

种基盘的基质吸水保水性能研究

云波兰,张学培*,景 峰,王娟娟,于 雷

(北京林业大学 水保学院;教育部水土保持与荒漠化防治重点实验室,北京 100083)

摘 要:种基盘造林法是一种局部改善植物生长环境的播种技术,为了使其更好的应用于华北土石山区播种造林,本研究在种基盘基质配方中添加了复合海藻肥(SCF)和土壤防蚀剂(SED),并对不同用量组合下的 15 种配方进行了吸水试验和蒸发试验。结果表明,这 2 种添加物能有效改善基盘的保水性能,其中 SCF 对基质饱和含水量、吸水速率和蒸发失水比的影响均显著,并且用量为 $0.75\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 时,吸水速率和饱和含水量最大、蒸发失水比最小,保水性能较好;SED 对基质饱和含水量和吸水速率的影响不显著,对蒸发失水比的影响显著,并且用量为 4 g 时蒸发失水比最小,抑制蒸发的效果最好。

关键词:种基盘造林;吸水速率;蒸发失水比;保水性能

中图分类号: S723.134 文献标志码: B 文章编号: 1001-7461(2011)05-0116-05

Water Absorption and Retention of Seed-base Materials

YUN Bo-lan, ZHANG Xue-pei*, JING Feng, WANG Juan-juan, YU Lei

(Key Laboratory of Soil & Water Conservation and Desertification Control, College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: Afforestation with seed-base is a method to partly improve the growth environment of plants. In order to bring the technique applied to North mountainous areas in China, it was modified by adding seaweed fertilizer (SCF) and soil corrosion inhibitor (SED). Fifteen formulae with different combinations of SCF and SED the were examined from the performances of water absorption and evaporation. The results showed that these two additives could effectively improve the water absorbency of seed-base. SCF had obviously effects on saturated water content, hygroscopic rate and evaporation water loss percentage, and under the addition level of $0.75\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$, the saturated water content was maximum, and evaporation water loss percentage was minimum, indicating its satisfactory water retaining capability. For SED however, no significant impacts were found on saturated water content and hygroscopic rate, while it significantly effected the evaporation water loss rate, which reached its minimum value with the addition dosage of $4\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$.

Key words: afforestation technique of seed-base; hygroscopicity rate; evaporation water loss percentage; water absorbency

目前,在进行植被恢复时,播种造林这一方式以能迅速实现结构复杂、抗逆性能强的植物群落而被广泛应用。但在干旱半干旱地区造林时,效果并不理想。原因在于严酷的自然气候条件及土壤条件抑制了植物生长进程,表现为种子发芽率、苗木成活率

较低,早期生长慢,对不良环境的抵抗力弱,易受杂草胁迫等问题^[1]。

为了解决这些问题,提出了种基盘造林技术。该技术引进于日本信州大学农学部教授山寺喜成先生和副教授宫崎敏孝先生的研究发明。种基盘,又

收稿日期:2010-04-05 修回日期:2010-06-24
基金项目:“948”国家林业局引进项目“保育基盘法播种造林成套技术引进”(2006-4-47)。
作者简介:云波兰,女,硕士研究生,研究方向:水土保持与荒漠化防治。
* 通讯作者:张学培,男,副教授,主要研究方向:水土保持与荒漠化防治。

称“营养砖”,是经过改良的固体块状土壤,在中央留下播种孔,在孔中覆土、播种、抚育。

本研究针对华北土石山区干旱、瘠薄的土壤条件,对种基盘基质进行了改良,添加了复合海藻肥及土壤防蚀剂等材料^[3-5],对不同配方的基质进行水分特性的试验研究,从吸水性能及蒸发性能这两个方面,分析不同配方的保水持水效果,从而对进一步改良配方提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

种基盘基质包括土壤、草炭、蛭石、珍珠岩、复合肥(N:P:K=10:6:9)、土壤防蚀剂。

试验选用透水性好,不含盐碱的黄绵土。

草炭,是较好的土壤改良体,可疏松粘土也可凝聚砂质土;具有独特的纤维特性,像海绵一样具有很好的保水、持水特性;其特性可使土壤松软,使根部具有很好的透气特性;其结构可成为肥料营养成分的载体,避免一般直接流失。

蛭石呈褐色、黄褐色或古铜色,具有隔热、保水保肥的功能。珍珠岩为一种白色颗粒状物,重量轻,不易碎,具有长久疏松透气的作用。两者混在一起使用,即保水保肥,又疏松透气。

复合肥(以下简称 SCF),本试验使用的复合肥 N:P₂O₅:K₂O=10:6:9,有机质含量≥25%,是一种生物制剂,使土壤或通过植物使土壤增加有机质含量,有效改善种基盘的土壤结构。

土壤防蚀剂(以下简称 SED),是一种水溶性有机类土壤调理剂。属于人工合成的高分子长链聚合物,无色无毒,分解物为 H₂O、CO₂、N₂,对环境无害。具有较强的沉降和絮凝土壤粒子的能力,在土壤中形成良好的团粒结构,构成抗冲刷、防渗漏载体。

1.2 试验方法

1.2.1 种基盘基质的配备 将土壤、草炭、蛭石、珍珠岩按 6:2:1:1 的体积比混合均匀后,加入配比好的 SCF 和 SED 搅拌均匀。

SCF 和 SED 的用量单位为 g·m⁻²相当于 SCF 和 SED 与上述混合土样的配比为 1 g:100 kg。SCF 设 0.00、0.75、1.50、2.25 和 3.00 5 个水平,SED 设 0、4、8 共 3 个水平,组成 15 种不同配比的基盘配方(表 1)。

取上述 15 种配方的种基盘基质各 150 g,装入直径为 9 cm,高为 11 cm 的铝钵中并标号,为了营造一个良好的透水下边界,铝钵底部打相同数量和密度的孔。

表 1 基盘配方
Table 1 Seed-base formulae with different additions of SCF and SED g·m⁻²

配方编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SCF	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00
SED	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	8	8	8	8	8

1.2.2 吸水速率的测定 吸水速率能有效的反映基质的吸水性能^[6-7]。将上述 15 个铝钵置于 105℃干燥箱中 24 h,使基质充分干燥并称重。待冷却后放入水槽中,并在 12 h 内,每隔 1 h 取出铝钵,擦干表面水分称重。记录累计吸水量并计算各时段的吸水速率,试验重复 3 次。

1.2.3 蒸发失水比的测定 将上一试验中吸水达饱和状态的 15 个铝钵放置在温度为 21℃且通风良好的环境下,静置 24 h,以便重力水由排水孔排出。24 h 后开盖进行蒸发试验。每天傍晚测定铝钵的质量,计算日表面蒸发量,25 h 后统计累计蒸发量,计算蒸发失水比^[8],该试验重复 3 次。

2 结果与分析

2.1 SCF 和 SED 的添加对基质吸水过程的影响

如图 1 所示,依整个吸水过程来看,基质在第 1

小时的吸水速率最快,吸水量增加的趋势最明显。随后吸水速率随时间不断减小,吸水量缓慢增大。11~12 h 时,吸水量基本不变,基质达饱和状态。

观察 15 种基质的吸水过程发现,未添加 SCF 的 1 号、6 号和 11 号配方的吸水量始终低于添加 SCF 的其他配方,而是否添加 SED 对于基质吸水无显著差异。这说明 SCF 能够提高基盘基质的吸水性能。

2.1.1 SCF 和 SED 对基质饱和含水量的影响 为了分析 SCF 和 SED 在不同用量下对基质持水性能的影响,应用 SPSS13.0 软件对 15 种基质的饱和含水量(表 2)进行双因素方差分析,并应用 Duncan 新复极差法^[9]分析不同配方之间的差异。

通过方差分析得出,SCF 的显著性小于 0.05(P=0.003),差异极显著,SED 的显著性大于 0.05(P=0.265),差异不显著。进一步对不同水平的 SCF 做多重比较(表 3),SCF 不同水平的饱和含水量由

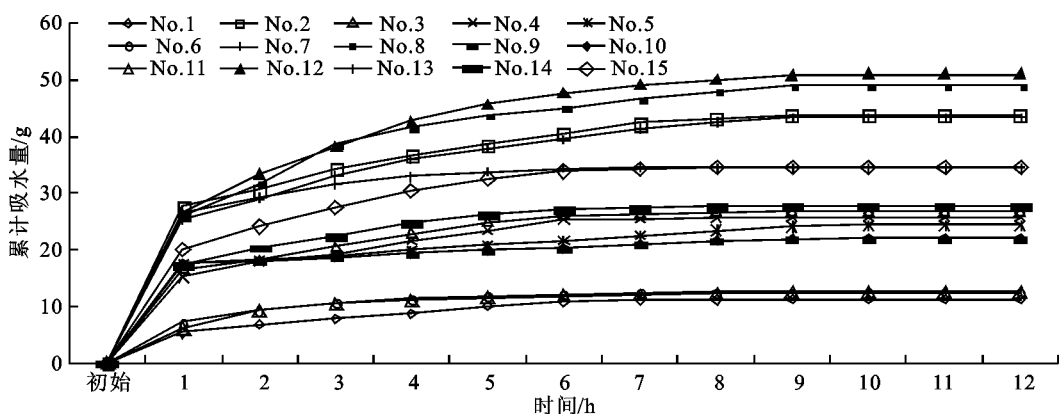


图 1 种基盘基质的吸水过程

Fig. 1 Absorption process of the seed-base

表 2 15 种基盘配方的饱和含水量

Table 2 Saturated water content of 15 kinds of formulae
g · h⁻¹

配方	饱和含水量	配方	饱和含水量	配方	饱和含水量
1	11.3	6	12.6	11	12.5
2	43.6	7	34.3	12	50.9
3	26.7	8	48.9	13	43.1
4	25.6	9	28.6	14	27.2
5	24.2	10	22.0	15	34.5

大到小以此为 0.75、1.50、2.25、3.00、0.00。其中 0.75 和 1.50 2 个水平间差异不显著,与其他水平差异极显著,2.25 和 3.00 2 个水平差异不显著,但与其他水平差异显著。这说明 SCF 用量为 0.75 g · m⁻² 和 1.50 g · m⁻² 时,基质的持水效果最好,用量为 2.25 g · m⁻² 和 3.00 g · m⁻² 时次之,不添加 SCF 的持水效果较差。

表 3 SCF 不同水平间饱和含水量的多重比较

Table 3 Multiple comparison of saturated water content
by different amounts of SCF

配方	水平	饱和含水量/(g · h ⁻¹)
1	0.00	12.13c
2	0.75	42.93a
3	1.50	41.36a
4	2.25	27.30b
5	3.00	26.90b

注:多重比较表中不同字母表示差异显著($P<0.05$),相同字母表示差异不显著,(表 5、表 7 同)。

2.1.2 SCF 和 SED 对基质 1 h 吸水速率的影响
在干旱半干旱地区,一次降雨量历时短而少,导致种子和幼苗不能充分吸水。因此需要提高土壤在短时间内的吸水能力,尤其是在每次降雨的开始阶段。

由 2.1 所知,基质在吸水的第 1 个小时内,吸水速率明显高于其他时段。故对 15 种基质第 1 个小时的吸水速率(表 4)进行方差分析。

表 4 基质第 1 小时的吸水速率

Table 4 Hygroscopicity rate of the seed-base formulae
in the first hour
g · h⁻¹

配方	吸水速率	配方	吸水速率	配方	吸水速率
1	5.3	6	7.1	11	6.1
2	27.6	7	26.5	12	26.4
3	16.4	8	25.7	13	25.1
4	15.0	9	18.8	14	17.2
5	17.5	10	17.5	15	20.1

通过方差分析得出,SCF 的显著性小于 0.05($P=0.000$),差异极显著,SED 的显著性大于 0.05($P=0.175$),差异不显著。这说明 SCF 的添加对基质的快速吸水过程有显著影响,而 SED 无显著影响。进一步对 SCF 不同水平间的吸水速率做多重比较。由表 5 可以看出,SCF 不同水平下吸水速率由大到小依次为 0.75、1.50、3.00、2.25 和 0.00。其中,SCF 用量为 1.50、3.00 和 2.25 3 个水平之间的差异不显著,与其他水平差异均显著。该结果说明基质在 SCF 水平为 0.75 的快速吸水能力最强,在 1.50、3.00 和 2.25 水平下次之,不添加 SCF 时最弱。

表 5 SCF 不同水平间吸水速率的多重比较

Table 5 Multiple comparison of hygroscopic rate by
different amounts of SCF

配方	水平	吸水速率/(g · h ⁻¹)
1	0.00	6.17c
2	0.75	26.83a
3	1.50	20.3b
4	2.25	17.00b
5	3.00	18.37b

综合以上分析,SCF 对提高基质吸水能力的作用是显著的,并且当添加量为 $0.75\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 时,基质的饱和含水量和吸水速率达到最大值,持水能力最强;而 SED 对基质吸水能力的影响不显著。

2.2 SCF 和 SED 对种基盘基质蒸发失水比的影响

由于蒸发试验中 15 个基盘基质的初始含水量不同,因此单纯比较日表面蒸发量不够准确。在统计累计蒸发量和饱和含水量的基础上,引入蒸发失水比这一指标来分析基质蒸发差异情况是较好的途径^[10-11]。

由表 6 可知,未添加 SCF 和 SED 的 1 号配方的蒸发失水比高于添加了 SCF 和 SED 的其他配方。说明这 2 种物质的添加对减少基质蒸发失水有一定的效果。为了进一步检验这种效果,对蒸发失水比做方差分析。

表 6 15 种基盘配方的累积蒸发量和蒸发失水比
Table 6 Accumulative evaporation and evaporation water loss rate by 15 formulae

配方编号	累积蒸发量/g	饱和含水量/g	蒸发失水比/%
1	10.3	11.3	0.91
2	29.2	43.6	0.53
3	17.1	26.7	0.64
4	16.6	25.6	0.65
5	19.3	24.2	0.80
6	9.3	12.6	0.74
7	19.9	34.3	0.48
8	23.5	48.9	0.58
9	15.4	28.6	0.54
10	14.3	22.0	0.65
11	9.4	12.5	0.75
12	33.1	50.9	0.61
13	26.3	43.1	0.65
14	17.7	27.2	0.65
15	25.2	34.5	0.73

方差分析得到,SCF 和 SED 的显著性均小于 $0.05(P_{\text{SCF}}=0.001,P_{\text{SED}}=0.017)$,差异显著。对该结果进行 Duncan 检验得出(表 7),SCF 不同水平下基质的蒸发失水比由小到大以此为:0.75、2.25、1.50、3.00、0.00,其中,前 3 个水平之间的差异不显著,与后 2 个水平的差异均显著;SED 不同水平下基质的蒸发失水比由小到大为 4、8、0,其中后 2 个水平之间差异不显著,与第 1 个水平差异均显著。

表 7 SCF 和 SED 不同水平之间蒸发失水比的多重比较
Table 7 Multiple comparison of evaporation water loss rate by different levels of SCE and SED

配方	水平	SCF 蒸发失水比/%	水平	SED 蒸发失水比/%
1	0.00	0.80b	0	0.71b
2	0.75	0.54a	4	0.60a
3	1.50	0.62a	8	0.68b
4	2.25	0.61a		
5	3.00	0.73b		

该结果说明 SCF 和 SED 对抑制基质蒸发的效果是明显的,并且当 SCF 用量为 $0.75\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$,SED 用量为 $4\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 时,蒸发失水比最小,抑制效果最好。

3 结论与讨论

干旱、半干旱地区,降雨量稀少且历时较短,为了加强种基盘基质的保水能力,提高对降雨的利用率,本研究将复合肥和土壤防蚀剂加入基盘配方中。通过对不同配方的基质进行吸水性能及蒸发性能的分析研究。

添加 SCF 对提高基质饱和含水量、吸水速率和抑制基质蒸发的效果是显著的,并且用量为 $0.75\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 时,饱和含水量和吸水速率均达到最大值,蒸发失水比最小,基质的吸水和持水能力最强。

添加 SED 对提高基质的吸水性能无显著影响,但对抑制基质蒸发有明显的效果,并当用量为 $4\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 时效果最好。

该研究针对 SCF 和 SED 对种基盘基质的吸水持水效果进行了试验设计,为了对种基盘基质进行全面改良,可以设定这 2 种因素的用量,如 SCF 和 SED 的用量分别为 $0.75\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 和 $4\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$,对草炭、蛭石、珍珠岩的保水性作进一步研究。

参考文献:

[1] 杨喜田,董惠英,山寺喜成,等. 播种造林种基盘基质的改良研究[J]. 中国水土保持科学,2003,1(4):87-91.
YANG X T, DONG H Y, YAMADERA Y, *et al.* Study on improving seed-base materials for afforestation by direct seeding[J]. Science of Soil and Water Conservation,2003, 1(4) : 87-91. (in Chinese)

[2] YAMADERA Y, YANG X T. Study on the difference of rot system between seeded and planted plants-effects of soil hardness[M]. IECA's 34th Conference, 2003.

[3] 宋文森,张汇营,韩心强,等. PAAM 高吸水树脂吸水速率研究[J]. 中南林业科技大学学报,2010,7(7):127-132.
SONG W M, ZHANG H Y, HAN X Q, *et al.* Absorbing rate of anti-salt PAAM superabsorbent[J]. Journal of Central

South University of Forestry & Technology,2010,7(7): 127-132. (in Chinese)

[4] 王进鑫,新型保墒材料对黄绵土水分运移的作用机制研究[J]. 西北林学院学报,2000,15(1):20-26

WANG J X. Regulatory mechanism of new-type material for preserving soil moisture on unsaturated soil water movement and evaporation of Loessal Soil[J]. Journal of Northwest Forestry University,2000,15(1): 20-26. (in Chinese)

[5] 周彩景,刘军,王益权,等. 有机物质类型与含量对土壤持水性能的影响[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2008,12(12):115-120.

ZHOU C J, LIU J,WANG Y Q,*et al.* Effect of organic compounds content and types on soil water retention capacity[J]. Journal of Northwest A &F University:Nat . Sci. Ed. ,2008,12(12):115-120. (in Chinese)

[6] 张建刚,汪勇,汪有科. 10 种保水剂基本特性对比研究[J]. 干旱地区农业研究,2009,3(2):208-212.

ZHANG J G,WANG Y, WANG Y K . Comparative analysis of basic properties of 10 super absorbent polymers[J]. Agricultural Research in the Arid Areas,2009,3(2):208-212. (in Chinese)

[7] 李继成,张富仓. 施肥条件下保水剂对土壤蒸发和土壤团聚性状的影响[J]. 水土保持通报,2008,4(2):48-51.

LI J C, ZHANG F C. Effects of super absorbent polymer on characteristics of soil evaporation and soil aggregation under different fertilizer treatments[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation,2008,4(2):48-51. (in Chinese)

[8] 黄麟,叶建仁,盛江梅,等. 6 种保水剂吸水保水性能的比较[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2007,3(2):101-107.

HUANG L, YE J R,SHENG J M,*et al.* Comparative analysis of water absorption and retention to six super-absorbent-polymers[J]. Journal of Nanjing Forestry University:Natural Sciences Edition,2007,3(2):101-107. (in Chinese)

[9] 邵崇斌. 概率论与数理统计[M]. 北京:中国林业出版社,2004:197-241.

SHAO C B. Probability and Mathematical Statistics [M]. Beijing:China Forestry Publishing House,2004:197-241. (in Chinese)

[10] 潘英华,雷廷武,赵军,等. PAM 与 PG 对土壤水分蒸发的影响[J]. 土壤通报,2008,10(5):990-995.

PAN Y H, LEI T W,ZHAO J. Effects of polyacrylamide and phosphogypsum on soil water evaporation[J]. Chinese Journal of Soil Science,2008,10(5):990-995. (in Chinese)

[11] 冯雪,潘英华. PAM 对土壤蒸发的影响分析及其模拟研究[J]. 农业系统科学与综合研究,2008,2(1):49-52.

FENG X,PAN Y H. Modeling research of the effect of PAM on soil evaporation[J]. System Science and Comprehensive Studies in Agriculture, 2008,2(1):49-52. (in Chinese)

(上接第 95 页)

[7] 郑振鸿. 不同采种期对日本三桠种子活力及幼苗生长影响的研究[J]. 种子,1995,75(1):8-12.

ZHENG Z H. A study on seed vigor and seedling growth of edgeworthia chrysantha lindl at different seed collected stages [J]. Seed ,1995,75(1):8-12. (in Chinese)

[8] 王国英,占晓云,范义荣,等. 不同采收期对黄山松种子品质的影响[J]. 浙江林业科技,1998,18(1):43-45.

WANG G Y,ZHAN X Y, FAN Y R. Effect of different collection time on quality of pinus taiwanensis seed[J]. Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology ,1998,18(1):43-45. (in Chinese)

[9] 刘秀琴,王元兴,杨艳卿,等. 班克松采种期的确定[J]. 吉林林业科技,1994,112(5):50-52.

[10] 李平英,董菊兰,王军辉,等. 不同灰楸家系种子生活力试验初报[J]. 甘肃林业科技,2008,33(2):15-17.

LI P Y,DONG J L,WANG J H. Preliminary report on experiment of the seed viability of different family of *Catalpa fargesii* Bur [J]. Journal of Gansu Forestry Science and Technology ,2008,33(2):15-17. (in Chinese)

[11] 石凤翎. 缘毛雀麦适宜采种期的研究[J]. 内蒙古农牧学院学报,1996,17(4):54-57.

[12] 陈颖, 曹福亮,孙姣,等. 不同采种期对喜树种子萌发及生理代谢的影响[J]. 林业科技开发,2008,22(6):64-66.

CHEN Y, CAO F L, SUN J. Effects of seed collection stages on germination and physiological metabolism of *Camptotheca acuminata* decne seed[J]. China Forestry Science and Technology,2008,22(6):64-66. (in Chinese)