个过程。因此,农业废弃物资源化利用的市场化发展也会经历不同的发展阶段,即初级发展阶段和高级发展阶段。在不同的市场化阶段,政府干预的方式和程度不同。在初级阶段,农业废弃物资源化利用是政府为主导的发展方式,在生态优先、绿色发展理念指导下,中央政府会出台相应的政策性措施,并通过行政方式要求各级基层政府将农业废弃物资源化利用作为重要工作,并基于不同区域的实际,在国家政策框架范围之内出台具体实施细则或制度,并通过建立有效的激励机制,引导不同利益主体参与农业废弃物资源化利用的积极性,鼓励促进废弃物资源化利用的技术进步和科技创新,培育专业化和具有优势竞争力的农业废弃物资源化企业。在这一阶段,小农户是现代农业中的微观主体,由于我国实施城镇化发展战略,素质较高的优质农民流向城市,且留在农村的大多是老年人、妇女和儿童,家中从事农业生产的老人和妇女大多文化程度和环保意识不强,对农业废弃物资源化利用的价值感知不强烈,只有在政府的激励下,如发放补贴等,其参与的积极性才会提高。在高级发展阶段,农业废弃物资源化利用实现市场化发展。对于农户而言,随着现代农业

和城镇化发展以及乡村振兴战略的推进,城乡逐步实现融合发展,在初级阶段的激励和教育引导以及城市文化不断向农村渗透的趋势下,农民的生产生活方式实现绿色化转变,小农户会主动参与到农业废弃物资源化利用中去,政府的激励政策逐步退出。对于企业而言,规模化发展使其可以用机械化的方式收集农业废弃物并利用绿色先进技术将农业废弃物进行资源化利用,将农业废弃物资源化利用的外部性问题内部化,不存在市场失灵问题。

3 农业废弃物资源化利用的现状存在的问题

农业废弃物具有数量大、品种多、分布广的特点,具有形态各异、可储存再生利用、污染环境等特性^[2],其来源包括种植业、养殖业、农业加工业和农村生活,本文分析的农业废弃物主要指源自种植业和养殖业^[31]的废弃物,根据其成分,分为植物性纤维废弃物和畜禽粪便 2 类^[35]。本部分重点分析农作物秸秆和畜禽粪污的资源化利用现状及存在的问题。

3.1 农业废弃物的产生和资源化利用现状

目前为止,我国没有农作物秸秆产量直接的官方统计,基本上均为估算结果,我国现阶段每年的秸秆产量为 7 亿~10 亿 t^[36]。2022 年我国粮食播种面积为 1.18 亿 hm²,粮食作物秸秆产量为 8.38 亿 t^[37]。上文提到,2023 年我国秸秆综合利用率已超 80%,但其有效利用率不足 40%^[38],与欧美等发达国家综合利用率(90%)相比,还存在一定差距。一般而言,秸秆要么还田,要么离田。对于秸秆还田而言,一种方式是直接焚烧,另一种方式是通过生物腐熟剂将秸秆腐化,还有一种方式是通过养殖业的过腹还田。这几种方式均将秸秆作为肥料回归土壤。对于秸秆离田而言,则是通过秸秆的饲料化、原料化、基料化或能源化,应用于农业或工业化生产^[37]。

畜禽养殖粪污作为农业废弃物的重要部分,畜禽粪污年产生量为 30.5 亿 t,是农业面源污染的主要来源^[29]。2023 年,我国畜禽粪污综合利用率超过 78%,规模养殖场粪污处理设施装备配套率达 90%以上,但大部分养殖场对粪污的处理仍以粪便堆沤、粪水贮存等简易方式为主^[39]。

3.2 农业废弃物资源化利用存在的问题

根据《全国农业可持续发展规划(2015—2030 年)》(https://www.mof.gov.cn/zhengwuxinxi/zhengcefabu/201505/t20150528_1242763.htm),农业废弃物

资源化利用的总体目标是: 到 2030 年, 农业主产区农作物秸秆得到全面利用, 养殖废弃物综合利用率达到 90% 以上, 规模化养殖场畜禽粪污基本资源化利用, 实现生态消纳或达标排放。实践表明, 农业废弃物资源化利用中仍存在一系列问题, 主要包括农业废弃物资源化利用率低、市场化体系不健全以及相应的支撑保障体系不健全等。

3.2.1 农业废弃物资源化利用率低

通过农业废弃物资源化利用现状的分析及基层调研发现, 当前我国农业废弃物资源化利用率相对较低。

首先, 根据成本理论, 农业废弃物资源化处理需要资金、劳动力和技术投入, 同时农业废弃物资源化处理从收集、运输到处理, 涉及物流成本、合约谈判和监督成本以及技术转移成本等。农业废弃物资源化处理的物质投入成本和交易成本较高, 但市场对资源化处理后的产品有效需求不足, 产品价格不高, 难以实现预期收益, 农户和企业等市场主体对农业废弃物进行资源化处理的动力不足, 必然会导致农业废弃物资源化利用率低。其次, 根据市场失灵理论, 农业废弃物资源化处理存在外部性以及信息不对称。再加上农户环保意识不强, 以及相关企业对废弃物资源化利用的潜在价值缺乏准确的认知, 也无法获得关于最新处理技术和市场需求的充分信息, 这限制了他们参与或有效进行废弃物资源化利用的能力, 导致废弃物未被充分有效利用。此外, 复杂的技术信息和市场动态的不透明, 增加了农户和企业进行农业废弃物利用决策的不确定性, 以及农业废弃物处理各环节间也缺乏有效衔接和协调, 这都会导致农业废弃物资源化利用的低效率和不充分。最后, 农业废弃物资源化利用发展的规模经济不足。在许多农村地区, 由于操作规模小且分散, 难以达到有效减少单位成本的规模经济, 这不仅影响成本效益, 也限制了高效技术的应用, 导致农业废弃物资源化过程中的能源和资源浪费。

3.2.2 农业废弃物资源化利用的市场化发展不足

农业废弃物资源化利用的市场化发展需要两大重要支撑: 一是, 先进的废弃物资源化处理技术; 二是完善的机制。技术创新和相关知识的传播对市场经济发展至关重要, 创新和技术研发投入的不足难以将废弃物转化成具有高附加值的产品, 因此, 市场参与者没有足够的动力去投资这一领域, 从而限制了市场扩展和效率, 进而影响农业废弃物资源化利用的市场化进程。上文提到, 相比发达国家, 我

国当前废弃物资源化利用的技术研发活跃度较高, 但技术研发质量不高, 对于农业废弃物资源化利用的技术研发集中在秸秆, 对畜禽粪污资源化利用的科技研发不足, 同时区域适宜性较强的技术研发更是缺乏。市场体系是发挥市场机制的载体^[40], 市场主体是市场体系建设发挥作用的关键, 企业是创新主体, 农业废弃物资源化的外部性使其市场主体培育不足, 产业化发展不足。一般而言, 技术研发的主体是科研院所和高校, 缺乏以农业废弃物资源化利用为核心的创新优势企业, 二者的技术研发动力不同, 导致技术研发质量不高; 另一方面, 国家对新技术研发的专利保护力度不足, 只有保障好技术研发者的专利权益, 才能激发创新动力和科技研发活跃度, 促进科技创新与进步。

3.2.3 农业废弃物资源化利用的制度保障体系不健全

农业废弃物资源化利用的环境改善效益具有公共物品的特性, 无法通过市场机制完全实现。因此, 需要通过政府干预来支持农业废弃物资源化利用的发展。根据分工理论, 农业废弃物资源化利用的市场化发展不足, 产业链劳动分工不足, 缺乏专业的技术和管理人才, 同时该产业的利润率不高, 吸引的投资较少, 需要政府进行资金投入和制定相应的激励政策, 调动各主体参与农业废弃物资源化利用的积极性。根据上文分析, 我国农业废弃物资源化利用处于初级阶段, 需要发挥政府的主导作用。支撑农业废弃物资源化利用产业化发展的基石, 是符合市场经济原则的制度体系。但当前在农业废弃物资源化利用方面的制度还不健全, 仍需要政府在人才培养、技术创新、资金投入、组织建设和政策规划等方面进一步完善制度体系, 助力农业废弃物资源化利用的产业培育, 促进其市场化发展, 提升农业废弃物资源化利用率。

4 促进农业废弃物资源化利用的对策建议

提高农业废弃物资源化利用率, 是改善农业生产环境质量, 提升农业生产环境系统健康水平, 促进农业绿色发展的关键。为此, 应加强农业废弃物资源化利用的顶层设计, 探索促进其产业化发展的路径, 并不断健全和完善支撑保障体系, 以激发农业废弃物资源化利用中微观主体的参与积极性, 推动农业绿色发展, 同时助力人与自然和谐共生的现代化。

4.1 加强农业废弃物资源化利用的顶层设计, 深化绿色发展理念

一是制定科学合理的发展规划, 倡导绿色、低

碳、循环的发展理念。建议在国家层面上尽快制定农业废弃物资源化利用的中长期发展战略规划, 各级地方政府要结合区域实际, 将农业废弃物资源化利用纳入地方发展规划中, 从战略上重视农业废弃物资源化利用, 并明确实现的目标和重点任务。同时, 在国家层面上应实施相应的行动计划, 旨在提升全民意识, 营造全社会参与的氛围。二是, 强化宣传、教育和培训。通过多种形式的宣传、教育, 增强农民和社会公众对农业废弃物资源化利用重要意义的认识, 提升公众的环保意识, 更好地发挥其参与和监督的积极性。

4.2 促进农业废弃物资源化利用的产业化发展, 提升市场化发展程度

一是加强政策引导和激励。政府应制定和完善支持农业废弃物资源化利用的政策, 提供财政补贴、税收优惠和贷款支持等, 降低企业投资风险和成本, 激励企业和农民积极参与农业废弃物资源化利用。二是注重培育环保龙头企业。不同区域应立足农业废弃物资源化利用的实际, 及环保企业发展现状, 重点扶持一批具有发展前途而且影响力、带动力较大的龙头企业, 更好地推动区域农业废弃物资源化利用的工厂化、规模化、标准化发展, 最终实现农业废弃物资源化利用的高效化。三是鼓励技术创新, 并完善技术专利保护制度。通过技术创新提升农业废弃物资源化利用的附加值, 并采取有效措施对技术专利进行保护, 以促进有序的市场竞争, 激发企业发展活力和培育创新优势企业。四是促进产业链整合与协同。促进农业废弃物收集、运输、处理和再利用各环节的产业链整合, 提升整体运营效率。同时, 推动上下游企业协同合作, 建立资源化利用的全产业链模式, 提升环保企业的市场竞争力。

4.3 健全农业废弃物资源化利用的支撑保障体系

4.3.1 健全人才培育和技术创新支撑体系

首先, 建立完善的人才培养机制。充分利用高校、科研院所资源, 尤其是地方高校、科研机构资源, 并结合区域农业废弃物资源化利用的现实需求, 加强人才队伍及其能力建设。其次, 健全技术创新研发支撑体系。一是加强产学研合作, 建立多元化的技术研发体系; 设立专项合作研发项目, 搭建合作平台, 促进科研机构、高校和企业合作, 形成多元化研发主体, 共同攻关技术难题。二是完善专利保护和知识产权管理, 加大专利保护力度, 确保研发者权益, 建立专利奖励机制, 激发创新积极性。三是提供技术推广和服务支持, 成立技术推广服务机构, 更好

地提供技术培训和咨询服务; 同时, 开展示范项目, 推广先进技术。四是加大对技术研发的奖励和表彰, 提升技术攻关的物质和精神奖励, 营造良好的科研氛围。

4.3.2 健全法律法规、资金投入和组织保障体系

一是完善农业废弃物资源化利用的政策法规。根据新发展阶段农业废弃物资源化利用中出现的新问题, 进一步完善相应政策法规, 尤其是可操作性强、具有实质性意义的奖惩措施, 以更好地提高不同利益主体参与农业废弃物资源化利用的积极性, 同时对违规行为进行惩治。二是建立多元化融资渠道, 提升资金保障力度。通过采取发展绿色金融、设立绿色金融专项基金等有效措施, 支持社会资本参与农业废弃物资源化利用, 以缓解资金短缺问题; 此外, 可以通过提供绿色贷款和环境责任保险, 降低融资成本和风险; 发行绿色债券, 筹集资金用于资源化项目等。三是成立专门机构。针对农业废弃物资源化利用的特点和现实需求, 建议成立专门的组织管理机构, 以统筹协调相关部门, 实现农业废弃物资源化利用的全链条管理, 更好地提升资源化利用率, 为实现农业绿色发展提供生态保障。

参考文献 References

- [1] 卢黎霞, 杨樱. 循环经济视角下的农业废弃物资源化[J]. 农村经济, 2011(10): 89-91
LU L X, YANG Y. Recycling of agricultural wastes from the perspective of circular economy[J]. Rural Economy, 2011(10): 89-91
- [2] 陈智远, 石东伟, 王恩学, 等. 农业废弃物资源化利用技术的应用进展[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(12): 112-116
CHEN Z Y, SHI D W, WANG E X, et al. Development of the application of resource utilization technology in agricultural waste[J]. China Population, Resources and Environment, 2010, 20(12): 112-116
- [3] 吴群. 农业废弃物资源化利用的现实意义与对策建议[J]. 现代经济探讨, 2013(10): 50-52
WU Q. Practical significance and countermeasures of agricultural waste resource utilization[J]. Modern Economic Research, 2013(10): 50-52
- [4] 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
- [5] 贾倩, 串丽敏, 王爱玲, 等. 国内外农业废弃物资源化利用技术对比研究[J]. 世界农业, 2023(11): 19-30
JIA Q, CHUAN L M, WANG A L, et al. Comparative study of domestic and foreign agricultural residue resource utilization technology[J]. World Agriculture, 2023(11): 19-30

- [6] 韦佳培. 资源性农业废弃物的经济价值分析[D]. 武汉: 华中农业大学, 2013
WEI J P. Analysis on economic value of resource agricultural wastes[D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2013
- [7] 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, 29(8): 92–95, 118
WANG Y M, WANG P C. The contrast and analysis of comprehensive efficiency on agricultural waste utilization paths[J]. *Ecological Economy*, 2013, 29(8): 92–95, 118
- [8] 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
- [9] 王鹏程, 刘茜, 王语嫣, 等. 基于能源生态足迹理论的农业废弃物资源再利用方式评估——以新疆南疆棉区棉花秸秆资源为例[J]. 生态经济, 2017, 33(5): 144–149
WANG P C, LIU Q, WANG Y Y, et al. The assessment of agricultural waste resources recycling way based on ecological footprint theory: A case study of cotton straw in Southern Xinjiang[J]. *Ecological Economy*, 2017, 33(5): 144–149
- [10] 边淑娟, 黄民生, 李娟, 等. 基于能值生态足迹理论的福建省农业废弃物再利用方式评估[J]. 生态学报, 2010, 30(10): 2678–2686
BIAN S J, HUANG M S, LI J, et al. An evaluation on the using ways of agricultural wastes reutilization in Fujian based on emergy and ecological footprint theory[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(10): 2678–2686
- [11] 全世文, 刘媛媛. 农业废弃物资源化利用: 补偿方式会影响补偿标准吗[J]. 中国农村经济, 2017(4): 13–29
QUAN S W, LIU Y Y. Does the compensation approach impact compensation criteria: evidence from China's compensation policy on agricultural wastes recycling[J]. *Chinese Rural Economy*, 2017(4): 13–29
- [12] 何可, 张俊飏. 农业废弃物资源化的生态价值——基于新生代农民与上一代农民支付意愿的比较分析[J]. 中国农村经济, 2014(5): 62–73, 85
HE K, ZHANG J B. Ecological value of agricultural waste recycling — Based on the comparative analysis of the new generation of farmers and the previous generation of farmers' willingness to pay[J]. *Chinese Rural Economy*, 2014(5): 62–73, 85
- [13] 贾玉. 陕西农业废弃物资源化利用效益研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2009
JIA Y. Study on the utilization benefit of agricultural wastes in Shaanxi Province[D]. Yangling: Northwest A & F University, 2009
- [14] 赵晴云, 马若婧, 周璐芸, 等. 北方农村清洁供暖先行区农业废弃物的生物质能潜力及减排效应评估[J]. 农业资源与环境学报, 2023, 40(3): 667–679
ZHAO Q Y, MA R J, ZHOU L Y, et al. Evaluation of energy potential and emission reduction of agricultural waste biomass utilization for clean heating in rural areas of Northern China[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2023, 40(3): 667–679
- [15] 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. Study on the value evaluation and ecological compensation mechanism of agricultural waste recycling[D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2016
- [16] 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. Choice of government behavior in resources utilization of livestock and poultry waste — Incentive or punishment[J]. *Rural Economy*, 2018(9): 55–61
- [17] 胡子坤, 张浩. 双重关系影响下农业废弃物资源化利用多元主体演化博弈分析[J]. 青岛农业大学学报(社会科学版), 2024, 36(1): 1–12, 27
HU Z K, ZHANG H. Evolutionary game analysis of multiple entities in the utilization of agricultural waste resources under the influence of dual relationships[J]. *Journal of Qingdao Agricultural University (Social Science)*, 2024, 36(1): 1–12, 27
- [18] 王建华, 斜露露, 马玲. 农户融入农业绿色生产转型的驱动机制分析——以农户农业废弃物资源化利用为例[J]. 南京农业大学学报(社会科学版), 2023, 23(5): 165–177
WANG J H, TOU L L, MA L. Analysis of the driving mechanism for farmers' integration into agricultural green production transformation: A case study of agricultural waste resource utilization[J]. *Journal of Nanjing Agricultural University (Social Sciences Edition)*, 2023, 23(5): 165–177
- [19] 赵会杰, 胡宛彬. 环境规制下农户感知对参与农业废弃物资源化利用意愿的影响[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2021, 29(3): 600–612
ZHAO H J, HU W B. Impact of farmer perceptions on the willingness to participate in the utilization of agricultural waste resources under environmental regulations[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2021, 29(3): 600–612
- [20] 赵会杰, 于法稳. 农户参与农业废弃物资源化利用的意愿及其影响因素分析——基于黑、鲁、豫、川4省684户农户的调查数据[J]. 生态经济, 2021, 37(1): 193–200
ZHAO H J, YU F W. Analysis of farmers' willingness to participate in the resource utilization of agricultural waste and its influencing factors: Based on survey data of 684 households in the four provinces of Heilongjiang, Shandong, Henan and Sichuan[J]. *Ecological Economy*, 2021, 37(1): 193–200
- [21] 蒋磊, 张俊飏, 何可. 基于农户兼业视角的农业废弃物资源循环利用意愿及其影响因素比较——以湖北省为例[J]. 长江流域资源与环境, 2014, 23(10): 1432–1439
JIANG L, ZHANG J B, HE K. Comparisons of farmers' willingness to recycle resources of agricultural waste and influencing factors in the perspective of farmers' concurrent business — An empirical evidence from Hubei Province[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2014, 23(10): 1432–1439
- [22] 何可, 张俊飏. 基于农户 WTA 的农业废弃物资源化补偿标准研究——以湖北省为例[J]. 中国农村观察, 2013(5): 46–54
HE K, ZHANG J B. Study on compensation standard of agricultural waste recycling based on WTA of farmers —

- Taking Hubei Province as an example[J]. *China Rural Survey*, 2013(5): 46–54
- [23] 何可, 张俊飏, 张露, 等. 人际信任、制度信任与农民环境治理参与意愿——以农业废弃物资源化为例[J]. *管理世界*, 2015, 31(5): 75–88
- HE K, ZHANG J B, ZHANG L, et al. Interpersonal trust, institutional trust and farmers' willingness to participate in environmental governance: A case study of agricultural waste resource utilization[J]. *Journal of Management World*, 2015, 31(5): 75–88
- [24] 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
- [25] 张童朝, 颜廷武, 张俊飏. 德政何以善治: 村域干群关系如何影响农民参与农业废弃物资源化?——来自四省 1372 份农户数据的验证[J]. *南京农业大学学报(社会科学版)*, 2020, 20(1): 150–160
- ZHANG T C, YAN T W, ZHANG J B. How the rural cadre-farmer relationship affects the farmers' agricultural waste utilization: Based on the survey data of 1,372 farmers in four provinces[J]. *Journal of Nanjing Agricultural University (Social Sciences Edition)*, 2020, 20(01): 150–1160
- [26] 张标, 扶桑. 农业政策如何影响农户生产性废弃物资源化利用决策?——基于安徽省 1227 个农户调查数据的实证[J]. *农村经济*, 2023(9): 98–108
- ZHANG B, FU S. How do agricultural policies affect farmers' decisions on the resource utilization of productive waste? — Empirical evidence from a survey of 1,227 farmers in Anhui Province[J]. *Rural Economy*, 2023(9): 98–108
- [27] 郭志达, 丹颖, 毕钟元. 农业废弃物第三方治理显性激励研究: 委托代理理论视角[J]. *农业经济与管理*, 2019(4): 37–44
- GUO Z D, DAN Y, BI Z Y. Research on explicit incentive of third party-governance of agricultural waste: From perspective of principal-agent theory[J]. *Agricultural Economics and Management*, 2019(4): 37–44
- [28] 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. Review of research on the utilization of livestock and poultry waste in China[J]. *Ecological Economy*, 2019, 35(8): 186–193
- [29] 邸佳颖, 李干琼, 张永恩, 等. 中国农业废弃物资源化利用现状与标准化技术研究及展望[J]. *农业展望*, 2022, 18(12): 73–78
- DI J Y, LI G Q, ZHANG Y E, et al. Research and prospect on status and standardization technology of agricultural waste recycling in China[J]. *Agricultural Outlook*, 2022, 18(12): 73–78
- [30] 刘书楷. 从资源经济学原理论废弃物资源化问题[J]. *农业环境科学学报*, 1991(3): 97–100
- LIU S K. The problem of waste recycling from the original theory of resource economics[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 1991(3): 97–100
- [31] 彭靖. 对我国农业废弃物资源化利用的思考[J]. *生态环境学报*, 2009, 18(2): 794–798
- PENG J. Review and discussion on utilization of agricultural waste resources in China[J]. *Ecology and Environmental Sciences*, 2009, 18(2): 794–798
- [32] 潘根兴, 张阿凤, 邹建文, 等. 农业废弃物生物黑炭转化还田作为低碳农业途径的探讨[J]. *生态与农村环境学报*, 2010, 26(4): 394–400
- PAN G X, ZHANG A F, ZOU J W, et al. Biochar from agro-byproducts used as amendment to croplands: An option for low carbon agriculture[J]. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2010, 26(4): 394–400
- [33] 于法稳. 中国生态经济研究: 历史脉络、理论梳理及未来展望[J]. *生态经济*, 2021, 37(8): 13–20, 27
- YU F W. Research on ecological economics in China: Historical context, theory evolution and future prospects[J]. *Ecological Economy*, 2021, 37(8): 13–20, 27
- [34] 李静, 陈亚坤. 农业公司化是农业现代化必由之路[J]. *中国农村经济*, 2022(8): 52–69
- LI J, CHEN Y K. Agricultural corporatization is the only way to agricultural modernization in China[J]. *Chinese Rural Economy*, 2022(8): 52–69
- [35] 张承龙. 农业废弃物资源化利用技术现状及其前景[J]. *环境保护*, 2002, 30(1): 22–23
- ZHANG C L. Comprehensive utilization technologies of agricultural wastes[J]. *Environmental Protection*, 2002, 30(1): 22–23
- [36] 董祥洲, 徐繁荣, 朱启法, 等. 秸秆还田对土壤环境影响的研究进展[J]. *安徽农业科学*, 2020, 48(13): 1–4
- DONG X Z, XU C R, ZHU Q F, et al. Research progress on the effects of straw returning to the field on soil environment[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2020, 48(13): 1–4
- [37] 许轶冰, 刘志, 顾惠玲, 等. 农作物秸秆资源化利用问题及发展策略研究[J]. *安徽农业科学*, 2024, 52(7): 248–250
- XU Y B, LIU Z, GU H L, et al. Research on the problems and development strategies of resource utilization of crop straw[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2024, 52(7): 248–250
- [38] 陈昱, 才硕, 姚文武, 等. 作物秸秆还田资源化利用现状及生态效应研究进展[J]. *北方园艺*, 2023(2): 121–127
- CHEN Y, CAI S, YAO W W, et al. Research progress on resource utilization and ecological effects of crop straw returning to the field[J]. *Northern Horticulture*, 2023(2): 121–127
- [39] 加快推行农业清洁生产[N]. *经济日报*, 2023-04-10
- Accelerate the promotion of clean agricultural production[N]. *Economic Daily*, 2023-04-10
- [40] 罗勇. 环保产业市场化的培育和拉动[J]. *中国环保产业*, 2001(1): 29–30
- LUO Y. To marketize environmental protection[J]. *China Environmental Protection Industry*, 2001(1): 29–30