



毛莹,郑冬梅,辛愿,等.桑树对沙化土壤改良的试验研究[J].黑龙江农业科学,2021(2):45-48.

桑树对沙化土壤改良的试验研究

毛莹,郑冬梅,辛愿,施柳

(沈阳大学 环境学院/区域环境生态恢复教育部重点实验室,辽宁 沈阳 110044)

摘要:为促进沙化土壤治理,本文选择适应性强的桑树作为改良植物,探究桑树在不同沙化程度的土壤中的适应能力,对不同沙化程度土壤的生态修复效果,以及有落叶影响下对土壤理化性质的影响。在不同处理条件的土壤中种植半年生桑,以同样种植桑的正常土壤作为对照,通过盆栽试验测定不同处理土壤的理化性质及桑的生长发育情况。结果表明:土壤中有机质含量整体呈增加趋势,提高了 6.30%~68.97%;全铁含量增加了 11.24%~26.73%;全钾含量增加了 3.87%~28.94%。在种植桑树后,不同沙土比的土壤肥力状况均得到了改善,土壤的养分含量提高,桑树在不同沙化程度的土壤环境中适应能力极强,对不同沙化程度的土壤生态修复效果显著,种植桑树是改良沙化土壤理化性质的有效方式。

关键词:沙化土壤;桑树;土壤改良;生态修复

土地沙化是因为各种原因地表植被遭到破坏,土壤变为含沙量较多的土壤的过程。土壤沙化已经成为一个全球性环境问题之一,沙化在全球范围内蔓延,每年以 5 万~75 万 km² 的速度持续扩张,目前全球遭受沙化威胁和其他干旱地区的土地面积已达地球陆地面积的 41.3%^[1],我国是世界上受沙化危害最严重的国家之一,沙化

土地面积已达 1.73×10⁶ km²,占国土总面积的 18.03%^[2-3]。在沙化区域选择抗旱,水土保持性良好,可以防风固沙的植被种植适当改善土壤的理化性质,降低沙化程度,阻止沙化蔓延^[4-5],通过种植植被恢复土壤生产力并高效开发利用,是目前治理沙化最有效最具生态效益的方法。

桑为桑科桑属落叶乔木或灌木,原产于中国中部,分布较广,有着长达 3 000 年的栽培历史,桑树品种多适应性强,生命力旺盛,范围分布很广^[6];相较于其他植物,桑树因其发达的根系、较快的生长速度、耐贫瘠、耐干旱、适应性强等特点而在生态环境治理中备受关注,同时也被认为是经济作物中生态效益最好,在生态作物中经济价值最高的树种^[7]。因此,本文选择桑树作为对象,

收稿日期:2020-08-04

基金项目:辽宁省重点研发计划指导计划项目(2019JH8/10200024);辽宁省高等学校创新人才支持计划(LR2016078);国家自然科学基金(41571085)。

第一作者:毛莹(1997—),女,在读硕士,从事土壤生态修复研究。E-mail:916273239@qq.com。

通信作者:郑冬梅(1977—),女,博士,教授,从事污染土壤生态修复研究。E-mail:zhengdm126@126.com。

Mechanism of Cellulose Degrading Bacteria TF18

CHEN Xue-li^{1,3}, CHI Feng-qin¹, YI Xiao-dong², LI Wei-qun¹, WANG Shuang¹, WAN Shu-ming¹, ZHANG Mei-zhi²

(1. Institute of Soil Fertilizer and Environmental Resources, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Soil Environment and Plant Nutrition of Heilongjiang Province, Harbin 150086, China; 2. Postdoctoral Workstation, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China; 3. College of Modern Agriculture and Ecological Environment, Heilongjiang University, Harbin 150086, China)

Abstract: In order to further optimize the fermentation conditions and develop straw degrading bacteria, the decomposing microflora TF18 isolated from natural decaying maize straw was studied in this study. The results showed that the decomposing microflora was a complex organic whole, and the suitable incubation condition was on PD and KB for 72 h. The purpose of straw degradation was achieved by secreting cellulase(CMC) and beta-glycosidase(beta-Gase) first and then total enzyme(FPA) exonuclease(C1). Moreover, actinomycetes were the main microbial groups secreting cellulase. The degradation rate of corn straw could reach 21.3% after 8 days of mixing TF18 fermentation broth with crushed corn straw. Therefore, the microflora TF18 could be candidate microorganism resources for straw decomposition agents.

Keywords: maize straw; decomposing bacteria; cellulase

研究桑树在不同沙化程度的土壤中的适应能力以及对不同沙化程度土壤的生态修复效果,以期为沙化土壤治理提供科学数据。

1 材料与方法

1.1 材料

以株高 15 cm 的半年生桑树为供试植物。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 通过在盆栽试验研究桑的生长以及其栽种前后沙化土壤各要素含量变化,考虑到实际中沙化土壤中有机质含量低,因此在试验中加入桑树落叶,将盆栽设为沙-土,沙-土-落叶两种模式。试验盆栽土壤的重量均为 0.73 kg;沙-土模式:以沙子占盆栽全部土壤质量计算,分为 25% 沙 + 75% 棕壤(S1)、50% 沙 + 50% 棕壤(S2)、75% 沙 + 25% 棕壤(S3)进行配比,选择半年生生长高度一致的桑苗进行盆栽试验,对照组 A1 为棕壤,B1 为全沙土;沙-土-落叶模式:沙与棕壤的配比与上述一致,加入相同质量的落叶(20 g),25% 沙 + 75% 棕壤 + 落叶(L1)、50% 沙 + 50% 棕壤 + 落叶(L2)、75% 沙 + 25% 棕壤 + 落叶(L3),对照土同样为棕壤(A1),全沙土(B1),考虑实际野外环境中,沙土与叶子组合直接对作物的生长与沙的影响不大,故没有设置加叶子的对照。试验所用沙子粒径如下:粒径大于 1.00 mm 的占 15%,粒径大小处于 0.50 ~ 1.00 mm 的占 30%,粒径大小处于 0.25 ~ 0.50 mm 的占 50%,粒径小于 0.25 mm 的占 5%。不同处理土壤分别设置 3 组盆栽试验,互相平行对照,分别测定数据,结果取其三组数据的平均值,两种模式处理土壤对比,观察桑树在沙土中的适应能力,以及栽植桑树对沙土改良效应。

每盆移栽两株株高 15 cm 的半年生桑。3 d 浇水 1 次,中间两次长时间(7 d)断水,树叶枯黄,掉落,叶子落入盆内、腐烂,桑树重新浇水后重新发鲜叶,生长旺盛。自 2018 年 11 月至 2019 年 4 月进行了半年的盆栽试验;试验期内 B1(全沙)中的桑树仅存活 14 d,其他不同处理条件土壤中种植的桑树全部存活。

1.2.2 测试项目及方法 采用玻璃电极法测定土壤的 pH;采用重铬酸钾氧化外加热法测定土壤有机质;采用重铬酸钾容量法测定土壤全铁含量,采用氢氟酸消解法测定土壤全钾含量。

2 结果与分析

2.1 不同处理条件下土壤的 pH

由图 1 可知,沙-土模式试验前后土壤 pH 有轻微增加,沙-土-落叶模式下试验后土壤 pH 明显减小。不同处理条件下土壤种植桑半年前后的土壤 pH 变化,在桑树种植前全沙土壤 B1 的 pH 较正常土壤偏高,种植半年后 pH 有所升高,但变化不大;全部盆栽中以正常土壤的 pH 最小最接近中性,沙-土模式中,S1,S2,S3 种植后土壤 pH 均呈现增加趋势,这与桑树根能分泌碱性纤维素酶^[8],从而影响土壤的理化性质有关。而在土壤中加入落叶后 L2 和 L3 种植后土壤 pH 比种植前减小,说明落叶腐烂产生的酸高于桑树自身产生的碱性物质;L1 种植后土壤 pH 比种植前稍有增加,说明 L1 盆中桑叶可能未完全腐烂或桑树自身分泌产生的碱性物质高于落叶腐烂产生的酸性物质,桑树的生长对土壤 pH 改变并无太大影响。

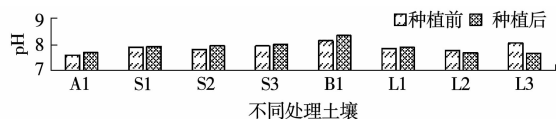


图 1 不同处理条件的 pH 变化

2.2 不同处理条件下土壤全铁含量

铁是植物生长必须的微量元素,对植物来说,铁是组成许多酶的主要成分,是催化合成叶绿素的主要条件等^[9]。由图 2 可以看出,种植半年后土壤的全铁含量均有明显增长,桑树种植有利于改善沙化土壤肥力。

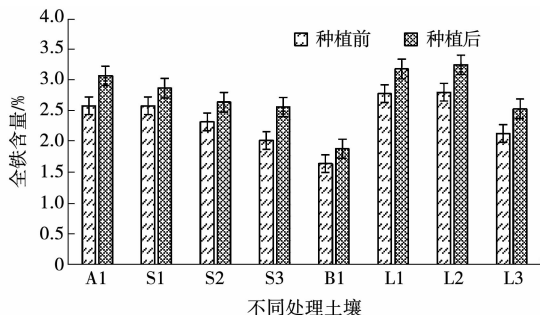


图 2 不同处理条件的全铁含量变化

各处理种植后全铁含量随着土壤含沙率的增加而下降,这与土壤 pH 变化有关,pH 越高的土壤中,在水分充足的条件下,土壤中的氢氧根离子易与土壤中的铁离子结合,形成难以被植物根系吸收的氢氧化铁沉淀,使土壤中的有效铁含量大大降低,而植物种植,生长后对土壤中全铁含量有一定的固定作用。S3 的土壤全铁含量涨幅最大为

26.7%;其他不同处理土壤全铁含量,在桑树种植半年后变化量均大于10%。其中B1中的桑树苗虽然仅生长14 d,土壤全铁含量也较之前增加了14.6%。

2.3 不同处理条件下土壤全钾含量

由图3可知,不同处理土壤全钾含量呈增加趋势;种植桑树半年后不同处理条件下的土壤全钾之间涨幅程度也大致相同,土壤中加入定量落叶后全钾含量有所上涨;种植半年后L2土样全钾含量涨幅最大,较之前增加了23.9%;S1土样种植半年后,全钾含量涨幅极小,仅为3%,未加入落叶的土壤全钾含量,在种植半年后涨幅都偏小,其中仅有S3土样的全钾含量为7%,涨幅大于5%,其余未加落叶的试验盆栽涨幅均在4%左右。由此可见,植物落叶还土对土壤改良起到一定的作用,在土壤沙化地区,秋季将枯枝落叶埋入土壤有助于提高土壤养分含量。

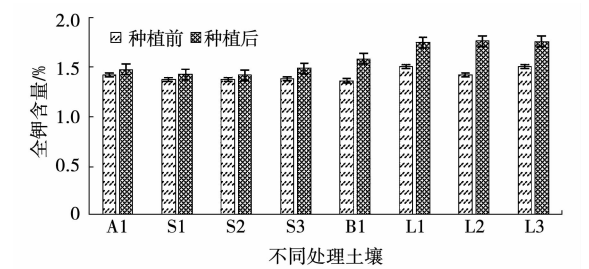


图3 不同处理条件的全钾含量变化

2.4 不同处理条件下土壤有机质含量

由图4可知,多数处理条件下种植后的土壤有机质含量变化总体呈上升趋势,个别盆栽种植后有机质含量有所减少,其中S1土样与L2土样的有机质含量减少的量较少,较之前分别减少了2%与4%,而种植半年后S2土样的有机质含量较之前减少了12%;整个试验期内S1、S2、L2三组土样中的桑苗均旺盛生长。总体来看,沙-土-落叶模式中土壤有机质含量减少量少于沙-土模式,土壤中加入的落叶为桑树的生长提供了更多

的养分;土壤中的有机质被桑苗吸收供其生长,是导致种植半年后土壤有机质含量减少的主要原因^[10-11]。

除S1、S2、L2三组外,其他盆栽的有机质含量种植半年后均有所增加,其中B1的有机质含量涨幅最大为68%,该土样中的桑苗仅存活14 d左右,桑苗枯萎死亡后根部与枝叶仍残留在土壤中,这可能是其有机质含量增长较大的原因;S3和L3土壤有机质含量较种植前增加量分别为28.1%和11.0%;随着种植时间的增长,两种模式间土壤有机质含量的差距逐渐变小,加入的少量落叶在土壤中的影响力逐渐减弱,更多的是因为桑的侧根增多,改善了理化性质,增加了土壤有机质的吸收,从而提高了土壤有机质含量,可见桑树种植可以有效提高土壤养分水平,改良沙化土壤。

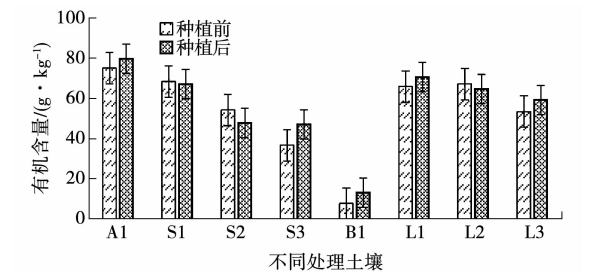


图4 不同处理土壤有机质含量变化

2.5 不同处理条件下各要素间的相关性分析

从表1中可以看出,无落叶不同处理组pH与Fe显著负相关,Fe与有机质极显著正相关;添加少量落叶不同处理组pH与有机质显著负相关,Fe与有机质显著正相关。不同处理组K与pH和有机质均不显著相关。

土壤中的氢氧根离子可与铁离子结合,形成氢氧化铁沉淀,难以被植物吸收,大大降低了土壤中的有效铁含量。添加少量落叶可增加土壤的有机质含量,同时落叶腐烂产生的酸也会降低土壤pH。

表1 不同处理条件土壤pH、Fe、K的Pearson相关分析

因素	无落叶不同处理土壤				添加少量落叶不同处理土壤			
	pH	Fe	K	有机质	pH	Fe	K	有机质
pH	1				1			
Fe	-0.893*	1			-0.817	1		
K	0.846	-0.776	1		-0.365	0.253	1	
有机质	-0.854	0.995**	-0.719	1	-0.919*	0.909*	0.106	1

注:*表示0.05水平(双尾)显著相关;**表示0.01水平(双尾)极显著相关。

3 结论与讨论

桑树生态适应性强,生长速度较快,且具有耐贫瘠,耐旱等特点。栽植桑树可有效修复风沙地区受损的生态系统有着巨大的生态修复潜力。种植桑树可以很好的保持水土,增加土壤肥力,改善沙土理化性质,假如桑树的根系发生死亡,腐烂的根也能有效增强土壤蓄水保水能力,增加土壤肥力^[12]。试验期内全沙土壤中的桑苗,仅存活 14 d 便枯萎死亡,其余试验盆栽中的桑苗均正常生长,种植桑半年后,沙-土模式与沙-土落叶模式土壤肥力均有所增加,土壤有机质含量最多增加了 28.14%,土壤全钾含量最多增加了 23.94%,土壤全铁含量最多增加了 26.73%,说明桑种植后土壤肥力均有不同程度的提高。沈浩^[13]的研究表明,胡杨林凋落物的分解可促进林地养分的归还和周转,沙-土-落叶模式中落叶降解可增加土壤腐殖质,提高土壤有机质的含量。

桑树对不同沙化程度土壤的生态修复均有效果;根据测定的数据结果,含沙量 75% 的土壤理化性质改良效果最明显,其原因主要是,盆栽试验可提供稳定的光照和充足的水分条件,室外正常栽种时往往无法提供如此理想的栽种环境。

在沙化土壤中种植桑树是改良沙化土壤理化性质,生态恢复的有效方式,同时桑树具有一定的经济效益,与一般速生林相比,桑树是更好的选择。

参考文献:

[1] 屠志方,李梦先,孙涛.第五次全国荒漠化和沙化监测结果

及分析[J].林业资源管理,2016(1):1-5,13.

[2] 刘海刚,孙红梅.我国土地荒漠化和沙化及林业发展现状与建议[J].现代农业科技,2018(8):161-162.

[3] Yi Z J,Zhao C H. Desert "soilization": An eco-mechanical solution to desertification [J]. Engineering, 2016, 2 (3): 270-273.

[4] Li Y F,Li Z W,Wang Z Y,et, al. Impacts of artificially planted vegetation on the ecological restoration of movable sand dunes in the Mugetan Desert, northeastern Qinghai-Tibet Plateau [J]. International Journal of Sediment Research, 2017, 32(2): 277-287.

[5] Zhang Z, Huisingh D. Combating desertification in China: Monitoring, control, management and revegetation [J]. Journal of Cleaner Production, 2018, 182: 765-775.

[6] 张超,熊嘉武,舒勇,等.桑树及其生态功能的研究进展[J].中南林业调查规划,2016,35(3):53-56.

[7] 刘芸.桑树在三峡库区植被恢复中的应用前景[J].蚕业科学,2011,37(1):93-97.

[8] 李强,季更生,谷绪顶,等.从桑树根际土壤分离的产低温碱性纤维素酶菌株 BJ-XH 及酶的特性研究[J].蚕业科学,2012,38(6):1086-1092.

[9] 韩松良,赵兰坡.土壤中铁元素的研究及提高植物对铁元素吸收方法[J].中国农业信息,2014(1):99.

[10] 蔡丹,杨秀虹,雷秋霜,等.华南典型树种凋落叶的野外分解和溶解性有机质溶出动态[J].应用生态学报,2016,27(9):2823-2830.

[11] 杨秀虹,彭琳婧,李适宇,等.红树植物凋落叶分解对土壤可溶性有机质的影响[J].生态环境学报,2013,22(6):924-930.

[12] 曾燕蓉,朱方容,潘启寿,朱光书,宋宪军,施祖珍,聂良文.浅论桑树在广西石漠化土地利用中的重要性[J].广西蚕业,2016,53(4):43-47.

[13] 沈浩.胡杨林下不同混交模式对土壤肥力的影响[J].新疆环境保护,2016,38(1):12-16.

Experimental Study on Sandy Soil Improvement by Mulberry

MAO Ying,ZHENG Dong-mei,XIN Yuan,SHI Liu

(College of the Environment, Key Laboratory of Ecological Remediation of Regional Pollution Environment, Ministry of Education, Shenyang University, Shenyang 110044, China)

Abstract: In order to promote the control of sandy soil, this paper selected the adaptable mulberry as an improved plant, and explored the adaptability of mulberry in soils with different degrees of desertification, the effect of ecological restoration on soils with different degrees of desertification, and the effects of deciduous soil on the physical and chemical properties of soil under different treatment conditions. Semi-annual mulberry was planted in the soil, and the normal soil of the same mulberry was used as a control. The physical and chemical properties of different treated soils and the growth and development of mulberry were measured by pot experiments. The results showed that the organic matter content in the soil had an overall increasing trend, an increase of 6.30%-68.97%; total iron content increased by 11.24%-26.73%; and total potassium content increased by 3.87%-28.94%. After planting mulberry trees, the soil fertility of different sand-soil ratios had been improved, and the nutrient content of the soil has increased. The mulberry tree had a strong adaptability in soil environments with different degrees of desertification, and had a significant ecological restoration effect on soils with different degrees of desertification. Planting mulberry trees is an effective way to improve the physical and chemical properties of desertified soil.

Keywords: sandy soil; mulberry tree; soil improvement; ecological restoration