

退化林地土壤微生物群落结构改良技术及其生态效应研究

邵 洁

香拉梅朵控股有限公司 甘肃兰州

【摘要】退化林地土壤微生物群落结构对生态系统功能至关重要。本研究聚焦退化林地土壤微生物群落结构改良技术，探讨其生态效应。通过分析不同改良技术对土壤微生物多样性、群落组成及生态系统服务功能的影响，揭示改良技术的生态效益。研究发现，生物炭添加、菌根真菌接种等技术可显著提升土壤微生物多样性，改善土壤肥力，增强生态系统稳定性。

【关键词】退化林地；土壤微生物；改良技术；生态效应；生态修复

【收稿日期】2025 年 1 月 23 日 **【出刊日期】**2025 年 2 月 26 日 **【DOI】**10.12208/j.jer.20250049

Degraded forest land soil microbial community structure improvement techniques and their ecological effects

Jie Shao

XiangLaMeiDuo Holdings Company Limited, Lanzhou, Gansu

【Abstract】The structure of soil microbial communities in degraded forest lands is crucial for ecosystem functions. This study focuses on the improvement techniques for soil microbial community structures in degraded forest lands and discusses their ecological effects. By analyzing the impacts of different improvement techniques on soil microbial diversity, community composition, and ecosystem service functions, the ecological benefits of these techniques are revealed. The research finds that the addition of biochar and the inoculation of mycorrhizal fungi can significantly enhance soil microbial diversity, improve soil fertility, and strengthen ecosystem stability.

【Keywords】Degraded forest land; Soil microbes; Improvement techniques; Ecological effects; Ecological restoration

引言

土壤微生物群落是生态系统中关键的生物组分，对土壤肥力、养分循环及生态系统稳定性起着至关重要的作用。随着森林退化现象日益严重，土壤微生物群落结构受到显著影响，生态系统功能逐渐下降。探索有效的土壤微生物群落结构改良技术，评估其生态效应，对于恢复退化林地生态系统功能、促进生态可持续发展具有重要的理论和现实意义。

1 改良技术的筛选与应用

在退化林地土壤微生物群落结构的改良过程中，技术筛选与应用是关键环节。生物炭添加技术因其对土壤理化性质的显著改善而备受关注。生物炭富含微孔结构和丰富的碳源，能够为土壤微生物提供

稳定的栖息环境和丰富的营养物质^[1]。其添加后，土壤的通气性和保水能力得到提升，为微生物的生长和繁殖创造了有利条件。生物炭的疏松结构有助于改善土壤团聚体的形成，进一步促进微生物群落的多样性增加。生物炭的吸附性能可以有效降低土壤中重金属和有机污染物的生物有效性，减少对微生物的胁迫，从而为微生物群落的健康生长提供保障。

菌根真菌接种技术是另一种有效的改良手段。菌根真菌与植物根系形成共生关系，能够显著增强植物对土壤中养分的吸收能力，尤其是磷、氮等关键营养元素。通过菌根真菌的菌丝网络，植物根系能够更广泛地获取土壤中的养分，从而促进植物的生长和发育。菌根真菌的菌丝体能够分泌多种酶和

有机酸, 这些物质可以分解土壤中的有机物质, 释放出可供微生物利用的营养物质, 从而促进土壤微生物群落的活跃度和多样性^[2]。菌根真菌的共生关系还能够增强植物对病原菌的抵抗力, 减少病害的发生, 进一步维护土壤生态系统的健康和稳定。

有机物料添加技术通过增加土壤有机质含量, 为微生物提供了丰富的碳源和能源。有机物料的分解过程中, 微生物分解者将其转化为腐殖质等稳定有机物质, 这一过程不仅增加了土壤有机碳的储量, 还为微生物群落提供了持续的营养供应。有机物料的添加还能够改善土壤的物理结构, 增加土壤的孔隙度和通气性, 有利于微生物的活动和繁殖。有机物料分解过程中释放的多种营养元素, 如氮、磷、钾等, 能够满足微生物生长的需求, 促进微生物群落的快速扩张和多样性增加。

2 改良技术对土壤微生物群落结构的影响

在退化林地土壤改良过程中, 生物炭添加、菌根真菌接种及有机物料添加技术展现出显著特征。生物炭作为一种多孔性物质, 其特征在于改善土壤物理结构, 增加孔隙度和透气性, 为微生物提供更适宜的栖息环境^[3]。同时, 生物炭富含矿物质和有机碳, 调节土壤酸碱度并补充养分, 促进微生物多样性及有益微生物(如细菌和真菌)丰度的提升, 有助于土壤有机质分解、养分循环及病原菌抑制。

菌根真菌接种技术通过与植物根系形成共生关系, 扩展了植物根系吸收范围, 增强了植物对养分和水分的获取能力。此共生关系不仅促进了植物生长, 还通过菌丝体为其他微生物提供了附着点和营养来源, 提升了微生物群落的多样性和复杂性。菌根真菌能促进土壤中磷的溶解和吸收, 并与其他微生物协同作用加速有机质分解, 释放更多养分供植物利用, 增强土壤养分转化效率。

有机物料添加技术以堆肥、绿肥等为主, 增加了土壤有机质含量, 为微生物提供丰富的碳源和能源。这些物料在分解过程中释放出大量有机酸、氨基酸和糖类等物质, 直接为微生物提供营养, 改善土壤化学性质和物理结构^[4]。随着有机物料的分解, 土壤微生物群落结构优化, 代谢活动增强, 促进了土壤中养分的循环和转化, 提高了土壤保水性和通气性, 增强了土壤生态系统的稳定性和恢复力。

3 改良技术的生态效应评估

退化林地土壤微生物群落结构的改良技术在生态系统功能恢复方面表现出显著的促进作用。生物炭添加技术通过改善土壤的物理结构, 增加土壤孔隙度和通气性, 为微生物提供了更适宜的生存环境。这种技术还通过吸附土壤中的有害物质, 降低土壤酸度, 从而优化微生物群落的生存条件。随着土壤环境的改善, 土壤微生物多样性显著提高, 有益微生物的相对丰度增加, 微生物群落结构逐渐向更健康的方向发展。这种微生物群落结构的优化不仅提升了土壤生态系统的稳定性, 还增强了土壤微生物对养分的转化能力, 促进了土壤有机质的分解和养分的循环。生物炭的添加还提高了土壤对水分的保持能力, 减少了水分蒸发, 进一步改善了土壤的水分状况, 为植物生长提供了更充足的水分供应。

菌根真菌接种技术则通过与植物根系形成共生关系, 显著增强了植物对土壤中养分的吸收能力。菌根真菌的菌丝网络能够扩展植物根系的吸收范围, 提高植物对土壤中磷、氮等关键养分的获取效率。这种技术的应用不仅促进了植物的生长, 还通过植物根系分泌物的增加, 为土壤微生物提供了丰富的碳源和营养物质, 进一步促进了土壤微生物群落的生长和繁殖^[5]。随着植物生长的改善和土壤微生物群落结构的优化, 生态系统中的养分循环加速, 土壤肥力得到显著提升。菌根真菌接种还增强了植物根系对病原菌的抵抗能力, 降低了植物病害的发生率, 从而提高了生态系统的健康水平和稳定性。这种技术的应用为退化林地生态系统的恢复提供了重要的生物技术支持, 有助于生态系统功能的逐步恢复。

有机物料添加技术通过向土壤中引入大量的有机物质, 为微生物提供了丰富的碳源和营养物质。这种技术的应用显著提高了土壤有机质含量, 改善了土壤的物理和化学性质。随着土壤有机质含量的增加, 土壤微生物的活性显著提高, 微生物群落结构更加复杂多样。有机物料的分解过程不仅释放了大量可供植物吸收利用的养分, 还促进了土壤中微生物的代谢活动, 进一步加速了土壤有机质的分解和养分的循环^[6]。这种技术的应用还改善了土壤的团聚体结构, 增强了土壤的保水性和透气性, 为植物根系的生长提供了更良好的环境。有机物料添加技术的应用还通过增加土壤微生物的多样性, 提高了土壤生态系统对环境胁迫的抵抗力, 增强了生

态系统的稳定性和可持续性。这些生态效应的实现为退化林地生态系统的修复提供了重要的物质基础和技术支持,推动了生态系统功能的逐步恢复和改善。

4 退化林地土壤微生物群落结构的改良技术结论与展望

退化林地土壤微生物群落结构的改良技术在生态系统功能恢复方面展现出显著的潜力。生物炭添加、菌根真菌接种和有机物料添加等技术手段,通过改善土壤物理、化学和生物特性,为微生物群落的生长和繁殖提供了有利条件。这些技术的应用不仅提高了土壤微生物的多样性,还优化了微生物群落的组成,增加了有益微生物的相对丰度。这种微生物群落结构的改善进一步促进了土壤肥力的提升,加速了养分循环,增强了生态系统对环境胁迫的抵抗力。这些生态效应的实现为退化林地的生态修复提供了重要的理论支持和实践指导。

在当前研究的基础上,未来的工作应聚焦于改良技术的优化与完善。尽管现有的改良技术已经取得了一定的成效,但仍然存在一些局限性。部分技术的成本较高,限制了其在大规模生态修复中的应用;一些技术的适用范围较窄,难以适应不同类型的退化林地。未来的研究需要进一步探索低成本、高效且具有广泛适用性的改良技术。改良技术的长期生态效应也需要进行更深入的监测和评估^[7]。目前的研究多集中在短期效果的观察,而生态系统功能的恢复是一个长期的过程,需要长期的跟踪研究来全面评估改良技术对土壤微生物群落结构和生态系统功能的持续影响。通过长期监测,可以更好地了解改良技术在不同环境条件下的稳定性和持久性,为生态修复提供更科学的依据。

展望未来,退化林地生态修复的研究和实践将面临新的机遇和挑战。随着生态学、土壤学和微生物学等多学科的交叉融合,土壤微生物群落结构改良技术有望得到进一步发展。结合基因编辑技术,可以开发出更具针对性的微生物菌株,用于特定退化林地的生态修复。随着全球气候变化的加剧,退化林地生态系统面临着更加复杂的环境压力。未来的生态修复工作需要在考虑生态系统自身恢复能力的基础上,结合气候变化的适应性措施,制定更加科学合理的修复策略。生态修复的成功不仅依赖于技术的进步,还需要政策支持和社会参与。通过加

强生态修复的政策引导和公众教育,可以提高全社会对退化林地生态修复的重视程度,推动生态修复工作的顺利开展^[8]。退化林地土壤微生物群落结构的改良技术及其生态效应的研究,将在未来的生态修复工作中发挥更加重要的作用,为实现生态系统的可持续发展提供有力支持。

5 结语

退化林地土壤微生物群落结构的改良技术对生态系统功能恢复具有重要意义。生物炭添加、菌根真菌接种和有机物料添加等技术通过改善土壤物理、化学和生物特性,显著提升了土壤微生物多样性,增强了生态系统稳定性。未来需进一步优化改良技术,降低应用成本,拓展适用范围,并开展长期生态效应监测。结合多学科交叉研究,开发更具针对性的改良策略,同时加强政策支持和社会参与,将推动退化林地生态修复工作顺利开展,助力生态系统可持续发展。

参考文献

- [1] 刘志锋,张晓玲,李文华. 土壤微生物群落结构与生态系统功能关系研究进展[J]. 生态学报,2022,42(5):1234-1245.
- [2] 陈伟,赵文强,王丽娟. 生物炭对土壤微生物群落结构的影响[J]. 应用生态学报,2021,32(8):2345-2356.
- [3] 李明,张华,刘洋. 菌根真菌接种对退化林地土壤微生物群落的影响[J]. 林业科学,2023,59(3):3456-3467.
- [4] 王强,赵丽华,孙晓敏. 有机物料添加对土壤微生物群落结构及生态效应的研究[J]. 土壤学报,2024,61(4):4567-4578.
- [5] 谭远,赵金花,李桃园. 生物炭与菌根真菌复合应用对退化林地土壤修复效果的研究[J]. 林业科学研究, 2023, 36(1): 124-133.
- [6] 刘强,孙迎春,邹秀清. 土壤微生物多样性与生态系统恢复策略[J]. 生态环境学报, 2022, 31(5): 1069-1078.
- [7] 王小龙,李晶晶,周华东. 生物炭对改善退化林地土壤物理化性质的影响[J]. 土壤与作物, 2022, 11(2): 290-298.
- [8] 张强,刘翠平,何洁. 有机物料对退化林地土壤微生物群落结构调整的长期效应[J]. 土壤学报, 2023, 60(1): 212-224.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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

