

DOI:10.11937/bfyy.201614018

片麻岩山地几种草本植物生长特性及水土保持效益分析

史薪钰¹, 赵 娱¹, 刘 洋¹, 齐国辉^{1,2}, 张雪梅^{1,2}, 李保国^{1,2}

(1. 河北农业大学 林学院, 河北 保定 071000; 2. 河北省核桃工程技术研究中心, 河北 临城 053400)

摘 要:以河北省平山县下峪村新垦地土质坡面为试验地,采用单播、混播2种模式进行播种,研究了几种草本植物在太行山片麻岩山地的生长特性及水土保持效益。结果表明:皇竹草发芽最快,发芽时间为3 d,波斯菊次之,发芽最晚的是早熟禾。播种后第15天,皇竹草幼苗最高,高达10.89 cm,其次为波斯菊,高度达8.88 cm,白三叶草植株最矮,仅为0.67 cm。波斯菊植被覆盖度最高,达到了56.9%,皇竹草、波斯菊+紫花苜蓿+皇竹草混播、波斯菊+紫花苜蓿+白三叶草混播坡面的植被覆盖度分别为45.7%、36.1%、34.4%。人工模拟降雨时,播种皇竹草的坡面土壤侵蚀模数、径流系数分别为6.60 t·km⁻²、14.85%,土壤侵蚀程度较轻,水土保持效益最好;水土保持效益较好的有波斯菊+紫花苜蓿+白三叶草混播、波斯菊,土壤侵蚀模数分别为11.13、12.70 t·km⁻²,径流系数分别为19.69%、21.34%。因此,将波斯菊、皇竹草、紫花苜蓿、白三叶草进行混合播种,具有良好的水土保持效益。

关键词:片麻岩山地;草本植物;生长;水土保持效益

中图分类号:S 157.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)14-0070-05

河北省太行山片麻岩山场面积约为118.7万hm²,占太行山区总面积的42%^[1],土地资源十分充足。但是该区土壤具有“旱、薄、蚀”^[1]的特点,不适合植被生长,因此土地资源利用率极低。近年来,平山、阜平、邢台、易县等地纷纷通过机械整地的方式修造梯田,并在田中配置核桃、苹果、樱桃等经济树种,在绿化荒山、充分利用土地资源的同时取得了较好的经济效益,使山区农民的生活水平得到改善。但是,在新垦地的修造过程中,边坡的挖掘破坏了原有植被覆盖层,产生了大量的次生裸地容易引起水土流失^[2]。2015年4月至今,当地降雨较频繁,部分梯田坡面发生塌陷,坡面不稳定的问题亟待解决。因此,选出生长快、长势好、根系发达的护坡植被保护坡面、减少水土流失,是当前一项十分迫切的研究工作。

第一作者简介:史薪钰(1990-),女,河北阜平人,硕士研究生,研究方向为经济林栽培生理。E-mail:shixinyu0408@sina.cn.

责任作者:李保国(1958-2016),男,河北武邑人,教授,博士生导师,曾主要从事经济林栽培生理和山区开发技术研究及经济林栽培等教学工作。E-mail:lbq888@163.com.

基金项目:国家林业公益性行业科研专项资助项目(201504408);河北省高等学校科学技术研究资助项目(ZC2016146)。

收稿日期:2016-04-01

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于平山县下峪村,地处河北省西部,太行山东麓,地理位置为东经114°5′~114°7′,北纬38°26′~38°27′,属于暖温带半湿润季风大陆性气候。主要特点是四季分明、季节性强、光照充足、降水量偏少,年平均降水量537 mm,集中于7—9月,其余时间多干旱少雨。土壤类型属于褐土性亚类,土壤贫瘠,山上植被稀少。乔木树种有白榆(*Ulmus pumila*)、臭椿(*Ailanthus altissima*)、毛白杨(*Populus tomentosa*)、刺槐(*Robinia pseudoacacia*)等;灌木以酸枣(*Ziziphus spinosa*)、荆条(*Vitex negundo*)、胡枝子(*Elsholtzia stauntoni*)为主;草本植物有蒲公英(*Taraxacum mongolicum*)、猫眼草(*Euphorbia esula*)、老鹳草(*Geranium wilfordii*)、小红菊(*Dendranthema chianetii*)、紫菀(*Aster tataricus*)、车前草(*Plantago asiatica*)、马齿苋(*Portulaca oleracea*)、反枝苋(*Amaranthus retroflexus*)、牵牛花(*Pharbitis nil*)、远志(*Polygala tenuifolia*)、狗尾草(*Setaria viridis*)、早熟禾(*Poa annua*)、紫花苜蓿(*Medicago sativa*)、高羊茅(*Festuca arundinaceae*)等。

1.2 试验材料

供试早熟禾(*Poa annua*)、白三叶草(*Trifolium re-*

pens)、高羊茅(*Festuca arundinace*)、波斯菊(*Cosmos bipinnata*)、紫花苜蓿(*Medicago sativa*)、黑麦草(*Lolium perenne*)、皇竹草(*Pennisetum hybridum*)等为北方常见护坡植物,其草籽购买于保定市农资科技市场。

1.3 试验方法

坡面播种试验:2015年5月18日,于河北省平山县下峪村的新垦地土质坡面上随机选取3块样地作为重复(样地基本情况如表1所示),每块样地布设12个大小2 m×3 m的样方。随机选取2个样方不播种草种作为对照;其余10个小样方内分别播种早熟禾(240 g)、白三叶草(240 g)、高羊茅(240 g)、波斯菊(240 g)、波斯菊+紫花苜蓿+白三叶草混播(各80 g)、波斯菊+紫花苜蓿+皇竹草混播(各80 g)、早熟禾+黑麦+高羊茅混播(各80 g)、紫花苜蓿(240 g)、黑麦草(240 g)、皇竹草(240 g)。在每个单播的样方中各留出3个20 cm×20 cm的小样方,用于布设种子发芽试验,每个小样方内播种与其所在样方相同的草种(100粒)。

表1 样地基本情况

样地	海拔	坡度	坡向
Sample plot	Altitude/m	Gradient/(°)	Slope aspect
1	195.3	35.8	南偏西12°
2	196.2	35.4	南偏西20°
3	197.6	35.5	南偏东9°

1.4 项目测定

以幼苗长度大于1 mm为发芽标准,每天记录小样方中发芽的幼苗数,在播种后第11天计算发芽率、发芽指数、活力指数,第15天计算发芽势。播种后第15天,采用人工模拟降雨的方法做雨水冲刷试验,收集冲下来的泥水并称重,烘干后再次称重,计算土壤侵蚀模数、径流系数。每个样方随机选取30株幼苗,测其株高并记录。

发芽指数(GI)^[4] = $\sum(Gt/Dt)$ 。式中, Gt 为在不同时间(11 d)的发芽率, Dt 为发芽日数^[4]。活力指数(VI)^[4]是种子发芽速率和生长量的综合反映,是表征种子活力的重要指标。 $VI=GI \times S$ 。式中, S 为一定时期内幼苗长度(cm)或幼苗重量(g), GI 为发芽指数。发芽势(GV)^[3]:指在发芽过程中日发芽种子数达到最高峰时,发芽的种子数占供测样品种子数的百分率。种子发芽势是反映种子质量优劣的主要指标之一。在发芽率相同时,发芽势高的种子,说明种子生命力强。 $GV(\%) = M_7/M \times 100$ 。式中, M_7 为第7天发芽数, M 为种子总数。株高:每个播种处理随机选30株幼苗,用钢卷尺测定幼苗高度,并求其平均值。植被覆盖度:用粗铁丝制作一个50 cm×50 cm的正方形铁圈,内部用细铁丝隔出100个5 cm×5 cm的小方格,每个样方内随机选取10个点放置铁圈,植株的投影面积占铁圈总面积的百分比即

为植被覆盖度。土壤侵蚀模数($t \cdot km^{-2}$):某次降雨条件下单位面积侵蚀量的大小。径流系数($\%$)^[5]:通过每场人工模拟降雨中单位时间内径流量除以单位时间内降雨量求得。

1.5 数据分析

数据采用SPSS和Excel软件统计,采用SPSS 19.0分析统计软件的单因素方差分析法(one-way ANOVA)分析土壤侵蚀模数、径流系数的差异显著性,如果差异显著,则采用LES法进行多重比较;采用Microsoft Office Excel 2013绘制相关图表。

2 结果与分析

2.1 不同植物的发芽状况

由表2可知,播种后发芽最早的是皇竹草,播种后第3天就开始发芽;第2个发芽的是波斯菊,仅比皇竹草晚1 d;接下来依次是紫花苜蓿、白三叶草,从播种到发芽分别用时5、7 d;高羊茅、黑麦草均在播种后第9天发芽;早熟禾发芽最晚,用时10 d。7种植物的发芽势存在很大差异,变化范围为2%~81%,其大小表现为早熟禾<黑麦草<高羊茅<紫花苜蓿<白三叶草<皇竹草<波斯菊,可见波斯菊的发芽势远远高于其它6种植物。从发芽率来看,黑麦草、早熟禾的发芽率较低,分别为12%、14%,远远低于其它植物,可见这2种草坪草在干旱、贫瘠的片麻岩坡面上生长较差;发芽率最高的是波斯菊,高达87%;其次是皇竹草,发芽率达到了76%;白三叶草、紫花苜蓿发芽率相差不大,分别为50%、51%。皇竹草的发芽指数最高,达到了0.835,其次为波斯菊、紫花苜蓿、白三叶草、高羊茅,发芽指数最低的仍为早熟禾、黑麦草,其发芽指数均不到0.050。活力指数最高的也是皇竹草,高达6.149,分别是早熟禾、白三叶草、高羊茅、波斯菊、紫花苜蓿、黑麦草的614.9、16.9、13.3、1.3、7.3、35.5倍。

表2 不同品种边坡植物的发芽状况

品种	发芽时间	发芽势	发芽率	发芽指数	活力指数
Variety	Emergence time/d	Germination tendency/%	Germination percentage/%	Germination index	Vigor index
早熟禾 <i>P. annua</i>	10	2	14	0.034	0.010
白三叶草 <i>T. repens</i>	7	42	50	0.323	0.365
高羊茅 <i>F. arundinace</i>	9	16	33	0.121	0.464
波斯菊 <i>C. bipinnata</i>	4	81	87	0.693	4.629
紫花苜蓿 <i>M. sativa</i>	5	41	51	0.375	0.838
黑麦草 <i>L. perenne</i>	9	6	12	0.049	0.173
皇竹草 <i>P. hybridum</i>	3	67	76	0.835	6.149

注:表2中的数据来自“种子发芽试验”,其它图表中的数据均来自“坡面播种试验”。

Note: The data in table 2 were from ‘germination test’; the data in other table and figure were from ‘sowing test on slope’.

2.2 不同植物的生长状况

2.2.1 幼苗高度随时间的变化

由图1幼苗平均高度

随着时间的变化可知,不同植物的发芽时间不同,5月25日全部小样方均已发芽。生长最缓慢的为白三叶草,从发芽到6月1日仅生长了0.69 cm。多数样方内的幼苗从5月27日开始进入快速生长期,其中生长速度最快的是皇竹草,6月1日平均高度已达到10.89 cm,在7种植物中平均高度最高;波斯菊生长较快,在5月27日之前平均高度明显高于其它6个品种,之后被皇竹草赶超,株高位居第二;高羊茅、黑麦草的生长趋势基本一致,但高羊茅平均高度始终略高于黑麦草,6月1日二者的平均高度分别为5.72、4.83 cm;紫花苜蓿的幼苗平均高度在5月27日之前变化不大,5月23—27日仅生长了0.95 cm,5月27日后生长明显加快,到6月1日平均高度达到3.39 cm。

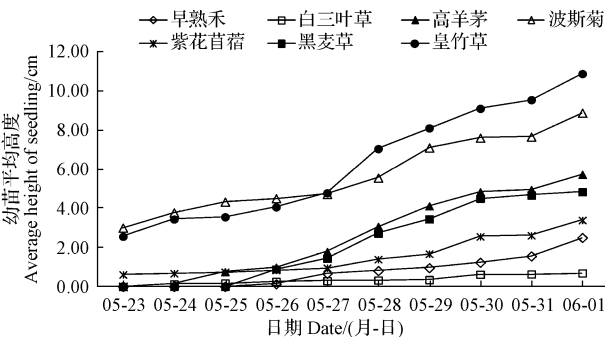


图1 不同时间的幼苗高度

Fig.1 Seedling height at different times

2.2.2 植被覆盖度随着时间的变化 由图2可知,不同植物的植被覆盖度存在一定差异,6月4日不同植被组合的植被覆盖度表现为波斯菊>皇竹草>波斯菊+紫花苜蓿+皇竹草混播>波斯菊+紫花苜蓿+白三叶草混播>紫花苜蓿>白三叶草>高羊茅>早熟禾+黑麦草+高羊茅混播>黑麦草>早熟禾。波斯菊的植被覆盖度始终是最高的,播种后第5天已达到11.3%,且增长幅度很大,6月4日已高达56.9%;位居第二的是皇竹草,其植被覆盖度增长速度较快,6月4日达到45.7%;就植被覆盖度来看,波斯菊+紫花苜蓿+白三叶草、波斯菊+紫花苜蓿+皇竹草2个组合始终相差不大,最终分别为34%、36%;紫花苜蓿的植被覆盖度先是缓慢增长,后增

长明显加快,6月4日达到了26.7%;高羊茅、黑麦草、早熟禾植被覆盖率很低,均不足15%。

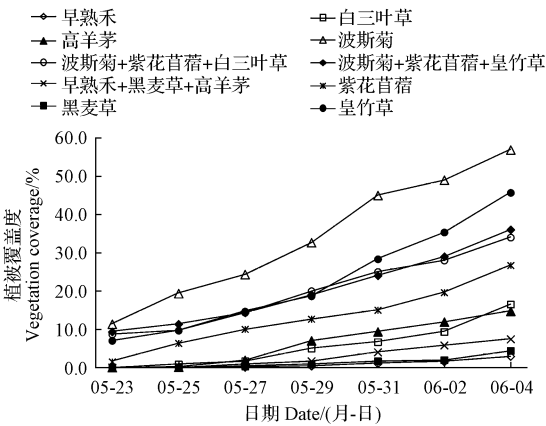


图2 不同时间的植被覆盖度

Fig.2 The vegetation coverage at different times

2.3 不同植被的水土保持效益

草本植物叶片对雨滴有一定的拦截作用,叶片越多,拦截能力越强,有利于减缓降雨对地表的直接冲击,从而减少土壤溅蚀量^[6]。由表3不同边坡植被组合的水土流失状况可知,不同播种处理的水土流失状况存在很大差异,CK的土壤侵蚀模数、径流系数显著大于其它播种处理。CK的土壤侵蚀模数为29.14 t·km⁻²,径流系数高达55.22%,土壤侵蚀程度很高,可见新垦地土质坡面的稳定性极差,下雨时坡面会形成径流,水土流失严重。有植被覆盖的坡面水土流失程度较轻,其中护坡效果较好的有皇竹草、波斯菊+紫花苜蓿+白三叶草混播、波斯菊、波斯菊+紫花苜蓿+皇竹草混播,土壤侵蚀模数分别为6.60、11.13、12.70、16.34 t·km⁻²,径流系数分别为14.85%、19.69%、21.34%、28.62%;紫花苜蓿、早熟禾+黑麦草+高羊茅混播、白三叶草、高羊茅坡面的土壤侵蚀程度略高,土壤侵蚀模数分别为21.12、22.81、23.95、24.29 t·km⁻²,其径流系数分别为45.62%、43.59%、47.36%、49.58%。早熟禾、黑麦草的土壤侵蚀程度最高,其土壤侵蚀模数分别为26.37、27.32 t·km⁻²,径流系数分别为50.39%、53.78%。

表3 不同植被坡面的土壤侵蚀模数、径流系数

Table 3 Soil erosion modulus and runoff coefficient of different vegetation slopes

品种 Variety	土壤侵蚀模数 Soil erosion modulus/(t·km ⁻²)	径流系数 Runoff coefficient/%
CK	29.14±2.63a	55.22±4.06a
早熟禾 <i>P. annua</i>	26.37±1.78bf	50.39±1.51bh
白三叶草 <i>T. repens</i>	23.95±1.57bf	47.36±1.28bd
高羊茅 <i>F. arundinacea</i>	24.29±2.23f	49.58±5.16ce
波斯菊 <i>C. bipinnata</i>	12.70±1.89cd	21.34±1.13ce
波斯菊+紫花苜蓿+白三叶草混播	11.13±1.3ce	19.69±2.25ce
波斯菊+紫花苜蓿+皇竹草混播	16.34±4.67c	28.62±1.16f
早熟禾+黑麦草+高羊茅混播	22.81±2.66bf	43.59±2.53d
紫花苜蓿 <i>M. sativa</i>	21.12±2.87b	45.62±0.91d
黑麦草 <i>L. perenne</i>	27.32±3.59f	53.78±1.49h
皇竹草 <i>P. hybridum</i>	6.60±2.41de	14.85±2.27g

3 结论与讨论

坡面水土流失以地表径流和土壤水蚀为主,其流失量大小受土壤、降雨、植被等多种因素的影响^[7],目前水土流失防治中,植被重建是一种有效的生物防治措施^[8],植被可以防止雨滴对地表直接击打造成的溅蚀,拦截部分降水,减少径流的产生^[9]。

廖晓勇等^[10]表明,皇竹草适应性强,生长迅速,能有效截留降雨,拦蓄地表径流,水土保持效果极好。该研究表明,在相同的生长条件下,皇竹草发芽最早,种子的活力指数最高,达到了 6.149,位居第一;波斯菊的发芽势、发芽率均最高,活力指数位居第二;紫花苜蓿作为一种常用的护坡植被,其发芽势、发芽率、发芽指数均不理想,这与涂利华等^[11]的研究结果不一致,可能是由于紫花苜蓿并非快速生长的植物,而它保水固土不是靠地上部分而是靠发达的根系;早熟禾、黑麦草均发芽晚、长势差,并不适合用作此类坡面的护坡植被,这与方文等^[12]的研究结果一致,因为这 2 种草坪常用草的生长需要良好的水肥条件,而试验地的生长条件较差,导致它们生长状况不佳。

良好的植被覆盖能有效的减少水土流失,不同的植被类型对径流特征和产沙量有很大的影响。在所研究的几种草本植物中,皇竹草的植被覆盖度较高、产沙量最少。播种后 20 d 左右,皇竹草的植被覆盖度达到了 45.7%,仅次于波斯菊;人工模拟降雨时,播种皇竹草的坡面土壤侵蚀模数、径流系数较低,分别是 CK 的 22.6%、26.9%,表明皇竹草具有较高的水土保持效益。植被覆盖最快、覆盖度最高的是波斯菊,将波斯菊、紫花苜蓿、白三叶草混播,其水土保持效果明显比单独播种的波斯菊、紫花苜蓿、白三叶草好得多,表明多种草籽混播有利于提高水土保持效益,因为不同植物的冠幅、株高各不相同,降雨时植株较高、冠幅较大的植物可以有

效的拦截雨滴,减小雨水对地表的冲击力,而较矮的植物会附着于地表,进一步保护表土不被冲走。

由此可见,波斯菊和皇竹草发芽快、草层密集,播种后 15 d 水土保持效益已很明显,土壤侵蚀模数显著低于 CK;虽然紫花苜蓿发达根系尚未生长完好,但与其它植物混合播种仍具有很好的水土保持效益;将不同草籽适当混合后播种,会在一定程度上增强护坡能力。所以,治理此类坡面时,可将波斯菊、皇竹草、紫花苜蓿进行混播,具有很好的水土保持效益。

参考文献

- [1] 李保国,张金柱,郭素平. 河北省太行山片麻岩山地景观生态经济资源特征与利用研究[J]. 河北农业大学学报,2005(4):14-20.
- [2] 甘建国,王洁,谢锴,等. 邵怀高速公路边坡生态恢复植物种类选择:护坡植物层次分析法(AHP)优选试验研究[J]. 公路工程,2007(5):177-214.
- [3] 乔彦肖. 卫星遥感技术在永定河流域(河北)土壤侵蚀调查评价中的应用研究[J]. 遥感技术与应用,2001,16(2):91-96.
- [4] 颜启传. 种子学[M]. 北京:中国农业出版社,2001.
- [5] 刘柳松,史学正,任红艳,等. 秸秆覆盖对干态和湿态土壤产流过程的影响[J]. 水土保持学报,2009(4):6-9,81.
- [6] 孙铁军,刘素军,武菊英,等. 6 种禾草坡地水土保持效果的比较研究[J]. 水土保持学报,2008(3):158-162.
- [7] 黄满湘,章申,张国梁,等. 北京地区农田氮素养分随地表径流流失机理[J]. 地理学报,2003(1):147-153.
- [8] 潘声旺,雷志华,杨丽娟,等. 几种典型边坡植被的产流、产沙特征[J]. 生态环境学报,2013(7):1167-1172.
- [9] 孙浩峰,张丽萍,高雅玉,等. 半干旱黄土丘陵区坡地紫花苜蓿种植模式与径流的关系[J]. 草业科学,2014(5):922-926.
- [10] 廖晓勇,陈治谏,刘邵权,等. 陡坡地皇竹草水土保持效益研究[J]. 水土保持学报,2002(4):34-36.
- [11] 涂利华,谢财永,胡庭兴,等. 华西雨屏区几种牧草的水土保持能力研究[J]. 水土保持学报,2005,19(5):35-38,51.
- [12] 方文,刘杨,马立辉,等. 西南丘陵地区几种典型边坡植被的护坡效益分析[J]. 水土保持学报,2013(1):215-219.

Growth Characteristics and Benefits of Soil and Water Conservation of Several Herbaceous Plant in the Gneiss Mountainous Region

SHI Xinyu¹, ZHAO Yu¹, LIU Yang¹, QI Guohui^{1,2}, ZHANG Xuemei^{1,2}, LI Baoguo^{1,2}

(1. College of Forestry, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000; 2. Research Center for Walnut Engineering and Technology of Hebei, Lincheng, Hebei 053400)

Abstract: In order to ascertain the growth characteristics and benefits of soil and water conservation of several herbaceous plant in the Gneiss Mountainous Region in Pingshan County, the slope of freshly plowed land in Xiayu Village was chosen as experimental field, two sowing patterns were used to reconstruct vegetation, single-sowing pattern and compound-sowing pattern. The results showed that seed germination time of *Pennisetum sinense* was the shortest, which was only 3 days; the next one was *Cosmos bipinnata*; *Poa annua* was the longest. After sowing for 15 days, the seedling average height of *Pennisetum sinense* was the highest (10.89 cm); the next one was *Cosmos bipinnata* (about 8.88 cm); the

DOI:10.11937/bfyy.201614019

赤霉素和温度对贵州特有观赏植物 习水报春种子萌发的影响

钱长江^{1,2}, 杜 勇¹, 穆 军³, 李崇清³, 刘 欣¹, 李从瑞⁴

(1. 贵州师范学院 化学与生命科学学院, 贵州 贵阳 550018; 2. 贵州省生物资源开发利用特色重点实验室, 贵州 贵阳 550018;
3. 贵州习水国家级自然保护区管理局, 贵州 习水 564600; 4. 贵州省林业科学研究院, 贵州 贵阳 550001)

摘 要:以习水报春种子为试验材料, 采用不同温度梯度和 20 ℃ 恒温下不同浓度赤霉素处理, 研究了各种处理对习水报春种子的发芽率、发芽势和发芽指数的影响, 以期找到最适萌发条件。结果表明: 15 ℃ 处理发芽率(44.45%)最高; 20 ℃ 处理发芽势(32.22%)最高和发芽指数(4.64)最高; 25 ℃ 处理各项指标最低, 发芽率 1.11%, 与 10、15、20 ℃ 处理差异显著($P < 0.05$), 发芽势 1.11%, 与 20 ℃ 处理差异显著($P < 0.05$), 发芽指数 0.27, 与 20 ℃ 处理差异显著($P < 0.05$)。最适萌发温度范围为 15~20 ℃。在 20 ℃ 恒温条件下, 200 mg · L⁻¹ GA₃ 溶液处理发芽率(41.11%)最高; 100、200 mg · L⁻¹ GA₃ 溶液处理发芽势(34.44%)最高, 100 mg · L⁻¹ GA₃ 溶液处理发芽指数最高(5.53)。400、500 mg · L⁻¹ GA₃ 溶液处理与 CK 相比发芽率、发芽势差异均显著($P < 0.05$), 200、300、400、500 mg · L⁻¹ GA₃ 溶液处理与 CK 相比发芽指数差异显著($P < 0.05$), GA₃ 溶液的最适萌发浓度范围为 100~200 mg · L⁻¹。

关键词:习水报春; 发芽率; 发芽势; 发芽指数; 温度; 赤霉素(GA₃)溶液

中图分类号:S 682.1⁺5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)14-0074-04

习水报春(*Primula lithophila* Chen et C. M. Hu)属报春花科报春花属报春组多年生草本, 根状茎倾斜匍

第一作者简介:钱长江(1984-), 男, 博士研究生, 副教授, 研究方向为森林培育与植物分类和观赏植物资源。E-mail: qianchj520zh@163.com.

基金项目:贵阳市乌当区科学技术计划资助项目([2012]乌科技合同第 54 号); 贵州省科学技术厅科学技术基金资助项目(黔科合 J 字(2012)2287); 贵州省科学技术厅推广资助项目(黔科合字(2012)5033); 贵州省学位办生物学重点支持学科建设资助项目(2011231)。

收稿日期:2016-02-14

匍, 具多数紫褐色须根, 叶近圆形至阔卵圆形, 先端圆形, 基部心形, 报春花属植物的花多为紫红色, 而习水报春的花为黄色^[1], 是优秀的观叶和观花的室内盆栽观赏植物。习水报春模式标本采自习水官渡区长岭, 为贵州特有种^[2-4], 仅分布在习水国家级自然保护区的三岔河和长嵌沟, 分布点面积约 600 m², 资源量少, 尤其在长嵌沟植株数量不足 100 株^[1], 分布范围极其狭窄, 并且生境特殊, 是处于濒危灭绝状态的珍稀观赏植物^[1]。由于这些因素影响, 目前仅见对其形态特征^[2-3]、生境调查及其叶片解剖结构^[4]、引种栽培萌发更新研究^[1]的报道, 其种子萌发特性的研究尚鲜见报道, 因极具观赏价值, 且野

shortest was *Trifolium repens* (only 0.67 cm). The vegetation coverage of *Cosmos bipinnata* was the highest, which was about 56.9%; and those of *Pennisetum sinense*, *Cosmos bipinnata* + *Medicago sativa* + *Pennisetum sinense*, *Cosmos bipinnata* + *Medicago sativa* + *Trifolium repens* were 45.7%, 36.1%, 34.4% respectively. The soil erosion modulus and runoff coefficient of *Pennisetum sinense* respectively were 6.60 t · km⁻², 14.85% and its benefits of soil and water conservation was the best; the soil erosion modulus of *Cosmos bipinnata* + *Medicago sativa* + *Trifolium repens* and *Cosmos bipinnata* were respectively 11.13 t · km⁻², 12.70 t · km⁻² and the runoff coefficient of them were 19.69%, 21.34% respectively. So the erosion intensity of these two kinds of sowing patterns were both medium erosion. The best sowing pattern was mixing the seeds of *Cosmos bipinnata*, *Pennisetum sinense*, *Medicago sativa* and *Trifolium repens* together before sowing so as to promote soil and water conservation benefits.

Keywords: Gneiss Mountain; herbaceous plant; growth; benefits of soil and water conservation