

## 侧柏、油松幼苗水分胁迫试验

李新平<sup>1\*</sup>, 贺艳萍<sup>2</sup>, 武秀娟<sup>1</sup>, 任庆福<sup>1</sup>

(1. 山西省林业科学研究院, 山西 太原 030012; 2. 山西省晋城市园林局, 山西 晋城 048000)

**摘要:**在太行山石灰岩中山区,以侧柏、油松2年生苗为研究对象,选择地膜、石块等材料覆盖,进行水分胁迫试验,每天3次用TDR测定土壤含水量,记录苗木严重萎蔫时的时间。结果表明:地膜覆盖盆植侧柏苗各层土壤温度均高于对照,而在生态垫覆盖下均低于对照;两种覆盖处理均能明显增加侧柏苗的土壤体积含水量,且延长侧柏苗存活天数10d以上;覆盖处理盆植油松苗各层土壤温度与对照间均无显著差异;地膜和生态垫覆盖下油松苗的土壤体积含水量显著高于对照,石块覆盖下的土壤体积含水量与对照间无显著差异;地膜、生态垫、石块覆盖的油松幼树存活天数明显长于对照,以地膜覆盖延长的时间最多;侧柏苗和油松苗的致死土壤体积含水量分别为6.7%和7.8%。

**关键词:**侧柏;油松;覆盖;水分胁迫;存活时间

**中图分类号:**S791.38,S791.254

**文献标识码:**A

### Water Stress Experiments of *Platycladus orientalis* and *Pinus tabulaeformis* Young Trees

LI Xin-ping<sup>1</sup>, HE Yan-ping<sup>2</sup>, WU Xiu-juan<sup>1</sup>, REN Qing-fu<sup>1</sup>

(1. Shanxi Academy of Forestry, Taiyuan 030012, Shanxi, China;

2. Jincheng Bureau of Parks and Woods of Shanxi Province, Jincheng 048000, Shanxi, China)

**Abstract:** By taking two-year-old *Platycladus orientalis* and *Pinus tabulaeformis* mulched by plastic film, stone, etc. as the research objects, the water stress experiments were conducted in calcareous rock area in middle Taihang Mountain. The soil water content was measured three times a day by using time domain reflectometry (TDR), and the wilting time was recorded. The results are as follows: the mulching treatments could decrease soil water consumption, increase soil water-holding time of effective water, prolong the survival time of sapling under water stressed condition; the least soil water content for sapling survive were 6.70% and 7.80% for *Platycladus orientalis* and *Pinus tabulaeformis*, respectively, and forest planting could not be carried out when soil water content was lower.

**Key words:** *Platycladus orientalis*; *Pinus tabulaeformis*; mulching; water stress; survival time

石灰岩山地是太行山山地生态环境破坏最严重、恢复难度最大的山地<sup>[1]</sup>,干旱贫瘠是该地的主要特征。在干旱、半干旱地区,由于气候、地理和社会因素的综合影响,植被稀少、风速较大、蒸散强烈、土壤水分损失加快,旱情严重<sup>[2]</sup>,水分亏缺成为林业发展的主要限制因子。在这种环境中造林,首先要解

决水分问题,这种环境中1/2~1/4的水分消耗是由土壤表面蒸发掉的,因此实施蓄水保墒措施极为重要<sup>[3]</sup>。覆盖能有效而经济地保水、改良土壤、促进植物生长,故在国内外农作物生产、经济林等领域受到广泛应用<sup>[4-11]</sup>,不同覆盖材料对土壤水分影响的差异也受到了广大学者的关注<sup>[12-13]</sup>。关于太行

收稿日期:2010-03-04

基金项目:国家林业科技支撑计划“华北土石山区植被恢复与重建技术试验示范(2006BAD03A11)”

作者简介:李新平(1958—),男,山西太原人,研究员,主要从事林业生态工程研究。E-mail:tylixinping@126.com

\*通讯作者。

山区覆盖材料蓄水保墒效果的研究,多以独立的某种覆盖方式为研究对象<sup>[14-15]</sup>,对不同覆盖材料蓄水保墒效果的比较还鲜有报道。本研究以盆植的侧柏(*Platycladus orientalis* (L.) Franco)和油松(*Pinus tabulaeformis* Carr.)苗为对象,通过对其覆盖地膜、生态垫、石块来研究各覆盖方式对土壤水温和苗木存活时间的影响,以期为太行山区造林覆盖方式的选择提供理论帮助。

## 1 试验区概况

试验地设在山西省平顺县刘家村(国家科技支撑项目太行山试验基地),位于36°12'25"~36°14'34" N,113°21'37"~113°25'47" E,属石灰岩中山区,构成山体的岩石为古生界奥陶纪石灰岩,部分山地的上部分布有新生界第3系红黏土和新生界第4系红黄土。试验地位于阳坡下部的坪台上,海拔1 240 m,土类为褐土。

年平均气温8.5℃,绝对最高气温37.0℃,绝对最低气温-19.3℃,无霜期169 d。全年日照时数为2 401.3 h,5、6月的日照时数最多,属北方长日照地区,光能资源较为丰富。年蒸发量1 281.8 mm,年降水量641.2 mm,降水季节分配不均匀。春季降水量少,蒸发量大,气温回升快,3—5月份气温相差12.8℃,蒸发量为降水量的4.5倍。春季常十年九旱。

## 2 研究方法

### 2.1 试验设计

侧柏试验共设3个处理:生态垫覆盖、地膜覆盖以及对照,每个处理9次重复(9个花盆,每盆1株),在2008年3月25日用2年生侧柏裸根苗植苗,苗木成活后,于4月21日充分浇水,开始试验;油松试验共设4个处理:生态垫覆盖、地膜覆盖、石块(粒径3~5 cm,厚度5 cm,覆盖面积30 cm×30 cm)覆盖以及对照,每个处理9次重复(9个花盆,每盆1株),在2008年5月2日用2年生油松裸根苗植苗,苗木成活后,于6月1日充分浇水,开始试验。2种苗充分灌水后进行不同的覆盖,放在塑料棚(仅顶部覆盖,四周敞开,棚高1.5 m)下不再进行浇水和雨水供给,使其干旱直至死亡。

花盆口径45 cm,底径和高度均为30 cm。装盆土壤为当地的耕作土,属石灰岩质山地褐土,pH值为7.90,有机质含量49.5 g·kg<sup>-1</sup>,质地为重壤,土壤密度2.64 g·cm<sup>-3</sup>,毛管孔隙度51.44%,非毛管

孔隙度2.71%,总孔隙度54.15%。

### 2.2 试验观测

气温观测:每天8:00、14:00、20:00进行观测,测点高度30 cm,使用常规气温表观测。

地温观测:每个处理各设2个观测点,插入5、10、15 cm的曲管地温表,每天8:00、14:00、20:00进行观测,直至幼苗死亡。

水分观测:4月21日至7月10日,每天8:00、14:00、20:00用TDR水分速测仪测定10 cm处的土壤体积含水量。

死亡时间观测:当整株苗的叶片80%~90%枯黄时记录时间即为其死亡时间。

侧柏于4月21日开始观测,油松于6月1日开始观测。

### 2.3 数据分析

用SPSS16.0对获取的数据进行统计分析。

## 3 结果与分析

### 3.1 水分胁迫对侧柏幼苗存活时间的影响

3.1.1 不同覆盖条件下土壤温度的变化 自4月21日开始,共观测到温度数据765个,先将每天不同时段的数据求平均,再按10 d取均值作图(图1)。

图1中,地膜、生态垫、对照处理的不同深度的土壤温度都呈现出明显的季节性变化。从4月21日开始温度逐渐上升,到6月20日上升到最高,与空气温度(图2)的上升趋势一致。相对于图2中空气温度的变化,土壤表层温度的变化比其它深度土壤的变化敏感,尤其以地膜较为强烈,如在5月1日,空气温度为18.1℃,而地膜、生态垫及对照的表层土壤温度分别为:18.5、15.6、16.9℃,其它土层的温度则小于表层温度,这是由于土壤温度随着土壤深度的增加而逐渐降低,受气温的影响逐渐减小。

在整个观察期,地膜覆盖的不同深度土壤温度均比对照的高,而生态垫覆盖下的土壤温度均比对照的低(图1),这是由于地膜的增温作用,而对于生态垫来说,它阻挡了太阳辐射,降低了土壤温度。在整个观察期,地膜、生态垫及对照处理的0~5 cm深度土壤的平均温度分别为20.5、18.3、20.1℃;5~10 cm深度土壤的平均温度分别为19.7、17.7、18.7℃;10~15 cm深度土壤的平均温度分别为18.9、17.6、18.7℃。随土壤深度的增加,覆盖处理对土壤深层温度的影响效果不明显。侧柏盆植苗3种覆盖处理不同深度土壤温度的差异不显著(表1)。

表1 3种处理不同深度土壤温度的方差分析结果

变异来源	自由度	0~5 cm				5~10 cm				10~15 cm			
		平方和	均方	F值	p值	平方和	均方	F值	p值	平方和	均方	F值	p值
组间	2	18.421 0	9.210 5	0.369 4	0.696 2	13.435 8	6.717 9	0.285 8	0.754 6	10.154 6	4.253 6	0.189 2	0.823 5
组内	18	448.797 1	24.933 1			422.966 6	23.498 1			402.253 6	22.478 5		
总和	20	467.218 2				436.402 4				412.408 2			

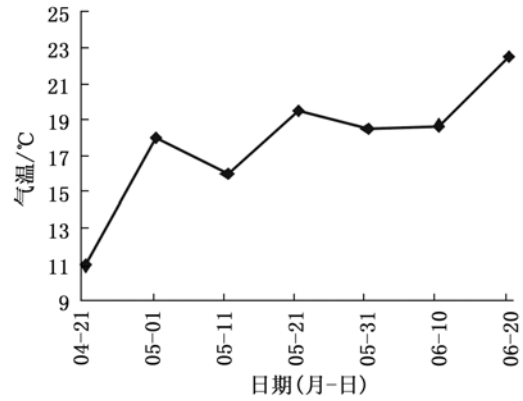
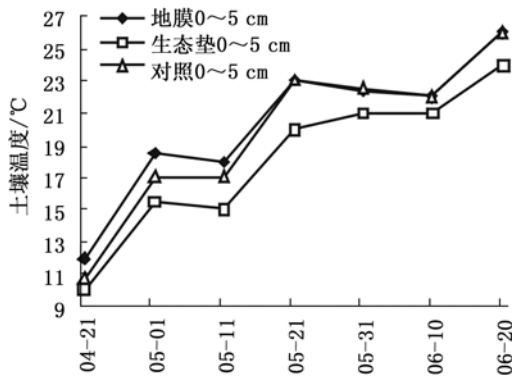


图2 盆植侧柏苗塑料棚内气温的日变化

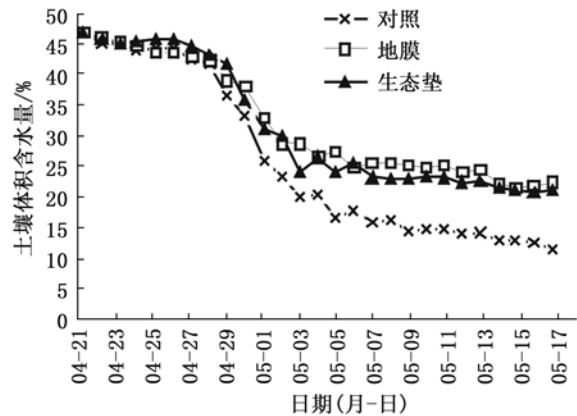
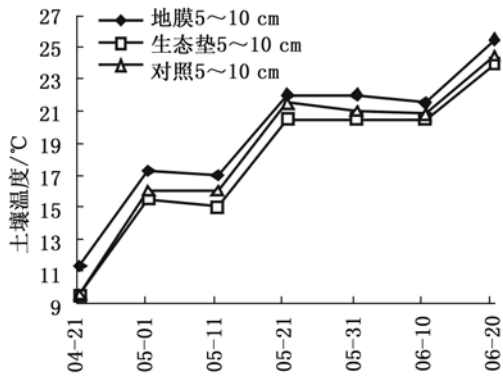


图3 不同覆盖条件下土壤体积含水量的变化

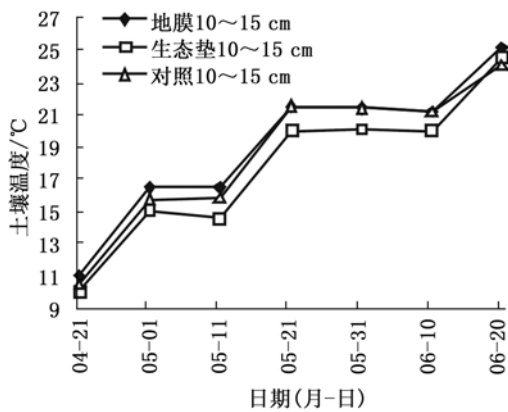


图1 不同覆盖处理对不同深度土壤温度的影响

3.1.2 不同覆盖处理对土壤体积含水量的影响

从图3看出:地膜、生态垫、对照3种覆盖处理的初始(4月21日)土壤体积含水量分别为:46.98%、46.90%、46.86%,从4月28日开始,3种处理的土壤体积含水量开始明显下降;到5月7日,地膜与生

态垫覆盖下的土壤体积含水量分别下降到25.68%、23.21%,而对照的土壤体积含水量则下降至15.87%;5月7日以后,3种处理的土壤体积含水量下降缓慢,地膜与生态垫覆盖的土壤体积含水量分别维持在23.70%、22.12%的水平,而对照则在13.81%;5月17日,地膜、生态垫、对照3种处理的土壤体积含水量分别达到22.31%、21.19%、11.41%。

5月17日后,由于土壤变干变硬,用TDR水分速测仪进行水分测量十分困难,数据偏差很大,用常规方法取土又因盆植受到限制。为此,在苗木死亡后,及时对3种处理的土壤体积含水量用常规方法<sup>[16]</sup>进行测量。地膜、生态垫、对照3种处理的土壤平均含水量分别为6.70%、6.04%、6.72%。可见,6.70%左右可视为太行山石灰岩干旱山区侧柏

苗存活的致死土壤体积含水量,如没有水分补给,就不能植苗造林。

盆植侧柏苗3种处理的土壤体积含水量有显著差异(表2),多重比较(LSD)结果显示:地膜与生态垫覆盖的土壤体积含水量(23.70%、22.12%)显著高于对照(13.81%)( $p < 0.05$ ),但二者间的差异不显著( $p > 0.05$ )。

表2 盆植侧柏地膜、生态垫处理与对照间土壤体积分水量的方差分析结果 2008-05-07—05-17

变异来源	平方和	自由度	均方	F值	p值
组间	5 541.675 6	2	2 770.837 8	720.712 0	$4.512 7 \times 10^{-4}$
组内	1 130.307 7	294	3.844 6		
总和	6 671.983 3	296			

3.1.3 不同覆盖处理对侧柏苗存活的影响 从表3可看出:自4月21日开始试验,对照处理的苗木进入6月后开始死亡,6月下旬集中死亡;生态垫覆盖处理的苗集中在6月底7月初死亡,地膜覆盖处理的苗集中在7月上旬死亡。可见,覆盖处理比对照的存活时间都长,尤以地膜覆盖为好。对照处理9个重复中,只有一个的存活达74 d,略好于覆盖处理中存活天数短的1株盆植苗(多6 d),其他重复与覆盖处理中的存活天数差距甚大;地膜覆盖处理中,侧柏苗存活天数可达80 d;与对照处理中存活天数最短的相比,其差距达33 d;另外,地膜和生态垫覆盖处理9个重复的平均存活天数分别比对照增加14、10 d,增幅为22.58%、16.13%。

表3 水分胁迫试验中3种覆盖处理的盆植侧柏苗存活天数 d

覆盖处理	花盆序号								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
对照	61	74	62	57	65	66	63	47	59
生态垫	76	74	70	73	74	72	70	68	71
地膜	76	68	74	75	72	71	77	79	80

注:每盆1株。

综上所述,水分胁迫条件下不同覆盖处理对侧柏苗的存活有着明显的影响,覆盖可减少土壤水分消耗,延长了土壤持水时间,从而延长了侧柏苗的存活天数(10 d以上),这对太行山干土石山区植苗造林具有重要的生态学意义。

3种覆盖处理侧柏苗的存活天数差异显著(表4),LSD法多重比较结果( $\alpha = 0.05$ )显示:地膜和生态垫覆盖的侧柏苗存活天数显著高于对照

( $p < 0.05$ ),而地膜与生态垫覆盖的差异不显著( $p > 0.05$ )。

表4 地膜、生态垫与对照处理下盆植侧柏苗存活时间的方差分析结果

变异来源	平方和	自由度	均方	F值	p值
组间	976.888 9	2	488.444 4	18.496 5	$1.377 8 \times 10^{-5}$
组内	633.777 8	24	26.407 4		
总和	1 610.666 7	26			

## 3.2 水分胁迫对油松幼苗存活时间的影响

3.2.1 不同覆盖下土壤温度的变化 自6月1日开始共观测到油松不同深度土壤温度数据1 350个,观察期的均值见图4。

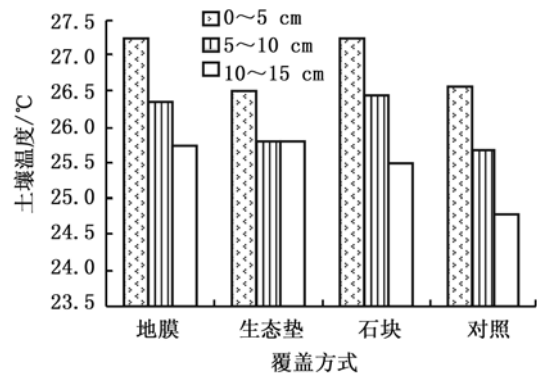


图4 不同覆盖条件下不同深度土壤的平均温度

将每天不同时段的数据求平均,再按5 d取均值进行方差分析,结果见表5。由表5可看出:石块、地膜、生态垫、对照4种处理不同土壤深度的温度差异均不显著。

3.2.2 不同覆盖下土壤水分的变化 将6月1日到7月1日这段时间TDR所测的各处理盆植的土壤含水量先按每天平均,再按5 d取均值得到图5。

图5中,对照、地膜、生态垫、石块4种处理的初始(6月1日)土壤体积含水量分别为:29.38%、35.03%、34.60%、32.43%,从6月6日,4种处理的土壤体积含水量开始明显下降,到6月21日,地膜、生态垫、石块覆盖下的土壤体积含水量分别下降到13.20%、10.40%、10.10%,而对照处理的土壤体积含水量则下降到3.33%。6月21日以后,4种处理的土壤体积含水量下降缓慢。7月1日,地膜、生态垫、石块覆盖下的土壤体积含水量分别维持在8.30%、7.70%、7.40%的水平,而对照处理仅为2.03%。

表 5 不同深度 4 种处理土壤温度的方差分析结果

变异来源	自由度	0~5 cm				5~10 cm				10~15 cm			
		平方和	均方	F 值	p 值	平方和	均方	F 值	p 值	平方和	均方	F 值	p 值
组间	3	4.330 1	1.443 4	0.153 3	0.927 0	2.474 6	0.824 9	0.090 5	0.965 0	2.449 2	0.816 4	0.087 2	0.967 0
组内	30	282.522 7	9.417 4			273.361 7	9.112 1			280.785 5	9.359 5		
总和	33	286.852 8				275.836 3				283.234 7			

苗木死亡后,对 4 种处理的土壤体积含水量及时进行常规测量的结果显示:地膜、生态垫、石块 3 种处理的土壤平均体积含水量分别为 8.30%、7.70%、7.40%。表明土壤体积含水量 7.80% 左右可视为太行山石灰岩干石山区油松苗存活的致死土壤体积含水量,如不能及时浇灌,不可进行植苗造林。

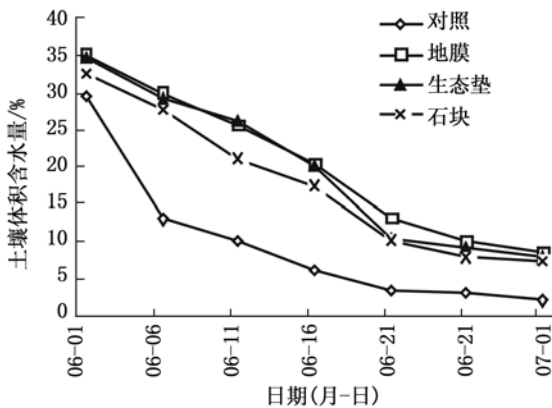


图 5 不同覆盖条件下土壤水分含量的变化

对 4 种处理 7 个时间段的土壤体积含水量进行了方差分析(表 6),结果表明:4 种处理的土壤体积含水量间存在显著差异,土壤体积含水量由高到低的顺序为地膜>生态垫>石块>对照。LSD 法多重比较结果表明:地膜和生态垫覆盖的土壤体积含水量显著高于对照( $p < 0.05$ ),但它们之间则差异不显著( $p > 0.05$ )。

表 6 地膜、生态垫、石块与对照处理下盆植油松苗土壤体积分含水量的方差分析结果

变异来源	自由度	自由度	均方	F 值	p 值
组间	723.538 8	3	241.179 6	3.230 8	0.040 0
组内	1 791.579 4	24	74.649 1		
总和	2 515.118 2	27			

3.2.3 不同覆盖条件对幼苗存活的影响 进入 7 月份后,对照的幼苗开始出现死亡,7 月中旬集中死亡;石块和生态垫覆盖处理的幼苗在 7 月下旬集中死亡;地膜覆盖处理的幼苗主要在 8 月上旬死亡。

表 7 表明:4 种覆盖处理油松苗的存活天数有显著差异,LSD 法多重比较( $\alpha = 0.05$  水平下)结果表明:地膜、生态垫、石块覆盖下的存活天数显著高于对照( $p < 0.05$ ),它们之间也有显著差异( $p < 0.05$ )。

试验显示:覆盖处理比对照的存活时间长,尤以地膜覆盖为好,地膜、生态垫、石块覆盖的幼苗存活天数分别比对照多 30、20、14 d。这说明覆盖能够减少土壤水分消耗,延长土壤持水时间,从而延长了幼树的存活时间,这对太行山干旱土石山区植苗造林具有重要的生态学意义。

表 7 石块、地膜、生态垫与对照处理下盆植油松苗存活时间的方差分析结果

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	p 值
组间	1 383.333 0	3	461.111 1	38.967 1	0.000 0
组内	378.665 6	32	11.833 3		
总和	1 761.998 6	35			

## 4 结论

(1)胁迫条件下覆盖处理,能减少土壤水分消耗,增加土壤有效水持水时间,从而使侧柏苗的存活天数较对照延长了,这对太行山干旱土石山区造林具有重要指导性。

(2)土壤体积含水量 6.70% 左右为太行山石灰岩干石山区侧柏苗存活的致死土壤含水量,7.80% 左右可视为太行山石灰岩干石山区油松苗存活的致死土壤含水量,表明在上述土壤含水量以下时不能进行植苗造林。

(3)生态垫、石块、地膜覆盖与对照的土壤体积含水量存在显著差异,覆盖处理可以有效减少蒸发,起到保墒作用,覆盖处理是旱季造林保证植苗存活的重要措施。

(4)地膜、石块覆盖对 0~5、5~10、10~15 cm 深度土壤均有增温作用;生态垫覆盖的土壤温度比对照低;随着土层深度的增加,覆盖对土壤温度的影响变小。

## 参考文献:

- [1] 张国林. 石灰岩区小流域治理开发模式[A]. 世界银行中国科学院中华人民共和国水利部. 中国水土保持探索与实践—小流域可持续发展研讨会论文集[C]. 北京:中国水利水电出版社, 2005:340-342
- [2] 王斌瑞,罗彩霞,王克勤. 国内外土壤蓄水保墒技术研究动态[J]. 北京林业大学学报,1997,19(增刊1):74-80
- [3] 李根柱,庄周,韩海荣. 蓄水保墒抗寒造林技术的研究进展[J]. 林业科技,2004,29(6):15-17
- [4] Sorochan J C, Rogers J N, III. The effect of mulch type for turfgrass establishment within a refined wood fiber mat over plastic[J]. Journal of Environmental Horticulture, 2001, 19(2):61-64
- [5] McIntyre B D, Speijer P R, Riha S J, et al. Effect of mulching on biomass, nutrients, and soil water in banana inoculated with nematodes[J]. Agronomy Journal, 2000, 92:1081-1085
- [6] 张玉兰,郑有飞. 西瓜砂田不同覆盖方式的增温保墒效应初探[J]. 中国农业气象,2006,27(4):323-325,329
- [7] 卜玉山,邵海林,王建程. 不同覆盖材料对玉米幼苗生长和土壤养分含量及分布的影响[J]. 水土保持学报,2002,16(3):40-42
- [8] 王 俊,李凤民,宋秋花,等. 地膜覆盖对土壤水温和春小麦产量形成的影响[J]. 应用生态学报,2003,14(2):205-210
- [9] 吴 佳,孙丙寅,王 敏. 地面覆盖对花椒林生理生态效应的影响[J]. 西北林学院学报,2005,20(4):27-30
- [10] 杨晓晖,王小平,秦永胜. 生态垫在京北石质山区盘山公路边坡绿化工程中应用效果评价[J]. 水土保持研究,2006,13(3):119-120,123
- [11] 郝亦荣,马履一,刘 平. 生态垫对油松生长及光合特性的影响[J]. 中国水土保持科学,2005,3(3):73-77
- [12] 苏宏斌,赵岷阳. 不同覆盖方式对造林地土壤水分影响的试验[J]. 防护林科技,2004(3):4,7
- [13] 侯连涛,焦念元,韩 宾,等. 不同覆盖方式对土壤水分分布的影响[J]. 灌溉排水学报,2007,26(1):47-50
- [14] 李林英,张福计. 油松穴面覆盖塑膜造林试验[J]. 山西林业科技,1994(1):14-16
- [15] 王 维. 太行山石灰岩中山区雨水资源高效利用研究[D]. 北京:北京林业大学,2009
- [16] 冉 飞,包苏科,石丽娜,等. 干旱胁迫和复水对锡金微孔草抗氧化酶系统的影响[J]. 草业学报,2008,17(5):156-160