

不同基质配比对预制植物生态棒植物成活率的影响研究

武金桃 薛良 万子雄 陈琪 高峤峰

河北地矿建设工程集团有限责任公司, 河北 石家庄 050081

[摘要]在矿山生态修复时, 苗木成活率低、生长缓慢之类的问题常出现并制约绿化效果。为提高初期绿化效率与成活率, 人们采用预制植物生态棒绿化技术并设置不同的基质配比, 对荆条、紫穗槐、爬山虎、野皂荚等植物的生长表现开展对比实验且按照植物高度、地上地下部分生长量、含水量等指标来监测分析, 结果显示合理配比有机肥、保水剂和土壤改良剂能有效改善植物生长环境、提高成活率, 给生态修复工程提供科学依据和技术方法。

[关键词]预制植物生态棒; 基质配比; 成活率; 矿山生态修复; 快速绿化

DOI: 10.33142/nsr.v2i2.16962

中图分类号: S792.1

文献标识码: A

Study on the Influence of Different Matrix Ratios on the Survival Rate of Prefabricated Plant Ecological Sticks

WU Jintao, XUE Liang, WAN Zixong, CHEN Qi, GAO Qiaofeng

Hebei Geology and Mineral Construction Engineering Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050081, China

Abstract: In the ecological restoration of mines, problems such as low survival rate and slow growth of seedlings often occur, which restrict the greening effect. In order to improve the initial greening efficiency and survival rate, prefabricated plant ecological stick greening technology was adopted and different substrate ratios were set. Comparative experiments were conducted on the growth performance of plants such as Jingtiao, purple locust, ivy, and wild soapberry, and monitoring and analysis were carried out according to indicators such as plant height, aboveground and underground growth, and water content. The results showed that a reasonable ratio of organic fertilizer, water retaining agent, and soil amendment could effectively improve the plant growth environment and increase survival rate, providing scientific basis and technical methods for ecological restoration projects.

Keywords: prefabricated plant ecological stick; matrix ratio; survival rate; ecological restoration of mines; rapid greening

引言

矿山地质环境破坏得很严重, 生态修复成了重要任务。实际工程里绿化效果常受苗木成活率低、生长缓慢影响, 传统春秋栽种植有局限且夏季高温下蒸腾加剧使苗木成活更难了。国外生态修复开始得早且技术体系成熟并重视复垦可持续性, 国内一直在探索但还是面临苗木适应性差、绿化速度慢等问题。预制植物生态棒是新型绿化技术, 在提高初期成活率、突破季节限制上优势明显, 但其基质优化和应用效果急需深入研究。

1 生态棒绿化技术与选用植物概述

1.1 预制生态棒技术原理

预制植物生态棒以植物苗木与配套基质为核心, 经可控容器预先培育成为可移植的绿化单元, 模块化设计使这一技术实现标准化育苗、便捷运输、快速安装等作业一体化, 打破传统绿化对季节和现场土壤条件的依赖, 其内部统一配置保水剂、有机肥和改良剂等成分, 保障植物移植初期的立地条件和水分供应, 大大提高成活率, 它具有可插入性和轻质特性, 在矿山掌子面、台阶、陡坡等复杂地形有良好的适应性和操作性, 其基质能按植物需求灵活调整, 从而形成良性的植物-基质-环境耦合系统, 为快速绿化和生态恢复提供有力支撑。

1.2 荆条、紫穗槐、爬山虎、野皂荚等植物特征

荆条、紫穗槐、爬山虎和野皂荚都是耐旱、抗逆性强的典型灌木或藤本植物, 能适应矿区极端、贫瘠、干旱且裸露的立地条件。荆条是根系发达、抗旱性强的落叶灌木, 边坡固土和护坡绿化常用, 紫穗槐属于豆科, 有固氮作用且耐贫瘠、抗风蚀能力强, 是生态恢复常见的先锋物种, 爬山虎是附着能力强、生长快的典型攀缘植物, 适合用于掌子面、挡墙等垂直面绿化, 野皂荚耐旱、生命力强且树形美, 具有不错的绿化观赏和生态修复价值。这些植物生长周期短, 因生态棒提供的生长环境稳定, 能快速扎根扩展, 给矿区绿化提供初期群落基础。

1.3 项目区植物选型依据

本研究选择植物种类的依据是西柏坡延线、井陘县等矿山修复项目原生植被资源和生态适应性的调查结果以及实际施工里常用苗木表现优劣的综合评估, 调查表明当地原生植被大多是荆条、紫穗槐之类的乡土耐旱灌木, 其适应干旱贫瘠土壤条件的能力不错且生态恢复潜力比较强, 已开展的工程项目里传统苗木常忽视矿区立地条件的适应性而出现“老苗”现象, 即植物没死可生长停了, 成片种效果不好且补种率高, 优先选根系活力强、生长适应性广、方便预制的苗木种类再结合生态棒技术来配置, 有

助于提高矿山绿化的整体成效和持续性,能实现生态修复快速化、功能化的目标。

2 基质组成与配比设定逻辑

2.1 不同基质材料介绍

预制植物生态棒里,植物能否成活、健康生长,基质配置是核心要素,本研究选了生土、有机肥、土壤改良剂和保水剂做基质材料,生土是基础材料,有一定黏结性和微生物活性,但保水性、结构疏松性不好,对根系生长不利,要让土壤通气、肥力变好,需加有机肥补充营养,使有机质和微生物变丰富以增强根系活力,土壤改良剂能改善土壤团粒结构,让通透性、保肥性变好,还能调节酸碱度,从而适应矿区贫瘠土壤,保水剂是调水因子,像聚丙烯酸盐类产品,吸水性强,还有缓释能力,干湿交替时能持续供水,大大提高植物抗旱能力,且这种保水剂粒径细、结构稳定,在矿山干旱环境下使用特别合适。

2.2 配比原则与设定依据

在保障植物生长所需养分、水分、通气条件的基础上设定基质配比要兼顾材料成本、施工简便性和可推广性才能形成科学、经济、高效的复配体系,本研究根据前期试验和文献资料挑了三种典型配比来做对比实验且生土、沙土、有机肥、保水剂按 4:4:1:2 比例配的组合效果最好,这一配比里整体渗透性靠沙土提升且必要养分由有机肥提供且适量保水剂增强土壤水分保持能力且复合基质环境结构稳定、通气良好、水分缓释,5:3:1:1 和 3:5:1:1 这两种其他配比在固结性和渗透性方面各有优势但从综合成活率和植物生长状态来分析 4:4:1:2 配比最均衡,调整基质配比得根据植物种类、生长阶段、季节气候这些实际因素灵活选择才能适应多种施工条件和生态修复需求。

2.3 影响成活率的主要土壤理化指标

植物在生态棒里能否成活并快速生长由基质关键的理化属性(如土壤容重、水分含量、孔隙度和渗透性等)决定,土壤容重过高会影响根系呼吸和伸展,过低则结构容易松散不利于固定,合适的水分含量是维持细胞膨压与新陈代谢的前提且与植物在高温或干旱时的抗逆能力直接相关,孔隙度体现土壤里空气和水分交换的能力,太小会使根系缺氧,太大不利于保水,渗透性决定降雨或灌溉水分下渗的速度和均匀性,调整基质材料的比例优化这些理化指标就能营造出适宜植物生长的微环境,实验采用周期性测定和模拟降雨观察的方法进一步验证不同配比对这些指标影响的程度以确定最有利于植物成活的基质结构。

3 试验设计与实施过程

3.1 试验地概况与布设方案

黄壁庄预制植物生态棒试验基地位于河北省中南部,属温带大陆性季风气候区,年均气温约 12.8°C,年降水量集中于 7 至 9 月,有明显季节性干旱与水热不同期特征,本次研究试验就在此地开展且试验区总面积 5090m²,土壤以砂质壤土为主,团粒结构差,有机质含量低,保水保肥能力

弱,很典型地体现了矿山退化土地特征。试验用标准生态棒布设,其直径一样、长度能调整,分层取样和重复布设方便,设计方案设 3 组实验,每组含 2 种不同基质配比与多种植物交叉组合,荆条、紫穗槐、爬山虎、野皂荚这四种植物就在其中,每个组合重复布设多个生态棒以保证样本统计有效,总共用了 11500 个生态棒,种的苗木有 29760 株,从而形成系统性对比网络,为后续数据分析提供大量基础数据。

3.2 数据采集方法

数据采集工作从植物生长状态和生态棒基质性能这两方面着手,将周期性定点测量和现场记录相结合,在植物生长性状上以株高、地上茎叶生长量、地下根系扩展程度和整体含水量为主要采集指标,生长高峰期时对地上和地下组织进行分段采样来观察动态变化趋势,含水量测定用鲜重-干重法,地上和地下部分分别测定后算平均值,成活率是核心评价指标,以“植物主干无枯萎、茎叶有生长、根系活力正常”为成活标准,在栽植后第 30d、第 60d、第 90d 复测,结合影像记录和现场实测结果确定最终状态,部分生态棒设置微环境监测点,实时记录温度、湿度等外部因子变化,为植物生长表现和环境响应的相关性提供佐证。

3.3 控制变量与重复设定

要确保实验结果科学、可比就得严格控制非实验变量,靠重复设定来强化数据的代表性和稳定性,所有生态棒试验组都放在同一个基地,光照、灌溉、施肥管理条件都一样且灌溉频次和水量也统一,这样能避免人为操作差异带来系统误差,布设的时候,同一种基质配比在不同植物类型里,重复实验设置不少于三组以保证统计分析有足够的样本容量,为了让边缘效应变小,每块试验田都设缓冲带且不采集数据,不同组之间隔开一定距离防止根系交叉或者水肥扩散产生干扰,实验全程都加强监测和记录以保证能回溯实验过程,给最终结论提供可靠的数据支撑,这一套严谨规范的控制体系给分析不同基质配比对植物成活率和生长差异的影响打下了坚实基础。

4 实验结果与数据分析

4.1 不同基质配比下植物生长差异

不同基质配比时植物整体生长表现差异显著,拿三种典型配比(A组:4:4:1:2, B组:5:3:1:1, C组:3:5:1:1)作对照,看平均高度与直径增长量,四种植物在 A 组基质里都呈现较好生长趋势,尤其是爬山虎和紫穗槐,平均株高分别达 45.3cm 和 38.7cm,观察地下部分根系发育, A 组基质结构疏松、含水稳定,根系分布均匀,侧根发育佳,而 C 组渗透性虽强但保水性差些,致使部分灌木类植物根系浅短,总体而言,基质里保水剂和有机质含量充足的组合对植物初期扎根稳定和后期快速生长有利。

4.2 成活率分析与优劣基质筛选

生态棒绿化效果如何,成活率是核心指标,不同基质组合下这一指标差异明显,统计表明 A 组基质平均成活率达 91.5%,比 B 组的 83.2%、C 组的 76.4% 高得多,在

误差控制范围内 A 组植物成活波动小稳定性强,从材料成本和使用量来看 A 组保水剂用量虽略高但综合考量每单位植物成活后的经济效益性价比更高,不同组合基质下植物平均成活率统计表如下即表 1。

表 1 不同基质配比下各植物种类的平均成活率对比表

植物种类	A 组成活率 (4:4:1:2)	B 组成活率 (5:3:1:1)	C 组成活率 (3:5:1:1)
荆条	93.1%	84.5%	78.6%
紫穗槐	92.4%	85.2%	77.9%
爬山虎	90.7%	82.6%	75.3%
野皂荚	90.0%	80.5%	73.0%

在当前实验条件下, A 组配比在整体成活率、根系发育和苗木稳定性方面有着显著优势,是最优基质组合。

4.3 不同植物对基质敏感性的比较

不同配比的响应分析里,基质成分变化荆条和紫穗槐适应起来挺强的, B 组、C 组里也能有一定生长速率且成活水平也能维持,野皂荚则不同,基质结构和水分条件一变它就很不敏感, C 组里死亡率挺高的。爬山虎是攀援植物,保水剂含量一有变化它就特别敏感, C 组含水能力不行,叶片黄化很明显, A 组里根系发育好且蔓延速度还加快了。如此看来,荆条、紫穗槐这种灌木适应性广,不同坡面和配比条件都适合,爬山虎这种藤本植物基质里水分维持能力得高些,保水成分配置得针对性加强。不同植物在生态棒配置里得根据生理特性精细选配,这样整体绿化效益和覆盖效果才能提高。

5 研究成果应用与推广建议

5.1 成果在矿山修复项目中的初步应用

河北省西柏坡延线及井陘县的多个矿山生态修复项目试点应用预制植物生态棒技术成效良好,项目实践显示掌子面、边坡、渣堆和台阶等复杂地貌区域都能灵活运用生态棒,其模块化结构使施工效率大大提高且能适应不同施工环境,对高陡或垂直面快速绿化尤其适用,掌子面绿化时生态棒直接插入岩体种植孔无需现场混凝土施工过程可控性强,台阶复植工程里采用“条带式”嵌插种植形成分层绿化结构从而景观立体感得以提升,应用反馈表明植物成活率普遍提高 15% 以上且部分项目达 95% 以上、栽植后 1 个月内绿化效果明显比传统裸根栽植方式好得多,同时生态棒内基质养分均衡、水分持续供应使植物整体生长速度加快且后期管养投入减少,初步实践证明该技术在矿区不同类型地形中广泛适用且高效稳定工程推广价值较强。

5.2 技术推广可行性与建议

预制植物生态棒有较高的技术可行性与推广基础,主要体现在施工便捷、成本可控、材料来源广泛等方面。施工时生态棒能在工厂集中预制,不依赖现场环境与人员技能,栽植作业标准化程度高,很适合大面积快速部署。材料方面,生态棒主要成分如生土、有机肥、聚丙烯酸盐类保水剂和通用塑质容器等都可本地采购,成本可控且能规模化生产。不

过,推广时有几个关键瓶颈需要关注:一是生态棒尺寸与结构要适配不同地形工程特点,要避免结构刚性影响插入效率或稳定性;二是植物种类和基质配比互动关系复杂,选配不当可能影响成活率和后期长势;三是运输与储存时的水分保持需要用技术解决,高温干燥地区生态棒在现场使用前的保水保护需要完善。推广时建议建立标准化操作流程和配比参数手册,结合项目实际动态调整,并且配套专用插植工具或机械,以提高现场作业效率保证技术效果落地。

5.3 后续研究方向

预制生态棒绿化技术的适应范围与稳定性若要是进一步提高,后续研究从植物选择多样性、基质精细优化这两个方向开展是可行的。植物种类方面需扩大试验范围,涵盖更多本地乡土植物、耐寒耐旱品种以及观赏性植物,探索各类植物在不同配比基质中的生长适应性与响应特征,从而丰富生态棒的应用场景。基质优化方面则要建立基于植物种类、目标环境、季节条件的配比响应数据库并构建基质配比智能优化模型,借助数据挖掘与机器学习技术开发智能推荐系统以实现生态棒定制化生产并满足多种生态修复需求。要加强生态棒在不同气候带、不同土壤类型下的适用性验证,围绕其长期稳定性、植物群落演替过程等开展系统跟踪研究,从“工程应用”向“生态恢复”综合系统建设迈进,进而为矿山绿化、边坡治理、生态景观构建提供全面的技术支撑。

6 结语

植物生长在植物生态棒内受到不同基质配比的显著影响,适量配入有机肥、保水剂与改良剂能显著提升植物成活率和生长速率且实验显示基质配比为 4:4:1:2 时综合成效最佳、工程应用前景良好,预制生态棒技术打破传统绿化季节与地形限制,给矿山生态修复提供高效、便捷、可持续的技术手段,后面得加强植物多样性筛选与基质智能配比研究以推动这一技术在更大范围工程化应用。

[参考文献]

- [1]刘志雄,严承欢,焦忠久,等.不同基质配比对秋季甘蓝幼苗生长的影响[J].北方园艺,2025,7(4):17-18.
 - [2]严陶韬,程培蕾,黄长兵,等.不同生物炭配比基质对月季幼苗生长及品质的影响[J].北方园艺,2025,11(8):67.
 - [3]王棋.不同基质配比及容器规格对油松生长指标的影响[J].花木盆景,2025(6):116-117.
 - [4]王伟,王巍,周海丰,等.生态棒修复措施对多煤层重复采动地表裂缝区植被恢复的影响[J].能源与环保,2025,47(1):73-80.
 - [5]石金秀,于靖,薛勇,等.基于多标准决策分析的预制植物蛋饼复热与贮藏关键特性研究[J].食品工业科技,2025,1(9):16.
- 作者简介:武金桃(1989.1—),毕业院校:中国地质大学长城学院,所学专业:地质学,当前就职单位:河北地矿建设工程集团有限责任公司,职务:地勘部部长,职称级别:工程地质高级工程师。