

汶川水磨林下地龙产业发展优势、困难与对策分析

何世伟^{1*}, 王采霞^{2,3}, 陈治好¹, 阳 华¹, 张 涛^{2,3}, 杨瑶君^{2,3}, 龙文聪^{2,3#}

¹汶川县国有林保护局, 四川 阿坝

²乐山师范学院竹类病虫害防控与资源开发四川省重点实验室, 四川 乐山

³乐山师范学院林竹科技创新产业研究院, 四川 乐山

收稿日期: 2025年9月21日; 录用日期: 2025年10月21日; 发布日期: 2025年10月31日

摘 要

本文聚焦四川省汶川县水磨镇林下地龙(蚯蚓)产业发展, 分析其区域适配性、优势、困难及可持续发展对策。水磨镇凭借亚热带湿润气候、高森林覆盖率和丰富的林下有机质资源, 为蚯蚓养殖提供了天然优势。蚯蚓作为“土壤工程师”, 可将凋落物转化为有机肥, 改善土壤结构, 同时其药用价值和市场需求持续攀升, 为林农增收提供新路径。然而, 产业发展面临天敌威胁、土壤酸化、饲料运输困难、技术薄弱及人才短缺等挑战。文章提出物理防治天敌、调节土壤酸碱度、一次性投肥减运、强化科技支撑、构建技术体系等对策, 旨在实现生态效益与经济效益的双赢。通过合理利用林下资源, 水磨镇有望打造循环农业模式, 为山区乡村振兴提供可复制的绿色产业样板。

关键词

汶川水磨, 林下地龙, 有机质, 优势, 困难与对策

Analysis of Advantages, Difficulties, and Countermeasures for the Development of the Under-Forest Earthworm Industry in Wenchuan Shuimo

Shiwei He^{1*}, Caixia Wang^{2,3}, Zhihao Chen¹, Hua Yang¹, Tao Zhang^{2,3}, Yaojun Yang^{2,3}, Wencong Long^{2,3#}

¹Wenchuan County State-Owned Forest Protection Bureau, Aba Sichuan

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 何世伟, 王采霞, 陈治好, 阳华, 张涛, 杨瑶君, 龙文聪. 汶川水磨林下地龙产业发展优势、困难与对策分析[J]. 自然科学, 2025, 13(6): 1193-1200. DOI: 10.12677/ojns.2025.136124

²Key Laboratory of Bamboo Pest Control and Resource Development in Sichuan Province, Leshan Normal University, Leshan Sichuan

³Bamboo Technology Innovation and Industry Research Institute, Leshan Normal University, Leshan Sichuan

Received: September 21, 2025; accepted: October 21, 2025; published: October 31, 2025

Abstract

This paper focuses on the development of the under-forest earthworm (dilong) industry in Shuimo Town, Wenchuan County, Sichuan Province, analyzing its regional adaptability, advantages, difficulties, and strategies for sustainable development. Shuimo Town, with its subtropical humid climate, high forest coverage, and abundant forest-floor organic matter, offers natural advantages for earthworm farming. Earthworms, known as “soil engineers,” can transform litter-fall into organic fertilizer, enhancing soil structure, while their medicinal value and market demand continue to rise, providing a new pathway for increasing farmers’ incomes. However, the industry faces challenges such as natural predator threats, soil acidification, difficulty in transporting feed, technological deficiencies, and a shortage of skilled personnel. The paper proposes strategies including adopting physical control measures, adjusting soil pH, one-time fertilizer application and reduced transportation, strengthening technological support and building technical systems. By utilizing forest-floor resources efficiently, Shuimo Town aims to establish a circular agricultural model, offering a reproducible green industry template for rural revitalization in mountainous areas.

Keywords

Wenchuan Shuimo, Under-Forest Earthworm, Organic Matter, Advantages, Difficulties and Countermeasures

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

地处四川省汶川县南部的水磨镇，平均海拔 1300 m，年平均气温 16℃，森林覆盖率 90%以上，空气负氧离子含量超过大城市 18,000 倍[1]，是名副其实的天然氧吧。研究表明，随海拔升高有机质含量也会相应增加[2]，该地因属于亚热带盆地山区，河流湖泊分布较广，年降雨量充沛，气候相对湿润，林下有机质含量丰富。加上森林植被枯枝落叶等凋落物和动物残体丰富，可为土壤提供持续的有机质来源，为发展林下经济提供良好基础。土壤有机质是森林生态系统生产力构成的重要部分，是森林生态系统生物循环中的一个重要环节[3]。南京某郊区经过调查得知在林地、旱地、园地、稻田四种地形中，林地表层土壤的有机质含量最高[4]，一定程度上体现水磨林下有机质含量的充足。

蚯蚓在中药材里也叫地龙，被视作重要的土壤工程师，能将有机废弃物转化为高质量的有机肥料，养殖蚯蚓不仅能提高土壤肥力，还能修复退化及污染土壤[5][6]，对于农业产量及质量再提升具有重要作用。同时，蚯蚓富含蛋白质，在现代医药膳食方面体现出很大价值，除了补充营养外，研究表明蚯蚓中的部分成分有抗氧化、护肝等作用[7]。正因蚯蚓在修复生态系统、药材膳食等方面不可替代的作用，市场需求逐步上升，发展地龙产业百利而无一害。蚯蚓的干品地龙严重供不应求，以广地龙为例，广地龙从 2003 年 1~9 月每千克价格 22.5~25 元，到 2005 年 3 月升至 55~60 元，升幅高达 140%~144.4% [8]。

2024 年 8 月升至 320 元(中药材天地网站), 在 2005 年的基础上价格再次升高 433.3%~481.8%。利用蚯蚓养殖分解处理有机废弃物是一项古老又新兴的生物技术, 因为蚯蚓是土壤中一种杂食性的环节动物, 大量实验研究表明, 蚯蚓在新陈代谢过程中能吞食大量有机物质, 1 亿条蚯蚓一天就可吞食 40~50 吨垃圾 [9] [10]。水磨林下丰富的有机质资源为蚯蚓养殖提供优质的饵料来源, 发展蚯蚓产业不仅可满足地龙药材的市场需求, 而且十分有利于促进水磨林下有机质的合理化利用、生态发展和乡村振兴。然而, 目前水磨林下丰富的有机质资源基本处于闲置状态, 主要依靠自然分解。有关水磨林下有机质用作蚯蚓饵料和产业发展的研究尚未见报道。

本文分析了水磨林下有机质利用现状、用作蚯蚓饵料存在的主要问题, 提出了水磨林下有机质促进蚯蚓生长繁育的技术措施和地龙产业发展对策, 以期助力土壤改良、绿色产业发展和乡村振兴。

2. 研究区基本情况

2.1. 生态环境方面

汶川县水磨镇地理坐标为北纬 30°56′, 东经 103°25′, 气候区属于亚热带季风气候, 夏季温暖多雨, 冬季寒冷干燥, 四季分明, 年平均气温 13.9°, 如图 1。在自然气候上, 水磨镇属川西多雨中心区, 年降水量约 1285.1 mm, 具有温暖湿润的气候特征[11][12]。土壤具有非常重要的生态功能, 土壤理化性质在不同海拔梯度下呈现空间异质性, 谢清哲[13]指出土壤含水量随海拔升高而升高, 而土壤 pH 随海拔升高而降低, 由此推出属中海拔的水磨林区土壤含水量较平原地区高。

水磨镇的森林历史融合了自然馈赠、文化传承与现代生态治理, 其面积与覆盖率在灾后重建中实现质的飞跃, 成为乡村振兴与生态保护的典范。根据 2025 年汶川县人民政府数据, 水磨镇幅员面积 88.44 平方公里, 植被覆盖率达 82.36%, 水磨镇作为阿坝州森林资源密集区, 林地面积(70917.18 亩)加上退耕还林面积(3653 亩)共 74570.18 亩, 森林资源丰富。由于气候、地形等原因, 水磨林区大多是常绿阔叶林 (75%~85%) [14]。水磨林下有机质来源主要包括凋落物、腐殖质、动物残体等。在森林生态系统中, 凋落物通常分为地上凋落物和地下凋落物[15]。不同植被类型凋落物不同, 阔叶林下则以树叶和树枝为主, 有机质主要分布在林下表层土壤及地表覆盖层。

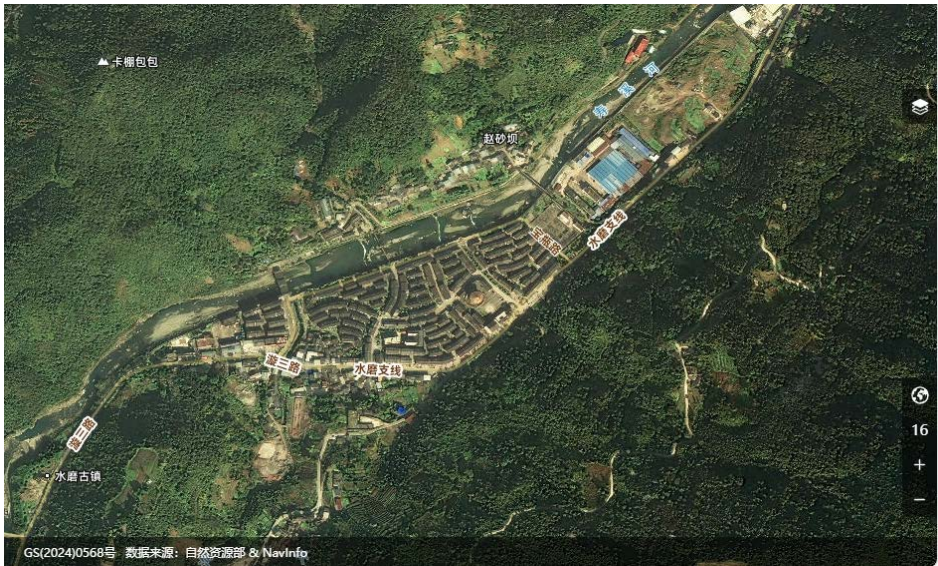


Figure 1. Geographical location and forest distribution of Shuimo Town
图 1. 水磨镇地理位置及林地分布

2.2. 资源利用情况

蚯蚓在森林物质循环和能量流动中具有重要地位和作用[16]。对于蚯蚓在森林中的种类及分布,王红等人[17]通过对云贵高原中与水磨林区环境条件基本相似的森林的研究发现,林下蚯蚓含远环蚓属(*Amyntas*)、杜拉蚓属(*Drawida*)及腔蚓属(*Metaphire*),且森林群落类型与蚯蚓种数无显著影响,蚯蚓大部分垂直分布在 $\geq 5\sim 10$ cm、 $\geq 10\sim 20$ cm 土层中。

目前水磨林下有机质多被废弃或自然分解,利用率低。因水磨林区海拔较高等地形原因,人为干扰减少,腐殖质增多,有机质得以积累[18],但处理这些有机质费工费时,且缺乏有效的利用方式,部分有机质因堆积过多,影响林下生态环境。林下物(枯枝落叶、杂草、灌木等)是森林中主要的可燃物来源,堆积量过大,发生森林火灾的隐患更大。

3. 区域适配性分析

3.1. 有机质丰富

不同森林类型土壤 SOC (土壤有机碳)、SON (土壤有机氮)含量分别为 $552\sim 1154\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和 $20.11\sim 57.32\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,不同森林类型的土壤 SOC 含量差异不显著[19],水磨林下有机质含量丰富,为蚯蚓提供了充足的食物来源,有利于蚯蚓的生长和繁殖。以水磨林区的环境条件,有机质含量最多可支撑的蚯蚓密度约为 $200\sim 400$ 条/ m^2 。另一方面,蚯蚓将有机废弃物分解处理掉可解决有机质堆积过多造成的环境污染问题,将现有资源高效利用起来[20]。

3.2. 气候环境适宜

蚯蚓具有喜温、喜湿,怕光、怕高温和严寒的习性特点,而森林中的多种植被可遮挡光照,提供理想环境条件。水磨林区因地形优势热量丰富,气候湿润,受寒潮等极端天气影响小[21]。年平均气温 $13.5\sim 16^\circ\text{C}$,年降水量 $800\sim 1200\text{ mm}$ [22],温湿度适宜蚯蚓生长,养殖风险更低。

3.3. 产业可行性

气候条件相似的湖南安乡县致力于发展林下养殖蚯蚓产业,养殖户掌握各方面技术以后,一亩地纯利润可达三万元甚至以上,这为水磨镇的发展给予了充足的信心。基于条件相似养殖区方案和本地市场的发展,估算亩均投入种苗约 1500 元,人工管理成本约 800 元/年,预计亩产鲜蚯蚓可达 300 千克,目前市场鲜蚯蚓均价 $10\sim 24$ 元,具备良好的经济可行性。

4. 水磨林下蚯蚓产业发展优势

4.1. 增收致富,省工省力

因林下经济发展和国家保护森林资源的政策,林农的收入主要依赖于林下种植(松茸、花卉等)或养殖桑蚕[23]等绿色生产力,获取利润周期较长。蚯蚓在中药材中具有重要地位,随着人们对健康的重视提高,对地龙的需求不断增高。药材市场对地龙的质量要求高,对优质地龙品种的质量要求更高。林下发展地龙产业可带来显著的经济效益,蚯蚓养殖成本相对较低,收益可观。同时森林中持续提供的充足食物来源可减少人工管理,可在省工省力的同时有效实现林农增收致富。

4.2. 维护生态系统

随着全球环境恶化和人们对保护森林资源的意识增强,各地出台相关政策,森林生态系统鲜少受到人为破坏[24]。水磨林区更因为平均海拔达 1300 m、交通不便等地形原因,生态环境状态良好而无化学

污染,对蚯蚓无害。另外蚯蚓产业的发展有利于促进水磨林下有机质的合理化利用。蚯蚓可将有机质转化为有机肥料,对改善土壤结构起到重要作用[25],进一步促进林木生长,维护森林生态系统稳定结构,如此形成良性循环,达到蚯蚓产业和森林保护的平衡发展。

4.3. 契合政策与市场

目前我国林下经济产业发展迅速,发展前景良好[26]。水磨林下发展蚯蚓产业符合国家“林下经济”和“循环农业”政策导向,契合绿色农业发展趋势,能有效提高市场竞争力。

水磨镇是一个存在了 2000 多年的古老村镇,位于汶川县东南部边缘山区[27],交通不便。经过汶川大地震后,年轻人们大多都出门闯荡,村镇里大多是老年人留守靠农业为生,但农业效益低且缺乏年轻劳动力。发展林下蚯蚓产业能为林农带来可观经济效益并带动当地农户参与到养殖蚯蚓的产业中,增加农民收益来源,以助力乡村振兴。

5. 林下养殖蚯蚓的困难

5.1. 天敌威胁

水磨林中有多种蚯蚓的天敌,往往严重影响蚯蚓的生长与繁殖,其天敌有很多种类,田鼠、蟾蜍、蛙类、蚂蚁、蜈蚣、蜈蚣等较多[28][29]。其中鼠类例如川西田鼠,特别喜欢吃蚯蚓又善于掘穴,常在养殖床内大量捕食蚯蚓;蚂蚁能在养殖床内筑巢,还常对蚯蚓攻击袭咬。除此之外,很多鸟类如山麻雀也喜欢捕食蚯蚓。天敌的存在将极度威胁蚯蚓的生长和存活。

5.2. 土壤酸化

养殖蚯蚓的土壤 pH 值适宜在 6.5~7.5 范围内[30],而水磨林下有机质因常年搁置废弃,枯枝落叶堆积量大,腐殖质在湿热环境下分解释放腐殖酸等有机酸(pH 可低至 4.5~5.5),直接导致土壤酸化。当地年降水量高也可能加剧酸性环境。在不适宜的酸碱环境下,蚯蚓体表黏液分泌受阻,存活率与繁殖率将显著下降。

5.3. 饲料运输困难

水磨林区坡度大,地块分散,阴坡与阳坡温差显著,规模化养殖难度高。海拔落差大,垂直高差显著(如河谷至山顶落差可达 1000 m 以上)。种种地形原因导致养殖所需饲料、有机肥等物资运上林区需要消耗大量人力与燃油,运输成本攀升。并且蚯蚓每天要摄取自身体重两倍的有机质[31],食量较大。尽管汶川水磨林区土壤表层枯落物丰富,若想提高产量、追求经济效益而适当增加蚯蚓投放密度,长此以往,林下有机质消耗速率将超过自然补充能力,不足够蚯蚓食用。因此需要注意有机质不足的问题。

5.4. 林业管理冲突

森林采伐、施药等正常林木作业可能会破坏养殖地,导致环境骤变,蚯蚓无法适应。并且蚯蚓对农药极度敏感,林业常见化学农药(如杀虫剂等)可对蚯蚓造成毒害[32]。这会对养殖计划及经济效益产生严重影响。

5.5. 缺少相关研究和技术

由于水磨镇地理位置较偏僻,主要注重当地旅游业发展,对于林区的探索和相关研究少。林下发展蚯蚓产业仍是一个新兴的养殖技术,但现有技术多移植自平原地区,传统平原蚯蚓养殖模式难以直接复

制到高海拔林区。该方面的研究和技术比较薄弱，如何合理规划养殖区域、防止蚯蚓逃逸等都是亟待解决的问题。

5.6. 人才队伍匮乏

林下地龙产业涉及生态养殖、市场营销、品牌打造等多个环节，需要既懂农业技术又熟悉市场运作的复合型人才。然而，当前水磨镇的人才结构仍以传统农业技术为主，缺乏跨领域整合能力。同时地龙产业作为新兴产业，需要青年人才的创新思维和技术应用能力。但受制于区域吸引力不足等原因，青年人才比例低。

5.7. 生态风险评估与监控

尽管林下养殖蚯蚓具有显著的生态效益，但引入蚯蚓作为外来生物，可能会破坏原本林区物种多样性，若引入竞争力极强的蚯蚓品种或对本地蚯蚓造成生存威胁。同时，引入蚯蚓可能携带病原体或寄生虫，在与本地物种接触过程中有患病的风险。

6. 产业发展对策

6.1. 物理防控天敌

对于林区中的鼠类威胁，可用各种器械捕杀，捕杀后的老鼠可以埋入蚓床作为蚯蚓饲料。或根据阿坝新闻网报道当地拥有丰富的竹木资源，可搭建不低于 50 cm 的竹编防护网，成本低廉且易就地取材；防治蚂蚁，可用新鲜骨头诱集，再用开水烫死。鸟类则用塑料薄膜或草帘覆盖蚓床。对于蟾蜍等对人类有益动物，以驱赶和严密覆盖蚓床方法为主。针对不同敌害采用不同方法防治，切勿滥用毒饵，以免对生态平衡造成破坏[29]。

6.2. 土壤酸化改良

选择土层厚的区域发展地龙产业，有机质丰富，适合蚯蚓活动和摄食。根据土壤检测数据(现状 pH 值为 4.8~5.5)，按 400~800 kg/亩梯度施用碳酸钙粉(CaCO_3)，配合翻耕深度 20 cm，可使耕作层 pH 值提升至 6.2~6.8 (四川农科院蚯蚓养殖试验场数据)。因此可通过添加适量草木灰或石灰石中和土壤酸性，调节 pH 至 6.5~7.5 之间，解决腐殖质等过多导致的土壤酸化问题。

6.3. 一次性投肥减运

前期每亩养殖区一次性投入 2~3 吨腐熟有机肥，覆盖厚度约 15 cm，可使蚯蚓长时期缓慢消耗有机质，有效减少后续运输频次，适合交通不便的水磨林区。同时在投放蚯蚓前预先铺上充足有机肥，防止新鲜的有机肥在分解过程中产生热量和可能的有害物质(如氨气)对蚯蚓造成毒害，提前为蚯蚓创造好适宜的生存环境。

6.4. 林业冲突协调

优先选择长期稳定的林区，避免在工业原料林区养殖。与汶川国有林管理局联合划定“林下蚯蚓优先区”，区内禁止化学农药和皆伐，并设专职协管员。

6.5. 强化科技支撑

构建本地化研究网络，同时鼓励当地政府加大该方面科技投入，研发技术体系，开发适合水磨山区的养殖技术。这样才能既高效利用当地资源又发展地龙产业，获取更多经济效益和生态效益。

6.6. 培养专业人才

通过多种渠道宣传林下蚯蚓产业的优势和产品特点, 提高市场认知度, 开拓销售渠道。组织养殖人员参加蚯蚓养殖技术培训, 邀请专家进行现场指导, 提高养殖人员的技术水平。政府适当提高激励机制, 吸引更多创新型人才加入。制定科学合理的养殖管理策略, 建立技术规程, 定期检测蚯蚓生长质量并防止天敌侵害。

6.7. 筛选并加强监管

优先选育本地已有的优势蚯蚓品种并确保种苗健康无病害, 这不仅能降低生态风险而且本地品种适应水磨林区的气候条件, 养殖成功率更高。实施以“长期生态监测, 合理科学调控”为核心的综合管理机制, 可以最大限度地规避发展林下地龙产业的潜在风险, 实现经济效益与生态安全并举。

7. 结论

水磨镇发展林下地龙产业具有显著的生态与经济潜力, 但需突破自然条件与技术瓶颈。研究表明, 通过物理防治天敌、改良土壤环境、加强科技研发及人才培养等方法, 可有效提升蚯蚓养殖的可持续性。该产业不仅能够解决林下有机质堆积问题, 减少森林火灾隐患, 还能通过蚓粪有机肥促进林木生长, 形成生态循环。同时, 蚯蚓药用、饲料及有机肥深加工等多元产业链的延伸, 将为山区经济注入新活力。未来需在政策扶持下, 构建“产学研”一体化模式, 推动林下经济与乡村振兴战略深度融合, 实现资源活化与绿色发展的协同共进。

参考文献

- [1] 李慧敏, 张莹, 胡尧. 特色旅游资源开发——以汶川县水磨镇为例[J]. 乡村科技, 2021, 12(23): 35-38.
- [2] 许光辉, 郑洪元, 张德生, 等. 长白山北坡自然保护区森林土壤微生物生态分布及其生化特性的研究[J]. 生态学报, 1984(3): 207-223.
- [3] 张勇, 庞学勇, 包维楷, 等. 土壤有机质及其研究方法综述[J]. 世界科技研究与发展, 2005(5): 78-84.
- [4] 刘纯. 南京郊区芝山小流域不同土壤景观表土有机质的团聚体分布及分子组成变化[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京农业大学, 2022.
- [5] 苏卫. 蚯蚓养殖和蚯蚓有机肥对梁家河设施大棚土壤改良和果蔬生长的影响[D]: [硕士学位论文]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2022.
- [6] 张池, 周波, 吴家龙, 等. 蚯蚓在我国南方土壤修复中的应用[J]. 生物多样性, 2018, 26(10): 1091-1102.
- [7] 王东, 杨欢, 王瑞辉. 蚯蚓的药用价值研究进展[J]. 生物资源, 2018, 40(5): 471-475.
- [8] 陆善旦. 广地龙缘何价格一直飙升[J]. 农村新技术, 2005(7): 58-59.
- [9] 胡艳霞, 孙振钧, 程文玲. 蚯蚓养殖及蚓粪对植物土传病害抑制作用的研究进展[J]. 应用生态学报, 2003(2): 296-300.
- [10] 王志凤. 利用蚯蚓处理畜禽养殖业固体废弃物的技术研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东师范大学, 2007.
- [11] 易正杰. 共生视野下的水磨镇羌族民宿设计研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 成都理工大学, 2019.
- [12] 王仕英, 张芸, 张健萍. 汶川县水磨镇气候条件对绿绒蒿人工种植的影响[J]. 南方农业, 2018, 12(27): 16-18.
- [13] 谢清哲. 不同海拔秦岭火地塘油松林土壤特性及菌根侵染率的研究[D]: [硕士学位论文]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2019.
- [14] 陈明苗, 张楚然, 邓云, 等. 地形因子对亚热带半湿润常绿阔叶林木本植物萌生特征的影响[J]. 生物多样性, 2024, 32(12): 169-180.
- [15] 王清奎, 田鹏, 孙兆林, 等. 森林土壤有机质研究的现状与挑战[J]. 生态学杂志, 2020, 39(11): 3829-3843.
- [16] 张卫信, 陈迪马, 赵灿灿. 蚯蚓在生态系统中的作用[J]. 生物多样性, 2007(2): 142-153.

-
- [17] 王红, 王邵军, 李霁航. 不同森林群落类型土壤蚯蚓数量和生物量的时空分布特征[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2017, 41(3): 37-42.
- [18] 吴建平, 董春英. 桃源洞自然保护区土壤的基本特性和森林的分布与利用[J]. 湖南林业科技, 1992(1): 61-67.
- [19] 鲁顺保, 周小奇, 芮亦超, 等. 森林类型对土壤有机质、微生物生物量及酶活性的影响[J]. 应用生态学报, 2011, 22(10): 2567-2573.
- [20] 张婷敏. 蚯蚓在有机固体废弃物处理中的应用研究[D]: [硕士学位论文]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2012.
- [21] 赵汝植. 西南地区农业气候资源及其评价[J]. 自然资源, 1991(2): 1-5+13.
- [22] 肖兴威. 中国森林生物量与生产力的研究[D]: [博士学位论文]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2005.
- [23] 韩锋. 林下经济发展及对林农影响研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京林业大学, 2015.
- [24] 王志山. 国有林区绿色经济发展研究[D]: [博士学位论文]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2007.
- [25] 唐浩, 朱江, 黄沈发, 等. 蚯蚓在土壤重金属污染及其修复中的应用研究进展[J]. 土壤, 2013, 45(1): 17-25.
- [26] 于小飞. 林下经济产业现状及发展重点分析[C]//中国林学会. 第九届中国林业青年学术年会论文摘要集. 2010: 252.
- [27] 刘劼. 四川水磨古镇空间形态分析研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西安建筑科技大学, 2014.
- [28] 蚯蚓的天敌如何防治[J]. 当代畜禽养殖业, 2001(8): 13.
- [29] 马君峰, 张汉武. 蚯蚓的饲养要点及应用[J]. 家禽科学, 2012(8): 20-22.
- [30] 刘孝华. 蚯蚓养殖的探讨[J]. 安徽农业科学, 2005(11): 2087-2088+2103.
- [31] 丁龙飞, 张丽琼, 朱文东, 等. 蚯蚓养殖与蚯蚓粪有机肥的制作[J]. 中南农业科技, 2024, 45(1): 95-98.
- [32] 左海根, 林玉锁, 龚瑞忠. 农药污染对蚯蚓毒性毒理研究进展[J]. 农村生态环境, 2004(4): 68-72.