

Groasis Waterboxx 造林技术在沙丘的造林效果

严子柱^{1,2}, 满多清^{1,2}, 姚泽¹, 唐卫东², 张芝萍^{1,2}, 李菁菁¹

〔1. 甘肃省风沙灾害与荒漠化防治国家重点实验室(培育基地), 甘肃 兰州 730070;

2. 甘肃民勤荒漠草地生态系统国家野外试验研究站/甘肃省治沙研究所, 甘肃 兰州 730070〕

摘要: [目的] 为解决干旱荒漠区沙丘造林成活率低的技术难题, 从荷兰 Groasis 引进 Waterboxx 保水、节水造林器及技术, 并分析其应用效果。[方法] 在甘肃省民勤县流动沙丘和半固定沙丘上, 用梭梭、花棒、柠条锦鸡儿、柽柳等固沙植物进行造林试验, 采用直观统计观测的方法, 研究 Groasis Waterboxx 在沙丘上造林后的风蚀、温度、保水和苗木成活率情况。[结果] (1) 春季用 Groasis Waterboxx 沙丘造林技术, 流动沙丘风蚀情况比半固定沙丘严重 2.0~6.0 倍, 造林效果差; 从沙丘迎风面不同部位的风蚀情况来看, 流动沙丘和半固定沙丘总体均表现为: 顶部>中部>底部; (2) Groasis Waterboxx 沙丘造林技术在高温季节能有效降低苗木根际土壤地温近 50%, 保护苗木免受高温灼伤, 促进苗木生长; 低温季节还能有效保持根际表面地温在 5℃左右, 防止苗木遭受低温冻害; (3) Groasis Waterboxx 沙丘造林技术能使苗木周边 0—40 cm 表土层含水量长期保持在 6%~12%, 保证苗木成活期的水分持续供给; (4) Groasis Waterboxx 沙丘造林技术能显著提高苗木成活率 30%~60%。[结论] Groasis Waterboxx 沙丘造林技术在半固定沙丘造林效果优于流动沙丘, 能够显著提高苗木成活率。

关键词: Groasis Waterboxx; 沙丘; 保水节水; 造林技术

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2017)02-0222-06

中图分类号: S725

文献参数: 严子柱, 满多清, 姚泽, 等. Groasis Waterboxx 造林技术在沙丘的造林效果[J]. 水土保持通报, 2017, 37(2): 222-227. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2017.02.034; Yan Zizhu, Man Duoqing, Yao Ze, et al. Afforestation Effects of Groasis Waterboxx on Sand Dunes[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2017, 37(2): 222-227. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2017.02.034

Afforestation Effects of Groasis Waterboxx on Sand Dunes

YAN Zizhu^{1,2}, MAN Duoqing^{1,2}, YAO Ze¹, TANG Weidong², ZHANG Zhiping^{1,2}, LI Jingjing¹

(1. State Key Laboratory Breeding Base of Desertification and Aeolian Sand Disaster

Combating, Lanzhou, Gansu 700070, China; 2. Gansu Minqin National Studies Station for

Desert Steppe Ecosystem/Gansu Desert Control Research Institute, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: [Objective] Groasis Waterboxx and technology from Holland were introduced to solve the problem of sand dunes afforestation, and the technology application were analyzed. [Methods] Desert plants such as *Haloxylon ammodendron*, *Hedysarum scoparium*, *Caragana korshinskii*, *Tamarix chinensis* and other sand-fixing plants were used in Groasis Waterboxx afforestation on the mobile and semi-fixed dunes. Wind erosion was observed after the waterboxx plantation, and the ground temperature, seedling survival rate, dry weight, soil water-moisture content were measured. [Results] In the case of spring afforestation on dunes with Groasis Waterboxx, the wind erosion degree of mobile dunes was 2.0~6.0 times of the one of semi-fixed dune. Afforestation on mobile dunes was not as good as the one on semi-fixed dunes. Either for the mobile dunes or the semi-fixed dunes, the wind erosion degree on windward sides exhibited a normal rank at dune positions as: the top>the middle>bottom. (2) In terms of temperature effect, we observed that, in

收稿日期: 2016-06-28

修回日期: 2016-09-06

资助项目: 2013 年国家林业局引进国际先进林业科学技术项目“荷兰 Groasis 保水节水造林技术引进”(2013-4-67)

第一作者: 严子柱(1969—), 男(汉族), 甘肃省古浪县人, 硕士, 研究员, 主要从事植物多样性保护与荒漠化防治方面的研究。E-mail: yanzzh2006@126.com。

通讯作者: 姚泽(1971—), 男(汉族), 甘肃省会宁市人, 硕士, 高级工程师, 主要从事林业开发与荒漠化防治研究。E-mail: yaozemq@163.com。

high temperature season, Groasis Waterboxx effectively reduced nearly 50% of soil temperature in the seedlings rhizosphere comparing with the one on bare ground. It can protect seedlings from high temperature burn; whereas in low temperature season, it maintained the rhizosphere surface ground temperature at about 5 °C, can prevent seedling from low temperature freezing injury. (3) Using Groasis Waterboxx afforestation on sand dunes, moisture content of 0—40 cm topsoil was maintained to be a relative stable level of 6%~12%, ensuring the seedlings a constant supply of soil water. (4) In the end, afforestation using Groasis Waterboxx on dunes significantly improved the seedlings survival rate by 30%~60%, which may provide new idea and pattern to those difficult site conditions for afforestation. [Conclusion] Groasis Waterboxx afforestation is more applicable on semi-fixed dunes than on moving dunes. It can significantly increase the survival rate of seedlings.

Keywords: Groasis Waterboxx; dunes; water-retention and water-saving; afforestation technology

Groasis Waterboxx 是由荷兰 AquaPro 公司发明,并获得荷兰国家授权专利的保水、节水技术,适合在荒漠、戈壁、荒漠草原、生态退化山地、(黄土)丘陵、喀斯特地貌等困难立地条件下造林,可大幅度提高苗木成活率。已在欧洲的荷兰、西班牙、英国、法国、德国等的生态退化山区、废弃矿山、废物场等地,利用松科、柏科、杨柳科、豆科、壳斗科、蔷薇科、木犀科等近 50 个树种的 Groasis Waterboxx 技术造林成功^[1]。在极端环境和困难立地条件下造林,已推广到非洲撒哈拉沙漠和中东沙漠的埃塞俄比亚、阿曼、肯尼亚、摩洛哥及北美的美国、欧洲的西班牙、法国等国的 25 个地区应用,效果显著^[2]。Groasis Waterboxx 是集储水、自然水收集与毛细渗灌供水系统及附属物一体的困难立地条件下造林器,在盒子里生长的苗木,毛细根不会被破坏、侵蚀,土壤也不会被吹走,具有良好的水土保持功能^[3-6]。我国有大面积的荒漠、戈壁、荒漠草原、生态退化山地、(黄土)丘陵、喀斯特地貌等困难立地条件。特别是“三北”地区 11 个省(区)有沙漠(包括风蚀沙地)、戈壁及沙漠化土地面积 1.34×10^6 km²,占区域总面积 3.08×10^6 km² 的 43.44%^[7-9]。甘肃河西走廊是我国荒漠化和水土流失两大生态问题最严重的地区之一^[10],有沙化土地面积 2.49×10^5 km²,风沙线长 1 600 km 多,主要风沙口 846 处,是沙尘暴高发区和重灾区^[11]。自 20 世纪 60 年代开始,甘肃省进行防沙治沙和农防林营建以来,以杨树为主的农防林仅河西走廊面积就达到 6.00×10^7 hm²,对河西地区生态环境建设和农村经济发展起了巨大作用^[12]。但近年来,由于全球气候变暖,区域人口增长,大量开采地下水,导致了地下水位急剧下降,致使土壤日趋干燥,林分衰退,甚至大面积干枯死亡,造林成活困难,生态系统严重失调,生态环境承载力过大,加剧了干旱和荒漠化进程^[13-14]。使得该区生态环境急剧恶化,沙尘暴等自然灾害频繁发生,给人民

生活带来了很大危害^[15],这不仅严重影响到了河西走廊人们的生存,而且对中国整个北方地区产生了恶劣影响,加速了中国北方地区的荒漠化进程^[11]。引进荷兰 Groasis Waterboxx 保水节水造林器及其技术,旨在探索我国荒漠地区困难立地条件下造林的可行性和造林效果,为中国北方荒漠化地区生态环境建设提供技术支撑和帮助。

1 研究区概况

研究区位于民勤县中部的甘肃省民勤治沙综合试验站内,该区属典型的温带大陆性荒漠气候区,地理位置 102°58'E, 38°34'N,平均海拔 1 370 m;冬季寒冷,夏季酷热,昼夜温差大,年平均气温 7.6 °C,极端低温 -30.8 °C,极端高温 40.0 °C,无霜期 175 d;降雨量小,蒸发量大,气候干燥,年均降雨量 113.2 mm,年均蒸发量 2 604.3 mm,干燥度 5.1,最高达 18.7,相对湿度 47%;光热充足,年均日照时数 2 799.4 h,≥10 °C 的积温 3 036.4 °C;冬季盛行西北风,全年风沙日可达 83 d,多集中在 2—5 月,年均风速 2.5 m/s,最大风速 23.0 m/s;地下水埋深 27.3 m 左右。研究区属沙漠与绿洲交汇地带,区域内最典型的造林立地类型为沙丘和丘间低地。

2 材料与方法

2.1 试验材料

采用引进荷兰 AquaPro 公司发明,并获得国家专利的 Groasis Waterboxx 保水节水造林器。该技术由抗老化聚丙烯容器制成的集储水、自然水收集与毛细纤维渗灌供水系统组成的保水节水造林器(Groasis waterboxx)与技术。用该技术苗木造林后,利用造林时储存(10~20 L)和降水收集的水,通过毛细纤维渗灌系统,给已播种的种子或造林幼苗根系直接供给 0.5~1 a 的水分,并随着苗木的逐渐长大,其

根系也深入地下,最终能够凭借自己的根系获得地下土壤中的水分,实现自然生长^[6]。该产品的特点是:(1)不需要水源,也不需要任何其他辅助设施;(2)毛细纤维渗管向苗木根部土壤直接供水;(3)改善苗木周围的微生境,防风防沙,提高表层土壤水分,调节温、湿度,避免苗木周围杂草生长,避免兔、鼠等动物啃咬,避免风蚀等;(4)确保苗木成活,可反复使用;(5)在各种困难立地条件下均能造林,适用于种子或幼苗造林,造林成本低,收益高;(6)不会因高温低温而受到损伤,使用寿命长,材料环保,可降解,柔韧性强等特点和优点^[1-3]。供试造林树种为梭梭(*Haloxylon ammodendron*)、花棒(*Hedysarum scoparium*)、沙木蓼(*Atraphaxis frutescens*)、沙冬青(*Ammopiptanthus mongolicus*)、怪柳(*Tamarix chinensis*)和沙拐枣(*Calligonum arborescens*)等 1 年生优质沙生种苗。

2.2 试验方法

流动沙丘和半固定沙丘是试验区内最典型立地类型。因引进技术资料介绍,Waterboxx 有一定的防风蚀、水蚀、保温和保水的功能。因此,我们选择相距 200 m 左右的 2 个坡向、高度、周边地形地貌基本一致的流动和半固定沙丘做为试验区,进行了试验观测。具体选梭梭、花棒等 6 种沙生植物,在流动沙丘和半固定沙丘迎风面的顶部、中部和底部,按 1 行 Waterboxx 造林器 1 行对照进行造林,造林密度 2 m × 2 m。每个造林树种定植 6 行,将 6 种沙生苗木按

相同排列顺序进行造林。并分别选 15 个造林器和对照,进行定株观测。风蚀于 2015 年 5 月 6 日和 5 月 8 日,2 次大风后第 2 d 采用 5 m 钢卷尺直接观测,观测部位是 Waterboxx 造林器的迎风面、左右两侧和背风面 4 个方向,风蚀沟距造林器 0 cm。风蚀沟测定前,6 日最大风力 16.9 m/s,出现在早晨 8:10,超过 10 级大风 3 次,近 7 h;风蚀测定完后,将造林器扶正,并填埋了风蚀沟。8 日最大风力 17.1 m/s,出现在下午 4:50,超过 10 级大风 2 次,近 5 h。2 次大风主风向均为西北风。温度观测分别于 7 月 21 日和 11 月 19 日进行,高温在 13:30—15:30 观测,低温在早晨 8:30—9:30 观测;观测使用荷兰 AquaPro 公司提供的“Menconet”数字温度计,测定范围 0~150 °C;观测内容:盒外气温、盒外地表温度、盒内水温、苗木定植孔内地温。土壤含水率用烘干称重法测定,测定土层:0—10 cm,10—20 cm,20—40 cm。苗木成活率用直观统计法,9 月进行。将测定的数据在 Excel 软件环境下处理,并进行分析和绘图。

3 结果与分析

3.1 Groasis Waterboxx 流动沙丘和半固定沙丘造林风蚀情况

流动沙丘和半固定沙丘是沙区最典型的困难立地类型。用梭梭、花棒、沙木蓼、沙冬青、怪柳和沙拐枣等 6 种典型沙丘造林树种,在流动沙丘和半固定沙丘造林,经几次大风吹蚀后,结果详见表 1。

表 1 Groasis Waterboxx 流动和半固定沙丘造林风蚀结果

cm

部位	类别	迎风面		右侧面		左侧面		背风面风蚀尾		
		风蚀沟宽	风蚀沟深	风蚀沟宽	风蚀沟深	风蚀沟宽	风蚀沟深	风蚀尾宽	风蚀尾高	风蚀尾长
顶部	流动沙丘	27.25±2.81	26.95±2.01	18.58±1.30	21.01±1.46	22.59±2.65	21.89±0.97	46.71±2.46	10.15±1.10	147.85±10.64
	半固定沙丘	10.32±1.39	5.11±0.97	6.34±1.22	3.53±0.91	7.74±1.35	3.93±1.06	23.55±5.64	-0.29±0.32	35.58±8.55
中部	流动沙丘	22.94±3.59	26.57±2.55	20.04±2.92	22.36±1.47	23.08±2.91	18.56±2.33	45.59±4.26	9.26±2.38	126.08±9.01
	半固定沙丘	13.05±0.97	8.74±1.37	8.83±1.35	6.22±1.41	11.85±1.25	5.33±0.76	24.97±4.23	0.74±1.42	39.58±6.99
底部	流动沙丘	18.65±4.92	14.43±1.14	14.27±3.13	13.02±1.20	11.17±2.11	8.34±2.44	47.23±1.28	-1.48±1.77	116.58±6.15
	半固定沙丘	10.08±1.82	7.78±2.39	7.05±1.07	8.88±2.26	3.75±1.87	2.63±1.36	16.25±5.89	-2.93±0.73	38.81±6.32

从表 1 可以看出,Groasis Waterboxx 在沙丘上造林,流动沙丘上风蚀程度显著重于半固定沙丘,而且沙丘不同部位风蚀程度也不一样。从顶部看,流动沙丘 Groasis Waterboxx 迎风面上风蚀沟宽和深,分别是半固定沙丘风蚀沟的 2.64 和 5.27 倍,风蚀程度显著重于半固定沙丘;左右两侧风蚀沟宽分别是半固定沙丘的 2.93 和 2.92 倍,沟深分别是 5.95 和 5.57 倍,也显著大于半固定沙丘,左右两侧风蚀程度基本相同;流动沙丘上 Groasis Waterboxx 背风面形成凸

起的风蚀尾,半固定沙丘则形成凹形风蚀沟;且风蚀尾平均最大宽是风蚀沟的 1.98 倍,长度是风蚀沟的 4.16 倍。这主要是由于流动沙丘表面相对平滑,无植被覆盖,在强风和 Groasis Waterboxx 的圆形外表面的阻风作用下,前面及左右两侧形成强风流,造成前面和两侧的强风蚀,背面由于避风,在左右两侧风沙流的作用下形成涡旋区,将两侧风沙流的砂粒积聚起来形成风蚀尾。而半固定沙丘,由于表面有小灌木和草本植物,增加了沙丘表面的粗糙度,阻挡了强风的

风蚀作用,并形成扰流,从而显著减轻了 Groasis Waterboxx 前面及左右两侧的风蚀,同时将背面积沙吹走,显出弱风蚀沟。

从中部来看,流动沙丘 Groasis Waterboxx 迎风面风蚀沟宽和深,分别是半固定沙丘 1.76 和 3.04 倍,风蚀程度显著大于半固定沙丘;左右两侧风蚀沟宽分别是半固定沙丘的 2.27 和 1.95 倍,沟深分别是 5.95 和 5.57 倍,风蚀程度也显著大于半固定沙丘,但左侧风蚀程度略重于右侧;背风面流动沙丘和半固定沙丘均形成了风蚀尾,且平均最大宽流动沙丘是半固定沙丘的 1.98 倍,平均最大高是 12.5 倍,风蚀尾长是 4.16 倍;但半固定沙丘形成的风蚀尾不明显,风蚀程度显著低于流动沙丘。中部情况与顶部略有不同,就是左边的风蚀重于右边,这主要于流动沙丘左边的地形地貌有密切关系,因为试验区左前方 20—30 m 处有一沙丘,高度与中部相近,在强风的作用下,形成侧向风沙流,相对加重了试验区左侧的风蚀。

从底部来看,Groasis Waterboxx 迎风面上,流动沙丘风蚀沟宽和深,分别是半固定沙丘的 1.86 和 1.85 倍,风蚀程度也明显大于半固定沙丘,但明显轻于顶部和中部;左右两侧风蚀沟宽分别是半固定沙丘的 2.02 和 2.98 倍,沟深分别是 1.47 和 3.17 倍,风蚀程度明显大于半固定沙丘,且右侧风蚀程度重于左侧;背风面均形成风蚀沟,平均最大沟宽是半固定沙丘 2.91 倍,风蚀深度仅有半固定沙丘 1/2,长度则是半固定沙丘 3.0 倍。底部的风蚀结果同顶部和中部的又略有不同,这跟试验区前面的下垫面关系密切。试验区前面是一片高低不平的半固定沙地,天然分布一些沙拐枣、沙芦苇,还有些零星的梭梭,因此,在前方下垫面和植被作用下,地表强风被减弱或抬升,并形成扰流,使得流动沙丘底部风蚀程度比中部和顶部小,且在 Groasis Waterboxx 背面形成风蚀沟。另外,底部左侧地形整体高于右侧,造成风沙流右侧相对较强,所以,右侧风蚀略大于左侧。

从总体风蚀程度来看,Groasis Waterboxx 沙丘造林风蚀情况:流动沙丘 > 半固定沙丘,顶部 > 中部 > 底部。

3.2 流动沙丘和半固定沙丘温度效果

温度是保证苗木造林成活率的重要因素。Groasis Waterboxx 在流动沙丘和半固定沙丘上造林后,在 7 月高温和 11 月低温条件下,分别进行了观测,结果如图 1—2 所示。

从图 1 可以看出,7 月高温季节,Groasis Waterboxx 流动沙丘和半固定沙丘造林,各项温度指标均为:流动沙丘 > 半固定沙丘,但差异不明显。对流动

沙丘来说,气温达到 38.8 ℃ 时,沙丘表面地温达到了 48.72 ℃,Groasis Waterboxx 内部水温只有 18.8 ℃,但定植孔内地温只有 23.92 ℃,显著低于沙丘表面地温,降低了 2.04 倍,此时非常适合植物生长。而半固定沙丘上表现的规律同流动沙丘一样,但 Groasis Waterboxx 内水温比流动沙丘更低一些,沙丘表面气温和定植孔内地温也比流动沙丘的低一点,更适合植物生长。这说明 Groasis Waterboxx 无论在流动沙丘,还是半固定沙丘造林,夏季高温季节有显著降低定植苗木生长地温、保护苗木免受强光灼伤的效果。从图 2 所示,11 月气温降低时,Groasis Waterboxx 流动沙丘和半固定沙丘造林,各项温度指标均为:流动沙丘 < 半固定沙丘,差异也不明显。当流动沙丘表面气温降到 4.62 ℃ 时,沙丘表面地温为 5.46 ℃,Groasis Waterboxx 内水温为 6.76 ℃,定植孔内地温为 7.48 ℃,明显高于沙丘表面地温,这有利于苗木生长,有明显的保温效果。半固定沙丘和流动沙丘各项温度指标表现规律一致,盒内水温(7.18 ℃)和定植孔地温(8.4 ℃)均比外部气温(5.2 ℃)和地温(6.16 ℃)更高,保温效果更大。这说明在气温降低时,Groasis Waterboxx 有明显保温效果,可以防止低温对苗木的冻害。

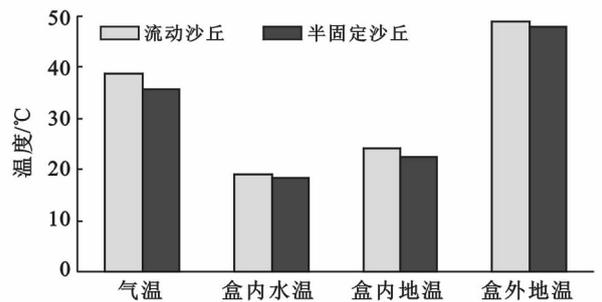


图 1 Groasis Waterboxx 沙丘造林高温效果

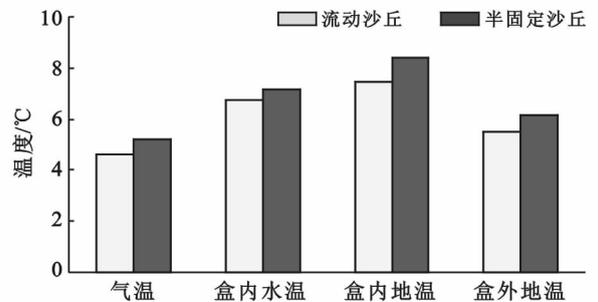


图 2 Groasis Waterboxx 沙丘造林低温效应

3.3 流动和半固定沙丘水分效果

土壤水分是保证造林苗木成活的关键因素。用 Groasis Waterboxx 在流动和半固定沙丘造林,各层

土壤含水率结果如图 3 所示。由图 3 所示,用 Groasis Waterboxx 在流动沙丘上造林,3 种试验树种在 0—10 cm,10—20 cm,20—40 cm 各层,土壤的绝对含水率均明显高于对照;特别是 10—40 cm 层内,其含水率显著高于对照。在半固定沙丘上,3 种参试树种各层土壤含水率均显著高于对照;特别是 0—20 cm 土层内,其含水率更是显著高于对照。这说明用 Groasis Waterboxx 沙丘造林,不论流动沙丘,还是半固定沙丘,都有明显保持土壤水分的效果,特别是半固定沙丘造林,其保水效果更好。从图 3 还可以看出,半固定沙丘造林各层土壤含水率,不论同一造林树种还是对照,都普遍高于流动沙丘;尤其是 0—10 cm 土壤层内的水分,显著高于流动沙丘。这表明在流动沙丘上,由于地表的流动性,加之表面无植被覆盖和固定,地温高,蒸腾作用强烈,表层水分散失速度快,并在蒸腾拉力的作用下,使 10—40 cm 层的土壤水分也有部分散失;因此,流动沙丘各层水分质量分数低于固定沙丘,保水效果相对半固定沙丘也较差。

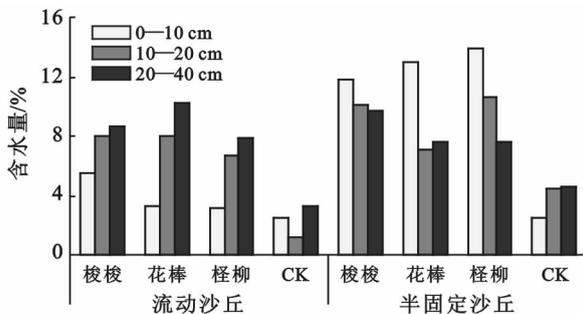


图 3 Groasis Waterboxx 造林流动和半固定沙丘各土层含水量

3.4 流动和半固定沙丘造林成活效果

造林成活率是衡量造林成败的主要指标。2015 年 5 月,用 Groasis Waterboxx 在流动沙丘和半固定沙丘上造林后,9 月统计成活率,结果如图 4—5 所示。由图 4 可以看出,半固定沙丘上用 Groasis Waterboxx 造林,6 种参试树种成活率均明显大于对照;其中,沙冬青和柽柳造林成活率较对照分别提高了 86.6% 和 56.6%,用 LSR 法比较,达到了 $\alpha=0.01$ 的显著水平;其余苗木成活率较对照提高 30% 以上,都达到了 $\alpha=0.05$ 的显著水平;从图 5 可以看出,流动沙丘上造林,也显著提高了各种苗木的成活率,较对照提高均超过 30%,均达到了 $\alpha=0.05$ 的显著水平。这说明 Groasis Waterboxx 在沙丘造林,可以提高苗木造林成活率 30% 以上,特别是一些日常在沙丘上造林成活率不高的苗木,如沙冬青、柽柳等成活率可以提高 50% 以上,造林效果良好。

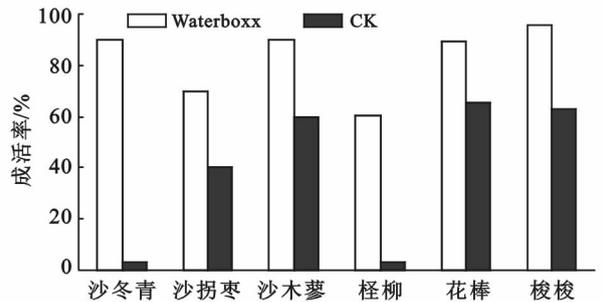


图 4 Waterboxx 半固定沙丘造林苗木成活率

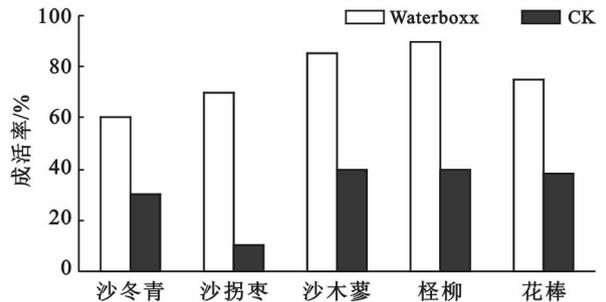


图 5 Waterboxx 流动沙丘造林苗木成活率

4 讨论与结论

(1) 用 Groasis Waterboxx 在沙丘上造林,半固定沙丘风蚀情况小,流动沙丘风蚀情况大;尤其风季, Groasis Waterboxx 在流动沙丘造林后,不论沙丘顶部、中部还是底部,风蚀程度都是半固定沙丘的 1~6 倍,四周风蚀程度比较严重。众所周知,干旱沙区造林,沙丘是最典型的困难立地条件。固定沙丘没有或流动性极小,而流动和半固定沙丘都具有流动性。相关研究认为:由于沙丘移动,生长在流动和半流动沙丘上的植物会受到 2 种影响:一是迎风面剧烈风蚀;二是背风面肆意沙埋。风蚀会使植物遭受各种机械损伤,如割裂叶片、扭断根茎等,还会破坏植物营养器官,造林水分亏缺,破坏新陈代谢,使植物衰败死亡。而沙埋和风蚀正好相反,能促进沙生植物生长^[16]。在流动沙丘上用 Groasis Waterboxx 造林,由于植被稀少或没有植被,虽然增加了沙丘表面对风的阻力,但 Groasis Waterboxx 的圆形外表,加上没有通透性,在风力的强烈作用下,使得迎风面和两侧风蚀严重,风蚀情况大;而在半固定沙丘上,有较多的植被可以阻挡风沙,大大降低了风蚀作用;因此, Groasis Waterboxx 造林后风蚀情况就减小。

(2) 使用 Groasis Waterboxx 在沙丘上造林,高温季节可以有效降低苗木根际土壤温度,提高 Groasis Waterboxx 内供给植物吸收的水分温度,提高水分下渗率,保护苗木正常生长发育,免受高温灼伤。

而低温季节, Groasis Waterboxx 可以有效保持盒内植物根际土壤温度, 防止苗木遭受冻害。研究表明, 温度因子的变化对植物的生长发育有极其重要的作用, 各种植物的生长、发育都要求在一定的温度范围内进行。在此温度范围的两端是最低和最高温度。低于最低温度或高于最高温度都会引起植物体死亡。最低与最高温度之间有一最适温度, 在最适温度范围内植物生长得最好。地球上各地带的植物需要的最适温度的范围是不同的。热带植物生活最适温度范围多在 30~35 °C; 温带植物多在 25~30 °C, 而寒带植物的最适温度一般稍高于 0 °C^[17]。本试验区属温带大陆性干旱气候区, 使用 Groasis Waterboxx 在沙丘上造林, 在高温季节使苗木生长地温保持在 23.92 °C 左右, 低温季节能保持在 0 °C 以上, 有效控制了苗木根际土壤的温度变化, 保证苗木正常生长发育, 避免高温和低温对苗木的损伤, 提高了造林质量和苗木成活率。

(3) 使用 Groasis Waterboxx 沙丘上造林, 保水效果好, 可以使 0—40 cm 土层内水分含量保持相对稳定。相关研究认为: 沙丘质地疏松, 易下渗, 同时蒸发强烈, 其水分垂直运动较快, 0—40 cm 是水分不稳定层, 该层与大气邻接, 最易受大气降水及蒸发的影响^[18]。使用 Groasis Waterboxx 造林后, 一方面, Groasis Waterboxx 阻止了 0—40 cm 土层内水分与大气邻接, 减少了蒸发失水; 另一方面, Groasis Waterboxx 通过渗水焓, 不断向苗木根系土层供水, 保证了苗木根系水分的持续供应, 使得 0—40 cm 土层水分相对稳定, 能够很好地供给苗木生长需要。

(4) 使用 Groasis Waterboxx 在沙丘上造林, 不论是沙丘上有生长优势苗木, 还是生长相对困难的苗木, 其成活率都显著提高。Groasis Waterboxx 是根据植物根系对水分需求规律研制而成, 它能持续供给苗木根部适量的水分, 而且具有保温和防风蚀的效果; 因此, 可以显著提高沙丘造林成活率。

综上所述, Groasis Waterboxx 在半固定沙丘和流动沙丘造林, 半固定沙丘造林效果显著好于流动沙丘。如果在流动沙丘上造林, 最好避过春季和夏季, 选秋季较好。这样既能有效防止风蚀, 避过炎热干旱的夏季, 又能很好地保证造林成活率。

[参 考 文 献]

[1] Thinking Inside the Groasis waterboxx Solves Deforestation, Water Depletion, Food Shortage [EB/OL]. (2010-

02-02) [2010-06-04]. <http://en.prnasia.com/story/32943-0.shtml>.

- [2] Groasis Waterboxx 理念帮助解决森林采伐、水源枯竭和粮食短缺问题 [EB/OL]. (2010-01-03) [2010-06-24]. http://www.southmoney.com/caijing/mtzx/caijing_112349.html.
- [3] 张芝萍, 刘世增, 满多清, 等. 荷兰 Groasis 保水节水造林技术在民勤荒漠区的初步应用 [J]. 水土保持通报, 2015, 35(5):1-4.
- [4] Witkin J. Developing a 'Water Battery' for trees [J]. New York Times, 2010-04-09.
- [5] Mark J. Best of What's New 2010: Our 100 Innovations of the Year [EB/OL]. Popular Science, (2010-01-03) [2016-02-023]. <http://www.popsci.com/announcements/article/2010-11/best-whats-new-2010-our-100-innovations-year?cmpid=enews111810>.
- [6] AquaPro. Holland Groasis Waterboxx [EB/OL]. Popular Science. (2010-06-03) [2016-05-023]. <http://www.popsci.com/announcements/article/2010-11/best-whats-new-2010-our-100-innovations-year?cmpid=enews111810>.
- [7] 时永杰, 常根柱. 我国北方沙漠化概况、沙丘地貌与气候特征 [J]. 中兽医医药杂志, 2013(S1):93-96.
- [8] 金铭. 地球荒漠化威胁人类生存 [J]. 生态经济, 2012(9):12-17.
- [9] 铁生年, 姜雄, 汪长安. 沙漠化防治化学固沙材料研究进展 [J]. 科技导报, 2013, 31(5):106-111.
- [10] 柯茂盛. 关于甘肃河西走廊北部风沙源区草业生态工程的研究 [J]. 经济研究参考, 2008(9):22-23.
- [11] 贾芳, 魏奋子. 河西走廊地区水资源危机及可持续发展研究 [J]. 中国水利, 2011(15):21-23.
- [12] 廖空太, 满多清, 张锦春, 等. 河西绿洲防护林发展现状及发展趋势探讨 [J]. 西北林学院学报, 2006, 21(5):17-21.
- [13] 姚从容. 人口城市化与全球气候变暖: 基于气候变化与人口变动的研究述评 [J]. 现代经济探讨, 2010(3):88-92.
- [14] 胡明贵, 张晓琴. 民勤沙区防风固沙林造林密度及混交方式研究 [J]. 甘肃林业科技, 2000, 25(4):31-33.
- [15] 赵哈林, 赵学勇, 张铜会, 等. 北方农牧交错带的地理界定及其生态问题 [J]. 地球科学进展, 2002, 17(5):739-747.
- [16] 李滨生. 21 世纪荒漠开发对策及有关技术 [M]. 北京: 中国林业科技出版社, 2011.
- [17] 杨世杰. 植物生物学 [M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [18] 占玉芳, 蔺国菊. 河西中部沙漠治理中应用生物垫对沙丘水分的影响 [J]. 林业科技, 2007, 32(1):13-16.