

永定河河滨绿化带土壤保墒技术研究

王 硕¹, 王 湛², 张 亮¹, 刘永兵¹, 于小飞¹, 李 翔¹, 贾 斌¹

(1. 轻工业环境保护研究所, 北京 100089; 2. 中国水利水电科学研究院, 北京 100048)

摘 要: 为了进一步探明永定河河滨绿化带土壤生态修复的障碍因子——水分, 采用野外定位试验的方法, 对永定河河滨绿化带进行了覆盖保墒试验, 研究了不同石块覆盖度对土壤含水率和植物生长状况的影响, 结果表明: 石块覆盖度在 60%~80% 时, 土壤保墒效果最好; 波斯菊和紫茉莉石块覆盖度分别为 10% 和 60% 时, 各项生长指标最高; 采用灰色关联度对土壤、植物进行综合评价, 分析得出永定河河滨绿化带石块覆盖度为 60% 的紫茉莉评价结果优于石块覆盖度为 10% 的波斯菊。研究结果可为保墒技术的实际应用提供理论参考。

关键词: 永定河; 河滨绿化带; 保墒; 灰色关联度

中图分类号: S731

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2012)05-0105-05

Research for Preservation of Soil Moisture in Yongding Streamside Green Belt

WANG Shuo¹, WANG Zhan², ZHANG Liang¹, LIU Yong-bing¹, YU Xiao-fei¹, LI Xiang¹, JIA Bin¹

(1. Environmental Research Institute of Light Industry, Beijing 100089, China;

2. China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100048, China)

Abstract: In order to further explore the moisture content which is an obstacle factor in the streamside greenbelt of soil ecological rehabilitation along the Yongding River, using location test in the countryside, and based on the preservation of soil moisture experiment in Yong ding streamside green belt, the effects of different rock coverage on soil moisture content and plant growing situation were studied. The result demonstrated that when the rock coverage was 60%~80%, the soil moisture was the highest; the rock coverage of Calliopsis and Mirabilis jalapa was 10% and 60%, respectively, each growing index was the highest. Soil and plants were evaluated by using the method of grey relational grade. The analysis demonstrated that 60% of rock coverage in Mirabilis jalapa belt was better than 10% of rock coverage in Calliopsis belt along the streamside green belt of Yongding River. The research result can be set as a reference for the practice of soil moisture preservation.

Key words: Yongding River; Yongding streamside green belt; preservation of moisture, grey relational grade

干旱严重、河道断流、水分亏缺成为北方干旱缺水型河道河滨绿化带生态修复的主要限制性因子, 在这种环境中进行植被恢复的关键是要解决水分问题。这种环境中有 1/2~1/4 的水分消耗是由土壤表面蒸发引起的, 因此, 实施蓄水保墒措施极为重要。覆盖能有效地保蓄水分、调节温度、改善土壤理化性能、促进土壤微生物活动、消灭病虫害杂草、避免雨水径流冲刷等^[1-3], 故在国内外农作物生产、经济林等领域受到广泛应用, 不同覆盖材料对土壤水分的影响也受到了广大学者的关注^[4-7]。关于石块覆盖能提高植被成活率与恢复效果、促进林木生长的作用已有大量研究^[8-10], 但是在河滨绿化带开展不同石块覆盖的蓄水

保墒效果的相关研究少有报道。

本试验采用 ML2x 便携式土壤水分速测仪, 进行定期、定位监测, 以水分为核心, 以尽量减少河滨绿化带生态恢复的人工管护成本为目标, 从土壤蓄水保墒、植被绿化的角度出发, 利用河滨带的天然卵石, 开展石块覆盖的蓄水保墒试验研究, 寻找植物最佳生长状态下的系统理论模式, 旨在为北方干旱型缺水河道河滨绿化带生态恢复与管理提供技术支撑。

1 试验材料与方法

试验于 2011 年 6—10 月在永定河河滨绿化带进行。选取不同粒径 (1~5 cm) 的河滨带卵石混匀组

收稿日期: 2012-01-26

修回日期: 2012-03-28

资助项目: 2011 年北京市科学技术研究院萌芽计划项目 (2011-52); 北京市科委项目“永定河生态构建与修复技术研究及示范” (D09040903700802); 北京市博士后资助项目; 国家自然科学基金面上项目 (51174271)

作者简介: 王硕 (1983—), 女, 河北沧州人, 助理研究员, 硕士, 主要研究方向为土地修复、生态修复等。E-mail: shuoshuo4122@163.com

通信作者: 刘永兵 (1975—), 男, 山西保德人, 副研究员, 主要研究方向为土地修复、生态修复及水土保持等。E-mail: liuyongbin21@163.com

合,卵石就地取材,过筛后备用。结合永定河河滨带横断面生境特点,将河道横断面划分为 3 个区域,即主河槽、泛洪区、河漫滩。试验 A1、A2 分别种植波斯菊和紫茉莉。在每种种植模式上分别布设石块覆盖试验小区,石块覆盖梯度为:0、10%、20%、40%、

60%、80%。每块试验小区面积为 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 。具体试验布设见图 1。采用 ML2x 便携式土壤水分速测仪进行土壤水分的测定;用卷尺进行植物高度的测量;采用样方调查的方法计算盖度。采用 Excel 2007 和 SPSS 13.0 软件进行数据统计分析。

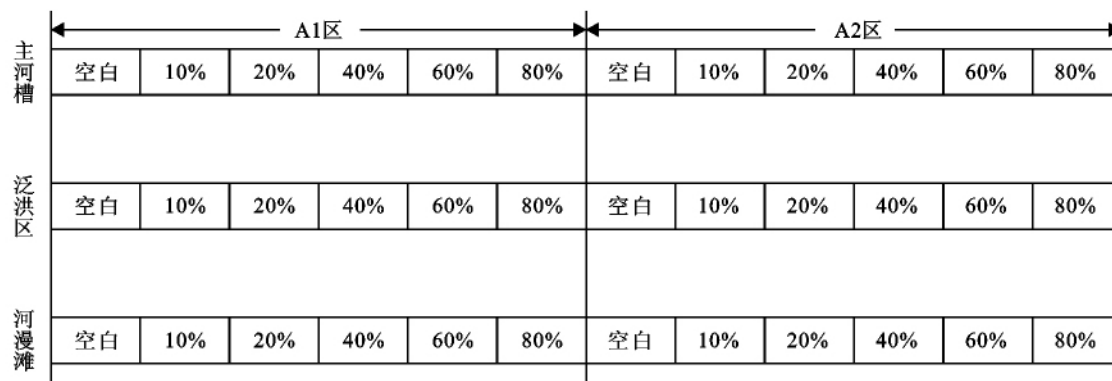


图 1 永定河河滨绿化带保墒试验布设平面图

2 结果与分析

2.1 不同生境土壤含水率变化特征

从永定河河滨绿化带主河槽不同石块覆盖度不同监测时间的土壤含水率变化(图 2)可知,在主河槽地区,各个时期均为 80% 石块覆盖度的土壤含水率最高。各个时期随着石块覆盖度的增加,土壤含水率

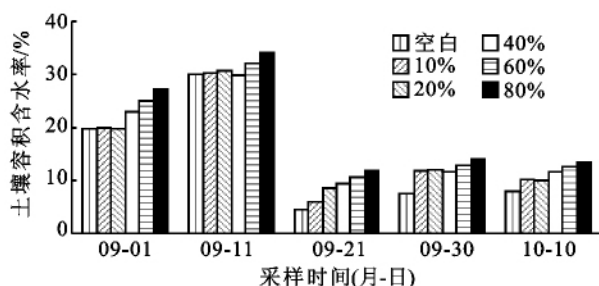


图 2 2011 年永定河河滨绿化带主河槽土壤含水率变化特征

永定河河滨绿化带泛洪区不同石块覆盖度不同时间的土壤含水率结果表明,在泛洪区,各个时期均为 60% 石块覆盖度的土壤含水率最高(图 3)。除 60% 石块覆盖度以外,各个时期随着石块覆盖度的增加,土壤

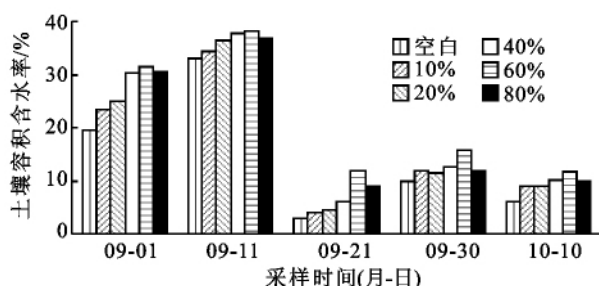
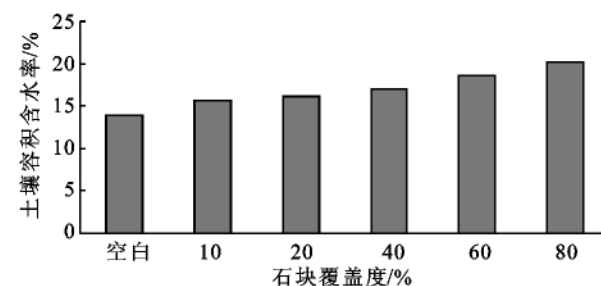


图 3 2011 年永定河河滨绿化带泛洪区土壤含水率变化特征

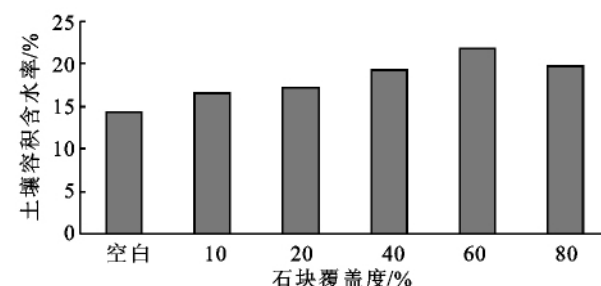
60% 石块覆盖度的土壤含水率最高的原因主要是因为泛洪区处于河流水泛滥的地区,虽然永定河常

整体呈上升趋势。

由主河槽不同石块覆盖度土壤含水率平均值的变化情况可以知,对照处理的土壤含水率最低,80% 覆盖度的土壤含水率最高,分别高出各处理 6.2%、4.6%、4.0%、3.1%、1.6%。试验期间石块不同覆盖度土壤平均含水率差异明显,就整体而言,石块覆盖度越大,水分的涵养效果越好。



含水率整体呈上升趋势。从泛洪区不同石块覆盖度土壤含水率平均值的变化情况可见,对照处理的土壤含水率最低,60% 覆盖度的土壤含水率最高,分别高出各处理 7.5%、5.2%、4.5%、2.5%、2.1%。



年断流,但有时大量的降雨可能会带来局部的水面上涨,80% 覆盖度的土壤入渗能力较弱。相对主河槽而

言,泛洪区地形平坦,太阳辐射强度小于主河槽(坡面),蒸发量小,土壤水分的保蓄能力强于主河槽。地面覆盖在60%左右时,可能恰为地面裸露部分与石块覆盖的适宜比例,此时,雨水的渗透、蒸发发挥着一定的作用。

监测结果表明,在河漫滩地区,各个时期均为60%石块覆盖度的土壤含水率最高。除60%石块覆

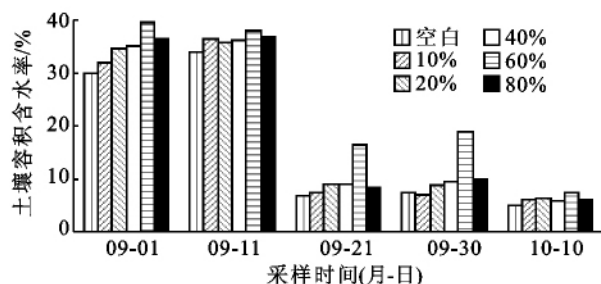
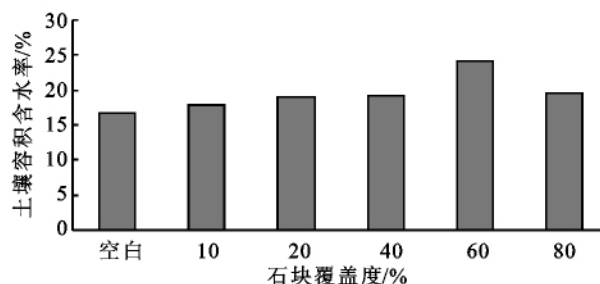


图4 2011年永定河河滨绿化带河漫滩土壤含水率变化特征

2.2 不同生境植物生长状况研究

由图5可见,波斯菊的整体发芽率较低,均低于45%,主河槽、泛洪区、河漫滩均为10%石块覆盖度的植物发芽率最高。大面积覆盖石块的波斯菊发芽率较低,主要原因是:现场调查发现,波斯菊的幼苗很弱,石块覆盖面积过大,抑制了波斯菊的发芽。紫茉莉的发芽率明显高于波斯菊,最高可达90%。主河槽、泛洪区、河漫滩均为60%石块覆盖度的紫茉莉发芽率最高,由于紫茉莉的根茎粗壮,石块面积覆盖对抑制发芽的影响较小,且在石块覆盖保墒的条件下促

进了紫茉莉的出苗。盖度以外,各个时期随着石块覆盖度的增加,土壤含水率整体呈上升趋势(图4)。从河漫滩不同石块覆盖度土壤含水率平均值的变化情况可见,对照处理的土壤含水率最低,60%覆盖度的土壤含水率最高,分别高出各处理7.4%、6.3%、5.2%、5.0%、4.6%。60%覆盖度的土壤含水率高的原因可能是地面裸露部分与石块覆盖的比例适宜。



进了紫茉莉的出苗。

从图6可知,主河槽、泛洪区、河漫滩石块覆盖率为10%时的波斯菊长势最好,高度可达20~45 cm。10月初河漫滩石块覆盖度为10%的波斯菊长势较快,分别高于主河槽、泛洪区25 cm和20 cm。主河槽、泛洪区、河漫滩石块覆盖率为60%时的紫茉莉长势最好。9月的两次采样结果显示,主河槽、泛洪区、河漫滩的紫茉莉长势相差不多,10月初河漫滩石块覆盖度为60%的紫茉莉平均生长高度分别高出主河槽、泛洪区5 cm和10 cm。

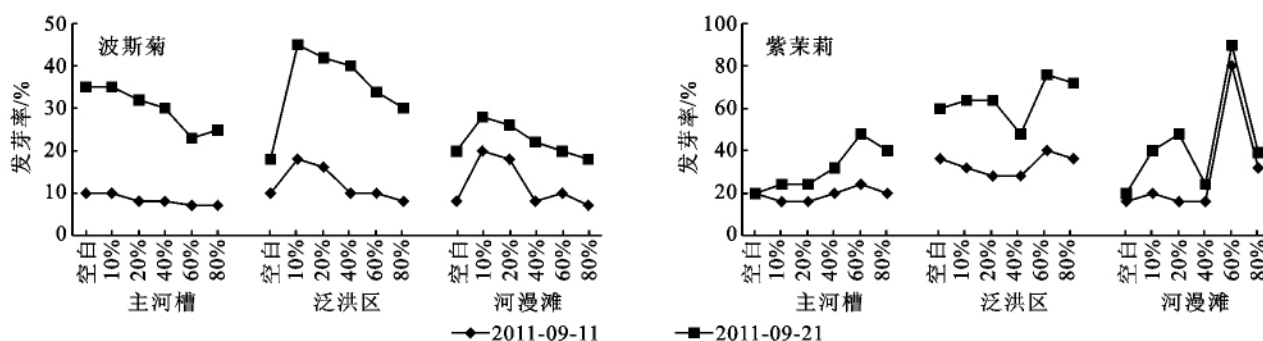


图5 永定河河滨绿化带不同生境类型波斯菊、紫茉莉发芽率变化趋势

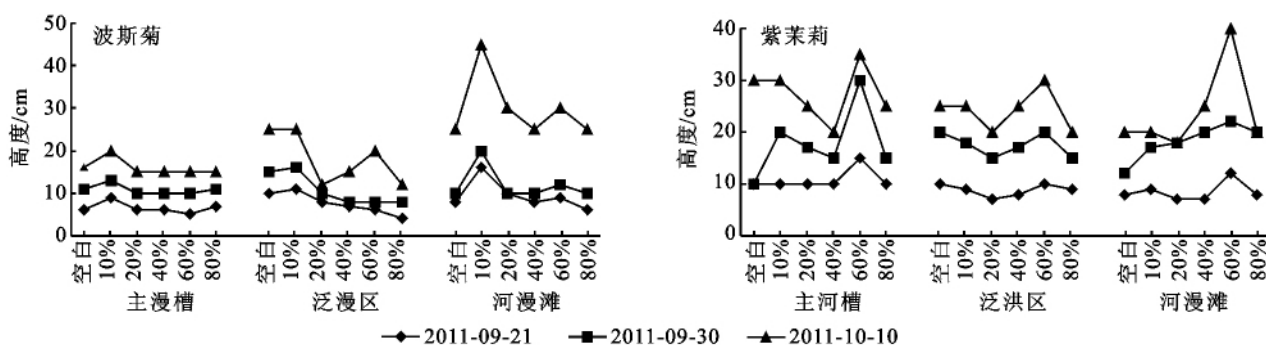


图6 永定河河滨绿化带不同生境类型波斯菊、紫茉莉高度变化

由图 7 可见,主河槽、泛洪区、河漫滩石块覆盖度为 10%时的波斯菊盖度最高,可达 90%。3 种不同生境的平均盖度相差不多;主河槽、泛洪区、河漫滩石块

覆盖率为 60%时的紫茉莉盖度最高。3 个不同生境的平均盖度分别为 69. 17%,70. 42%,59. 17%。整体来看,紫茉莉的盖度低于波斯菊,平均低出 7. 64%。

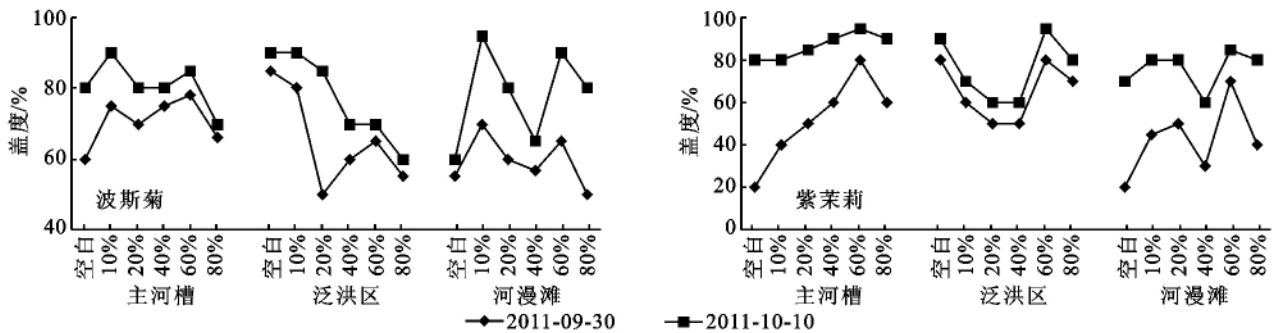


图 7 永定河河滨绿化带不同生境类型波斯菊、紫茉莉盖度变化

表 1 永定河河滨绿化带土壤含水率与植物生长状况灰色关联度分析

植物名称	生境类型	覆盖度/%	含水率	发芽率	高度	盖度	关联度
波斯菊	主河槽	0	0.33	0.37	0.37	0.53	0.40
		10	0.37	0.37	0.42	0.75	0.48
		20	0.39	0.36	0.36	0.60	0.42
		40	0.42	0.35	0.36	0.64	0.43
		60	0.48	0.34	0.36	0.73	0.45
		80	0.56	0.34	0.37	0.51	0.41
	泛洪区	0	0.34	0.34	0.48	0.88	0.52
		10	0.40	0.40	0.50	1.00	0.58
		20	0.43	0.39	0.36	0.82	0.48
		40	0.52	0.38	0.36	0.53	0.42
		60	0.69	0.37	0.38	0.53	0.44
		80	0.54	0.35	0.33	0.43	0.38
	河漫滩	0	0.41	0.34	0.43	0.41	0.40
		10	0.45	0.37	1.00	0.75	0.71
		20	0.50	0.37	0.48	0.53	0.46
		40	0.50	0.34	0.43	0.44	0.41
		60	0.69	0.37	0.38	0.53	0.44
		80	0.53	0.33	0.42	0.47	0.42
紫茉莉	主河槽	0	0.33	0.36	0.48	0.36	0.40
		10	0.37	0.36	0.58	0.43	0.46
		20	0.39	0.36	0.50	0.50	0.45
		40	0.42	0.38	0.44	0.60	0.46
		60	0.48	0.43	0.97	0.90	0.75
		80	0.56	0.40	0.48	0.60	0.49
	泛洪区	0	0.34	0.49	0.52	0.82	0.57
		10	0.40	0.49	0.50	0.47	0.48
		20	0.43	0.48	0.42	0.39	0.43
		40	0.52	0.44	0.48	0.39	0.45
		60	0.69	0.57	0.58	0.90	0.66
		80	0.54	0.54	0.44	0.60	0.51
	河漫滩	0	0.41	0.35	0.41	0.33	0.38
		10	0.45	0.40	0.45	0.45	0.43
		20	0.50	0.41	0.43	0.47	0.44
		40	0.50	0.36	0.50	0.33	0.42
		60	1.00	1.00	0.80	0.64	0.84
		80	0.53	0.42	0.46	0.43	0.45

2.3 灰色关联度分析

为了更好地说明适宜两种植物生长的不同石块覆盖的保墒效果,结合波斯菊、紫茉莉的生长状况指标,本文采用灰色关联分析法对土壤水分及波斯菊、紫茉莉的发芽率、高度、盖度等各项指标进行综合评价,求得各对应点的关联系数和关联度,以期得到更为优化的结论。灰色关联度分析不同于过去的判别分析、聚类分析,它能对同类或不同类的各指标的良好程度进行定量分析,具有简便、直观、有效的特点。

采用正规化变换对各评价指标数据进行标准化处理,标准化的数值在(0,1)之间。采用主成分分析法取得各指标的权重系数。

采用指标标准化方法对数据进行处理后,求出比较数列 x_i 与参考数列 x_0 各对应点的绝对差值,再找出2级最大差值和最小差值。计算公式为:

$$P_i(k) = \frac{\min \min |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max \max |x_0(k) - x_i(k)|}{\min \min |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max \max |x_0(k) - x_i(k)|}$$

式中: $P_i(k)$ —— x_i 对 x_0 在 k 时刻的关联系数; $\rho = 0.5$, 为分辨系数^[11]。

通过灰色关联度的计算方法,对永定河河滨绿化带不同生境类型、不同石块覆盖度土壤含水率、植物生长状况指标的灰色关联度进行分析,结果见表1。

关联度越大比较数列对参考数列的影响就越大。从表1中可以看出,主河槽区种植波斯菊的关联度系数最大为0.48,种植紫茉莉的关联度系数最大为0.75,主河槽区的最小关联度系数为无覆盖的对照区;泛洪区种植波斯菊的关联度系数最大为0.58,种植紫茉莉的关联度系数最大为0.66,泛洪区的最小关联度分别为覆盖度为80%波斯菊地区及覆盖度为20%紫茉莉地区;河漫滩区种植波斯菊的最大关联度系数为0.71,种植紫茉莉的最大关联度系数为0.84,河漫滩的最小关联度为无覆盖区。从总体上来看,考虑土壤水分及植物生长状况两个因素,永定河河滨绿化带种植紫茉莉的综合评价结果优于波斯菊,因此,在进行植物配置模式的过程中,应考虑加入适当比例的紫茉莉。另外,从关联度分析评价的结果来看,高覆盖区的关联度系数并不是最高,部分甚至低于无覆盖的对照区。因此,在实际生产生活中,不能盲目的实行大面积的保墒覆盖,应从植物、土壤的角度来综合评价保墒效果,打破长期以来高覆盖高效益的传统保墒观念,因地制宜、因时而异、灵活多变地掌握保墒覆盖技术,从而起到促进植物生长的良好效果。

3 结论

(1) 永定河河滨绿化带不同生境类型、不同石块覆盖保墒条件下,主河槽石块覆盖度为80%,泛洪区、河漫滩石块覆盖度为60%,土壤含水率最高,保墒效果最佳。

(2) 永定河河滨绿化带不同生境类型、不同石块覆盖保墒条件下,波斯菊发芽率、高度、盖度均为石块覆盖率10%,紫茉莉发芽率、高度、盖度均为石块覆盖率60%,植物各项生长指标最高,生长状况最好。

(3) 结合土壤含水率及波斯菊、紫茉莉的各项生长指标情况,采用灰色关联度进行综合评价,分析得出永定河河滨绿化带石块覆盖度为60%时,种植紫茉莉的评价结果最优,优于石块覆盖度10%的波斯菊。另外,在生产过程中,切忌盲目大面积保墒覆盖。

参考文献:

- [1] 王志强,刘宝元,王旭艳. 黄土丘陵半干旱区人工林基地土壤水分恢复研究[J]. 农业工程学报,2007,23(11):77-83.
- [2] 韦武思. 秸秆改良材料对沙质土壤结构和水分特征的影响[D]. 重庆:西南大学,2010.
- [3] 李巍,郝明德,王学春. 黄土高原沟壑区不同种植系统土壤水分消耗和恢复[J]. 农业工程学报,2010,26(3):99-105.
- [4] 牛涛,汪有科,吴普特. 不同保墒措施对枣园土壤温、湿度及枣树生长特征的影响[J]. 灌溉排水学报,2008(1):35-38.
- [5] 姚健,王丁,张显松. 不同地表覆盖方式对土壤水分、温度及幼苗生长的影响[J]. 南京林业大学学报,2009,33(5):7-11.
- [6] 侯连涛,焦念元,韩宾. 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.
- [7] 余冬丽,邵明安,俞双恩. 黄土区农草混合利用坡面土壤水分空间变异性[J]. 农业机械学报,2010,41(7):57-63.
- [8] 毛红玲,李军,贾志宽. 旱作麦田保护性耕作蓄水保墒和增产增收效应[J]. 农业工程学报,2010,26(8):44-50.
- [9] 南娟,汪有科,李小彬. 不同保墒措施对陕北山地枣园土壤温湿度及生长的影响[J]. 干旱地区农业研究,2011,29(2):83-89.
- [10] 郭晓霞,刘景辉,张星杰. 免耕对土壤物理性质及作物产量的影响[J]. 干旱地区农业研究,2010,28(5):38-42.
- [11] 杨奇勇,杨劲松,姚荣江. 基于GIS和改进灰色关联模型的土壤肥力评价[J]. 农业工程学报,2010,26(4):100-105.