



付红祥,赵娅如,杨成参,等.土壤掺灰对边坡防护植物幼苗生长的影响[J].黑龙江农业科学,2021(3):34-37.

土壤掺灰对边坡防护植物幼苗生长的影响

付红祥¹,赵娅如^{2,3},杨成参^{2,3},史锋厚³

(1.中设设计股份集团有限公司,江苏南京 210014;2.江苏源顺环保科技有限公司,江苏南京 210012;3.南京林业大学林学院,江苏南京 210037)

摘要:为探究土壤掺加石灰对边坡防护植物种子萌发和幼苗生长的影响,以江苏省海启高速路基粉砂性土壤为研究对象,以狗牙根、紫穗槐、胡枝子3种常见防护植物为测试材料,对3种植物的生长情况和土壤营养物质含量变化进行测定。结果表明:掺灰土壤中生长的植物盖度显著高于未掺灰土壤中植物,植物密度极显著高于未掺灰土壤;在掺灰土壤中生长的狗牙根、紫穗槐和胡枝子幼苗的株高、根系长度、根表面积和根体积极均高于未掺灰土壤中生长的植株,且3种植物幼苗株高、根系长度和根表面积的差异均达到了极显著水平,狗牙根幼苗的根体积增加值亦达到了极显著水平。土壤掺加石灰后,使得pH升高了0.5,也促使土壤中有有机质含量、全氮含量、速效钾含量和速效磷含量有所增加,且速效钾含量和速效磷含量的增加值达到了极显著水平,有机质含量的增加值达到了显著水平。掺加石灰土壤中营养物质含量的增加,表明土壤掺灰可以促进防护植物种子萌发和幼苗生长。

关键词:土壤掺灰;防护植物;幼苗生长;土壤营养物质含量

高速公路路基填筑需要大量土方,这些土方常需要添加石灰以改善土壤物理特性,提高土壤工程力学性能,以使土方达到道路施工工程质量要求^[1]。高速公路边坡绿色柔性防护体系建设则需要边坡土壤为防护植物种子的萌发和植株生长提供适宜的条件,土壤条件对于防护效果起到至关重要的作用,有关路基土壤添加石灰是否影响防护植物生长的文献鲜见报道。本文以江苏省海启高速如东一标路基粉砂性土壤为研究对象,以狗牙根、紫穗槐和胡枝子等防护植物种子为试验材料,测试掺加石灰的土壤对植物种子萌发和幼苗生长的影响,同时,对土壤营养物质含量和pH进行测试,为海启高速公路路基施工和边坡绿色柔性防护体系建设提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

本试验在南京林业大学白马教学科研基地(南京市溧水区白马镇)塑料温室中进行,塑料温室夏天温度超过30℃时,会给予通风降温。

1.2 材料

狗牙根种子千粒重0.25 g,胡枝子种子千粒

重8.12 g、紫穗槐种子千粒重6.84 g,于2019年5月购自江苏聚丰园林机械有限公司,存放于4℃冰箱中备用。试验用土取自海启高速如东一标路基工程土料场,分为未掺拌石灰土壤和掺拌石灰土壤,掺灰土壤的石灰加入量为6%。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 不同类型土壤中植株幼苗生长指标测定。采用两种不同的土壤(掺灰、未掺灰),按照狗牙根12 g·m⁻²+紫穗槐14 g·m⁻²+胡枝子10 g·m⁻²的播种量进行播种,试验容器采用泡沫箱(60 cm×55 cm),土壤厚度10 cm。每处理设3次重复。试验过程中适时适量浇水以土壤湿润为度。播种40 d后,测定不同土壤中生长的植株密度、盖度,每处理随机选取30株植株分别测定株高和根系指标,求算平均值,根系指标由爱普生J131B根系扫描仪测定,包括根长、根体积和根表面积。

1.3.2 测定项目及方法 防护植物生长对比试验结束后,将掺灰土壤和未掺灰土壤中的幼苗拔除,将两种土壤自然风干,研磨过筛后置于广口瓶中,采用过氧化氢-硫酸消化法测定全氮含量^[2],采用乙酸铵浸提-火焰光度计法测定速效钾含量^[3],采用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法测定有效磷含量^[4],采用重铬酸钾氧化-外加热法测定有机质含量^[5]。同时,采用酸碱测试仪测定两种土壤的pH。

收稿日期:2020-11-08

基金项目:江苏省交通运输科技项目(2018Y)。

第一作者:付红祥(1979—),男,硕士,高级工程师,从事园林植物应用研究。E-mail:277944113@qq.com。

通信作者:史锋厚(1981—),男,博士,高级实验师,硕导,从事林木种苗学研究。E-mail:280918109@qq.com。

1.3.3 数据分析 利用 Excel 2016 软件对试验数据进行处理,采用 SPSS 23.0 软件对数据进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 土壤掺灰对植物生长密度和盖度的影响

由表 1 可知,草灌混播 40 d 之后测其植株盖度,在掺灰土壤中生长的植物盖度可以达到 73.00%,而在未掺灰土壤中植物生长的盖度只有 59.00%;草灌混播 40 d 之后在掺灰土壤中生长的植物密度可以达到 404.00 株·m²,是未掺灰土

壤中植株的 1.25 倍,植物生长情况如图 1 所示。
由表 1 可知,在不同的土壤条件下,狗牙根、紫穗槐和胡枝子的草灌混播植被盖度之间差异达到显著水平,植被密度之间达到极显著水平。

表 1 不同土壤中边坡防护植物盖度和密度比较

土壤类型	盖度/%	密度/(株·m ²)
未掺灰土壤	59.00±2.10 Ab	322.00±7.00 Bb
掺灰土壤	73.00±3.06 Aa	404.00±8.14 Aa

注:不同大小写字母分别表示在 0.01 和 0.05 水平显著差异。下同。

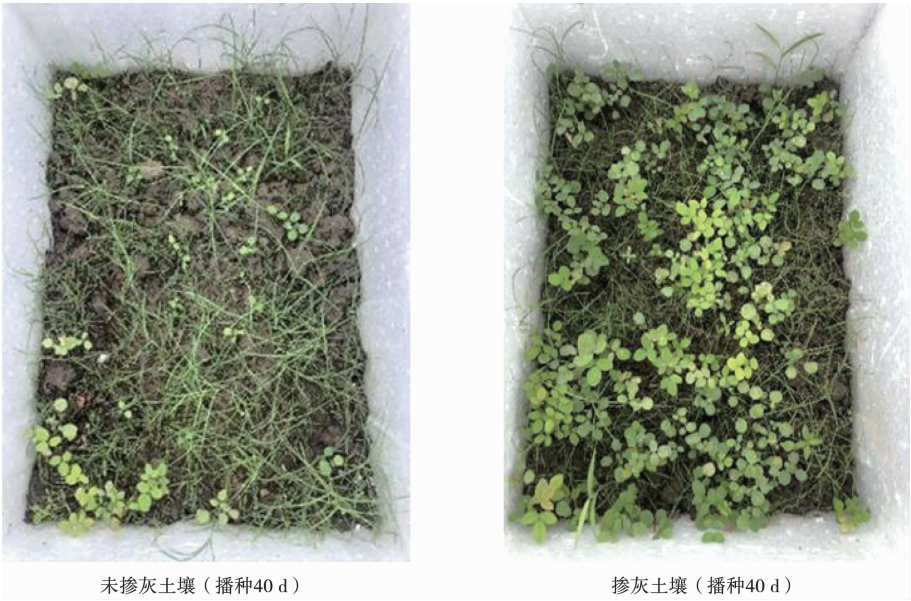


图 1 不同土壤处理的植物生长情况

2.2 土壤掺灰对防护植物生长的影响

2.2.1 株高 株高是植物形态学调查工作中最基本的指标之一^[6]。由表 2 可知,掺灰土壤中生长的狗牙根、紫穗槐和胡枝子幼苗株高均极显著

高于未掺灰土壤中植株,相比分别高出 36.17%、15.88%和 35.64%。这说明土壤掺拌石灰后,未抑制防护植物的株高生长,反而表现出一定的促进效果。

表 2 不同土壤中边坡防护植物生长指标

植物种类	土壤类型	株高/cm	根系长度/cm	根系表面积/cm ²	根系体积/cm ³
狗牙根	未掺灰土	6.11±0.11 Bb	6.25±0.09 Bb	2.32±0.20 Bb	0.003±0.001 Bb
	掺灰土	8.32±0.15 Aa	11.20±0.74 Aa	4.42±0.16 Aa	0.007±0.001 Aa
紫穗槐	未掺灰土	8.44±0.17 Bb	8.75±0.17 Bb	6.13±0.08 Bb	0.033±0.006 Aa
	掺灰土	9.78±0.23 Aa	10.85±0.39 Aa	8.40±0.16 Aa	0.037±0.050 Aa
胡枝子	未掺灰土	7.21±0.06 Bb	11.52±1.20 Bb	7.10±0.26 Bb	0.023±0.030 Aa
	掺灰土	9.78±0.14 Aa	13.67±0.52 Aa	10.50±0.30 Aa	0.032±0.003 Aa

2.2.2 根系 在边坡防护过程中,植物根系的根表面积越大,则根系与土壤的摩擦力越大,使得根系的固土效果越好^[7];根系体积是衡量植物地下部分生物量的重要指标^[8]。由表 2 可知,在掺灰

土壤中各种植物的根系生长均优于未掺灰土壤中生长的植物,掺灰土壤中生长的狗牙根、紫穗槐和胡枝子植物的根系的长度相比于未掺灰土壤中的植株,分别高出 79.20%、24.00%和 18.66%。在

不同的土壤条件下,狗牙根、紫穗槐和胡枝子的根系长度和根系表面积的差异均达到极显著水平,狗牙根植株的根系体积差异达到极显著水平,紫穗槐和胡枝子植株的根系体积差异不显著。上述分析表明,土壤掺灰后可以促进狗牙根、紫穗槐和胡枝子植物根系的生长,也证实了路基土壤掺灰后不仅不影响植株根系的生长,反而促进3种植物根系生长,对于提高防护效果具有促进作用。

2.3 掺灰对土壤营养物质含量和 pH 的影响

土壤中有机质、全氮、速效钾和速效磷是土壤养分的组成部分,是土壤养分含量的重要标志和

土壤肥力的重要指标^[9],土壤 pH 是衡量土壤酸碱度的重要指标,其直接影响土壤养分的转化、存在形式以及有效性。由表 3 可知,不同土壤中有有机质含量和 pH 均达到显著差异水平,不同土壤速效钾和速效磷之间的差异达到极显著水平,但不同土壤全氮含量之间的差异不显著。土壤掺加石灰后,土壤中的有机质、全氮、速效钾、速效磷含量均高于未掺灰土壤,分别增加 12.54%、90.91%、17.03%和 15.77%,且使得土壤 pH 由 7.30 增加到 7.80。上述分析说明,土壤掺加石灰后土壤各项营养物质含量均有增加,这也为前文掺灰土壤中植株生长较好提供了有力证据。

表 3 不同类型土壤营养物质含量和 pH

土壤类型	土壤有机质/(g·kg ⁻¹)	全氮/(g·kg ⁻¹)	速效钾/(mg·kg ⁻¹)	速效磷/(mg·kg ⁻¹)	pH
未掺灰土壤	15.39±0.42 Ab	1.10±0.23 Aa	132.10±2.61 Bb	7.04±0.11 Bb	7.30±0.15 Ab
掺灰土壤	17.32±0.53 Aa	2.10±0.29 Aa	154.60±3.98 Aa	8.15±0.12 Aa	7.80±0.13 Aa

3 结论与讨论

南通地区土壤粘粒含量低,塑性指数小,毛细现象比较严重,含水量低时易被风蚀,浸水后速湿,容易冻胀和翻浆,且偏沙质土壤保水保肥能力差,有机质含量低,容重大,不利于植物生长。南通如东土壤按照工程土质分类为粉质土,用作道路路基使用时存在着一系列问题,如压实困难、强度较低以及稳定性较差,同时道路边坡易被雨水侵蚀发生边坡失稳和水土流失^[10]。使用石灰改良土壤主要是使石灰与土壤中的水以及土壤颗粒发生一系列化学反应,从而从根本上改变土壤质量,提高土壤强度,减小土壤的膨胀度和收缩度,达到稳定土壤的目的^[11]。与此同时,施用石灰可以为土壤中的有益微生物创造良好的生存环境,增强其活动,从而促进生物固氮和有机质的矿化,增加养分的供应^[12]。和博^[13]研究发现适量增加石灰可以有效改善土壤通气性和透水性,从而促进植物生长。

本试验发现,狗牙根、紫穗槐和胡枝子种子播种 40 d 后,在不同的土壤条件下,其盖度达到显著差异,密度达到极显著差异。在掺灰土壤中生长的植物盖度可以达到 73.00%,比未掺灰土壤中植物提高了 14 百分点,在掺灰土壤中生长的植物密度可以达到 404.00 株·m⁻²,是未掺灰土壤植株的 1.25 倍。在掺灰土壤中生长 3 种植物幼苗的株高均高于未掺灰土壤中植株。通过测定不同

土壤中 3 种植物的根系指标,证实狗牙根、紫穗槐和胡枝子植株的根系长度、根系表面积达到极显著水平,狗牙根的根系体积达到极显著水平,紫穗槐和胡枝子的根系体积差异不显著。综上所述,在土壤中加入适量的石灰有利于狗牙根、紫穗槐和胡枝子植株的生长,此结论与和博^[13]的研究结果一致。

通过对掺灰土壤和未掺灰土壤的营养物质含量进行对比分析可知,掺灰土壤中的有机质、全氮、速效钾、速效磷含量均高于未掺灰土壤。土壤中的有机质是土壤固相部分的重要组成成分,是植物营养的主要来源之一,掺灰土壤中的有机质含量增加可能是由于土壤掺入石灰之后促进微生物的活动,微生物的生长繁殖可以使土壤逐步累积有机质^[14];掺灰土壤中氮含量的增加一方面是由于紫穗槐和胡枝子这两种豆科植物的根部生长着根瘤菌,能直接吸收空气中的氮素,且植物在掺灰土壤中生长较好,从而可以更好地丰富土壤的氮素,另一方面掺灰土壤中微生物生长繁殖可以使土壤逐步累积氮素。速效磷和速效钾作为速效性养分,能够直接被植物吸收利用。贾兴永等^[15]研究表明其磷和钾含量与土壤中的粘粒、pH 等呈正相关,掺加石灰使土壤中粘粒含量以及 pH 有所提高,因此土壤中的速效磷和速效钾含量会相应增加,从而提高了土壤的肥力。

本试验结果表明,播种 40 d 后,在掺灰土壤

中生长的植物盖度可以达到 73.00%,而在未掺灰土壤中植物生长的盖度只有 59.00%;植物密度可以达到 404.00 株·m⁻²,是未掺灰土壤中植株的 1.25 倍。在不同的土壤条件下,狗牙根、紫穗槐和胡枝子的草灌混播植被盖度之间差异达到显著水平,植被密度之间达到极显著水平。土壤掺拌石灰后,未抑制防护植物的生长,反而表现出一定的促进效果。掺灰土壤中生长的狗牙根、紫穗槐和胡枝子幼苗株高、根系长度、根表面积均极显著高于未掺灰土壤中的植株,狗牙根的根体积也达到极显著增加;不同土壤中有有机质含量和 pH 均达到差异显著水平,土壤速效钾和速效磷之间的差异达到极显著水平,但土壤全氮含量之间的差异不显著。说明,土壤掺加石灰后土壤各项营养物质含量均有增加,这也就为前文掺灰土壤中植株生长较好提供了有力证据。

参考文献:

- [1] 周易平. 高速铁路路基填料改良技术的研究[D]. 北京:铁道部科学研究院,2000.
- [2] 张山泉,陈川,徐沭,等. 硫酸过氧化氢消化法测定植株氮磷钾方法的改进[J]. 土壤,2003(2):88-89.
- [3] 赵金兰,张树莲,祁建峰. 硫酸-高氯酸-铜铈抗比色法测定土壤全磷的注意事项[J]. 现代农业科技,2009(21):234.
- [4] 张飞龙. Olsen 法测定土壤中有效磷的方法优化及检测研究[J]. 西藏农业科技,2016(6):75-76.
- [5] 双龙,妮萨娜,杜江,等. 重铬酸钾氧化-外加热法测定化探土壤样品中有机碳含量[J]. 安徽化工,2016,38(4):33-37.
- [6] 丁倩. 磁化微咸水膜下滴灌土壤水盐分布及棉花生长特征研究[D]. 西安:西安理工大学,2018.
- [7] 谷俊斌,冯仲奇. 植物根系对边坡防护的力学效应研究[J]. 江西农业学报,2008,20(6):43-45.
- [8] 史亚博. 放牧对典型草原群落地下生物量及植物个体根系功能形状的影响[D]. 内蒙古:内蒙古大学,2016.
- [9] 郑小佳. 基于人工神经网络的耕作土壤肥力质量评价[D]. 成都:四川农业大学,2006.
- [10] 郝建鑫. 南通地区粉质土路基及其边坡加固技术研究[D]. 南京:东南大学,2006.
- [11] 张迅,牛天培. 石灰改良土的质量控制[J]. 隧道建设,2008(1):114-116.
- [12] 金发会,李世清,卢红玲,等. 石灰性土壤微生物碳、氮与土壤颗粒组成和氮矿化势的关系[J]. 应用生态学报,2007,12(18):2739-2746.
- [13] 和博. 石灰对土壤的影响研究[D]. 保定:河北农业大学,2010.
- [14] 李世清,卢红玲,李生秀. 石灰性土壤微生物量碳、氮与土壤颗粒组成和氮矿化势的关系[J]. 应用生态学报,2007,18(12):2739-2746.
- [15] 贾兴永,李菊梅. 土壤磷有效性及其与土壤性质关系的研究[J]. 中国土壤与肥料,2011(6):76-82.

Effects of Soil Mixed with Ash on Seedling Growth of Slope Protection Plants

FU Hong-xiang¹, ZHAO Ya-ru^{2,3}, YANG Cheng-can^{2,3}, SHI Feng-hou³

(1. China Design Group Limited Company, Nanjing 210034, China; 2. Jiangsu Yuanshun Environmental Protection Technology Limited Company, Nanjing 210012, China; 3. College of Forestry, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: In order to explore the effect of soil lime on seed germination and seedling growth of protective plants, the silty soil of Haiqi highway subgrade in Jiangsu Province was taken as the research object, and *Cynodon dactylon*, *Amorpha fruticosa* and *Lespedeza* were taken as test materials to determine the growth of three plants and the changes of soil nutrient content. The results showed that the plant coverage in the ash soil was significantly higher than that in the non ash soil, and the plant density was extremely significantly higher than that in the non ash soil; the plant height, root length, root surface area and root volume of *Cynodon dactylon*, *Amorpha fruticosa* and *Lespedeza* seedlings in the ash soil were higher than those in the non ash soil, and the plant height, root length and root surface area of the three plants were higher than those in the non ash soil, the root volume increment of *Cynodon dactylon* seedlings also reached a significant level. After adding lime to the soil, the pH increased by 0.5, and the contents of organic matter, total nitrogen, available potassium and available phosphorus in the soil also increased. The increase of available potassium and available phosphorus reached a very significant level, and the increase of organic matter reached a significant level. The increase of nutrient content in soil mixed with lime provided strong evidence for the promotion of seed germination and seedling growth of protective plants.

Keywords: soil mixed with lime; protective plants; seedling growth; soil nutrient content