

聚丙烯酰胺添加浓度对种基盘特性的影响

赵佳愉, 伍红燕, 史蔚林, 宋桂龙

(北京林业大学草业与草原学院, 北京 100083)

摘要:种基盘绿化技术是一种改善公路边坡补栽的新技术, 添加适宜浓度的聚丙烯酰胺能够有效提高种基盘基质的抗压强度, 改善保水性能, 有利于根系特别是主根的扩展。本研究在种基盘基质中添加5个浓度梯度(0.2‰、0.4‰、0.6‰、0.8‰、1‰)聚丙烯酰胺, 不添加聚丙烯酰胺为对照, 研究其对种基盘的抗压强度、保水特性及根系扩展特性的影响。结果表明: 添加聚丙烯酰胺对种基盘抗压强度和根系扩展性均有显著影响($P \leq 0.05$), 对保水特性影响较小。当种基盘含水量在15%的情况下, 聚丙烯酰胺用量为0.4‰和0.6‰时, 基盘强度分别为0.72 kN和0.82 kN, 均高于对照与其他水平, 有利于种基盘的稳定; 聚丙烯酰胺对基质保水效果影响不显著, 其中高浓度1‰条件下基盘蒸发失水比最高, 持水效果最差; 每个处理的基盘孔外的根系长度均高于孔内, 其中, 聚丙烯酰胺添加浓度为0.2‰、0.4‰、0.6‰时, 根系长度以及根系扩展性均优于对照, 根系扩展性好。综合分析, 聚丙烯酰胺用量0.6‰时, 种基盘的抗压强度、保水性能以及改善植物根系扩展特性均达到最优。

关键词:聚丙烯酰胺; 种基盘; 抗压强度; 保水性; 根系扩展

中图分类号:S723 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2021)05-0016-06

DOI: 10.13817/j.cnki.cyyep.2021.05.003

公路边坡植被恢复目前以喷播技术为主, 但高陡岩石边坡, 不具有植物生长所必需的土壤条件, 无有机质、N、P等营养元素, 同时水分补给困难, 这种恶劣的立地条件对植物群落的建植要求更严格, 苗木补栽成为了一种高效补充方式^[1]。为了提高种子发芽率, 苗木成活率以及初期生长量, 杨喜田^[2]提出了局部改善植物生长环境的绿化技术, 即种基盘绿化技术(seed-base technology), 该技术是边坡苗木栽植的常用方法, 主要用于解决盘根、移栽后适宜性差, 根系扩展受阻等问题。经研究证明, 从种基盘中播种并生长起来的树木, 根系粗、长, 垂直根发达, 能像天然林的根系一样向土壤的广处和深处伸展, 通过该技术进行植被恢复, 能迅速形成结构复杂、抗逆性强的植物群落^[3-4]。但在公路边坡修复过程中种基盘的运输、育苗、移栽均

要求其具有一定的强度, 如果强度不够, 在育苗中容易出现变形、坍塌, 运输、移栽时易破碎; 如果种基盘强度过大, 育苗中不易吸水, 影响种子发芽, 移栽后种基盘在土壤中坚实不碎, 对植物生长不利。种基盘在运输、育苗、移栽过程中对其含水率也有一定的要求, 如果含水率过高, 种基盘强度降低, 造成基盘不稳定; 如果含水率过低, 苗木的正常生长将会受到影响。

聚丙烯酰胺(PAM)是由丙烯酰胺单体聚合而成的一种水溶性高分子有机类土壤调理剂^[5], 作为国内外岩质边坡生态护坡基材中粘结剂材料, 目前应用最广泛的领域是防止水土流失以及改良土壤质量^[6], 它能吸附土壤表面的颗粒, 主要起类似黏结物质的作用, 从而减少降水造成的侵蚀, 因此可构成抗冲刷、防渗漏的载体^[7-9]。且这种粘合效果可以维持几个月甚至一年左右, 给种子和植物充裕的时间去发芽、生长、发育, 使其根系能够固结土层。在粘合作用失效前, 人工坡面恢复植被也已经初具规模, 能够在一定范围内单独抵御雨水冲刷、地表径流等造成的水土流失、土壤滑落问题。PAM能够促进土壤团粒结构的形成, 土壤中施用一定量的聚丙烯酰胺, 能够使大于0.25 mm的团聚

收稿日期: 2021-07-19; 修回日期: 2021-08-24

基金项目: 国家重点研发计划(2019YFF0303202-01)

作者简介: 赵佳愉(1996-), 男, 河北张家口人, 硕士研究生。

E-mail: 1046554920@qq.com

宋桂龙为通讯作者。E-mail: syihan@163.com

体总量提升 30.2% 以上^[10],土壤团聚体含量随着 PAM 浓度的增加呈现上升趋势^[11],但与 PAM 用量并非单纯的线性关系,研究表明当土壤中 PAM 的含量为 0.05‰~0.1‰ 时,土壤团聚体具有明显增加趋势;当土壤中 PAM 含量大于 1‰ 时,团聚体含量占干土壤质量百分数增加缓慢^[12]。

种基盘绿化技术在日本已有较多的研究和实践,主要应用于工程绿化相关领域,包括公路边坡、高陡山坡、采石地以及人工林近自然改造等^[13],我国的种基盘研究主要集中在对苗木根系生长^[14-16]和保水性^[17]及在盐碱地^[18]的应用研究,但对于种基盘基材配比及优化改良研究比较少。杨喜田等^[19]研究了土壤活性改良剂 SAC 及土壤侵蚀防腐剂 SEI 对种基盘水分特性和对植物生长的影响,赵佳愉等^[20]进一步研究了硅酸盐水泥添加浓度对种基盘抗压特性的影响。

本研究选取聚丙烯酰胺作为粘结材料,植物材料选用护坡性能较好的紫穗槐^[21](*Amorpha fruticosa*),并将

未添加粘结材料设置为空白对照,将不同比例聚丙烯酰胺粘结剂分别加入到种基盘基质中,研究不同配比聚丙烯酰胺粘结剂对种基盘的抗压强度、保水性及播种后植物根系扩展情况等特性的影响,分析不同配方的应用效果,以期得到添加聚丙烯酰胺粘结剂的适宜用量,旨在为边坡种基盘绿化提供技术支持。

1 材料和方法

1.1 试验材料

种基盘基质材料主要包括土壤、草炭、复合肥、保水剂和粘结剂(PAM)。先将土壤和草炭按 1:1(V/V)混合,再加入保水剂、复合肥,其中保水剂占干土重的 0.2‰(W/W),复合肥(N-P₂O₅-K₂O 的养分比例为 15-15-15)占干土重的 1‰,搅拌均匀后,基质混合物制备完成。

试验选用的土壤土质为壤土,自然风干,过 5 mm 土筛,其理化性质见表 1。

表 1 土壤理化性质

Table 1 Soil physicochemical properties

容重/ (g · cm ⁻³)	饱和含水量/ (g · 100g ⁻¹)	孔隙度/%	有机质/ (g · kg ⁻¹)	全 N/ (g · kg ⁻¹)	有效 P/ (mg · kg ⁻¹)	有效 K/ (mg · kg ⁻¹)	pH 值
1.37	32.40	50.21	29.18	3.97	14.21	227.00	7.15

注:试验地点选在北京林业大学八家试验地

1.2 试验设计

采用单因素试验设计,将不同浓度(0.2‰、0.4‰、0.6‰、0.8‰和 1‰)的聚丙烯酰胺分别加入到基质混合物中(W/W),每种处理 3 个重复,不添加聚丙烯酰胺为对照(CK)。将粘结剂与基质混合物混合均匀后用种基盘成型器压制成型。

采用冯志培^[22]的方法用自制模具制作种基盘,种基盘规格为 D=10 cm、H=10 cm 的圆柱形,中间有一个孔径为 4 cm 的贯通孔,孔四周有 4 个 2 cm 的通气槽(图 1)。先将土、草炭等粉碎成细末,同时清除坚硬杂物,再按照配方添加各种所需试验材料,然后充分搅匀各种材料。

供试植物为紫穗槐,播种前 70℃ 热水浸种。播种时先在种基盘中央孔处加入约占其总体积 2/3 的壤土,然后加入一定量的水,使土下沉积实,然后再加入覆盖土,覆盖土可用壤土加入一定比例的草炭混匀,加至离基盘顶部约有 1 cm,播种后用覆盖土把种子盖

上,轻轻压实,浇水。出苗后的种基盘如图 2 所示,每个穴只留苗 1 株,注意苗期水分保持和杂草防除。

待苗生长至 3 个月,植物根系具有一定强度后,进行数据测定。

1.3 指标与方法

1.3.1 抗压强度 采用微机控制电子万能试验机(山东耐测智能设备有限公司生产)。种基盘压制成型后,中心孔内覆土、浇水、压实,在种基盘含水率分别为

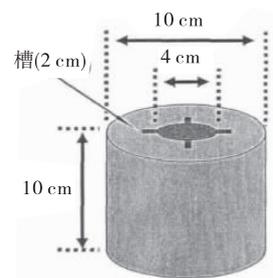


图 1 种基盘示意图

Fig. 1 Schematic diagram of seed-base



图 2 出苗后的种基盘

Fig. 2 Seed-base after seed germination

15%、20%、25%的条件下测定其抗压强度(kN),记录峰值,即所能承受的最大强度,试验重复3次。

1.3.2 保水性 采用称重法。取基盘基质各150g,装入PVC管,管底部封口后放在盛有水的水槽中,浸润48h,待基质表面湿润后,再取出静置48h,测量PVC管的重量 W_1 (g)。封闭下部排水孔,置于温室内,每天测定PVC管重量,记录为 W_2 (g),从而得到各个种基盘基质的日表面蒸发量 W_d (g) $=W_1 - W_2$,求得累计蒸发量 $\sum_{d=1}^n (W_d)$ 和饱和含水量(W_f)的基础上,再计算出各处理的蒸发失水比 $R(\%) = \sum_{d=1}^n (W_d) / W_f$,试验重复3次。

1.3.3 根系扩展特性 采用根系扫描的方法。待幼苗长至3个月后,使用镊子和毛刷将根系挖出,每个浓度各取一株,尽量保证根系的完整构型,记录根系的分布情况,带回实验室,清水冲洗干净后用根系扫描仪(Epson Twain Pro)进行扫描。

1.4 数据分析

原始数据采用Excel 2019整理,SPSS 26.0软件进行分析。显著性水平设定为 $\alpha = 0.05$,对数据进行单因素方差分析(one-way ANOVA),并利用最小显著差异法(LSD)检验不同数据组间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 抗压强度

3种含水量条件下,随着聚丙烯酰胺浓度增加,种基盘抗压强度均呈现中间高两边低的特征,0.4‰、0.6‰添加浓度时基盘抗压强度显著高于对照($P \leq 0.05$,下同),其余3个浓度低于对照,其中0.2‰抗压强度最低(图3)。

对比3个不同含水量系列,基盘抗压强度为

15% > 20% > 25%。其中在含水量为20%、25%时,0.8‰、1‰添加浓度基盘抗压强度与对照无显著差异,0.2‰添加浓度基盘抗压强度显著低于对照。在含水量为15%时,0.8‰添加浓度基盘抗压强度与对照无显著差异,0.2‰添加浓度基盘抗压强度显著低于其他处理,但与1‰时无显著差异。

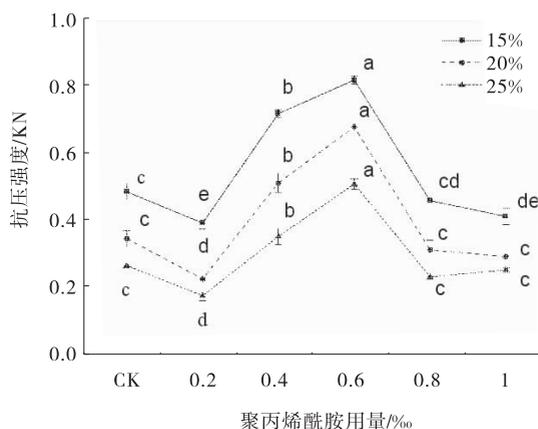


图 3 不同聚丙烯酰胺添加浓度下种基盘抗压强度特征

Fig. 3 Compressive strength of seed-base in response to different concentrations of polyacrylamide

2.2 保水性

不同聚丙烯酰胺用量对饱和含水量、累计蒸发量和蒸发失水比均产生影响(图4)。0.6‰、0.8‰聚丙烯酰胺用量处理下基盘饱和含水量显著高于对照($P \leq 0.05$),1‰聚丙烯酰胺用量处理与对照无显著差异。0.2‰、0.4‰聚丙烯酰胺用量处理下基盘饱和含水量显著低于对照,0.2‰聚丙烯酰胺用量与0.4‰无显著差异。

0.6‰、0.8‰、1‰聚丙烯酰胺用量处理下基盘累计蒸发量显著高于对照、0.2‰和0.4‰,其中对照、0.2‰和0.4‰之间无显著差异,但0.4‰聚丙烯酰胺用量处理下基盘累计蒸发量最低,蒸发量为102.1g。

对于基盘的蒸发失水比,聚丙烯酰胺粘结剂各处理均显著高于对照,其中1‰时最高,0.4‰聚丙烯酰胺用量显著低于1‰,但与0.2‰、0.6‰和0.8‰聚丙烯酰胺用量差异均不显著。

2.3 根系扩展特性

不同聚丙烯酰胺用量对种基盘根系长度、孔内根系长度与孔外根系长度均产生显著影响(图5)。0.2‰与0.4‰聚丙烯酰胺用量处理下基盘根系总长度显著高于对照($P \leq 0.05$,下同),1‰显著低于对照、0.6‰和0.8‰,0.6‰和0.8‰添加浓度与对照相比无显著差异。

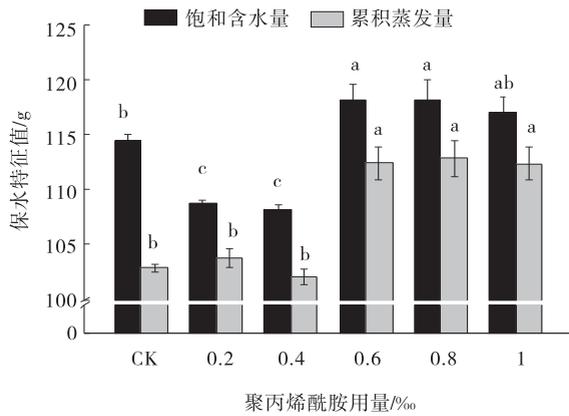


图 4 不同聚丙烯酰胺添加浓度下种基盘累计蒸发量、饱和含水量和蒸发失水比

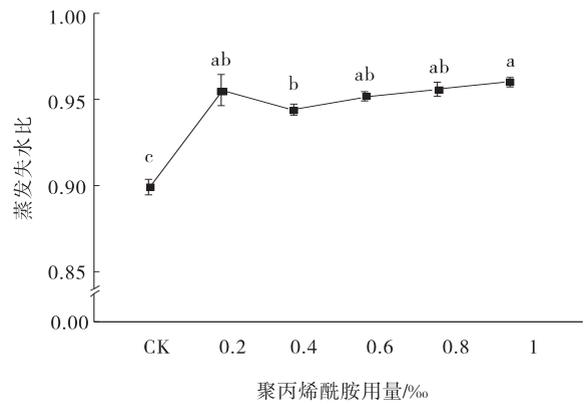


Fig. 4 The cumulative evaporation, saturated water content and evaporation water loss ratio of seed-base in response to different polyacrylamide concentrations

0.2‰、0.4‰、0.6‰以及0.8‰聚丙烯酰胺用量处理下基盘孔外根系长度显著高于对照,1‰聚丙烯酰胺用量孔外根系长度显著低于对照,其中0.2‰与0.4‰聚丙烯酰胺用量显著高于0.6‰和0.8‰,而0.2‰与0.4‰聚丙烯酰胺用量之间无显著差异。

0.4‰聚丙烯酰胺用量处理下基盘孔内根系长度显著高于对照与其他处理,但与0.2‰之间无显著差

异,0.2‰和1‰与对照之间无显著差异,0.6‰和0.8‰显著低于对照,0.6‰与0.8‰之间无显著差异。

对于不同处理下基盘孔内根系长度与孔外根系长度比值,0.2‰、0.6‰以及0.8‰处理均显著高于对照,其中0.6‰处理最高,其比值为2.52。0.4‰和1‰处理与对照均无显著差异,但0.4‰处理显著高于1‰。

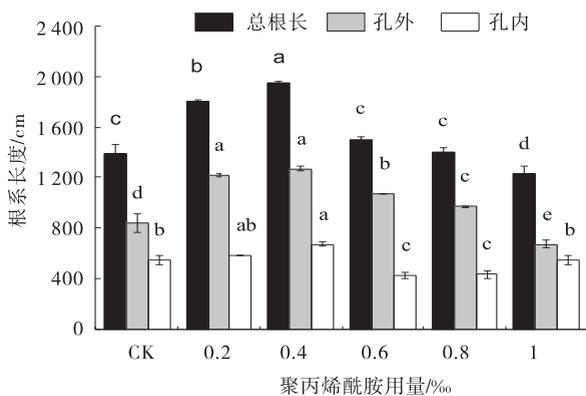
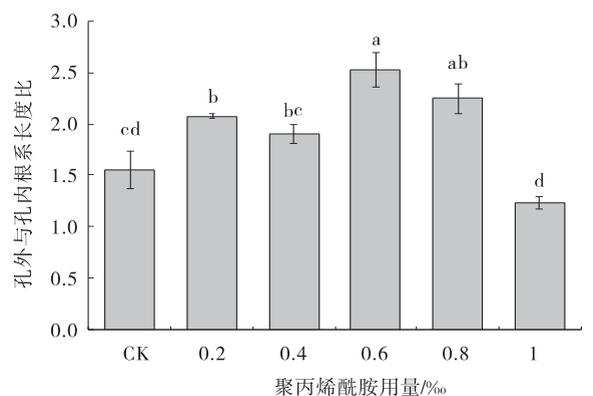


图 5 不同聚丙烯酰胺添加浓度下种基盘根系长度及孔内外长度比例

Fig. 5 Total root length, root length inside and outside the pores of seed-base, and the ratio of root length inside and outside of seed-base in response to different concentrations of polyacrylamide

3 讨论

聚丙烯酰胺(PAM)是一种高分子聚合物,接触水后发生反应,易形成氢键,由颗粒状变成多枝纤维状,具有很强的絮凝性和粘着性,将土壤颗粒包裹形成更大的团聚体结构^[1]。添加适宜浓度的聚丙烯酰胺不仅提高种基盘的力学强度,保障其在运输、育苗、移栽过程中的稳定性,同时,还利于提高基盘的保水性,促进植物根系特别是主根的生长,这也反过来进一步加强了种基盘的稳定性。



抗压强度是反应土体稳定性的重要指标,适宜的粘结剂可以增强土壤颗粒之间的团聚性,从而增强种基盘的整体稳定性,但该影响与基盘含水量成反比。本研究得出:种基盘含水量在15%的情况下,聚丙烯酰胺用量为0.4‰和0.6‰时,基盘强度为0.72 kN和0.82 kN,显著高于其他水平($P \leq 0.05$),有利于种基盘的稳定。

本研究发现,适量的聚丙烯酰胺具有提高种基盘强度的作用,但该影响与基盘含水量成反比,这与硅酸盐水泥在种基盘中的添加研究结果一致^[20]。饱和含

水量反映出基质混合物对水分的容量大小^[23]。聚丙烯酰胺用量为 0.6‰、0.8‰、1‰时基盘的饱和含水量较高,表明种基盘吸水效果较好,主要原因是聚丙烯酰胺的添加改善了基盘内部土壤结构^[24],增加了土壤入渗^[25],从而改变了种基盘的吸水特性。不同聚丙烯酰胺用量下基质配方的蒸发失水比均高于对照,主要原因是:(1)虽然 PAM 具有一定的保水作用,可以提高基盘的饱和含水量,但由于该指标测定时间过长,PAM 中保存的水分大部分返还给土壤,最后被蒸发到空气中,导致大的累计蒸发量,最终导致两者的比值(蒸发失水比 R)高于对照;(2)PAM 改善土壤,促进植物生长,导致作物蒸发量的增大^[26]。特别是在用量为 1‰时,基质蒸发失水比最高,这与杨永辉等^[27]对黄土高原主要土壤的保水作用,可以有效减少水分蒸发的研究结果相反。

植物根系具有固持土壤、防止坡面土体下滑的作用^[28-29],将基盘移栽到公路边坡后基盘中根系需要扩展,才有利于植物生长。本研究发现各处理下基盘孔外的根系长度均高于孔内根系长度,其中植物根系生长在 0.2‰、0.4‰、0.6‰时根系长度以及根系扩展性均优于对照,说明根系扩展性好,因此添加适量聚丙烯酰胺有利于基盘移栽到公路边坡后植物根系的生长。

同时,PAM 作为一种高分子聚合物土壤改良剂,也具有一定的负面影响。PAM 的残留单体——丙烯酰胺对人体的神经具有毒害作用,但使用在土壤中温度升高会降解,降解产物为 CO₂,无毒无害^[30]。此外,PAM 还具有很强的截留作用,迁徙深度一般不会超过 15 cm^[31]。PAM 在实际的应用过程中也因土壤质地及其立地条件的不同,合理调整使用比例,PAM 用量过低发挥不了很好的作用,用量过高又会导致土壤板结,对植物根系生长不利。

4 结论

1)种基盘含水量在 15%的情况下,添加聚丙烯酰胺用量为 0.4‰、0.6‰时,其基盘强度均高于对照及其他水平,有利于基盘稳定。

2)不同聚丙烯酰胺用量下基质配方的蒸发失水比均高于对照,因此添加 0.2‰~1‰聚丙烯酰胺对抑制基盘蒸发效果不明显。

3)聚丙烯酰胺在不同水平下,中心孔外的根系长度均高于孔内根系长度,其中植物根系生长在 0.2‰、

0.4‰、0.6‰时根系长度以及根系扩展性均优于对照。

综上所述,当聚丙烯酰胺系列种基盘含水量在 15%左右时,聚丙烯酰胺添加浓度为 0.6‰时,基盘强度、根系扩展性能及吸水性能较好,最适宜于基盘的运输和移栽。

参考文献:

- [1] 胡双双. 岩质边坡生态护坡基材研究[D]. 武汉:武汉理工大学,2006.
- [2] 杨喜田,董惠英,山寺喜成,等. 播种造林种基盘基质的改良研究[J]. 中国水土保持科学,2003(4):87-91.
- [3] 山寺喜成,李晓华. 关于水土保持绿化的建议[J]. 水土保持科技情报,1999(2):35-36.
- [4] 齐藤诚,顾卫,余海龙,等. 碎石填方坡面乔灌草植物群落构建方法的实验研究[J]. 水土保持通报,2011,31(4):140-145.
- [5] 张继娟. 喷射工艺下 PAM 对土壤结构性状的调控效应研究[D]. 重庆:西南大学,2006.
- [6] 王润泽,湛芸,李铁,等. PAM 和草类根系对荒坡侵蚀劣地紫色土微团聚体的影响[J]. 草业学报,2017,26(12):13-23.
- [7] 杨立霞,李绍才,孙海龙. PAM 对岩石生态护坡基质渗透性的影响研究[J]. 路基工程,2009(2):11-12.
- [8] 李绍才,孙海龙,杨志荣,等. 秸秆纤维、聚丙烯酰胺及高吸水树脂在岩石边坡植被护坡中的效应[J]. 岩石力学与工程学报,2006,25(2):257-265.
- [9] 郑晟. 生态工程人工土壤氮磷钾径流损失模型研究[J]. 中国水土保持,2014(8):46-49+69.
- [10] 员学锋,汪有科,吴普特,等. PAM 对土壤物理性状影响的试验研究及机理分析[J]. 水土保持学报,2005,19(2):37-40.
- [11] 员学锋,吴普特,冯浩. 聚丙烯酰胺(PAM)的改土及增产效应[J]. 水土保持研究,2002,9(2):55-58.
- [12] 龙明杰,张宏伟,陈志泉,等. 高聚物对土壤结构改良的研究Ⅲ. 聚丙烯酰胺对赤红壤的改良研究[J]. 土壤通报,2002,33(1):9-13.
- [13] 岳增璧,张学培,朱金兆,等. 滨海盐碱地种基盘育苗研究[J]. 陕西农业科学,2009,55(4):96-98.
- [14] 冯志培,赵佳宝,孔玉华,等. 种基盘对侧柏幼苗根系形态和生理特性的影响[J]. 西北林学院学报,2015,30(3):107-112.
- [15] 杨喜田,薛帅征,王向阳,等. 侧柏种基盘苗和营养钵苗移栽后根系生长对不同水分亏缺的响应[J]. 中国水土保持科学,2014,12(2):59-64.
- [16] 杨喜田,董娜琳,闫东锋,等. 不同培育时间侧柏种基盘

- 苗根系生长和分布[J]. 生态学报, 2011, 31(19): 5818—5823.
- [17] 云波兰, 张学培, 景峰, 等. 种基盘的基质吸水保水性能研究[J]. 西北林学院学报, 2011, 26(5): 116—120.
- [18] 孙雁君, 景峰, 朱金兆. 滨海泥质盐碱地种基盘播种造林的应用研究[J]. 水土保持研究, 2012, 19(4): 172—175+181.
- [19] 杨喜田, 董惠英, 山寺喜成, 等. 播种造林种基盘基质的改良研究[J]. 中国水土保持科学, 2003, 1(4): 87—91.
- [20] 赵佳愉, 伍红燕, 史蔚林, 等. 硅酸盐水泥含量对种基盘特性的影响[J]. 草原与草坪, 2021, 41(2): 34—39.
- [21] 韩立亮, 宋桂龙. 护坡木本植物根系的力学特性及其与细胞壁成分的关系[J]. 北京林业大学学报, 2015, 37(11): 120—127.
- [22] 冯志培. 种基盘对侧柏幼苗根系形态和生理特性的影响[D]. 郑州: 河南农业大学, 2015.
- [23] 潘颖, 李孝良. 几种无土栽培基质理化性质比较[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(5): 55—56.
- [24] 张淑芬. 坡耕地施用聚丙烯酰胺防治水土流失试验研究[J]. 水土保持科技情报, 2001(2): 18—19.
- [25] 李樊敏, 冀慧, 陈渠昌. 聚丙烯酰胺改良土壤的应用研究综述[J]. 人民黄河, 2010, 32(7): 91—94.
- [26] 冯雪, 潘英华, 张振华, 等. PAM 对土壤蒸发的影响分析及其模拟研究[J]. 农业系统科学与综合研究, 2008(1): 49—52.
- [27] 杨永辉, 武继承, 赵世伟, 等. PAM 的土壤保水性能研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2007, 35(12): 120—124.
- [28] 张兴玲, 胡夏嵩, 毛小青, 等. 植物根系固土护坡力学机理研究现状与进展[J]. 人民黄河, 2009, 31(6): 88—90+92.
- [29] 周云艳. 植物根系固土机理与护坡技术研究[D]. 武汉: 中国地质大学, 2010.
- [30] 董英, 郭绍辉, 詹亚力. 聚丙烯酰胺的土壤改良效应[J]. 高分子通报, 2004(5): 83—87.
- [31] 张学佳, 王宝辉, 纪巍, 等. 三元复合驱中聚丙烯酰胺在土壤中的迁移研究[J]. 北京联合大学学报(自然科学版), 2012, 26(2): 44—50.

Effects of polyacrylamide concentration on the properties of seed-base

ZHAO Jia-yu, WU Hong-yan, SHI Wei-lin, SONG Gui-long

(College of Grassland Science, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: Seed-base technology is a new technology to improve the roadside replanting. Adding a suitable concentration of polyacrylamide can effectively increase the compressive strength of the substrate and improve the water retention performance, which is beneficial to the expansion of the root system, especially the tap root. Five different concentrations (0.2‰, 0.4‰, 0.6‰, 0.8‰, 1‰) of polyacrylamide were added to the seed-base, with no addition of polyacrylamide as the control (CK). The study aimed to investigate the effects of polyacrylamide on the compressive strength, water retention characteristics and root expansion characteristics of the seed-base. Our results showed that the addition of polyacrylamide had significant effects on the compressive strength and root expansion of seed-base, but little effects on the water retention characteristics. When the water content of seed-base was 15% and the concentration of polyacrylamide at 0.4‰ and 0.6‰, the strength of seed-base was 0.72kN and 0.82kN, which were higher than that in CK and the other levels. The addition of polyacrylamide had no significant effect on the water holding capacity of substrate, with the highest evaporation loss and the lowest water holding capacity at 1‰ polyacrylamide. The root length outside the hole was higher than that inside. Root length and root expansion at 0.2‰, 0.4‰ and 0.6‰ polyacrylamide were greater than in the control. In summary, when the concentration of polyacrylamide was 0.6‰, the compressive strength, water retention performance, and improvement of root expansion characteristics of the seed-base were all optimal.

Key words: polyacrylamide; seed-base; compressive strength; water retention characteristics; root extensibility