

利川市绿色种养循环项目建设模式探讨

何峰¹, 王辉¹, 陈固², 周富忠², 冉露^{2*}

¹利川市建南镇农业农村服务中心, 湖北 利川

²利川市农业综合开发服务中心, 湖北 利川

收稿日期: 2025年4月25日; 录用日期: 2025年5月23日; 发布日期: 2025年5月31日

摘要

基于利川市山区种养业的特点, 本研究系统梳理“整村推进”、“种养一体”、“三方桥接”等绿色种养循环模式, 从组织架构、适用场景、运行效能等维度开展对比分析。结果显示: 1) “整村推进”模式在散户主导区域具有组织优势, 但存在衔接效率低、粪肥质量不均等问题; 2) “种养一体”模式的资源内循环效率最高, 但受限于种养规模匹配度; 3) “三方桥接”模式通过专业化服务实现规模效益, 但需强化利益分配机制。建议建立粪肥质量追溯体系、完善联农带农机制、开发低温发酵技术以提升系统运行效率, 为武陵山区农业绿色发展提供实践参考。

关键词

绿色种养循环, 组织模式, 粪污资源化, 利川市

Discussion on the Construction Model of Green Planting and Breeding Cycle Project in Lichuan City

Feng He¹, Hui Wang¹, Gu Chen², Fuzhong Zhou², Lu Ran^{2*}

¹Lichuan City Jiannan Town Agricultural and Rural Service Center, Lichuan Hubei

²Lichuan City Agricultural Comprehensive Development Service Center, Lichuan Hubei

Received: Apr. 25th, 2025; accepted: May 23rd, 2025; published: May 31st, 2025

Abstract

Based on the characteristics of planting and breeding industry in mountainous areas of Lichuan City,

*通讯作者。

文章引用: 何峰, 王辉, 陈固, 周富忠, 冉露. 利川市绿色种养循环项目建设模式探讨[J]. 农业科学, 2025, 15(5): 716-728. DOI: 10.12677/hjas.2025.155088

this study systematically sorts out green planting and breeding cycle models such as “whole village promotion”, “integrated planting and breeding”, and “three-party bridging”, and conducts comparative analysis from the dimensions of organizational structure, applicable scenarios, and operational efficiency. The results show that: 1) The “whole village promotion” model has organizational advantages in areas dominated by individual investors, but there are problems such as low connection efficiency and uneven quality of manure; 2) The “integrated planting and breeding” model has the highest resource recycling efficiency, but is limited by the matching degree of planting and breeding scale. 3) The “three-party bridging” model achieves economies of scale through specialized services, but requires strengthening the mechanism for distributing benefits. It is suggested to establish a quality traceability system for manure, improve the mechanism of agricultural cooperation, and develop low-temperature fermentation technology to enhance the operational efficiency of the system, providing a practical reference for the green development of agriculture in Wuling Mountain area.

Keywords

Green Planting and Breeding Cycle, Organizational Model, Fecal Resource Utilization, Lichuan City

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在全球可持续发展战略框架下，传统农业发展模式因过度依赖化肥、农药等外部投入品，导致土壤退化、水体富营养化、生物多样性锐减等生态环境问题日益严峻，同时农产品质量安全隐患也随之加剧，严重制约农业的可持续发展[1]。在此背景下，绿色农业作为一种兼顾经济、社会与生态效益的新型农业发展范式，成为农业现代化转型的必然选择[2]。绿色种养循环农业遵循生态经济学原理，通过构建种植与养殖产业之间的物质循环链条，实现农业资源的高效循环利用与废弃物的无害化处理，对破解农业发展生态矛盾、推动农业可持续发展具有重要的理论与实践价值。

国外绿色种养循环农业的理论研究与实践探索起步较早，发达国家基于自身农业发展需求与资源禀赋，形成了各具特色的发展模式与技术体系。美国依托精准农业技术优势，深度融合物联网、大数据、人工智能等现代信息技术，通过智能传感器网络实时监测土壤养分动态变化，结合作物生长模型构建精准施肥决策系统，实现了农田养分的精准化管理；同时，将养殖废弃物通过厌氧发酵转化为沼气能源，沼渣、沼液经过无害化处理后制成生物有机肥还田，构建起“养殖-能源-种植”的闭环循环体系[3]。欧洲国家则以生态农业理念为指导，通过制定严格的环境法规与农业补贴政策，引导农民采用绿色种养循环模式。例如，欧盟实施的共同农业政策(CAP)将生态补偿机制与农业生产直接挂钩，对采用有机生产、减少化肥农药使用的农户给予经济补贴，有效推动了绿色种养循环模式的普及，显著提升了农产品质量安全水平与生态环境效益[4]。澳大利亚立足本国草原畜牧业发达的特点，聚焦生态系统修复与温室气体减排，通过科学调整牧草种植结构与放牧管理制度，降低反刍动物甲烷排放；同时，创新性地将废弃羊毛通过生物降解技术转化为绿色液体肥料，应用于有机蔬菜种植，实现了农业废弃物的高值化利用[5]。此外，丹麦凭借完善的农业废弃物收集处理体系与先进的还田技术，实现了畜禽粪便 100%资源化还田[6]；日本则结合本国小规模农业经营特点，发展了“稻-鸭-鱼共生”、“畜-菜循环”等多样化的生态循环模式[7]。在技术创新层面，以色列零排放 RAS 技术为代表的新型养殖废弃物处理技术不断涌

现,通过集成高效厌氧发酵、膜分离、生物除臭等技术,显著提升了畜禽粪便处理效率与有机肥品质,有效减少了农业面源污染;部分国家还积极探索绿色种养循环与可再生能源开发的协同发展路径,将畜禽粪便厌氧发酵产生的沼气用于发电、供热,形成“废弃物-能源-肥料”的多级利用模式,实现了农业资源的最大化利用与能源自给。在政策保障方面,各国通过财政补贴、税收优惠、信贷支持等政策工具,构建起完善的政策激励体系,为绿色种养循环农业发展营造了良好的政策环境。

我国自 2017 年起,通过实施有机肥替代化肥行动与畜禽粪污资源化利用整县推进项目,在绿色种养循环农业技术研发、模式构建与政策创新等方面取得了显著成效。目前已初步构建起涵盖废弃物收集、运输、处理及还田应用的全链条“收储运+还田”技术体系,总结提炼出多种适配不同区域与产业特点的循环模式,并提出一系列完善政策支持体系的建议[8][9]。利川市地处湖北省西南部,作为典型的农业大市与湖北省重点生态功能区,于 2021 年入选全省绿色种养循环农业试点县[10]。依托当地丰富的自然资源与农业产业基础,利川市积极开展绿色种养循环模式的本土化探索实践。项目的实施不仅有效削减了农业面源污染负荷,改善了土壤理化性状,提升了土壤肥力,而且通过降低化肥、农药使用量,显著降低了农业生产成本,增加了农民收入,有力推动了农业绿色转型与可持续发展。然而,现有研究多聚焦于宏观层面的技术推广与模式总结,针对特定区域地理气候条件、农业产业结构与社会经济特征的个性化研究相对不足。利川市独特的喀斯特地貌、亚热带湿润季风气候以及以茶叶、蔬菜、药材、生猪养殖为主的农业产业结构,使其在绿色种养循环模式实施过程中面临诸如地形复杂导致废弃物运输成本高、种养时空匹配难、农户参与积极性差异大等特殊问题。深入研究利川市绿色种养循环农业发展模式,不仅有助于破解当地农业发展面临的现实困境,而且对恩施州乃至武陵山区同类地区的绿色农业发展具有重要的示范与借鉴意义,为推动我国山区农业可持续发展提供理论依据与实践经验。

2. 项目概况

2.1. 项目背景及来源

在全球气候变化与农业可持续发展的双重挑战下,我国农业生产体系的碳排放问题日益凸显。据相关研究表明,农业领域已成为我国第三大温室气体排放源,其排放量占全国总排放量的 15.2%,其中畜禽粪污的贡献尤为显著,甲烷排放占比高达 32% [11]。随着我国畜禽养殖业的规模化、集约化快速发展,畜禽粪便产生量呈现出几何级增长态势。据统计,我国每年畜禽粪便产生总量已突破 40 亿吨。若这些粪污得不到科学处理与有效利用,不仅会引发土壤、水体及大气的复合型污染,更将加剧温室气体排放,对生态环境造成严重威胁。同时,当前我国种养产业体系存在结构性失衡问题,养殖端与种植端在空间布局、资源配置及供需关系等方面难以实现有效衔接,导致全国畜禽粪污综合利用率仅维持在 76%左右,大量优质粪肥资源被闲置浪费,未能充分发挥其生态价值与经济价值。

这一现实困境与我国推进生态文明建设和农业绿色转型的战略目标形成尖锐矛盾。自 2015 年起,国家层面密集出台系列政策文件,着力推动农业绿色发展。《中共中央 国务院关于加快推进生态文明建设的意见》明确提出,要加强农业面源污染防治,推进农业废弃物资源化利用,构建生态农业体系。2017 年,国务院办公厅印发的《关于加快推进畜禽养殖废弃物资源化利用的意见》,进一步从顶层设计层面为畜禽粪污治理与资源化利用提供了系统性政策指引。与此同时,我国农业发展面临着单产提升需求与耕地质量下降的双重压力,传统依赖化肥投入的增产模式难以为继。在此背景下,推动粪肥还田、提升耕地地力,成为落实“藏粮于地、藏粮于技”国家粮食安全战略的必然选择。实施绿色种养循环农业试点,不仅是推进乡村振兴战略的重要抓手,更是培育农业新质生产力、加快农业现代化进程、建设农业强国的关键路径。

在前期政策实践与技术探索方面,2017~2020 年期间,原农业部组织实施的果菜茶有机肥替代化肥行动,累计投入中央财政资金 40 多亿元,在全国 238 个县开展试点工作。该行动通过集成推广有机肥高效利用技术模式,显著提升了区域有机肥施用量,实现了化肥减量增效的目标。同期开展的畜禽粪污资源化利用整县推进项目,以《畜禽粪污资源化利用行动方案(2017~2020 年)》为指导,全面推进畜禽养殖废弃物处理设施建设。截至 2020 年底,全国 13.3 万家大规模养殖场全部完成畜禽粪污处理设施装备配套,为后续绿色种养循环项目的实施奠定了坚实基础[11]。

基于上述政策实践经验,2021 年农业农村部、财政部联合启动绿色种养循环农业试点项目。该项目是对既有种养相关政策项目的系统性升级,其核心聚焦于推动粪肥科学施用,着力完善种养结合、农牧循环的现代农业生产体系。项目规划在未来 5 年内,重点在畜牧养殖大省、粮食与蔬菜主产区、生态保护重点区域开展试点示范。通过财政奖励政策引导,培育发展专业化服务企业、农民合作社等市场主体,构建覆盖粪肥收集、处理、运输及施用全链条的社会化服务体系。旨在形成可复制、可推广的种养结合技术模式与运营机制,建立养殖场户、专业化服务组织与种植主体之间的利益联结机制,最终构建起具有中国特色的绿色循环农业发展新格局[11]。

2.2. 实施绿色种养循环项目的重要意义

1) 绿色种养循环项目是践行国家战略部署与生态文明思想的实践路径。党的二十大报告明确提出,要推动经济社会发展全面绿色转型,加快发展方式绿色低碳转型,这为农业现代化指明了方向。绿色种养循环模式以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,深入贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念,将农业生产与生态环境保护有机融合。通过构建种养协同的低碳循环体系,该模式不仅能够显著降低农业碳排放强度,还能助力实现“双碳”目标(2030 年前碳达峰、2060 年前碳中和) [12],是落实国家气候战略、推动农业可持续发展的关键举措。

2) 绿色种养循环项目是落实中央政策导向、深化农业供给侧结构性改革的核心任务。2021~2023 年中央一号文件连续强调推进农业绿色发展、加强畜禽粪污资源化利用,这一政策导向凸显了国家对农业生态化转型的战略决心。作为农业绿色发展的重要载体,绿色种养循环模式通过优化种养产业结构,打通畜禽粪污从废弃物到资源的转化路径,有效破解种养脱节难题,实现粪肥科学还田与化肥减量增效,推动农业生产从高投入、高污染的粗放型模式向资源节约、环境友好的集约型模式转变,为农业高质量发展提供坚实支撑[12]。

3) 绿色种养循环项目是完善农业绿色发展体制机制、推动技术创新与产业升级的重要突破口。农业农村部《创新体制机制推进农业绿色发展的意见》明确提出,需以系统思维构建循环农业体系。绿色种养循环项目以粪肥就地就近还田利用为核心,以培育专业化服务组织为抓手,通过财政激励机制,探索技术集成、模式创新与市场拓展的协同路径。项目旨在通过 5 年试点,培育一批具备全链条服务能力的市场主体,形成可复制推广的绿色循环农业发展模式,构建养殖场户、服务组织与种植主体间的利益联结机制,推动农业产业链条向绿色化、智能化、协同化方向延伸[12]。

4) 绿色种养循环项目是推动区域生态经济协同发展、实现“绿色利川”建设目标的关键支撑。作为湖北省重点生态功能区,利川市推进绿色种养循环项目具有显著的社会、生态与经济价值:其一,通过建立畜禽粪污全量消纳与循环利用体系,实现污染物“零排放”与化肥减量增效,有效降低农业面源污染负荷;其二,依托粪肥还田技术,修复耕地退化问题,提升土壤有机质含量与耕地综合生产能力,促进农产品提质增产;其三,减少畜禽养殖对水、土壤、大气环境的污染风险,构建生态友好型农业生产系统,筑牢区域生态安全屏障;其四,保障粮食安全、农产品质量安全与产地环境安全,实现生态保护与经济发展的良性互动,为乡村振兴与“绿色利川”建设注入持久动力。

2.3. 项目实施流程

项目实施流程严格遵循项目管理理论与公共服务供给机制，以系统思维构建闭环管理体系，确保绿色种养循环农业试点项目的科学性、规范性与实效性。具体实施过程涵盖以下九个关键环节：

1) 调查摸底：运用田野调查、统计分析等研究方法，全面梳理利川市种植业与养殖业的规模结构、空间布局、技术水平等基础数据。通过建立数据库，对区域内作物种植面积、养殖种类与存栏量、粪污产生量及处理现状等要素进行系统性分析，为项目规划提供详实的数据支撑。

2) 方案制定：基于调查数据，结合利川市地理环境、气候条件与产业特色，运用系统工程理论，构建符合本地实际的项目实施方案。方案设计注重技术可行性与经济合理性，统筹考虑种养匹配关系、粪污处理技术路径、还田模式选择等核心要素，形成具有针对性和可操作性的实施框架。

3) 公开招标：依据政府采购要求与公共服务外包机制，采用公开招标方式遴选项目服务机构。通过规范的招投标程序，引入市场竞争机制，择优选择具备技术能力、服务资质与运营实力的专业化服务主体。同时，按照第三方监管与审计制度要求，同步完成三方监管机构和审计机构的招标工作，构建多方参与的监督体系。

4) 宣传动员：构建三级联动的宣传推广机制，通过政策宣讲、技术培训、案例示范等多样化形式，提升项目认知度与参与度。运用传播学理论，针对不同主体需求开展精准化宣传，重点解读项目政策内涵、技术要点与实施效益，调动种养主体、服务机构与基层组织的积极性。

5) 组织实施：建立“申报－审核－实施－监管”四位一体的项目执行机制。种养主体或村委会按规定程序申报粪肥还田面积与粪污处理量，经乡镇农业、畜牧服务中心审核确认后，交由中标服务机构组织实施。依托数字化监管平台，实现项目全过程信息实时上传与动态管理，确保操作流程规范化、数据记录完整化。

6) 过程监管：构建“分级管理、多方监督”的质量控制体系。乡镇农业、畜牧技术人员分别负责种、养两端的现场跟踪监管，市级层面组织第三方监管、审计机构开展随机抽查。监管机构运用质量检测技术，对粪肥产品进行严格抽检，确保符合还田标准；审计机构对项目资料进行全面核查，保证数据真实可靠，实现对项目实施过程的全要素、全周期监管。

7) 自查验收：实施方按照项目验收标准，开展全面自查自纠工作。通过数据整理、资料汇编、效果评估等环节，形成完整的项目总结报告。第三方监管与审计机构对项目实施情况进行独立评估，确认符合验收条件后，提交乡镇级验收申请。

8) 乡镇验收：由乡镇政府组建专业验收小组，依据验收方案，对项目完成情况、实施效果、资料完整性等进行全面审查。验收过程采用定量分析与定性评价相结合的方法，重点核查目标完成度、技术规范性与社会效益，形成客观公正的验收意见。

9) 市级验收：市农业农村局组织开展最终验收工作，通过抽样核查、专家评审等方式，对项目整体实施情况进行综合评估。验收合格后，按照财政资金管理辦法，及时拨付奖补资金，确保项目资金使用的规范性与有效性。

整个实施流程充分体现项目管理的全生命周期理念，通过制度设计、技术支撑与多方协同，构建起“决策－执行－监督－反馈”的闭环管理体系，为绿色种养循环农业项目的成功实施提供坚实保障。

2.4. 项目推进情况

1) 养殖端粪便资源特征分析：基于 2020~2023 年利川市畜禽养殖数据(表 1)，其养殖结构呈现显著的“小散化”特征：生猪、牛、羊、家禽养殖仍以农户散养为主，其中生猪散养率高达 82.4%，养殖大户占比相对较低。每头(只)生猪、牛、羊、家禽年产粪便量分别按 2.5 吨、7.2 吨、1.3 吨、0.09 吨测算，区

域年畜禽粪便产生量约 200 万吨。这种小散化养殖格局导致粪污分布呈现“量小面广”的空间特征，67% 的行政村粪污收集半径超过 5 公里，对废弃物收集转运体系的构建提出了严峻挑战，反映出种养空间错配与资源统筹难度大的现实困境。

Table 1. Statistical table of the production situation of the animal husbandry industry in Lichuan City (Unit: Household, 10,000 Heads, 10,000 Pieces, Ton)

表 1. 利川市养殖业生产情况统计表(单位：户、万头、万只、吨)

年份	2020 年			2021 年			2022 年			2023 年		
种类	大户	出栏	存栏	大户	出栏	存栏	大户	出栏	存栏	大户	出栏	存栏
生猪	1320	67.8	44.54	1145	76.99	45.74	1216	78.15	46.12	1275	79.16	46.56
牛	243	2.05	4.98	216	2.25	5.02	352	2.34	5.16	421	2.46	5.37
羊	59	5.16	6.29	41	5.17	6.25	126	5.19	6.32	131	5.21	6.35
家禽	106	296.7	238.8	76	318.3	260.4	79	328.5	278.4	82	334.1	280.3

2) 种植端粪肥消纳潜力评估：利川市耕地资源呈现典型的山区碎片化特征，现有 121.6 万亩耕地与 215 万亩常年作物种植面积(表 2)。耕地面积按每亩年施用 2 吨畜禽粪便计算，可消纳 240 吨以上；作物种植面积按每亩年施用 1 吨畜禽粪便计算，也可消纳 200 吨以上，理论上可完全消纳本地畜禽粪便产出。然而，山地地形导致的地块分散、交通不便等问题，制约了粪肥运输半径与施用效率，反映出资源潜力与实际利用能力之间的矛盾，亟需通过技术创新与服务体系优化实现种养匹配。

Table 2. Statistical table of the planting areas of main crops in Lichuan City (Unit: 10,000 Mu)

表 2. 利川市主要作物种植面积统计表(单位：万亩)

年份	水稻	玉米	马铃薯	蔬菜	水果	药材	茶叶	烟叶	油菜	红薯	豆类
2020	25.4	41.3	31.6	55.3	6.5	23.1	24.8	7.0	9.0	8.0	8.0
2021	25.9	44.6	33.5	55.2	6.5	23.3	25.0	7.2	6.6	7.8	7.5
2022	26.1	44.3	32.8	56.1	6.4	25.1	25.2	6.4	8.1	8.2	6.8
2023	26.0	44.5	33.7	57.1	6.4	27.7	26.6	6.3	9.1	7.9	7.8

3) 项目战略规划及建设目标：利川市绿色种养循环项目于 2021 年 10 月正式启动，基于循环经济理论与农业生态工程原理，构建“政府引导－市场运作－农户参与”的协同治理模式。项目以 5 年 5000 万元财政投入为支撑，通过 30% 的补贴比例撬动社会资本，重点围绕技术创新、服务体系建设、质量监管三大维度，规划实现三大核心目标：一是建立覆盖全域的粪污收集处理网络，形成稳定的粪肥还田组织模式；二是将畜禽粪污综合利用率提升至 90% 以上，完成 50 万亩粪肥还田任务；三是通过养分替代实现化肥减量增效，推动农业生态系统服务价值提升。这一规划体系体现了从末端治理向源头防控、从资源浪费向循环利用的发展范式转变。

4) 实施成效与多维效益评估：项目通过建立“市－乡－村”三级联动机制，形成了制度保障与技术创新双轮驱动的推进模式。截至 2024 年，三家中标服务机构建成 6 个粪污集中处理点，综合运用就地发酵、流动速腐等技术，累计处理粪污 40 万吨，实现 40 万亩耕地粪肥还田，覆盖全域乡镇。通过 20 个长期定位监测点数据显示：化肥施用量减少 10% 的同时，作物产量平均提升 10% (蔬菜类经济作物增产达 18.3%)，土壤有机质含量增加 0.2~3 g/kg，验证了有机替代的增产提质效应。从资源利用效率看，畜禽粪

污资源化率突破 92%，农作物秸秆利用率达 85%，初步实现了农业废弃物的生态化转化。

在国家层面，2021 年以来，绿色种养循环试点已覆盖 22 个省份 299 个县(农场)，中央财政投入 74.02 亿元，形成“固体粪肥 + N”、“液体粪肥 + N”等多元化技术模式，构建起种养结合长效机制。全国试点县畜禽粪污综合利用率达 93.53%，还田粪肥 8000 万吨，服务主体规模扩展至 2500 余家，印证了该模式在农业绿色转型中的推广价值[13]。利川市的实践作为区域典型案例，既体现了小散养殖地区的治理特色，也为全国同类地区提供了可资借鉴的技术路径与制度创新经验。

3. 不同组织形式的理论解析与运行机制研究

基于交易成本理论、协同治理理论与农业产业链理论，针对利川市山区农业“小散弱”的产业特征，绿色种养循环项目形成了“整村推进”、“种养一体”、“三方桥接”三种典型组织模式。本部分从组织形式、主要优势、影响因素等方面进行分析，系统探讨各模式的运行逻辑与优化路径。

3.1. “整村推进”——基层治理驱动型循环体系

组织形式：“整村推进”是指以行政村为基本单元，由村委组织，与实施方共同完成绿色种养循环项目建设任务。村委可先通过群众会、小组会、院子会或入户走访等方式，对全村粪污处理及粪肥还田需求全面摸底、统计，再按流程申请、审核、组织实施。实施过程中由村委负责组织、协调、监管和汇总，对任务完成情况由农户现场签字认可，村委确认并汇总盖章，相关资料交实施方留存并上报监管平台审核。该模式适用于种养主体高度分散、缺乏规模经营实体的行政村，其社会基础在于基层组织的强大动员能力与农户间紧密的地缘社会关系。在利川市，约 68%的行政村符合这一特征，农户散养比例超过 80%，单户养殖规模小且粪污处理能力有限。

主要优势：一是资源整合高效，便于集中调配土地、劳动力、资金等资源，可大幅度减轻实施方的工作量；二是技术推广便捷，便于集中开展农业科技培训，技术专家可一次性向全体村民传授先进的种植养殖技术、粪污处理技术等，提高村民科技素质；三是资料精简可靠，可明显简化申报、确认、监管等的相关资料，并增强任务完成情况和上报资料的真实性和准确性；四是村集体凝聚力提升，整村参与项目建设，实现绿色种养循环体系的全覆盖，需全体村民共同商讨规划、解决问题，增进了村民间的沟通交流，增强了集体意识与合作精神。

影响因素：核心影响要素包括基层组织治理能力、农户参与意愿与公共资源整合水平。村委的组织协调能力直接决定项目推进效率，而农户对技术的接受度和利益分配机制的认同度，影响项目长期可持续性。地理条件方面，交通不便加剧了粪污运输成本，成为制约因素。主要表现在以下几个方面，一是组织协调挑战多、实施效率低，项目涉及千家万户，利益诉求差异大、矛盾多、协调难度大、实施进度慢；二是技术要求差异化明显，涉及农户多，粪污种类、处理数量、还田方式等差异明显，技术要求相对较高，增加了二次污染风险；三是监管难度大、数据统计易失真，农户过度分散，导致粪污数据、还田面积确认难度大，难以监管、难免注水；四是人力消耗大、成本相对较高。

优化路径：引入数字化治理工具，构建村级粪污监测平台，降低信息不对称；建立农户参与式决策机制，通过村民议事会优化利益分配；整合政府技术资源，组建村级技术服务小组，提升技术应用精准度。

3.2. “种养一体”——产业链垂直整合型循环体系

组织形式：“种养一体”是指由既开展规模畜禽养殖又从事规模作物种植的新型农业经营主体，包括有规模和实力的种养大户、家庭农场、农民合作社、农业企业等，通过内部循环体系实现粪污变粪肥

的运行模式。由经营主体向乡镇农业、畜牧服务中心申请粪污处理及还田面积，两中心审核签字盖章后交实施方，实施方入驻主体培训，再由主体自行实施，将实施过程影像及相关资料上传监管平台，两中心要对实施过程进行监管，确认任务完成情况。该模式主要适用于规模种养主体，其产业基础需满足养殖规模与种植面积的合理配比(建议 1:3~5 的种养比)。利川市此类主体占比约 12%，主要分布在交通便利的中部盆地地区。

主要优势：该模式遵循循环经济理论，通过产业链垂直整合实现资源循环利用。主体自主实施，决策流程更加简便易行，在成本控制方面有显著优势，养殖和种植相互依存，形成了相对稳定的生态系统；资源高效利用，从资源利用效率来看，优于传统模式，粪污资源化利用率可提高 30%~50%；产品品质提升，还有利于农产品品质整体提升、商品率提高，有利于提高农产品价格，为主体降本增效。

影响因素：技术集成能力、资本投入规模、土地资源约束及疫病防控难度构成关键影响变量。经营主体需同时具备养殖污染治理、有机肥生产、精准施肥等复合技术能力；初期建设养殖场、购置粪污处理设施、灌溉设备等资金投入较大；要实现良好的种养循环，还需要有足够的土地来消纳养殖产生的粪便，土地租金高、流转困难等问题阻碍了项目推进；养殖和种植区域紧密相连，一旦养殖环节发生疫病，容易通过人员、工具等传播到种植区域，反之种植区域的病虫害也可能影响养殖动物的健康。

优化路径：拓展主体实施范围，辐射周边种养散户，并收取一定服务费，增加主体收入；构建种养隔离带与生物安全屏障，采用生态缓冲带设计阻断疫病传播；创新金融支持模式，发展农业供应链金融解决资金需求；建立土地流转激励机制，通过政府补贴降低用地成本。

3.3. “三方桥接”——市场化协同治理型循环体系

组织形式：“三方桥接”是在绿色种养循环项目中，引入独立的第三方服务机构，其在养殖端和种植端之间搭建起沟通与合作的桥梁，将种养端紧密衔接，以促进畜禽粪污的资源化利用和粪肥的有效还田。由养殖主体向所在乡镇畜牧服务中心、种植主体向农业服务中心申请，两中心审核签字盖章后报实施方，由实施方对粪污就地无害化处理、粪肥就近运输到种植主体还田，两中心负责监管、现场工作量确认。该模式适用于种养主体空间分离、资源供需错配的区域，尤其针对单一养殖大户与规模化种植基地的对接场景。利川市约 20% 的乡镇存在此类供需失衡现象，养殖集中区与种植优势区相距超过 10 公里。

主要优势：通过政府引导、市场运作、主体参与的三方协同，构建资源匹配平台。一是构建利益联结机制，通过价格协商与成本分摊形成“风险共担、利益共享”格局；二是搭建专业化分工机制，养殖端、服务端、种植端各司其职，提升系统效率；三是建立监管约束机制，政府通过合同管理与数字化追溯系统确保质量安全。

影响因素：市场机制成熟度、服务组织专业化水平与政策支持力度起决定性作用。市场机制不成熟会增加利益协调难度，如养殖户希望以较低的成本处理粪污，种植主体对粪肥的质量和供应稳定性有较高要求，服务组织则关注自身的经济效益。第三方服务机构需具备专业化的粪污收集运输网络、标准化处理技术与市场化运营能力。还面临市场波动风险，农产品价格下跌可能削弱主体参与积极性。

优化路径：建立粪肥价格指数与补贴联动机制，降低市场风险；培育区域性龙头服务企业，通过技术培训与设备补贴提升专业化水平；开发粪肥电商平台，拓展市场化流通渠道。

三种模式分别对应不同的产业生态位与制度环境，选择应用上应遵循“交易成本最小化-资源利用最大化-生态效益最优化”的决策准则。“整村推进”侧重于社会资本的动员，“种养一体”依赖产业链整合能力，“三方桥接”强调市场机制的构建。实践中需根据区域资源禀赋、产业结构与制度环境，灵活组合应用，形成多层次、多元化的绿色种养循环体系。

4. 粪污处理技术模式解析与比较

利川在实施绿色种养循环项目过程中,重点运用了“就地就近堆沤”、“沼气生产”、“移动式反应器”、“集中处理”等无害化技术处理模式,将粪污变粪肥,消除畜禽粪污、用于农业生产。本部分重点介绍各模式的技术运用、适用条件、影响因素、作用机制,并针对存在主要问题提出优化措施。

4.1. 就地就近堆沤

技术简介: 基于微生物生态学与物质循环理论,就地就近堆沤技术以《畜禽粪便堆肥技术规范》(NY/T 3442-2019)为指导,构建农业废弃物资源化利用的生态转化系统。科学配比畜禽粪便与作物秸秆、稻壳、锯木屑、蘑菇渣等富含碳源的辅料,构建适合微生物代谢的底物环境。在堆沤过程中,综合运用条垛式、槽式或坑式封泥等工艺,借助微生物群落的“好氧-厌氧”协同发酵作用,实现有机废弃物的稳定化与无害化处理。工艺控制如下,物料粒径 $\leq 5\text{ cm}$ 、含水率45%~65%、碳氮比20~40:1、pH 5.5~9.0、堆体氧气浓度 $\geq 5\%$ 、腐熟剂接种量2‰,条垛式、槽式发酵堆体温度 55°C 以上(烫手)必须分别保持15天、7天,温度高于 65°C 时每天一次翻堆、暴气降温,对封泥处理后的沤制厌氧发酵方式则无需额外翻动。此外,通过添加微生物除臭剂,可有效抑制氨气、硫化氢等恶臭气体产生,降低环境污染风险。产品质量要求,腐熟后的堆肥需呈现黑褐色或褐色外观,有机质(干基) $\geq 30\%$,水分 $\leq 45\%$,种子发芽指数 $\geq 70\%$,确保其安全性与肥效。作为基肥施用时,可采用穴施、条施或撒施等方式,建议亩用量1~2吨,既可单独施用,也可与配方肥、复合肥等化肥配合使用,实现用地养地结合。值得注意的是,在实际应用中需严格把控物料筛选、发酵工艺参数及腐熟度检测,确保重金属、病原菌、寄生虫卵等有害物质符合安全标准;同时,在施用过程中应避免肥料与作物种子、根系直接接触,通过与土壤充分混合,有效规避烧苗风险,保障作物健康生长。

优势分析: 该模式适用于养殖规模较小且分散、交通不便的农村地区,尤其适合农户散户养殖场景。在利川市,约70%的行政村养殖规模小且分布零散,此类地区运输成本高,就地处理成为首选。同时,要求当地具备丰富的农作物秸秆、稻壳等辅料资源,以满足堆肥原料配比需求。其优势主要表现在处理成本低,就地就近利用资源,不依赖大型处理设备。

存在短板: 一是效率低下,发酵周期超过90天,易导致规模养殖场粪污堆积,影响养殖场的正常运营;二是占地面积大,养殖端就地堆沤需要设置专门的发酵场地,占用大量空间,还需防雨、防渗等措施,增加了建设成本和管理难度;三是产品质量不稳定,温湿度、原料等控制不当易致发酵不充分,影响肥效与环境;四是存在疫病传播风险,疫病区粪肥处理不当可能引发农作物疫病传播。

改进措施: 一是优化设施,采用立体发酵槽或新型设备,完善防雨防渗设计,提升空间利用率;二是智能监控,配备温湿度、氧气监测设备,引入自动化控制系统,精准调控发酵参数;三是强化培训,定期组织技术培训与现场指导,搭建在线咨询平台,提升人员专业水平;四是严控疫病,发酵前检测消毒,延长高温发酵时间,建立成品质量检测制度,确保安全施用。

4.2. 小沼工程及家用沼气生产

技术简介: “小沼工程及家用沼气发酵”严格遵循《农村户用沼气发酵工艺规程》(NY/T 90-2014)与《沼肥施用技术规范》(NY/T 2065-2011)。畜禽粪便等废弃物在严格厌氧环境下,经微生物发酵产生沼气,残留物形成沼渣和沼液。发酵需控制投料浓度TS(含固率)在6%~10%,常温下发酵不少于1个月。沼肥质量要求为:沼渣呈黑色或棕褐色,pH 6.8~8.0,含水量60%~80%,总养分(干基) $\geq 3.0\%$,有机质 $\geq 30\%$;沼液含水量96%~99%,总养分(鲜样) $\geq 0.2\%$ 。沼肥兼具肥效与病虫害防治功能。沼渣可穴施、条施或撒

施作基肥，亩用量 1~2 吨；沼液适合浇灌、沟灌或叶面喷施作追肥，亩用量 3~5 吨，也可与磷、钾肥等化肥配合施用。使用时需确保无害化处理，基肥需与土壤混合陈化 1 周以上，叶面喷施前需澄清过滤，高温或幼苗期需 1~3 倍稀释，蔬菜采收前 1 周、果树采收前 1 个月停止使用。

优势分析：该技术适合家庭养殖散户和小规模养殖户，尤其在能源供应不足的偏远村。沼气生产运用于绿色种养循环项目建设有以下优势。一是资源循环利用，通过厌氧发酵技术，可将畜禽粪便、秸秆等农业废弃物转化为沼气、沼渣和沼液，沼气作为清洁燃料用于发电或炊事，沼渣可加工为生物质燃料或有机肥，沼液可直接还田补充养分，形成“种养结合”的闭环循环系统[14]；二是环保效益突出，沼气替代传统燃料，减少煤和柴火燃料使用与污染物排放，避免粪污直排，防止土壤、水体污染，改善农村环境；三是经济效益显著，原料获取方便，且沼液、沼渣替代化肥可节省种植成本约 200 元/亩；四是促进生态农业，沼液和沼渣富含有机质和微生物，长期施用可改善土壤结构、提升地力，推动化肥减量增效，助力绿色农产品生产。

存在短板：传统沼气池技术升级缓慢，难以适应现代能源与农业生产需求，导致技术应用逐渐萎缩，主要存在以下不足。一是原料供应不足，农村劳动力外流导致畜禽养殖规模萎缩，部分地区原料(如粪便、秸秆)收集难度加大；二是产气稳定性差，低温季节微生物活性下降，产气量难以满足日常需求；三是管理成本较高，设备维护、清理操作复杂，存在安全隐患，农户技术不足导致利用率低；四是替代能源冲击，随着天然气和电器普及，沼气的便利性和稳定性不足，沼气池多数被荒废、闲置，成为新的安全隐患。

改进措施：一是强化政策扶持，通过补贴或技术培训，提升农户参与度；二是推广联户模式，整合分散资源，实现规模化原料供应和集中管理；三是优化技术研发，培育耐低温菌种，提升沼气池全年运行效率；四是完善循环链条，结合种植业需求，探索沼液、沼渣的高值化利用路径。

4.3. 移动式反应器快速发酵

技术简介：“移动式反应器快速发酵”模式依托可移动的发酵设备，集成密封罐体、搅拌装置、温湿度及通风控制系统等组件。收集养殖或种植端的有机废弃物(如畜禽粪便、秸秆)后，添加微生物菌剂，通过设备精准调控发酵环境，在密封状态下快速将废弃物转化为优质有机肥，实现种养废弃物就地资源化利用。

优势分析：一是高度灵活，移动式反应器可随时移动到废弃物产生地附近进行发酵处理，减少了废弃物的运输距离和成本，并及时将发酵好的有机肥送到田间地头，提高了资源利用效率；二是精准控温，反应器配备了先进的温度、湿度和通风控制系统，能够精准调节发酵环境参数，确保微生物在最佳条件下生长繁殖，大大缩短发酵时间(可提前半月以上)，提高发酵效率；三是环保高效，密封发酵杜绝异味与污水渗漏，彻底杀灭病原体和杂草种子；四是肥质优良，精准调控使有机肥养分更均衡、腐熟更充分，质量更稳定。该技术模式适用于养殖规模较大且集中、地形相对平坦的区域，以及对处理时效性要求高的规模化养殖场。

存在短板：一是设备投入高，设备初期投资大，限制小型经营主体使用；二是技术门槛高，需专业人员操作维护，掌握发酵与设备管理技术；三是能源消耗高，设备持续运行消耗大量电能等能源；四是交通限制多，山区复杂地形影响设备运输，难以覆盖偏远区域。

改进措施：一是降本增效，通过政府补贴、企业优化工艺、推广租赁模式等方式降低使用成本；二是强化培训，开展免费技术培训，搭建线上线下技术支持平台，确保技术人员操作到位；三是节能升级，采用节能组件，探索太阳能等可再生能源供能；四是优化设计，提升设备越野性能，开发小型轻量化机型适应复杂地形。

4.4. 集中处理生产商品有机肥

技术简介：该模式通过分区域建立处理中心，集中收集区域内养殖场畜禽粪污，经固液分离后，固体部分添加微生物菌剂进行好氧堆肥发酵，再经粉碎、筛分、混合等工艺制成配方有机肥；液体部分经厌氧发酵和生物处理，达标后用于灌溉或循环利用。利川市在柏杨坝镇、南坪乡、汪营镇等乡镇已建成6个处理中心，均采用槽式发酵工艺，严格遵循 NY/T 525-2021 标准生产。

优势分析：建立处理中心集中处理畜禽粪便主要有以下几大优势。一是规模化生产，每个处理中心年处理畜禽粪污能力可达5万吨，生产商品有机肥3万吨以上，降低生产成本，提升生产效率；二是标准化质控，全流程质量管控，严格检测养分、重金属等指标，确保产品稳定达标；三是市场化网络，与经销商、种植大户等建立长期合作，形成完善供销体系；四是环保效益佳，贯通养殖、生产、销售等环节，推动农业产业升级与就业。该模式适合养殖规模化、集约化程度高的区域，以及有机肥市场需求旺盛的地区。

存在短板：一是投资成本高，设施建设涉及土地、设备、环保等多方面大额资金投入；二是运输压力大，粪污及成品运输距离长，推高成本，削弱市场竞争力；三是原料要求严，粪污杂质、有害物质超标将增加处理难度，影响产品质量；四是运营管理难，需专业团队把控复杂生产流程，协调多方关系；五是市场风险高，受农产品价格、施肥习惯及竞争影响，需求波动大。

改进措施：一是强化政策扶持，政府通过补贴、税收优惠等政策，吸引社会资本参与；二是优化运输体系，科学布局处理点，借助智能物流优化运输路径与效率；三是严控原料质量，规范养殖场管理，建立粪污检测机制，保障原料达标；四是拓宽市场渠道，开展宣传推广活动，深化合作并开拓电商平台，扩大销路。

5. 结论与建议

5.1. 研究结论

本研究对利川市绿色种养循环项目实施中的不同模式进行了全面深入的分析，从组织形成、粪污处理模式方面揭示其利弊。

项目组织形式上，“整村推进”便于政策落实与资源整合，尤其适合散户推广，能快速构建规模化循环体系，但存在执行效率低、实施监管难、运行灵活性差、资金压力大等弊端；“种养一体”通过种养结合，有效降低成本、提升产品品质，不过对运行主体技术要求高，还需应对农、畜市场价格波动与融资难题；“三方桥接”规模化运作、专业化服务，能有效拓展市场、降低交易成本，却面临项目资金垫支压力、信任缺失和利益分配矛盾。

粪污处理模式中，“种养端就地就近堆沤”以低成本、高环保性见长，可实现粪污就地处理就近还田，但处理效率低、受气候制约且粪肥质量不稳定，需有技术人员现场指导；“小沼工程及家用沼气”资源利用率高、发酵彻底，却存在专业性强、适用场景局限、还田设备依赖等问题；“移动反应器快速发酵”灵活高效、质量稳定、减少污染，然而设备成本高、能耗大、处理能力不足，且受运输条件和能源供应制约；“处理中心集中发酵”有利于规模化生产与市场化运作，但投资运营成本高，对市场需求波动敏感。

综上，利川市推广绿色种养循环项目需因地制宜，综合考量地理、气候、产业及经济条件，合理选择单一模式或优化组合，方能推动绿色农业可持续发展。

5.2. 优化建议

为进一步推动绿色种养循环项目的可持续发展，针对不同模式存在的问题，提出以下优化建议。

一是招标方式应多样化。突破单一公开招标中介服务组织模式,采用乡镇推荐、实地考察、现场考核等多元方式,吸纳村集体组织、规模经营主体参与项目建设。发挥其地方熟、情况明、农户亲等本土资源优势,降低沟通成本,提升项目执行效率。

二是工作流程精简化。建立高效的信息沟通与诚信体系,简化申请审批流程,改经营主体单独申请审批为农业、畜牧服务中心汇总一次性申请,加强现场监管和信息平台申报实时、准确,确保监管全覆盖。优化抽检机制,减少还田后1月以上才播种或移栽作物的粪肥抽检频次;删减重复佐证资料,取消自验收环节,将市级抽查验收融入日常监管,实现动态化管理。

三是处理技术规范。严格执行《畜禽粪便无害化处理技术规范》(GB/T 36195-2018)、《畜禽粪便还田技术规范》(GB/T 25246-2010)、《畜禽粪水还田技术规程》(NY/T 4046-2021)、《有机肥料》(NY/T 525-2021)、《沼肥施用技术规范》(NY/T 2065-2011)、《畜禽粪便堆肥技术规范》(NY/T 3442-2019)、《肥料合理使用准则 有机肥料》(NY/T 1868-2021)等标准要求,严格控制畜禽粪污和辅料来源,规避重金属等污染风险。规范开展粪肥堆沤、沼肥生产流程,确保发酵腐熟和无害化处理达标,重点强化液体粪肥质量管控,杜绝未腐熟粪水直接还田。

四是效果监测日常化。结合作物需肥特性与地力条件,动态监测粪肥酸碱度、养分含量等指标,精准规划粪肥与化肥配比,科学制定还田方案,防止烧种烧苗及二次污染。持续跟踪不同还田方式对作物增产、土壤改良的效果,通过田间对比试验积累数据,为项目优化提供科学依据。

五是补贴政策多样化。拓展补贴对象,在支持第三方服务机构的基础上,探索对种、养规模主体及普通农户的直接补贴。对主动采用新技术处理粪污、实施粪肥还田的农户给予激励,降低养殖企业成本,推动粪污资源化利用;同时,助力种植户降本提质,减少农业面源污染,实现生态与经济效益双赢。

5.3. 研究展望

未来绿色种养循环农业研究可从三方面深入探索。**一是技术创新集成。**加大高效厌氧发酵、微生物菌剂等新型粪污处理技术的研发,融合现有堆沤腐熟、沼肥生产技术,构建适配武陵山区养殖规模与地理条件的综合处理体系。对山区养殖特点,研发小型化、智能化粪污处理设备,破解场地受限、运输困难等难题。**二是模式优化创新。**立足武陵山区特色农业,构建“茶-畜”、“药-畜”、“菜-畜”等特色种养循环模式,推动产业深度融合。引入互联网、大数据、物联网技术,打造智慧循环模式,通过传感器实时监测养殖与种植数据,实现精准种养,提升资源利用与管理效能。**三是政策完善协同。**细化绿色种养循环农业补贴政策,按经营主体、处理技术与利用方式制定差异化补贴标准。强化农业、环保、财政、金融等多部门政策协同,加大项目补贴力度,完善环保监管与优惠政策,引导金融机构创新服务,降低绿色农业融资门槛与成本。

参考文献

- [1] 王志斌. 坚持三个导向推动种养循环实现农业绿色高质量发展[J]. 江苏农村经济, 2019(11): 55-56.
- [2] 胡世霞, 潘峰, 巩细民, 等. 关于发展绿色种养循环农业运行模式和机制创新的研究——以湖北省绿色种养循环农业试点工作为例[J]. 农业经济, 2025(2): 35-37.
- [3] 李江南. 美国、德国和日本循环农业模式的实践、经验及其比较[EB/OL]. <https://ccrs.cnu.edu.cn/List/H5Details.aspx?tid=4654>, 2017-09-09.
- [4] 黄茉莉. 欧盟共同农业政策对中国农业绿色发展的启示[EB/OL]. <http://chinawto.mofcom.gov.cn/article/br/bs/202411/20241103544382.shtml>, 2024-11-05.
- [5] 孙世威. 我院赴西澳大学访学团“澳大利亚种养循环现状调研”顺利结束[EB/OL]. <https://dkxy.nwafu.edu.cn/xydt/dc90228177f34275ba7df1e0bf30ddd9.htm>, 2024-01-30.

- [6] 蒋伊童, 李婷玉, 马林, 等. 丹麦养分管理农业养分管理政策和机制的创新及启示[J]. 土壤通报, 2020, 51(2): 381-390.
- [7] 岳光. 以牛尿液培养活化剂用食物残渣制有机肥走进日本循环生态农场[J]. 今日国土, 2009(1): 45.
- [8] 张成明, 李洪辉, 刘畅. 绿色种养循环农业技术模式[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2022.
- [9] 吴行国, 朱桂珍, 韩芳. 秸秆还田技术的应用效果及示范推广[J]. 农业科技通讯, 2008(12): 94-95, 147.
- [10] 何雨洋. 利川打造绿色种养循环农业新模式[N]. 恩施日报, 2022-05-19(002).
- [11] 杜森. 发展绿色种养循环推动农业高质量发展[J]. 农村工作通讯, 2024(13): 49-51.
- [12] 中央财政支持 17 个省份试点绿色种养循环农业[J]. 湖南农业, 2021(8):11.
- [13] 刘珍. 绿色种养循环农业试点取得积极进展[EB/OL]. <https://www.chinacoop.gov.cn/news.html>, 2024-03-05.
- [14] 孟海波. 加强农村沼气应用推动农业绿色发展[N]. 农民日报, 2025-02-15(5).