

# 人工控温条件下喷播基质对羊草生长特征的影响研究

刘军利<sup>1</sup>, 李一为<sup>2,3</sup>, 孟强<sup>2,3</sup>, 沈毅<sup>2,3</sup>, 岳永杰<sup>1</sup>, 王晨晨<sup>1</sup>

(1. 内蒙古农业大学 生态环境学院, 呼和浩特 010018; 2. 交通运输部

公路科学研究院, 北京 100088; 3. 公路交通环境保护技术交通行业重点实验室, 北京 100088)

**摘 要:**采用盆栽试验法,以高寒地区常见植物羊草为供试材料,内蒙古阿荣旗至博克图段高速公路示范工程采用的厚层基质为基质原材料,对比研究不同配方基质在 15℃、20℃、25℃ 恒温和室温条件下羊草的出苗及生长情况。结果表明:羊草的出苗率及平均株高均表现为随温度升高而增加的趋势,不同配方在 4 个温度水平下羊草平均出苗率为配方 2>客土>配方 3>配方 1;平均株高整体上表现为配方 2>配方 1>配方 3>客土,且温度越高,配方 2 平均株高与其他配方差距越明显。因此,配方 2 能显著增加植物出苗率及平均株高,是适应温度变化最优的基质配方,即客土与泥炭土的比例为 4:6 的基质配方是高寒地区厚层基质护坡最理想的基质。

**关键词:**控温;喷播基质;羊草;生长特征

中图分类号:Q948.113

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2013)06-0044-04

## Spraying Sowing Media Effects on the Growth Characteristics of *Leymus Chinensis* under Set Temperature Conditions

LIU Jun-li<sup>1</sup>, LI Yi-wei<sup>2,3</sup>, MENG Qiang<sup>2,3</sup>, SHEN Yi<sup>2,3</sup>, YUE Yong-jie<sup>1</sup>, WANG Chen-chen<sup>1</sup>

(1. College of Ecology and Environmental Science, Inner Mongolia Agricultural University,

Hohhot 010018, China; 2. Highway Research Institute, Ministry of Transport, Beijing 100088, China;

3. Key Laboratory of Road Traffic Environmental Protection Technology Industry, Beijing 100088, China)

**Abstract:** The seedling emergency rate and average plant height of *Leymus chinensis* which is the common plant in cold regions were observed by using a pot experiment in greenhouse. The seeds of *L. chinensis* were sowed in different mixed media from a thick-layer matrix used in a demonstration project of highway from Arong Qi to Bork Chart in Inner Mongolia, and cultured at 15℃, 20℃, 25℃ and room temperature, respectively. Results are as follows: the seedling emergency rate and average plant height of *L. chinensis* increase with temperature rise. The order of seedling emergency rate from high to low in different mixed medias is Mixed 2, Control, Mixed 3 and Mixed 1 ( $P<0.05$ ), and average plant height is the sequences of Mixed 2>Mixed 1>Mixed 3>Control ( $P<0.05$ ). Furthermore, the difference between average plant height of Mixed 2 and others will be more significant when temperature increases, so Mixed 2 or the media of the ratio of foreign-soils and peat soil(4:6) can significantly increase seedling emergency rate and average plant height, and make plant better adapt to temperature change. In a word, the Mixed 2 is optimal medium for slope protection in cold regions.

**Key words:** set temperature; spraying sowing media; *Leymus chinensis*; growth characteristics

高寒地区平均海拔在 4 000 m 以上,气温低,植物在生长期内的有效积温低,且无霜期短,植物的生长期短<sup>[1]</sup>,生态环境一旦遭到破坏,很难恢复。近年来,随着国家经济建设的发展,公路与铁路等线性工程大规模

模地在高寒地区开展,高寒地区原有的生态平衡被打破,地表植被和生态区位发生了改变,植被系统退化加速<sup>[2]</sup>。因此,如何有效、快速地恢复生态植被是高寒地区进行线性工程建设中需要考虑的主要问题。

收稿日期:2013-05-28

修回日期:2013-06-18

资助项目:西部交通建设科技项目(2009318000010)

作者简介:刘军利(1988—),男(回族),内蒙古乌海人,在读硕士研究生,主要研究方向:土地资源管理、水土保持。E-mail:895163104@qq.com

通信作者:岳永杰(1976—),男,内蒙古赤峰人,副教授,硕士生导师,主要研究方向:生态学、水土保持。E-mail:wolongyue@126.com

随着高等级公路的建设,以厚层基质喷附为代表的边坡恢复技术在国内许多线性工程建设中被广泛应用<sup>[3-4]</sup>。厚层基质喷附是使用专用喷附机将人工配制的植物生育基质和种子等固体混合物喷附在边坡表面的一种机械建植技术,喷附基质既是植物生长发育的基础又为植物生长提供养分,同时能够保证种子的自然发芽过程<sup>[5-9]</sup>。由于喷附基质的双重作用和高寒地区植物生长的低温胁迫,在高寒地区实行厚层基质护坡时,必须考虑基质配方与植物生长和低温胁迫三者之间的作用机理。合适的基质配方在一定程度上决定着高寒地区厚层基质护坡的成败。

本研究采用室内栽培方法,以阿荣旗至博克图段高速公路示范工程采用的厚层基质喷附材料为育苗基质,选取高寒地区常见植物羊草作为试验草种进行室内盆栽控温试验,通过对厚层基质喷附不同基材配比、不同温度条件下羊草的出苗率以及平均株高的研究,筛选确定出适宜高寒地区植物生长的最佳基质配比,为高寒地区边坡生态恢复中基质的选择提供技术支撑和理论依据。

## 1 试验材料与方法

### 1.1 试验材料

试验草种:羊草(*Leymus chinensis* Trin. Tzvel),采自内蒙古阿荣旗至博克图高速公路示范工程路段。

基质来源:客土,采用内蒙古阿荣旗至博克图段高速公路示范工程地带性棕色森林土,pH 值为 6.5~7.3,土壤容重为 0.69 g/cm<sup>3</sup>,土壤有机质含量为 175 g/kg。泥炭土取自示范工程,泥炭土土壤含水量为 112.18%;土壤容重为 0.23 g/cm<sup>3</sup>,土壤有机质含量为 318 g/kg。

辅助材料由稻壳(5 包/m<sup>3</sup>)、粘合剂(0.4 kg/m<sup>3</sup>)、保水剂(0.2 kg/m<sup>3</sup>)、复合肥(1.6 kg/m<sup>3</sup>)有机肥(3.6 kg/m<sup>3</sup>)组成。复合肥采用史丹利磷胺钾复合肥,总氮含量>17%,有效钾和有效磷含量>17%,总养分含量>51%。有机肥为牛粪,其中 N、P、K 含量分别为 1.56%,0.38%,0.89%。

试验器材:光照培养箱(GZX-30085)、花盆(口径 18 cm、深度 13 cm)、直尺。

### 1.2 试验方法

由于喷播技术要求,泥炭土比例过大,喷播粘性太小,比例过小,喷播容易产生基质流动现象。结合示范工程采用的基质配比即泥炭土:客土=0.5:0.5,本试验在和示范工程采用基质辅助材料一致的情况下,对示范工程采用的泥炭土和客土比例进行了

微调,从而为示范工程服务。

根据上述原则,试验按照客土和泥炭土不同比例以及定量的辅助材料设置 4 个处理(4 种培养基质),具体见表 1。试验温度分为 15℃、20℃、25℃恒温和室温(温度为 21~26℃)4 个水平。每个水平重复 3 次,共 48 盆试验羊草。试验于 2012 年 5 月 3 日在内蒙古农业大学森林种苗实验室进行,将不同基质配方分别装入 48 个花盆内,盆内基质装至离盆口 1 cm 处。并在每个花盆内放置 15 粒羊草草籽,采用光照培养箱(GZX-30085)控制育苗期间的光照条件(12 000 lx)和湿度(20%)一致。实验开始后,前 30 d,每天观测及管护 1 次,观测时调查植物出苗率及株高,过 1 个月 后,每隔 2 d 观测及管护 1 次,直至实验结束。

表 1 基质配方

材 料	配方 1	配方 2	配方 3	客土(对照)
泥炭土/(m <sup>3</sup> ·m <sup>-3</sup> )	0.4	0.6	0.5	0
客土/(m <sup>3</sup> ·m <sup>-3</sup> )	0.6	0.4	0.5	1
稻壳/(包·m <sup>-3</sup> )	5	5	5	5
粘合剂/(kg·m <sup>-3</sup> )	0.4	0.4	0.4	0.4
保水剂/(kg·m <sup>-3</sup> )	0.2	0.2	0.2	0.2
复合肥/(kg·m <sup>-3</sup> )	1.6	1.6	1.6	1.6
有机肥/(kg·m <sup>-3</sup> )	3.6	3.6	3.6	3.6

### 1.3 数据分析

采用 Excel 2007 进行基础数据的统计和分析,采用 SASS 9.0 进行方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 基质对羊草出苗率的影响

自羊草草籽播种后,测定的不同基质配方、不同温度梯度下的羊草出苗数,与总的播种数之比即为出苗率(表 2)。

表 2 不同温度条件下羊草出苗率 %

材料	配方 1	配方 2	配方 3	客土(对照)
25℃	86.67aB	97.78aA	86.67aB	100.00aA
20℃	80.00bC	95.56aA	86.67aB	93.33bA
15℃	73.33cC	86.67bA	80.00bB	80.00cB
室温	80.00bB	86.67bA	73.33cC	80.00cB

注:大写字母为不同配方之间在同一温度下的出苗率比较;小写字母为不同温度在同一配方下的出苗率比较。

由表 2 可以看出,配方 1 在不同的温度条件下,羊草的出苗率差异较大,出苗率变化趋势为:25℃>20℃=室温>15℃( $P<0.05$ ),在 25℃条件下出苗率最大,为 86.67%,在 15℃下出苗率最小,为 73.33%。

配方 2 在不同温度条件下出苗率大小顺序为:25℃>20℃>室温=15℃( $P<0.05$ );在 25℃条件下,羊草出苗率最大,为 97.78%。15℃条件下羊草

出苗率最低,为 86.67%。不同温度条件下出苗率存在差异。

配方 3 在不同温度下出苗率大小顺序为:25℃=20℃>15℃=室温( $P<0.05$ )。随着培养温度的增加,配方 3 出苗率也逐渐增大,在 25℃时羊草出苗率达到最大,为 86.67%,室温条件下羊草出苗率最低,为 73.33%。

客土在不同温度下出苗率大小顺序为:25℃>20℃>15℃=室温( $P<0.05$ ),出苗率随培养温度的增加而增加,在控温 15℃和室温条件下客土出苗率最低,在 25℃条件下出苗率最大达到 100%。

由表 2 可以看出,在温度为 25℃时,配方 2 与客土出苗率无显著差异,但显著高于配方 1 与配方 3( $P<0.05$ );20℃时的变化规律为配方 2=客土>配方 3>配方 1( $P<0.05$ );而在 15℃和室温下配方 2 的出苗率最高( $P<0.05$ )。

综上,四种处理下羊草的出苗率整体上表现为随

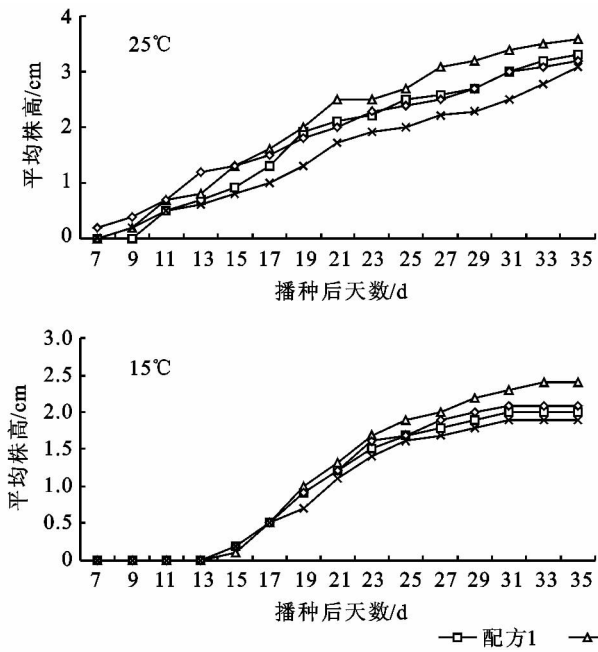


图 1 不同配方羊草在不同温度条件下平均株高动态变化

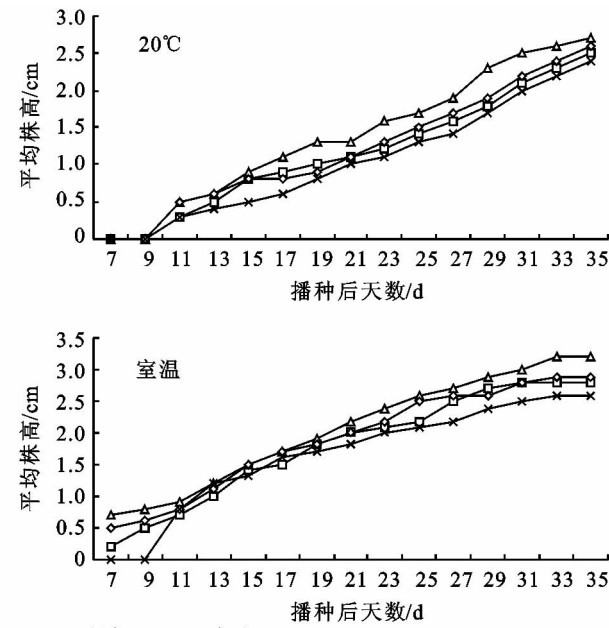
在控温 20℃条件下,羊草各处理的平均株高曲线呈上升趋势。播种后第 11 天各处理平均株高曲线开始出现变化。其中配方 2 的生长速度和平均株高均最大。观测后期,羊草各处理的平均株高在 3 cm 以下,明显低于 25℃条件下羊草的平均株高。

在控温 15℃条件下,羊草各处理的平均株高在播种后第 13 天才开始变化,羊草表现出明显生长趋势的时间比 25℃和 20℃晚。羊草各处理的平均株高变化均随观测时间的增加而变得明显,其中,配方 2 生长速度和平均株高均最大,对照配方的生长速度和平均高度均最小。观测后期,羊草的平均株高在 2.5

温度升高而增加的趋势,在 25℃时羊草出苗率均达到最大。四种处理在 4 个温度水平下羊草出苗率整体上表现为配方 2>客土>配方 3>配方 1。配方 2 在不同温度条件下出苗率的差距最小,受温度的影响较小,同时,在室温变温条件下,配方 2 的出苗率是四种处理中最大的,说明变温环境对配方 2 出苗影响最小。

2.2 基质对羊草平均株高的影响

室内盆栽不同温度下不同基质配方羊草平均株高见图 1。由图 1 可以看出,在 25℃控温条件下,羊草各处理的平均株高曲线呈直线上升的趋势。随时间的增加各株高曲线变化也越明显。播种后第 9 天各处理平均株高曲线开始出现变化。其中配方 3 的生长速度先期较快,配方 2 的生长速度稳定上升,后期达到最大,配方 1 的平均株高最高,对照的平均株高最低。到观测后期,羊草各处理的平均株高均在 3 cm 以上。



cm 以下,明显低于 25℃和 20℃条件下羊草的平均株高。

在室温变温条件下,羊草各处理的平均株高曲线呈直线上升的趋势。在试验的第 7 天羊草各处理平均株高开始出现变化。各处理的平均株高曲线变化随着观测时间的增加而差距明显,配方 2 的生长速度最快,平均株高最大,对照配方生长速度和平均株高均最小,与其他三种处理相比差距明显。观测后期,羊草各处理的平均株高略低于 25℃控温下的平均株高但明显高于 20℃和 15℃控温。

在不同控温条件下,羊草各处理的平均株高与温

度变化表现为  $25^{\circ}\text{C} > \text{室温} > 20^{\circ}\text{C} > 15^{\circ}\text{C}$ 。温度越低,羊草出苗越晚,生长越慢,表现出生长势的时间越晚。说明温度对植物的生长具有很强的调节作用,据杨理等<sup>[10]</sup>的研究,温度会影响羊草的生物量和株高,较低的温度显著抑制羊草的生长增高,但是羊草的株高并不与生长均温成正比,而是到达正常株高后便不再生长。

在不同控温条件下,羊草各处理的平均株高均表现为大于对照配方的趋势,这可能是其他配方中均渗入一定数量的泥炭土,而泥炭土中含有的有机质能够促进羊草的生长。羊草的四种处理在不同温度水平下平均株高整体上表现出配方 2 > 配方 1 > 配方 3 > 客土,温度越高,配方 2 羊草的平均株高与其他配方的差距越明显。这可能是因为低温能够限制羊草的生长增高,导致其差异不明显。

### 3 讨论与结论

厚层基质护坡要求基质在较短的时间内消除土壤退化,改善土壤环境质量,不仅需要具备土壤的一般特性,而且需要有丰富的营养物质,良好的持水性、透气性、坡面依附性和稳定性。使其既能保水、保肥适于植物生长,又能有效抵抗水蚀和风蚀,抑制水土流失。而在高寒地区进行厚层基质护坡时,植物生长期间的有效积温低,受低温限制,植物出苗和生长受到很大的影响。因此,护坡基质除了具备上述条件外,还必须具有抵抗低温胁迫的能力,既要在低温条件下具有良好的出苗情况,增大护坡效果;又要在低温条件下有良好的生长效果,能够在短暂的有效积温期内充分生长,积累充足的营养物质,从而安全越冬返青,达到护坡效果的持续。

由于厚层基质的特殊性,导致不同立地情况需要不同的基质配方,为了使基质配方具有优于一般土壤的特性,需要在基质配方中加入泥炭土等土壤改良剂,以及保水剂和粘合剂等土壤调节剂。泥炭土等天然土壤改良剂存在着容易被微生物分解等缺点,而且用量较大,在生产实践中需要准确确定用量,保水剂和粘合剂的使用也与当地的地貌条件、气候条件和水源供应等密切相关<sup>[11]</sup>。本文从羊草的出苗和平均株高确定和筛选的基质主要是能够对温度有良好适应性的基质,在高寒地区路堑边坡植被恢复中应用价值较大。

(1) 羊草的出苗率整体上表现为随温度升高而呈增加的趋势,四种处理在 4 个温度水平下羊草整体出苗率为配方 2 > 客土 > 配方 3 > 配方 1,在室温和恒温条件下配方 2 羊草的出苗率与其他配方差异显著,

自身出苗率受温度变化的影响最小。

(2) 羊草的平均株高与温度密切相关,但非正相关,四种处理在 4 个温度水平下羊草平均株高整体上为配方 2 > 配方 1 > 配方 3 > 客土,配方 2 平均株高受温度影响最小。温度越高,配方 2 平均株高与其他配方差距越明显。

(3) 配方 2 是能很好地适应温度变化,保证植物出苗及生长的最优基质配比。即客土与泥炭土比例为 4 : 6 的基质配方是高寒地区路堑边坡植被恢复中最理想的配方。

本试验在对保水剂和粘合剂等辅助基材定量的基础上,研究了人工控温条件下不同比例泥炭土和客土对羊草生长特征的影响,对基质配方内其它材料的用量有待于进一步的研究;且对羊草生长高度的观测主要集中在播种后的第一个月,此时,羊草的生长期刚开始,泥炭土内有机质对羊草生长的作用还未完全展现,因此,羊草的平均株高均比较低。

#### 参考文献:

- [1] 王静,魏小红,龙瑞军. 东祁连山高寒草甸植物抗寒性研究[J]. 草地学报,2007,15(6):537-542.
- [2] 杨思忠,金会军,吉延峻. 寒区线性工程沿线冻土区的植被恢复[J]. 冰川冻土,2008,30(5):8751-881.
- [3] 李青芳,何宜典. 公路边坡防护与生态恢复[J]. 水土保持研究,2006,13(6):273-275.
- [4] 韩冬卿. 公路路堑边坡防护技术研究[J]. 公路,2002(9):28-30.
- [5] 彭林,孙东根. 客土喷播生态防护技术在公路边坡防护中的应用[J]. 交通标准化,2004(6):21-24.
- [6] 杨涛,李绍才,孙海龙. 岩石边坡植被护坡研究中的关键问题[J]. 水土保持研究,2007,14(6):14-16.
- [7] 戴泉玉,顾卫,陈述悦,等. 我国北方地区公路边坡厚层基质喷附技术的应用现状及问题分析[J]. 公路,2011(7):240-246.
- [8] 顾卫,江源,张春禹,等. 厚层基质喷附技术在半干旱地区高速公路生态恢复和重建中的应用研究[J]. 公路交通科技:应用技术版,2006(9):177-182.
- [9] 潘树林,周顺涛,辜彬. 坡度和坡位对岩质边坡早期生态恢复土壤养分变异性的影响[J]. 水土保持研究,2012,19(4):289-292.
- [10] 杨理,杨持. 温度对羊草(*Leymus chinensis*)生长及无性系分化的影响[J]. 内蒙古大学学报:自然科学版,1996,27(6):830-834.
- [11] 钱华,柏明娥,刘本同,等. 岩质边坡绿化过程中人工土壤的重建[J]. 中国水土保持科学,2006,4(增刊):83-86.