

防治技术

铁尾矿基质改良对典型乔灌草生长影响的 实验研究

曹明杰, 郝喆, 周素航

(辽宁大学 环境学院, 辽宁 沈阳 110036)

摘要:为分析铁尾矿基质改良措施对植物生长状态的影响,开展了草本紫花苜蓿、灌木紫穗槐和乔木刺槐的盆栽试验。结果表明:施肥处理对于紫花苜蓿株高的影响效果显著且优于掺土处理。对于紫穗槐与刺槐的叶绿素含量与植物蛋白含量,当掺土比例达到 50% 以上时才会有明显的促进作用。单因素掺土 20% 与施肥 2% 的处理方式对刺槐的生物量有明显影响,但继续增加施肥量与掺土比例对生物量的影响并不显著;无论是单因素施肥处理还是复合施肥与掺黄土处理,当施用有机肥达到 5% 时,3 种植物的生长均受到抑制。

关键词:铁尾矿;改良措施;紫花苜蓿;紫穗槐;刺槐;生长指标

中图分类号:X753

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2019)02-0033-04

EXPERIMENTAL STUDY ON THE EFFECT OF IRON TAILINGS SUBSTRATE IMPROVEMENT ON THE GROWTH OF TYPICAL TREES AND SHRUBS

CAO Ming-jie, HAO Zhe, ZHOU Su-hang

(College of Environmental Sciences, Liaoning university, Shenyang 110036, China)

Abstract: In order to study the effect of iron tailings substrate improvement measures on plant growth, pot experiments were carried out on alfalfa, black locust and arbor locust. Single factor treatments of loess, organic fertilizer, and loess with organic fertilizer were set up. The results showed that the effect of fertilization on plant height of alfalfa was significant and better than that of loess mixing. For the chlorophyll content and plant protein content of *Amorphafruticosa* and *Robiniapseudoacacia*, when the proportion of loess mixtures reached more than 50%, there would be obvious promotion effect. The treatments of 20% loess and 2% fertilizer had obvious effects on the biomass of *Robiniapseudoacacia*, however, the biomass of the two plants was not significantly increased by increasing the fertilization amount and the ratio of loess. The growth of three plants was inhibited when the dosage of organic fertilizer reached 5%, no matter using single factor fertilization or compound fertilization with loess mixing.

Key words: Iron tailings; Improvement measures; *Medicago sativa*; *Amorphafruticosa*; *Robiniapseudoacacia*; Growth index.

收稿日期:2018-10-08

基金项目:国家水体污染控制与治理科技重大专项(2015ZX07202-012),辽宁省百千万人才项目(辽百千万立项[2015]33号)

第一作者简介:曹明杰(1994-),男,辽宁营口人。

我国矿产资源丰富,带来巨大经济效益的同时也对环境造成了严重的影响。尾矿库是矿山的重要组成部分。据统计,我国每年尾矿产生量达到6亿t以上。这些尾矿不仅要侵占大量的土地,污染矿区与周边地区的环境,形成安全隐患,而且每年还需要投入大量资金维护尾矿库的正常运行^[1]。因此尾矿库的治理工作一直是人们关注的焦点。本研究以辽宁本溪歪头山铁尾矿为盆栽土壤基质,通过对典型灌木紫穗槐、乔木刺槐及草本紫花苜蓿的盆栽试验,研究施用有机肥和掺黄土对紫穗槐、刺槐、紫花苜蓿生长的影响,以期寻求铁尾矿改良措施和与之相适应的修复植物的最优组合,为铁尾矿土壤基质改良与植被群落恢复提供理论依据。

1 研究方法

1.1 试验材料

所掺第四系次生黏黄土取自现场尾矿库周边山体地表,有机肥的主要原料为腐熟羊粪。乔灌木植物材料选耐寒、耐旱、耐湿、耐盐碱、抗风沙、抗逆性极强的灌木紫穗槐与乔木刺槐^[2],草本植物选用紫花苜蓿,苜蓿根系发达、耐干旱、耐冷热,并具有生物固氮能力,是改土培肥、保持水土的重要生态植物^[3]。

1.2 试验设计

在试验场内选择一处通风良好、光照充足的空旷地,以有机肥、黄土为配比材料,按照不同质量比例分别与尾矿砂混合,共设置11种不同配比(见表1)。每种改良措施下分别种植紫穗槐、刺槐、紫花苜蓿,为保证试验的准确性,每个盆栽试验做3个重复,共设置 $3 \times 3 \times 11 = 99$ 盆。处理后的基质混匀装盆,每个盆装混合土样10 kg,花盆口直径为300 mm。取根系发达,生长状况良好的紫穗槐与刺槐幼苗进行人工栽植,每个花盆只栽植一颗幼苗,用剪刀减去顶层多余枝叶,株高维持在200 mm,以减少幼苗的蒸腾作用。紫花苜蓿采用播种种植方式,种子经过温水浸润催芽后播种,每盆播2粒紫花苜蓿种子。

1.3 植物相关指标测定方法

2017年10月下旬,植物基本停止生长,测定植物的株高并记录,之后收集的植物叶片用于叶绿素含量的测量。叶片收集采用随机的方法,用封口袋包装并编号,叶绿素测定采用无水乙醇提取-

表1 基质改良配比

| 编号 | 处理措施(质量比) | 编号 | 处理措施(质量比) |
|-------|--------------|------|--------------------|
| I(CK) | 100%尾矿砂 | VII | 3%有机肥+97%尾矿砂 |
| II | 20%黄土+80%尾矿砂 | VIII | 5%有机肥+95%尾矿砂 |
| III | 50%黄土+50%尾矿砂 | IX | 2%有机肥+70%黄土+28%尾矿砂 |
| IV | 70%黄土+30%尾矿砂 | X | 3%有机肥+50%黄土+47%尾矿砂 |
| V | 100%黄土 | XI | 5%有机肥+20%黄土+75%尾矿砂 |
| VI | 2%有机肥+98%尾矿砂 | | |

分光光度法^[4],植物蛋白采用微量凯氏法测定^[5],生物量测定采用干重测定法。

采用SPSS V 22.0和Excel 2007及Origin 9.1软件进行数据分析。

2 结果分析

2.1 植物株高

植物株高是表征植物生长状态的重要指标之一。紫花苜蓿、紫穗槐、刺槐的株高在不同的改良措施下的植株高度见图1。3种植物在不同处理措施下的株高呈现出相同的趋势。单因素处理措施下掺拌黄土对植物株高具有促进作用,但在单因素施用有机肥的处理措施下,随着有机肥施用量的增高,株高呈现先增高后降低的趋势。在单因素处理施用有机肥5%(VIII)的盆栽实验中,紫穗槐与刺槐幼苗全部死亡(图中无数据组带表植株死亡),紫花苜蓿的株高也显著低于100%尾矿砂(I)的处理下的紫花苜蓿株高,表明5%的有机肥对3种植物均有抑制作用。在紫花苜蓿盆栽试验中,单因素掺拌黄土的3个处理(II、III、IV)对比100%尾矿砂的处理(I)差异不显著($P > 0.05$),而在单因素施用2%有机肥的处理(VI)对比100%尾矿砂(I)处理,其株高具有显著差异性($P < 0.05$),说明施肥对紫花苜蓿株高的影响较大,但施肥超过5%会对植物生长有抑制作用。在所有的单因素处理下的紫穗槐与刺槐,掺土和施肥与对照组相比,其株高均具有显著差异性($P < 0.05$),且都是掺土处理效果好于施肥处理。在复合掺50%黄土、施用3%有机肥(X)处理下紫花苜蓿的株高,对比单因素处理施用3%有机肥处理下的紫花苜蓿株高无显著差异性($P > 0.05$),这表明在施用3%有机肥的基础上,掺拌黄土对紫花苜蓿株高的作用效果并不明显。

2.2 叶绿素含量

植物中的叶绿素含量与植物的光合作用、营养吸收等密切相关^[6]。3种植物的叶绿素含量如图2所示,在不同的处理措施下的3种植物叶绿素

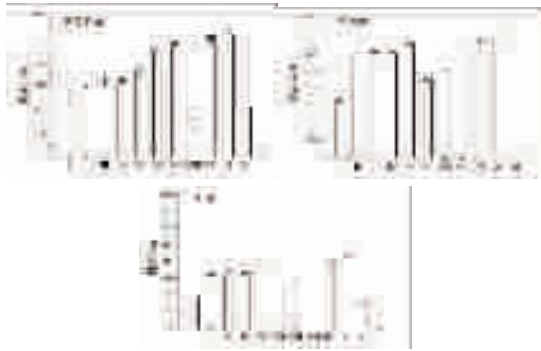


图 1 植物株高

含量变化趋势基本相同,3种植物均在复合处理施用3%有机肥、掺50%黄土改良措施下(X)叶绿素含量具有最大值,对比100%尾矿砂处理下(I)紫花苜蓿、紫穗槐、刺槐的叶绿素含量分别增加了111.11%、71.77%、108.40%。相同处理措施下的紫花苜蓿的叶绿素含量普遍高于紫穗槐与刺槐的叶绿素含量。紫花苜蓿在单因素处理掺20%黄土(II)与单因素处理施用2%有机肥(VI)的处理下的叶绿素含量水平几乎相同。在单因素掺拌20%黄土的处理措施下(II)紫穗槐与刺槐的叶绿素含量,与对照组(I)相比,差异均不显著($P>0.05$),说明掺拌20%的黄土对紫穗槐与刺槐的叶绿素含量无明显作用。而掺拌20%黄土处理下(II)的紫花苜蓿的叶绿素含量与对照组相比却有显著差异性($P<0.05$)。从图中可以看出掺土处理对3种植物的叶绿素含量的影响都高于施肥处理措施下植物的叶绿素含量。5%的有机肥对3种植物生长的抑制作用同样也体现在叶绿素含量上。

2.3 植物蛋白含量

植物蛋白含量可以提现植物的生长状况和经济效益^[6]。3种植物的蛋白含量如图3所示,紫花苜蓿在单因素100%黄土处理措施下(V)具有最高的植物蛋白含量5.8%,但对比复合施用2%有机肥、掺70%黄土的处理(IX)无显著差异性($P>0.05$)。紫穗槐与刺槐的植物蛋白含量均在复合施用2%有机肥、掺70%黄土处理措施下(IX)具有最高植物蛋白含量,分别为5.6%、5.4%,与单因素处理掺100%黄土(V)对比具有显著差异性($P<0.05$)。在单因素处理施用2%有机肥(VI)、3%有机肥(VII)处理措施下的3种植物的植物蛋白含量对比3种植物在100%尾矿砂(I)处理下的植物蛋白含量差异均不显著($P>0.05$),说明单因素施用有机肥的处理措施对3种植物的植物蛋

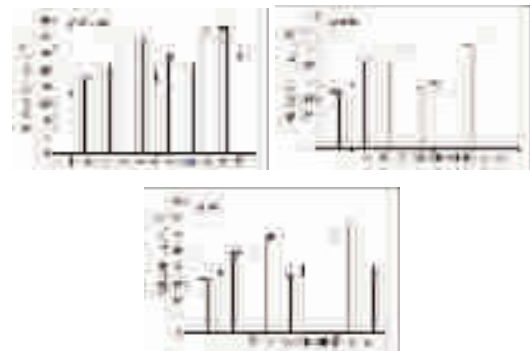


图 2 叶绿素含量

白含量并没有显著的促进作用。在复合施用5%有机肥、掺20%黄土(XI)的处理措施下的刺槐的植物蛋白含量对比单因素处理掺20%黄土(II)的刺槐的植物蛋白含量反而下降,说明5%的有机肥对刺槐生长有抑制作用,但5%的有机肥对紫花苜蓿与紫穗槐的生长抑制作用在植物蛋白这一指标中却不能体现,因为植物蛋白并不是明显表征植物长势的指标。在相同的处理措施下紫花苜蓿的植物蛋白含量普遍高于紫穗槐与刺槐的植物蛋白含量,因为苜蓿是高蛋白含量的优质牧草,优质苜蓿干草蛋白质含量可达22%以上^[7]。



图 3 植物蛋白含量

2.4 生物量

生物量是植物积累能量的主要体现,其在各器官中的分配是植物对环境适应的结果,反映了植物的生长策略^[8]。3种植物生物量如图4所示,紫花苜蓿在单因素掺黄土的处理措施下随着黄土掺拌比例的增加,其生物量显著增加。在单因素施肥处理措施下,施用2%(VI)与3%(VII)的有机肥的处理对比100%尾矿砂(I)的处理具有显著差异性($P<0.05$),在5%有机肥(VIII)处理下其生物量反而低于施用2%有机肥(VI)的处理,表明施用2%的有机肥对紫花苜蓿的生物量就有显著

的作用,但5%的有机肥施用量会对紫花苜蓿起到抑制作用。在紫穗槐的盆栽实验中,单因素掺土处理紫穗槐的生物量对比100%尾矿砂(I)处理下紫穗槐的生物量均有显著的促进作用($P < 0.05$),但单因素施肥处理下紫穗槐的生物量对比100%尾矿砂(I)的处理差异均不显著($P > 0.05$),表明掺土处理对紫穗槐的生物量影响较明显,掺拌20%的黄土就有明显作用,但继续增加黄土掺拌比例效果并没有显著提高,而施用有机肥对紫穗槐的生物量无显著作用。在刺槐的盆栽实验中,20%的掺土(II)处理对比100%尾矿砂(I)处理,刺槐生物量具有显著性差异($P < 0.05$),而单因素掺土20%、50%、70%的处理下刺槐的生物量相互均无显著性差异,表明20%的掺土(II)处理对刺槐生物量就有明显的促进作用,但继续增加黄土的掺拌比例并没有显著提高促进作用。

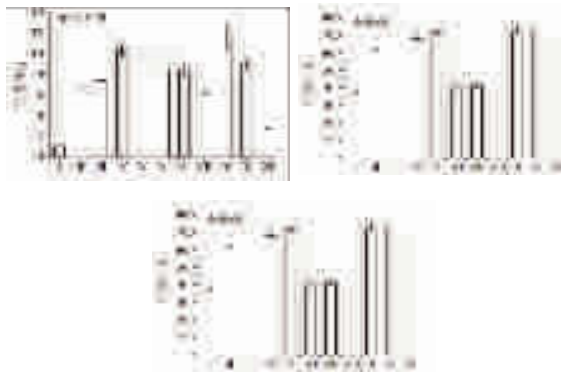


图4 生物量

3 结论

研究表明,无论是单因素处理掺拌黄土、施用有机肥还是复合掺拌黄土与施用有机肥的处理对不同植物的各指标的影响趋势都不同。

(1)施肥处理对于紫花苜蓿株高的影响效果显著且优于掺土处理,复合掺土和施肥处理下的紫花苜蓿株高达到最大,但对比单因素施肥处理效果并不显著。对于紫穗槐与刺槐,单因素处理施肥与掺黄土对其株高均有较明显的促进作用,但掺土处理效果更好。对于3种植物无论是,单因素施肥处理还是复合施肥与掺黄土的处理,当施用有机肥达到5%时,对3种植物的株高均有抑制作用。

(2)单因素处理掺土与施肥对于紫花苜蓿的叶绿素含量均有显著促进作用,且单因素掺20%黄土处理下的紫花苜蓿的叶绿素含量与单因素处理施用2%有机肥的处理下紫花苜蓿的叶绿素含

量几乎相同。对于紫穗槐与刺槐的叶绿素含量,掺20%黄土的处理效果不明显,当掺土达到50%以上效果较明显。而施肥处理对紫穗槐与刺槐的叶绿素含量作用效果均不显著。3种植物在复合施用3%有机肥、掺50%的黄土处理下的叶绿素含量均达到最高值。

(3)单因素掺70%黄土的处理对紫花苜蓿的植物蛋白含量有显著作用,其植物蛋白含量与复合施用3%有机肥、掺50%黄土的处理下紫花苜蓿植物蛋白含量几乎相同。紫穗槐与刺槐的植物蛋白含量在单因素掺土处理超过50%才会有显著作用。而单因素施肥处理对3种植物的蛋白含量均无明显作用。

(4)单因素施用2%有机肥的处理对紫花苜蓿的生物量就有明显的作用,但继续增加施肥到3%却没有显著提高紫花苜蓿的生物量,当有机肥施用量达到5%时还会对紫花苜蓿起到抑制作用。对于紫穗槐,掺土处理对其生物的影响明显优于施肥处理且弱与复合掺土与施肥的处理。单因素掺土20%与施肥2%的处理对刺槐的生物量有明显作用,但继续增加施肥量与掺土比例,促进效果无明显提高。

矿山生态恢复应着重选择恢复效果与经济成本最优组合,应综合考虑恢复周期、恢复效果、经济效益、成本等多方因素。因此在改良措施中有机肥、无机肥、黄土或其它土壤改良剂的种类、混合比例和与之适应的修复植物需要进一步的研究,为矿山生态恢复工程提供有价值的参考。

参考文献

- [1]常前发. 我国矿山尾矿综合利用和减排的新进展[J]. 金属矿山, 2010, V39(3):1-5.
- [2]项忠阳. 刺槐和紫穗槐抗旱性比较试验[J]. 防护林科技, 2014(4):25-27.
- [3]杨青川, 康俊梅, 张铁军,等. 苜蓿种质资源的分布、育种与利用[J]. 科学通报, 2016(2):261-270.
- [4]刘秀丽, 宋平. 植物叶绿素测定方法的再探讨[J]. 扬州大学学报:农业与生命科学版, 1999, 20(3):46-47.
- [5]李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 高等教育出版社, 2000.
- [6]张宝娟, 陈颖, 郭耸松,等. 铁尾矿不同改良措施对苜蓿和紫穗槐生长的影响[J]. 河北林果研究, 2015, 30(2):129-135.
- [7]杨青川, 康俊梅, 张铁军,等. 苜蓿种质资源的分布、育种与利用[J]. 科学通报, 2016(2):261-270.
- [8]杨昊天, 李新荣, 刘立超,等. 荒漠草地4种灌木生物量分配特征[J]. 中国沙漠, 2013, 33(5):1340-1348.