

八种抗旱材料组合对干旱矿区油松抗旱性的影响

涂永成^{1,2}, 裴宗平^{1,2}, 周江³, 余莉琳^{1,2}, 孔静^{1,2}

(1. 江苏省资源环境信息工程重点实验室, 江苏 徐州 221116; 2. 中国矿业大学 环境与测绘学院, 江苏 徐州 221116;
3. 贵阳市生态环境科学研究院, 贵州 贵阳 550007)

摘 要:以 50~80 cm 高油松幼苗为试材, 选择保水剂、植物生长调节剂(GGR)、菌根剂、有机肥等抗旱材料, 组成了保水剂(1#)、保水剂+有机肥(2#)、保水剂+GGR(3#)、保水剂+GGR+有机肥(4#)、保水剂+菌根(5#)、保水剂+菌根+有机肥(6#)、保水剂+GGR+菌根(7#)、保水剂+GGR+菌根+有机肥(8#)等 8 种抗旱材料组合, 以空白处理为对照(CK), 在山西大同某煤矿石山上进行现场栽植试验, 研究测定了抗旱材料组合对土壤含水量、油松叶片相对含水量、叶片水分饱和亏、叶绿素含量、相对电导率、油松存活率和保存率以及油松株高生长量等指标的影响。结果表明:与 CK 相比, 各材料组合均能使油松的保存率、株高生长量得到明显的提高;在控水条件下, 土壤含水量、叶片相对含水量以及叶绿素含量均有明显的上升, 叶片水分饱和亏、叶片相对电导率分别比 CK 有不同程度的降低, 都显示了一定的抗旱效果;其中, 保水剂+GGR+菌根+有机肥(8#)抗旱组合的抗旱效果最好, 保水剂+有机肥(2#)组合次之。

关键词:干旱矿区;油松;抗旱材料组合;抗旱效果

中图分类号:Q 945.78;S 791.254 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)09-0063-04

我国是一个矿产资源丰富的国家, 种类齐全、储藏量巨大, 矿产资源的开发利用在有力保障了我国经济快

第一作者简介:涂永成(1987-), 男, 河南信阳人, 硕士研究生, 研究方向为矿山生态修复。E-mail: tuyongcheng1107@163.com

责任作者:裴宗平(1963-), 男, 江苏丰县人, 博士, 教授, 硕士生导师, 现主要从事矿区生态修复与环境规划及地下水污染治理等的教学与科研工作。E-mail: peizp689@163.com

基金项目:山西省“十二五”重大专项资助项目(20121101008)。

收稿日期:2014-01-16

松表层土, 以促进莴苣根系发育, 旺盛生长期也要及时除草, 并摘去底部病叶和残叶, 防止发生病虫害。

4.2 肥水管理

定植缓苗后 1 周, 要浇一次缓苗水, 同时施入薄肥, 每 667 m² 施入腐熟的有机肥料 1 000~1 500 kg, 或者复合肥 10~20 kg, 控水蹲苗后至植株旺盛生长期, 结合浇水再施一次薄肥, 注意此时期要控制氮肥。早春地温低, 湿度不宜太大, 切忌土壤忽干忽湿, 浇水要均匀, 不可太勤, 临近采收的 1 周前, 控制浇水或者不浇水^[4]。

5 病虫害综合防治

叶用莴苣叶簇大且密集, 高温高湿的条件下易发生霜霉病、软腐病、菌核病、病毒病、顶烧病等, 黑龙江地区早春保护地栽培最易发生的病害是霜霉病和软腐病。对于这些病害预防比治疗更为重要, 首先实行轮作, 种植前要清洁地块和种子药剂拌种消毒, 药剂可选用 65% 代森锌可湿性粉剂或者 75% 百菌清可湿性粉剂, 以减少菌源; 其次, 加强苗期的田间管理, 给幼苗一个通风透

速发展的同时, 随着采矿量的不断增加, 也相应带来了严峻的生态环境和地质环境问题, 越来越引起大家的重视^[1-2]。其中, 干旱矿区废弃矿山的植被修复, 是矿山生态环境建设中亟需解决的问题。而水分亏缺是限制干旱和半干旱矿区植物生长最主要的非生物因素之一^[3], 因此, 研究高效实用的抗旱技术是西部干旱矿区植被修复的关键。现选择大同当地有较好抗旱性能的植物油松为供试树种, 并利用 8 种不同的抗旱材料组合进行油松栽种试验。在后期对油松进行控水处理的同时, 定期

光、温湿度适宜的环境, 以提高幼苗的抗病能力; 最后, 如果发病, 可用 50% 多菌灵 500 倍液, 或者 72% 农用链霉素 3 000 倍液进行喷洒, 每隔 7~10 d 喷洒 1 次, 连续喷 3 次即可控制住病害。

虫害主要有潜叶蝇、白粉虱、蚜虫等, 因叶用莴苣主要食叶, 其品质的好坏也主要取决于叶片的品质, 所以种植的时候要以预防为主, 一旦虫害大面积爆发将会有不可挽回的损失。防治的方法可以在苗床上空用黄板来诱杀, 可用 10% 吡虫啉可湿性粉剂 1 000~2 000 倍液消灭蚜虫, 用 20% 杀灭菊酯乳剂 2 000 倍液消灭潜叶蝇和白粉虱^[5]。

参考文献

- [1] 陆晓蕾. 绿叶菜类蔬菜制种技术[M]. 北京: 金盾出版社, 2005.
- [2] 刘保才. 蔬菜高产栽培技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 1998.
- [3] 吴国兴. 绿叶菜类蔬菜保护地栽培[M]. 北京: 金盾出版社, 2001.
- [4] 柳李旺. 美国加州地区生菜生产与关键技术[J]. 北方园艺, 2004(5): 20-22.
- [5] 邓文财. 紫叶莴苣高产栽培技术[J]. 福建农业科技, 2009(5): 22-23.

采样测定土壤含水量、叶片相对含水量、叶片水分饱和亏、叶绿素含量、相对电导率、油松存活率和保存率以及油松株高生长量等指标,研究各抗旱材料组合的抗旱效果,以期干旱矿区植被修复的抗旱性研究和抗旱材料的选择提供技术支持和相应的理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以大同当地常见的矿山绿化造林植物油松幼苗作为供试植物,株高为 50~80 cm,并附带土球。抗旱材料选择 GGR 6 号绿色植物生长调节剂、PT 菌根剂、聚丙烯酰胺-聚丙烯酸胺保水剂以及有机复合肥。试验场地选在大同矿区一块废弃的矸石山上,表面已经覆土 3 a,覆土厚度 80 cm,场地面积约 10 000 m² (100 m×100 m),平均坡度为 20°左右,共栽植油松 500 株。

1.2 试验方法

油松栽植试验于 2012 年 5 月至 2013 年 5 月在大同矿区某矸石山试验场地进行。设 1# (抗旱材料组成保水剂)、2# (保水剂+有机肥)、3# (保水剂+GGR)、4# (保水剂+GGR+有机肥)、5# (保水剂+菌根)、6# (保水剂+菌根+有机肥)、7# (保水剂+GGR+菌根)、8# (保水剂+GGR+菌根+有机肥) 8 种抗旱材料组合,以空白处理为对照(CK),抗旱材料置于油松根部。种植的初期对油松幼苗进行正常的浇水、维护,从 2012 年 8 月开始适当控水,直至完全断水,并在 2012 年 7~10 月份对植物进行定期的观察、采样和相关指标测定,于翌年春进行油松存活率的统计。

1.3 项目测定

土壤含水量和叶片的相对含水量的测定采用烘干法, $RWC = [(原始鲜重 - 干重) / (饱和鲜重 - 干重)] \times 100\%$;叶片相对水分饱和亏 $RWD = 1 - RWC^{[4]}$;叶绿素含量采用 80% 丙酮浸提比色法测定^[5];叶片相对电导率测定利用 TFW-VI 型土壤养分·温湿度综合测试仪^[6];苗木的成活率和保存率采用统计的方法;株高生长量测定采用直尺测其植株高度,取其平均值的方法。

1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 2007 和 DPS 2000 数据处理系统进行处理分析,Origin 作图。

2 结果与分析

2.1 不同抗旱材料组合对土壤含水量的影响

土壤含水量是影响干旱半干旱矿区植被修复效果的重要因素。从图 1 可以看出,各抗旱材料组合下,土壤的相对含水量均明显高于 CK,说明各抗旱材料组合都能很好地提高土壤的含水量。在 7 月正常浇水条件下,土壤含水量与后期的控水条件下的含水量相比,明显较高;8 月适当控水后,土壤含水量下降趋势变缓,各处理间的差异性不明显;完全停水后,土壤含水量呈显著下降趋势,尤其是 CK,从 8 月 17 日至 9 月 24 日,土壤含水量下降幅度达到了 25.90%,而采用一定的抗旱技

术后,土壤含水量下降幅度仅为 15.33%~20.38%,说明干旱条件下抗旱材料的使用能够增加土壤持水量,为植物正常生长创造适宜条件;从 9 月 24 日至 10 月 14 日,土壤含水量下降幅度变小,这可能与土壤持水量偏低、植物生长代谢放缓有关。综上,保水剂+GGR+菌根+有机肥(8#)组合的土壤含水量下降幅度最小,抗旱效果最好,其次是保水剂+GGR+有机肥(4#)。

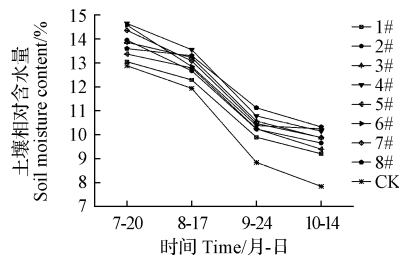


图1 不同抗旱材料组合对土壤相对含水量的影响

Fig. 1 Effect of different drought-resistant materials combination on soil moisture content

2.2 不同抗旱材料组合对油松叶片相对含水量的影响

叶片含水量与植物代谢活动密切相关,研究认为,抗旱性强的植物大多具有较高的相对含水量,从而维持自身的正常生长。从图 2 可以看出,7 月份正常浇水条件下,叶片相对含水量较高,各处理间差异较小;从 8 月份开始适当控水之后,不同抗旱材料组合下油松叶片的相对含水量开始出现增大或减小的趋势,并且各处理间差异变大,其中,保水剂+菌根+有机肥(6#)的变化趋势最大。断水后,叶片相对含水量呈显著下降趋势,各处理间差异明显,其中,保水剂+绿色植物生长调节剂+菌根(7#)下降趋势最显著;但是,从 9 月 24 日至 10 月 14 日,叶片相对含水量又有所回升,这可能与温度、空气湿度等气候因素以及植物的自身调节作用有关。综上,控水之后叶片相对含水量最高的是 2#,说明保水剂+有机肥(2#)能使叶片在干旱条件下仍然能保持较高水分,其次是保水剂+GGR+菌根+有机肥(8#)。

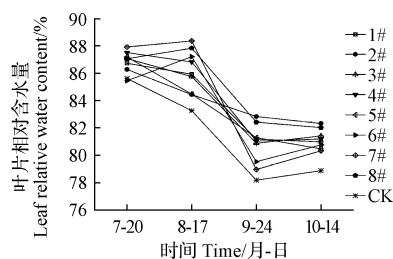


图2 不同抗旱材料组合对油松叶片相对含水量的影响

Fig. 2 Effect of different drought-resistant materials combination on leaf relative water content of *Pinus tabulaeformis*

2.3 不同抗旱材料组合对油松叶片水分饱和亏的影响

水分饱和亏反映了植物在逆境条件下的水分缺失程度,其值越大,说明受逆境影响越大。采用一定的抗旱材料组合,能在一定程度上缓解油松叶片水分饱和

亏,尤其是在断水以后。从图3可以看出,7月份土壤含水量较高时,叶片水分饱和亏较小,各处理间差异也较小;8月份适当控水之后,叶片水分饱和亏出现增大或减小的趋势,各处理间的差异也变大;到了9月份,随着土壤含水量的显著下降,叶片水分饱和亏也呈显著增加,说明油松幼苗受逆境影响逐渐加重,各处理间差异显著,其中以CK的水分饱和亏最大,保水剂+有机肥(2#)和保水剂+GGR+菌根+有机肥(8#)最小;10月份水分亏变化趋势减小,可能与气候因素及植物自身调节作用有关。

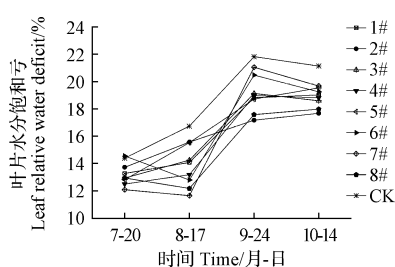


图3 不同抗旱材料组合对油松叶片水分饱和亏的影响

Fig. 3 Effect of different drought-resistant materials combination on relative water deficit of *Pinus tabulaeformis*

2.4 不同抗旱材料组合对油松叶片叶绿素含量的影响

叶绿素是植物的光合色素,直接参与光合作用中光能的吸收、传递、分配、转化等,是研究植物抗逆性的重要指标之一。从图4可以看出,7月份正常浇水之后,油松的叶绿素含量比较高,各个组合基本呈现增加的趋势,8月中旬达到最大,含量为3.51~3.87 mg/g,各抗旱组合与CK相比有低有高;8月份开始适当控水后,叶绿素含量显著下降,在9~10月,叶绿素含量仍然呈缓慢下降趋势,主要原因可能与温度、辐射强度以及季节变化有关。各抗旱组合处理下叶绿素含量均高于CK,增幅为1.27%~9.51%,说明所采用的抗旱材料能够提高油松光合作用。

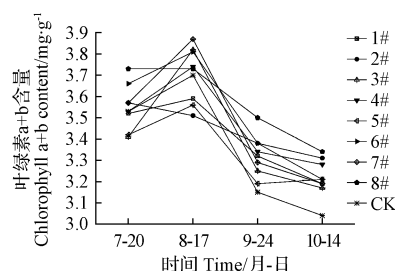


图4 不同抗旱材料组合对油松叶片叶绿素含量的影响

Fig. 4 Effect of different drought-resistant materials combination on chlorophyll content of *Pinus tabulaeformis*

2.5 不同抗旱材料组合对油松叶片相对电导率的影响

叶片相对电导率在逆境条件下的变化情况可反映植物细胞质膜受伤害的程度。从图5可以看出,7~8月份油松叶片相对电导率有微弱的下降趋势,说明叶片细

胞质膜受伤害程度较轻,CK处于中间水平,说明抗旱材料还未产生作用或产生的作用较小;断水1个月后,叶片相对电导率显著增加,高达30.40%~36.81%,说明细胞质膜受伤害程度加重,尤其是CK受伤害程度最严重,说明抗旱材料开始发挥作用。而9月份后,叶片的相对电导率基本趋于稳定,只有微弱的增长,主要原因可能和植物自身的机理变化及季节性气候以及温度的变化有关,当然也和抗旱材料的作用有一定的相关性。

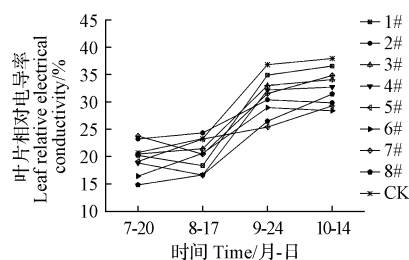


图5 不同抗旱材料组合对油松叶片相对电导率的影响

Fig. 5 Effect of different drought-resistant materials combination on leaf relative electrical conductivity of *Pinus tabulaeformis*

2.6 不同抗旱材料组合对油松成活率及保存率的影响

植物成活率及保存率是反映植被修复效果的重要指标之一。由图6可知,油松成活率为95.9%~98.0%,从大到小依次为7#>8#>1#>2#>3#>4#>5#、CK>6#,各处理间差异不显著;油松保存率为90.8%~96.5%,从大到小依次为7#>3#>5#>8#>1#>2#>4#>6#>CK,各处理间差异也不显著。表明各抗旱材料对油松的成活率及保存率影响不显著,但保存率均高于CK。

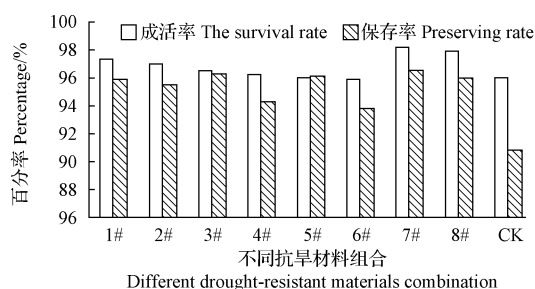


图6 不同抗旱材料组合对油松成活率及保存率的影响

Fig. 6 Effect of different drought-resistant materials combination on survival rate and preserving rate of *Pinus tabulaeformis*

2.7 不同抗旱材料组合对油松株高生长量的影响

株高生长量是植物生长状况的真实反映。从图7可以看出,经过4个月的时间,油松平均株高较种植时生长了4.59~6.00 cm。与CK相比,采用不同的抗旱技术均能提高油松的株高生长量,增幅在0.65~1.41 cm之间,为CK株高生长量的14.16%~30.72%。其中,1#、2#、3#、4#、5#、6#、7#、8#抗旱技术下油松株高生长量依次为5.38、5.49、5.52、5.24、5.24、5.31、5.75、6.00 cm,分别比CK高出17.21%、19.60%、20.26%、

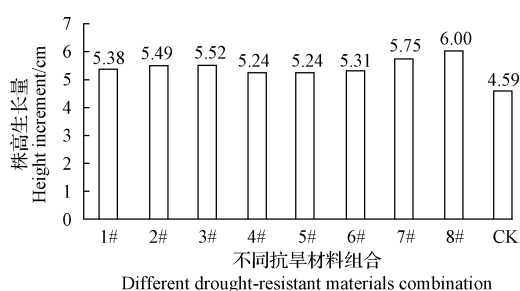


图7 不同抗旱材料组合对油松株高生长量的影响

Fig. 7 Effect of different drought-resistant technologies on height increment of *Pinus tabulaeformis*

14.16%、14.16%、15.69%、25.49%、30.72%，即8种抗旱材料对促进植物株高生长量的效果从大到小依次为8#>7#>3#>2#>1#>6#>4#、5#。说明各种材料组合中保水剂+GGR+菌根+有机肥(8#)的效果最好，其次是保水剂+GGR+菌根(7#)。

3 结论与讨论

干旱能够较大程度的影响植物的生长，测定其某些形态、生理指标，就能很好地反映植物对逆境的抗性^[7]。不同抗旱材料对植物的抗旱性所起作用各不相同，单一抗旱材料的抗旱效果往往具有单一性，通过不同抗旱材料的组合能很好的克服这些单一效果，从而更好地改善干旱环境，提高植物的抗旱性能^[8]。该试验结果表明，

各抗旱组合均能增加土壤含水量，提高油松成活率，促进株高生长；通过测定正常浇水和控水条件下油松叶片水分生理特征，得出各抗旱组合均能在一定程度上提高叶片相对含水量和叶绿素含量、减少水分饱和亏、减轻细胞质膜受伤害程度。但是，各抗旱材料组合对不同指标的影响程度存在着一定的差异性。

综上所述，该试验所用抗旱材料组合能够很好地改善土壤的含水量，并能够增强干旱矿区植物的抗旱机能，8种抗旱材料组合所起作用各不相同，为干旱矿区植被修复研究的抗旱技术选择提供了可靠的理论依据。

参考文献

- [1] 李娟,龙健. 矿区土地修复与生态农业可持续发展对策[J]. 农业现代化研究, 2004, 25(2): 90-93.
- [2] 李敬勇. 矿区土壤重金属污染及生态修复[J]. 中国矿业, 2006, 15(12): 66-69.
- [3] 杜建雄,师尚礼,刘金荣,等. 干旱胁迫和复水对草地早熟禾3个品种生理特性的影响[J]. 草地学报, 2010, 18(1): 73-77.
- [4] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 15-16, 210-211, 228-231.
- [5] 李合生,孙群,赵世杰,等. 植物生理生化实验原理与技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 134-137.
- [6] 余莉琳,裴宗平,常晓华,等. 干旱胁迫及复水对4种矿区生态修复草本植物生理特性的影响[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(7): 362-364.
- [7] 薛彦斌,秦华,张科. 3种藤本地被植物抗旱性比较[J]. 中国农学通报, 2012(9): 239-243.
- [8] 杨雪莲,朱友娟. 植物干旱胁迫研究进展[J]. 农业工程, 2012, 12(11): 51-54.

Effect of Eight Kinds of Drought-resistant Materials Combination on Drought Resistance of *Pinus tabulaeformis* in Dry Mining Area

TU Yong-cheng^{1,2}, PEI Zong-ping^{1,2}, ZHOU Jiang³, YU Li-lin^{1,2}, KONG Jing^{1,2}

(1. Jiangsu Key Laboratory of Resources and Environmental Information Engineering, Xuzhou, Jiangsu 221116; 2. School of Environmental and Spatial Informatics, China University of Mining and Technology, Xuzhou, Jiangsu 221116; 3. Guiyang Institute of Ecological Environmental Science, Guiyang, Guizhou 550007)

Abstract: Taking 50~80 cm height of *Pinus tabulaeformis* seedling as material, water retention agent (1#), water retention agent+organic fertilizer(2#), water retention agent+GGR (3#), water retention agent+organic fertilizer+GGR (4#), water retention agent+mycorrhizal (5#), water retention agent+organic fertilizer+mycorrhizal (6#), water retention agent+GGR+mycorrhizal (7#), water retention agent+organic fertilizer+GGR+mycorrhizal (8#), formed by water retention agent, plant growth regulator GGR, mycorrhizal agent and organic materials were selected to the field planting experiment in coal gangue mountain of Shanxi Datong, the effect of 8 kinds of different drought-resistant technologies combination on soil moisture content, leaf relative water content, leaf water saturation deficit, chlorophyll content, relative electrical conductivity, the survival rate of *Pinus tabulaeformis* and the plant height increment regularly were determined and studied. The results showed that compared with CK, the combinations could make the survival and plant height growth of *Pinus tabulaeformis* obviously improved; under the condition of water controled, soil moisture content, leaf relative water content and chlorophyll content had been obviously improved and leaf water saturation deficit and leaf relative electrical conductivity also reduced in different degree. To some extent, they all showed the effect of drought resistance. Among them, water retention agent+organic fertilizer+GGR+mycorrhizal (8#) had the best effect of drought resistance, water retention agent+organic fertilizer (2#) combination was the second.

Key words: dry mining area; *Pinus tabulaeformis*; drought-resistant materials combination; drought-resistant effects