

播种密度配比对草灌混播群落生长的影响

李敏倩¹, 李绍才^{1,3}, 孙海龙^{2,3}

(1. 四川大学 生命科学学院, 四川 成都 610064 2. 水力学与山区河流保护国家重点实验室, 四川 成都 610065

3. 四川省励自生态技术有限公司, 四川 成都 610031)

摘要: 针对公路边坡植被恢复过程中, 灌木植物在草灌混播模式中生长困难的问题 选出紫穗槐、白刺花、马棘木蓝、多花木蓝与高羊茅进行不同密度的草灌混播配置模式研究。结果表明: 适当密度的草本植物可增加灌木出苗率; 草本植物与木本植物的长势在一定范围内成负相关。从目前的时间尺度上看, M1、C2 处理的效果较好, M3、C3 处理的效果较差。不同播种密度配比的灌木生长情况及建植效果排序如下: M1C2>M2C2>M2C1>M1C3>M3C1>其它。

关键词: 公路边坡; 草灌混播; 播种密度; 种子萌发; 幼苗生长

中图分类号: S 688 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)02-0107-04

公路建设往往会使当地原有的生态系统遭到破坏^[1], 利用植被进行边坡防护既可使坡面长期得到保护又符合自然规律, 不仅维持了生态系统的生物多样性还促进了生态系统的恢复和健康^[2]。

目前我国的护坡技术已经从单纯草种护坡逐渐发展到灌草混播护坡, 但是在边坡植被恢复工程实践中草灌混播的生长模式往往不易实现^[4]。这是因为灌木在生长中, 尤其在建植初期阶段常常受到草本植物强烈的资源利用性竞争, 使自身生长受到很大抑制, 最终导致灌木建植失败^[5]。

灌草之间密度配比对双方的萌发与生长有着相互制约的关系, 且根据种群密度制约原理, 种群密度无论太高或太低, 也都可能成为种群发展的限制因子^[6]。很多研究工作者对此展开了一定的研究, 但总结出的经验有一定局限性, 在其它环境中的应用效果难以保证, 因此, 此方面的研究有现实生产的意义。

1 材料与方

1.1 试验区概况

试区位于四川彭州。该区地势平坦, 位于东经 103°10'~103°40'、北纬 30°54'~31°26'之间。年平均气温为 15.6℃, 年极端最高为 36.9℃, 最低为-6.2℃, 全年无霜期平均为 276 d。多年平均降水量为 932.5 mm。

1.2 试验设计

第一作者简介: 李敏倩(1985-), 女, 硕士, 研究方向为岩石边坡植被恢复。E-mail: xiaoqian_lee@yahoo.cn。

通讯作者: 李绍才(1945-), 男, 四川彭州人, 博士, 教授, 研究方向为生态护坡与植被恢复技术。E-mail: lizist@vip.sina.com。

收稿日期: 2009-09-20

紫穗槐、白刺花、马棘木蓝、多花木蓝、高羊茅 5 种植物组合 9 个处理。2008 年 8 月播种, 每种植物各设置 3 个播种量梯度(灌木植物 M1、M2、M3, 草本植物 C1、C2、C3), 并设 3 重复, 具体播种量组合设计见表 1。试验小区面积为 1 m×1 m=1 m²。

表 1 播种量组合设计

编号	紫穗槐	白刺花	马棘木蓝	多花木蓝	高羊茅
M1C1	16 粒	102 粒	134 粒	134 粒	0.2 g
M1C2	16 粒	102 粒	134 粒	134 粒	0.4 g
M1C3	16 粒	102 粒	134 粒	134 粒	0.67 g
M2C1	32 粒	204 粒	268 粒	268 粒	0.2 g
M2C2	32 粒	204 粒	268 粒	268 粒	0.4 g
M2C3	32 粒	204 粒	268 粒	268 粒	0.67 g
M3C1	48 粒	306 粒	402 粒	402 粒	0.2 g
M3C2	48 粒	306 粒	402 粒	402 粒	0.4 g
M3C3	48 粒	306 粒	402 粒	402 粒	0.67 g

播种试件包括: 防渗层(采用厚型薄膜作底层)、土工布层、沙壤层(试验地原有沙壤土), 种子层、土壤覆盖层(见图 1)。

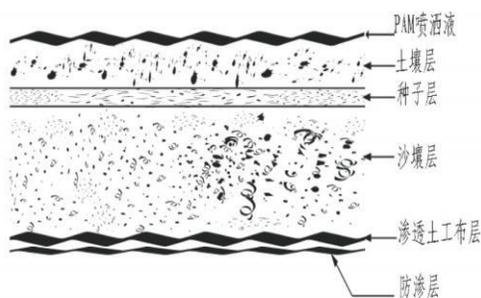


图 1 播种试验试件结构

1.3 指标测定

播种后定时观测和记载混播组合中各物种的物候期、盖度、高度等指标的变化情况。分别于 2008 年 11 月和 2009 年 4 月调查物种多样性指数、丰富度指数、均匀度指数及优势度指数。

2 结果与分析

2.1 不同播种配比对植物种子萌发的影响

表 2 不同播种配比下的植物萌发率 %

播种配比	灌木	草本
M1C1	4.14±1.39	100.00±0.00
M1C2	9.67±1.41	54.32±13.97
M1C3	7.25±2.56	91.85±5.54
M2C1	2.81±1.23	100.00±0.00
M2C2	4.66±0.55	65.43±24.63
M2C3	3.93±0.75	68.97±22.35
M3C1	3.11±0.39	96.30±5.24
M3C2	3.25±0.50	79.01±12.59
M3C3	3.83±1.25	72.00±21.42

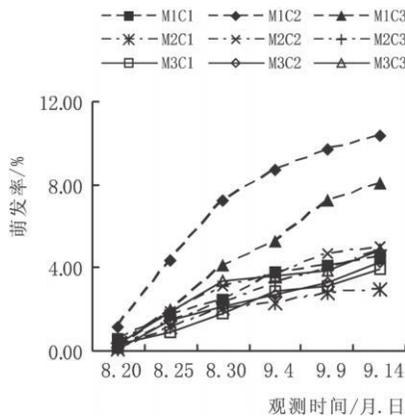


图 2 不同播种配比的灌木萌发曲线

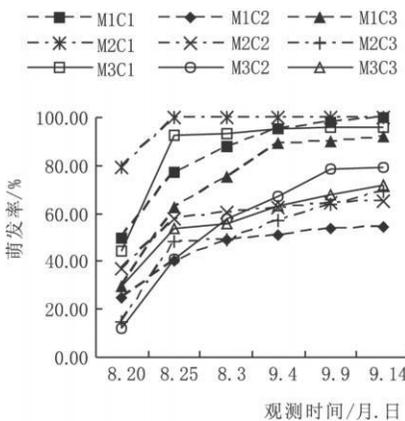


图 3 不同播种配比的草本萌发曲线

M1 处理的灌木萌发率相对较高, M2、M3 处理的无较大差异。C1 处理下的草本萌发率最高, C2、C3 处理的也无较大差异。但 C2 处理下的灌木萌发率相对来说较

好, C3 处理下的灌木萌发率也优于 C1 的处理, 表明适当密度草本植物可增加灌木出苗率。灌木萌发率最高的是 M1C2 组合, 其次是 M1C1、M1C3、M2C2 组合。

对不同播种配比的植物萌发率进行双因子方差分析表明, 灌木播种量对群落中灌木萌发率有极显著的影响, 而对草本萌发率无显著影响; 草本植物播种量对群落中草本萌发率有极显著的影响, 对灌木萌发率的影响也很显著, 两者的交互作用对灌木的影响要大于对草本的影响。

表 3 播种比对植物萌发率的影响分析

影响因子	灌木 F 值	草本 F 值	F _{0.05}	F _{0.01}
M 播种量	14.39	0.16	3.55	6.01
C 播种量	5.92	7.44	3.55	6.01
M、C 播种量间的交互作用	2.32	1.34	2.93	4.58

表 4 不同播种配比下的幼苗生长特性

播种配比	高度/cm		盖度/%	
	灌木	草本	灌木	草本
M1C1	10.35±1.16	11.27±0.60	16.83±1.98	46.00±3.74
M1C2	10.32±0.66	11.80±2.44	15.45±1.00	70.22±27.34
M1C3	8.87±0.99	12.08±3.39	15.87±1.49	33.62±12.69
M2C1	8.97±0.36	9.36±1.12	15.89±0.53	39.90±7.10
M2C2	9.06±0.47	9.79±0.38	15.59±0.53	46.00±13.57
M2C3	8.44±0.99	12.09±2.40	13.71±1.06	61.29±23.28
M3C1	8.80±0.64	11.08±1.88	16.60±0.84	54.06±8.34
M3C2	8.56±0.58	11.77±1.93	12.03±0.25	45.18±2.23
M3C3	8.62±1.02	10.81±2.44	8.67±0.71	23.23±13.19

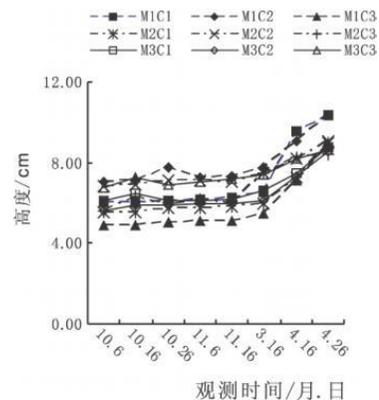


图 4 不同播种配比的灌木植株高度变化

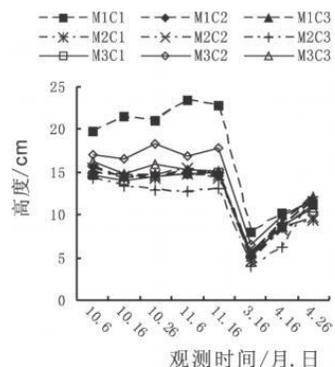


图 5 不同播种配比的草本植株高度变化

2.2 不同播种配比的植株幼苗生长的影响

综合看来, M1、M2 处理中, 灌木整体长势优于 M3 处理。而在 C1、C2 的处理下, 灌木生长高度也优于 C3 的处理。在 M1C1 和 M1C2 这 2 个组合中, 各物种长势最好, 之后随着播种密度的增加, 邻近植物间的竞争和排挤作用, 各物种植株高度均出现不同程度的下降。

对不同播种配比的植物株高进行双因子方差分析表明, 灌木播种量对群落中灌木植株高度有显著的影

响, 而对草本植株高度无显著影响; 草本植物播种量对群落中草本与灌木的植株高度均无显著影响; 与草本播种量因素相类似, 两者的交互作用对群落中草本与灌木的植株高度也无显著影响。

表 5 播种对比对植株高度的影响分析

影响因子	灌木 F 值	草本 F 值	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
M 播种量	3.79	0.61	3.55	6.01
C 播种量	1.50	0.42	3.55	6.01
M、C 播种量间的交互作用	0.54	0.40	2.93	4.58

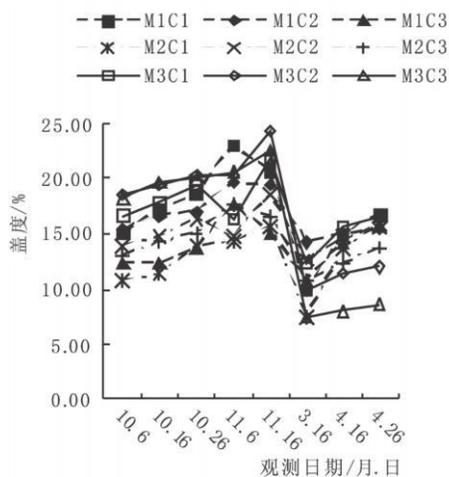


图 6 不同播种配比的灌木植物盖度变化

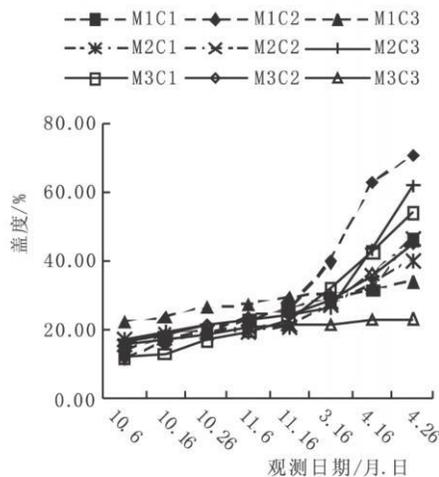


图 7 不同播种配比的草本植物盖度变化

从总体上看, M1 与 M2 处理下的灌木长势相近, 冠幅也较大, 植物盖度较好, M3 处理下的灌木盖度则较差。C1、C2 处理下的植物盖度较高, C3 处理下的灌木盖度受到了明显的抑制。这主要是由于植物播种密度增大, 邻近植物间的竞争和排挤作用较强, 过高的覆盖度抑制了植物的生长, 冠幅也较小, 群落盖度迅速下降, 远远低于其它处理。M1C1 的灌木盖度最好, 其次是 M1C2、M1C3、M2C1、M2C2 组合, 由于播种密度相对较低, 其灌木盖度也较好。

对不同播种配比的植物株高进行双因子方差分析表明, 灌木植物与草本植物的播种量对灌木盖度的影响均大于对草本盖度的影响, 两者的交互作用对各类植物盖度的影响不显著, 但对草本盖度的影响要大于灌木盖度。

表 6 播种对比对植物盖度的影响分析

影响因子	灌木 F 值	草本 F 值	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
M 播种量	2.07	0.70	3.55	6.01
C 播种量	2.03	1.44	3.65	6.01
M、C 播种量间的交互作用	0.74	2.61	2.93	4.58

2.3 群落的特征分析

群落多样性是群落在结构、功能与动态方面表现的差异^[7], 植物种群对有限资源的竞争是决定植物群落种类组成多样性及演替动态的主要因子^[8]。从表 7、8 可看出, 随着植物生长时间的增加, 各群落的物种丰富度指

数、多样性指数、优势度指数以及均匀度指数的变化都较为明显。其中均匀度指数、多样性指数、丰富度指数呈上升趋势, 而优势度指数则明显下降。不同生长时间的植物群落变化是明显的。播种 3 个月后 M1、C3 处理的优势度指数较大, 均匀度指数、多样性指数较小; M2、C2 处理的优势度指数较小, 均匀度指数、多样性指数及丰富度指数较大。随着植物的生长, 播种 8 个月后 M2、C3 处理的优势度指数较大, 均匀度指数、多样性指数、丰富度指数较小; M3、C2 处理的优势度指数则较小, 均匀度指数、多样性指数较大。

表 7 播种 3 个月后各小区群落组合调查

编号	优势度	均匀度	多样性	丰富度
M1C1	1.7633	0.4734	0.3672	0.5919
M1C2	1.3176	0.7996	0.6175	0.5981
M1C3	1.9087	0.4479	0.3542	0.5215
M2C1	1.6954	0.5061	0.3888	0.5658
M2C2	1.1976	0.6856	0.5248	0.5712
M2C3	1.2846	0.4765	0.3792	0.5324
M3C1	1.4557	0.7534	0.6397	0.5725
M3C2	1.1503	0.7524	0.5573	0.5620
M3C3	1.9648	0.6372	0.4883	0.5253

与草本相比, 灌木的变化较为明显, 这主要是因为草本植物的发芽时间短, 萌发率高, 后期无明显变化; 灌木植物种子一般较为坚硬, 与草本种子相比, 吸胀时间

花费较长,发芽率较低,但是比草本种子种胚营养丰富,生根后根系发达,逆境生存能力强,因而成苗率高,后期变化明显。总体看来,M1C2与M3C1组合的优势度较小,丰富度指数、多样性指数、均匀度指数则较大。M1C3的优势度较大,丰富度指数、多样性指数、均匀度指数均较小。

表8 播种8个月后各小区群落组合调查

编号	优势度	均匀度	多样性	丰富度
M1C1	0.5818	0.5968	0.4131	0.6292
M1C2	0.3568	0.8502	0.6361	0.6157
M1C3	0.5978	0.5642	0.3995	0.5548
M2C1	0.5623	0.6199	0.4335	0.5974
M2C2	0.4418	0.7597	0.5534	0.5815
M2C3	0.5664	0.6169	0.4310	0.5452
M3C1	0.3106	0.9091	0.6829	0.5949
M3C2	0.4304	0.7699	0.5653	0.5696
M3C3	0.4771	0.7158	0.5192	0.5608

3 结论与讨论

不同播种密度对微环境下的光照、温度、水分、营养均会造成影响,从而使整个植物群落生长差异显著。一定程度上灌木与草本的萌发生长情况成负相关。

适量的草本密度可增加灌木出苗率,如C2处理下的灌木情况优于C1的处理。但高密度的草本密度会使灌木受到强烈竞争与抑制,如C3处理下的灌木情况远差于其它2个处理。灌木播种量中则是M1处理的效果最好,M3处理最差。

通过双因子方差分析看出,灌木播种量主要是对灌

木自身的影响较大;而草本播种量不仅对其本身的影响显著,同时对灌木影响也较显著。通过群落多样性的分析可以看到,随着植物生长时间的加长,灌木生长变化较为显著,群落多样性呈逐渐上长趋势,群落发展也由不稳定趋向稳定。

从目前的时间尺度上看,不同播种配比的灌木生长效果排序如下:M1C2>M2C2>M2C1>M1C3>M3C1>其它。此外,各个处理中,植株数还没有出现明显的“自疏”现象,现在的植株数是否合理,能否达到最优的播种配比,还需要更长时间尺度的观察。

参考文献

- [1] 周德培,张俊云.植被护坡工程技术[M].北京:人民交通出版社,2003.
- [2] Morgan R R C, Rickson R J. Slope Stabilization and Erosion Control: A Bioengineering Approach[M]. London: E and FN Spon, 1995.
- [3] 陶岩,江源,顾卫,等.公路边坡植被恢复中草—灌配置模式实验研究[J].武汉理工大学学报,2008,30(6):17,27,37.
- [4] 山寺喜成,安保昭,吉田宽.恢复自然环境绿化工程概论—坡面绿化基础与模式设计[M].罗晶译.北京:中国科学技术出版社,1997.
- [5] 郑煜基,卓慕宁,李定强,等.草灌混播在边坡绿化防护中的应用[J].生态环境,2007,16(1):149-151.
- [6] 张俊云,周德培.厚层基材喷射植被护坡植物选型设计研究[J].水土保持学报,2002,16(12):559-561.
- [7] 钱迎倩,马克平.生物多样性研究的原理与方法[M].北京:中国科学技术出版社,1994.
- [8] 王刚,吴明强,蒋文兰.人工草地杂草生态学[J].草业学报,1995,4(3):75-80.

The Relation between the Sowing Density and Grass—Shrub Community

LI Min-qian¹, LI Shao-cai^{2,3}, SUN Hai-long^{2,3}

(1. College of Life Science, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610064; 2. State Key Laboratory of Hydraulics and Mountain River Engineering, Chengdu, Sichuan 610065; 3. Sichuan Lizi Bioenvironmental Engineering Limited Company, Chengdu, Sichuan 610031)

Abstract: Aimed at the problem that it is difficult for shrub to grow in the pattern of mixture sowing of grass and bush in the procedure of revegetation in the road slope. We picked out river locust, *Sophora davidii*, *Indigofera pseudotinctoria* indigo, *Indigofera amblyantha* Craib and *Festuca arundinacea* to study the grass mixed shrub community with different density. The results showed that: herbaceous plant in appropriate density could increase the rate of emergence of shrub. The growth vigour of herb and shrubby turned into negative correlation within the specific limits. Seen from the present time scale, the effect of M1, C2 was better than that of M3, C3. The order of the shrub growth situation and the plant effect in different sowing density was as follows: M1C2>M2C2>M2C1>M1C3>M3C1> others.

Key words: road slope; mixture sowing of grass and bush; sowing density; seed germination; growth of young seedling