

# 五节芒等植物水土保持效果试验研究

谢金波<sup>1</sup>, 王敬贵<sup>2,3</sup>

(1. 五华县水土保持试验推广站, 广东 五华 514471; 2. 珠江水利委员会 珠江水利科学研究院, 广东 广州 510611; 3. 珠江水利委员会 珠江流域水土保持监测中心站, 广东 广州 510611)

**摘要:** 选取香根草、象草和五节芒 3 种植物在中国南方红壤丘陵区山坡进行水土保持成效试验。对不同试验小区的土壤理化性状、径流量与水土流失量等指标进行了近 3 a 的观测, 结果表明, 3 种植物均有较好的水土保持效果。与香根草和象草相比, 五节芒在增加地表覆盖, 改善土壤理化性质, 拦蓄径流泥沙, 改良微地貌, 防治水土流失, 改善生态环境等方面具有明显优势, 且分布广, 种源多, 种植成本低, 是一种优良的水土保持草种。在南方红壤丘陵区水土流失治理生物措施中, 可以优先选用五节芒。

**关键词:** 五节芒; 香根草; 象草; 南方红壤丘陵区; 水土保持效果

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2014)01-0051-03

中图分类号: S157

## Experimental Study of *Miscanthus Floridulus* on Soil and Water Conservation Effects

XIE Jin-bo<sup>1</sup>, WANG Jing-gui<sup>2,3</sup>

(1. Experimental Station of Soil and Water Conservation of Wuhua County, Wuhua, Guangdong, 514471, China; 2. Pearl River Water Resources Research Institute, Guangzhou, Guangdong 510611, China; 3. Monitoring Center for Soil and Water Conservation in the Pearl River Basin, Guangzhou, Guangdong 510611, China)

**Abstract:** Three kinds of herbs *Vetiveria zizanioides*, *Pennisetum purpureum* Schum and *Miscanthus floridulus* were selected for an experiment of soil and water conservation in the red soil hilly region of Southern China. Observations of soil physiochemical properties, runoff and soil erosion were made in runoff plots for nearly three years. Results show that compared with *Vetiveria zizanioides* and *Pennisetum purpureum* Schum, *Miscanthus floridulus* has obvious advantages on increasing surface coverage, improving soil physiochemical properties, reducing and retaining surface runoff, improving micro-landform, controlling and reducing soil erosion, and improving ecological environment. Furthermore, *Miscanthus floridulus* are widely distributed, the seeds can be obtained easily, and the cost of planting is very low. Therefore, *Miscanthus floridulus* is a good grass for soil and water conservation. *Miscanthus floridulus* should be selected firstly in projects of soil and water conservation in the ed soil hilly region of Southern China.

**Keywords:** *Miscanthus floridulus*; *Vetiveria zizanioides*; *Pennisetum purpureum* Schum; red soil hilly region of southern China; soil and water Conservation effect

### 1 试验区概况

试验区位于广东省五华县, 地处亚热带季风气候区, 气候温暖湿润, 多年平均降雨量 1 450 mm, 雨量多集中在 4—9 月, 降雨强度大。多年平均气温 20.5 °C, 最高气温 37.5 °C, 最低气温 0 °C。地貌类型以低山丘陵为主, 土壤以赤红壤为主, 崩岗发育, 地形破碎。植被群落以马尾松残次林为主, 阔叶林多为桉树、木荷等人工林, 灌草类多为芒萁等。水土流失严重, 主

要侵蚀类型有崩岗侵蚀和面蚀、沟蚀等。

试验区设在五华县华城镇乌陂河小流域, 该小流域内设有国家级水土保持科技示范园。乌陂河是韩江上游的二级支流, 小流域面积 23.2 km<sup>2</sup>, 区内地形复杂多样, 沟壑密布, 山地海拔高程 100~200 m; 山地坡度较缓, 大于 25°坡地占 19%, 其余为缓坡地和水田; 植被以马尾松、湿地松等针叶树为主, 其次是木荷、桉树等阔叶林和针阔混交林, 灌木有桃金娘、岗松、芒萁等, 植被覆盖率在 50% 以下; 区内耕地以种

收稿日期: 2013-01-22

修回日期: 2013-04-16

资助项目: 水利部公益性行业科研专项经费项目“岩溶地区水土资源保护及利用研究”(201101019)

作者简介: 谢金波(1976—), 男(汉族), 福建省漳平市人, 学士, 工程师, 主要从事水土保持试验研究。E-mail: jboxie@163.com。

植水稻为主,经济作物有花生、甘蔗等;区内有 3 个行政村,总人口 1.45 万人,其中农业人口 1.03 万人。

## 2 试验方法

### 2.1 试验设计

在乌陂河小流域内选择面蚀最为严重的山坡面布设试验小区,分别种植香根草、象草和五节芒进行试验研究,分析这 3 种植物的水土保持效果。各试验小区的土壤类型均为赤红壤,土壤质地均为壤土。

植物种植时间为 2010 年 3 月,种植方式均为穴植,开穴规格 30 cm×30 cm,深度 20—30 cm,株行距 80 cm×80 cm<sup>[1]</sup>,种后及时抚育淋水,适当施肥 1 次。

### 2.2 观测方法

植物生长情况观测。主要观测株高、覆盖度、生物量等 3 个指标<sup>[2]</sup>。生物量观测以 2 m×2 m 草地样方为标准,采用刈割方式收集样方内植物的茎和叶(不包括草根),分别测其鲜草重量和烘干后的干草重量。每个草种均设 3 个重复样方,对各观测值取其平均值。

土壤理化性状观测。主要观测不同试验地的土壤含水量、容重、孔隙度、持水量等物理指标,并测定土壤有机质含量、全氮、全磷、全钾含量等化学指标。

每个试验小区内随机取 3 个重复样方,取其平均值。

水土流失状况观测。在相同研究时段内,每次侵蚀降雨后分别测定不同试验地的径流量、土壤流失量等指标。试验小区按 5 m×20 m 标准小区布设,周边用铁皮围护,在小区下部修筑收集径流泥沙的集流槽和集流桶,并安装水位计等测量设备。针对香根草、象草和五节芒分别布设 3 个重复试验小区,对相同小区的观测值取其平均值;同时布设 1 个裸地对比试验小区。小区坡度均为 15°。

## 3 结果与分析

### 3.1 不同植物生长状况分析

通过不同植物生长过程和生长量观测结果分析发现(表 1):香根草、象草和五节芒等植物的存活率均较高,都能达到 90%以上;就株高指标而言,象草的单株高度最大,生长 9 个月后,象草的株高比香根草、五节芒高出 15~45 cm;就覆盖度指标而言,五节芒的覆盖度增长最快,因其鞭状茎根分蘖繁殖力强,能够迅速增加地表覆盖;从生物量指标来看,当年种植当年刈割 1 次情况下,五节芒最大,象草次之,香根草最小。

表 1 不同试验地植物生长状况对比

| 试验地 | 草种  | 生长期/<br>月 | 生长状况      |           |                           |      | 生态特征及表现 |  |   |
|-----|-----|-----------|-----------|-----------|---------------------------|------|---------|--|---|
|     |     |           | 株高/<br>cm | 覆盖度/<br>% | 生物量/(t·hm <sup>-2</sup> ) |      |         | 生长率/<br>%  |   |
|     |     |           |           |           | 鲜重                        | 干重   |         |  |   |
| 1   | 香根草 | 3         | 49        | 35        | 21.6                      | 9.5  | 92      | 分蘖能力强,前期长势好,不耐寒,冬季叶茎干枯,再生能力较弱,每年至少需刈割 1 次,否则容易退化枯死 |   |
|     |     | 6         | 135       | 43        |                           |      |         |  |   |
|     |     | 9         | 215       | 55        |                           |      |         |  |   |
| 2   | 象草  | 3         | 58        | 28        | 23.4                      | 12.1 | 90      |  |   |
|     |     | 6         | 165       | 35        |                           |      |         |  |   |
|     |     | 9         | 230       | 48        |                           |      |         |  |   |
| 3   | 五节芒 | 3         | 52        | 42        | 27.1                      | 12.7 | 96      |  | 生长迅速,分蘖和再生能力极强,常年保持叶茎绿色;覆盖率高,叶量多,湿润和肥沃的坡脚生长更佳;耐低温 |
|     |     | 6         | 153       | 48        |                           |      |         |  |   |
|     |     | 9         | 185       | 59        |                           |      |         |  |   |

注:生物量测量时间为 2010 年 12 月。

### 3.2 土壤理化性状分析

3.2.1 含水与通气等土壤物理性状分析 试验小区土壤物理性质观测结果表明(表 2),与对比小区相比,用香根草、象草和五节芒植物治理后的试验小区土壤物理状况均有明显改善。香根草、象草、五节芒试验小区的土壤含水量比对照小区分别提高 33.5%, 22.1%和 48.5%,总孔隙度分别提高 24.7%, 12.9%和 30.8%,土壤容重分别降低 8.9%, 5.9%和 11.1%。试验地土壤物理性质的明显改善主要是由于植物根系在土壤中的生长、延伸疏松了土壤,提高了土壤的蓄水能力<sup>[3]</sup>。其中五节芒试验地的各项指标均比

另外两种植物高,表明其保水和通气性能最佳。

3.2.2 养分含量等土壤化学性状分析 对比 1 a 后各个试验小区土壤养分含量数据(表 3)得出,与对照小区相比,香根草、象草和五节芒试验小区的土壤有机质和氮、磷、钾含量均有明显提高,有机质含量分别比对照小区提高 35.4%, 36.9%和 44.6%,全氮含量分别提高 76.9%, 59.6%和 82.7%,全磷含量分别提高 31.3%, 34.4%和 46.9%,全钾含量分别提高 33.3%, 19.4%和 38.9%。其中五节芒试验地的土壤养分含量增加最明显,表明五节芒在改良土壤养分方面具有比较强的优势,能够使土壤肥力状况明显改善。

表 2 不同试验地土壤物理性质指标对比

| 试验地 | 草种  | 含水量/<br>% | 土壤容重/<br>( $g \cdot cm^{-3}$ ) | 总孔隙<br>度/% | 毛管孔隙<br>度/% | 非毛管孔<br>隙度/% | 毛管持水<br>量/% | 最大持水<br>量/% |
|-----|-----|-----------|--------------------------------|------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| 对照  | 无   | 12.56     | 1.35                           | 38.42      | 36.59       | 1.83         | 27.11       | 29.23       |
| 1   | 香根草 | 16.77     | 1.23                           | 47.92      | 45.58       | 2.34         | 37.06       | 39.52       |
| 2   | 象草  | 15.34     | 1.27                           | 43.41      | 41.37       | 2.04         | 32.57       | 34.68       |
| 3   | 五节芒 | 18.65     | 1.20                           | 50.26      | 47.01       | 3.25         | 39.18       | 43.26       |

注:土壤物理化学性状观测时间为 2011 年 3 月。

表 3 不同试验地土壤养分含量对比  $g/kg$ 

| 试验地 | 草种  | 有机质 | 全氮   | 全磷   | 全钾  |
|-----|-----|-----|------|------|-----|
| 对照  | 无   | 6.5 | 0.52 | 0.32 | 3.6 |
| 1   | 香根草 | 8.8 | 0.92 | 0.42 | 4.8 |
| 2   | 象草  | 8.9 | 0.83 | 0.43 | 4.3 |
| 3   | 五节芒 | 9.4 | 0.95 | 0.47 | 5.0 |

### 3.3 减蚀效果分析

表 4 为 2010 年 3 月至 2012 年 12 月近 3 a 的试验小区径流泥沙观测结果。由表 4 表明,与对照小区相比,香根草、象草、五节芒均具有比较好的水土保持效果,其中香根草减少径流总量为 23.7%~

41.1%,降低土壤侵蚀模数 44.6%~62.8%;象草减少径流总量 19.7%~34.8%,降低土壤侵蚀模数 33.3%~49.8%;五节芒减少径流总量为 26.9%~44.4%,降低土壤侵蚀模数 44.6%~67.4%。

植物均具有一定程度的拦蓄径流和减少土壤流失量的功能,特别是草本植物中的禾本科植物由于其须根系特点,根系发达,固土作用明显,可以提高土壤的抗蚀性,其中五节芒的根鞭更发达,固土作用更为明显。

从试验结果也可以看出,3 种植物中五节芒拦蓄地表径流和泥沙的效果最好,减蚀效果最明显。

表 4 不同试验地的产流产沙状况对比

| 小区 | 草种  | 观测时段          | 侵蚀降雨量/<br>mm | 年径流量/<br>( $m^3 \cdot km^{-2}$ ) | 径流系数/<br>% | 侵蚀模数/<br>( $t \cdot km^{-2} \cdot a^{-1}$ ) |
|----|-----|---------------|--------------|----------------------------------|------------|---|
| 对照 | 无   | 201003—201012 | 1 153.4      | 492 501.8                        | 42.7       | 6 678.5                                     |
|    |     | 201101—201112 | 973.2        | 315 316.8                        | 32.4       | 4 049.1                                     |
|    |     | 201201—201212 | 1 256.2      | 458 513.0                        | 36.5       | 4 564.3                                     |
| 1  | 香根草 | 201003—201012 | 1 153.4      | 376 008.4                        | 32.6       | 3 680.5                                     |
|    |     | 201101—201112 | 973.2        | 230 648.4                        | 23.7       | 2 241.3                                     |
|    |     | 201201—201212 | 1 256.2      | 270 083.0                        | 21.5       | 1 695.7                                     |
| 2  | 象草  | 201003—201012 | 1 153.4      | 395 616.2                        | 34.3       | 4 456.8                                     |
|    |     | 201101—201112 | 973.2        | 252 058.8                        | 25.9       | 2 575.4                                     |
|    |     | 201201—201212 | 1 256.2      | 298 975.6                        | 23.8       | 2 293.2                                     |
| 3  | 五节芒 | 201003—201012 | 1 153.4      | 359 860.8                        | 31.2       | 3 270.4                                     |
|    |     | 201101—201112 | 973.2        | 215 077.2                        | 22.1       | 2 244.9                                     |
|    |     | 201201—201212 | 1 256.2      | 255 008.6                        | 20.3       | 1 490.1                                     |

此外,土壤流失量大小与侵蚀性降雨总量和雨强有很大关系。2010 年侵蚀性降雨总量虽然比 2012 年的小,但由于 2010 年 9 月有强台风“狮子山”登陆带来的强降雨,试验区日降雨量高达 223 mm,最大雨强达 90 mm/h,因此,2010 年各试验区的年径流总量和土壤侵蚀量都较大。

### 3.4 改善微地貌效应分析

五节芒等植物在水土流失治理中,不仅具有良好的拦蓄径流泥沙、改善土壤理化性状的作用,同时还可以改善微地貌。

据 3 a 来的观测结果,五节芒等 3 种草本植物对改变崩岗侵蚀及坡脚微地貌作用明显,其中五节芒最为显著,主要表现在五节芒鞭状根系的固土拦沙作用,能使被侵蚀的土粒在植株周围堆积,形成小土堆,日积月累能逐渐抬高沟床,加厚表土层。微地貌的改善又能更好地促进其他植物的生长,从草本过渡到灌木(桃金娘、岗松、云实等)进而乔木(松树、荷树、漆树、苦楝树、鸭脚木等),使植被生长朝着良性方向演替。

(下转第 57 页)

仅为 6 mm,而当  $I_{30} < 6 \text{ mm}/30 \text{ min}$  时,产流比例较低。 $I_{30}$ 是否大于  $6 \text{ mm}/30 \text{ min}$  是衡量该地区产流与

否的重要判断依据。对于布设秸秆还田和地埂植物带的小区,降雨强度对产流起主导作用。

表 2 2012 年 6—9 月降雨中  $I_{30} > 5 \text{ mm}/30 \text{ min}$  的降雨场次及各小区产流情况

| 序号 | 降雨日期 | 降雨量/<br>mm | $I_{30}/$<br>( $\text{mm} \cdot 30^{-1} \text{ min}^{-1}$ ) | $I_{60}/$<br>( $\text{mm} \cdot 60^{-1} \text{ min}^{-1}$ ) | 8°横垄<br>玉米 | 8°横垄玉米+秸秆<br>还田+地埂植物带 | 8°横垄玉米+秸秆<br>还田+地埂植物带 |
|----|------|------------|---|---|------------|-----------------------|-----------------------|
| 1  | 0605 | 15         | 6   | 11  | 未产流        | 未产流                   | 未产流                   |
| 2  | 0610 | 7          | 5   | 8   | 未产流        | 未产流                   | 未产流                   |
| 3  | 0617 | 12         | 8   | 11  | 产流         | 未产流                   | 未产流                   |
| 4  | 0622 | 30         | 7   | 12  | 产流         | 未产流                   | 未产流                   |
| 5  | 0624 | 6          | 7   | 10  | 产流         | 未产流                   | 未产流                   |
| 6  | 0703 | 19         | 8   | 14  | 产流         | 未产流                   | 未产流                   |
| 7  | 0704 | 75         | 10  | 16  | 产流         | 产流                    | 产流                    |
| 8  | 0710 | 41         | 5   | 7   | 产流         | 未产流                   | 未产流                   |
| 9  | 0728 | 9          | 10  | 10  | 产流         | 未产流                   | 未产流                   |
| 10 | 0804 | 33         | 9   | 14  | 产流         | 未产流                   | 未产流                   |
| 11 | 0815 | 11         | 11  | 13  | 产流         | 产流                    | 产流                    |
| 12 | 0818 | 34         | 8   | 12  | 产流         | 未产流                   | 未产流                   |
| 14 | 0828 | 76         | 6   | 8   | 产流         | 未产流                   | 未产流                   |

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 张海林,高旺盛,陈阜,等. 保护性耕作研究现状、发展趋势及对策[J]. 中国农业大学学报,2005,10(1):16-20.
- [2] 郭清毅,黄高宝. 保护性耕作对旱地麦豆双序列轮作农田土壤水分利用效率的影响[J]. 水土保持学报,2005,19(3):165-169.
- [3] 常旭虹,赵广才,张雯,等. 作物残茬对农田土壤风蚀的影响[J]. 水土保持学报,2005,19(1):28-31.
- [4] 邓嘉农,徐航,郭甜,等. 长江流域坡耕地“坡式梯田+坡

- 面水系”治理模式及综合效益探讨[J]. 中国水土保持,2011(10):4-6.
- [5] 邱敬会,靳书坤,郝俊灵. 成安县保护性耕作主要技术模式及效益分析[J]. 河北农业科学,2012,16(11):7-11,66.
- [6] 吴红丹,李洪文,李问盈. 中美两国保护性耕作的管理与应用对比分析[J]. 干旱地区农业研究,2007,2(25):40-44.
- [7] 王晓燕,高焕文,李洪文,等. 保护性耕作对农田地表径流与土壤水蚀影响的试验研究[J]. 农业工程学报,2000,16(3):66-69.

(上接第 53 页)

### 3.5 种植成本分析

从种植成本来看,各草本植物之间略有差异:香根草是引进草种,其种苗成本相对较高,而象草、五节芒均为本地乡土草种,特别是五节芒在南方分布极广,随处可挖,不需考虑种苗问题。据周婧等<sup>[4]</sup>的研究,五节芒根状茎发达,其适生区域主要集中在浙南山地、华中地区、岭南山地和台湾地区,种源随处可得,易种植,成本较低。

## 4 结 论

从近 3 a 来香根草、象草和五节芒 3 种植物的试验结果看,与香根草和象草相比,五节芒在增加地表覆盖,改善土壤理化性质,拦蓄径流泥沙,改善微地貌,防治水土流失,改善生态环境等方面具有明显优势,且分布广,种源多,种植成本低,是优良的水土保持草种,而且还是优良的多年生草本能源植物<sup>[5]</sup>。因此,在南方红壤丘陵区的水土流失治理生物措施中,可以优先考虑五节芒。

在今后研究中,应进一步加强其他植物防治效果的试验观测和定量分析研究,并在此基础上加强对水土流失治理中草本植物与乔灌木的配置种类和比例研究,以及与工程措施的搭配,综合防治效果定量评价等方面的深层次试验和科学研究,从而为防治水土流失提供科学依据。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 刘金祥,张莹,曹观蓉,等. 种植密度对香根草分蘖及腋芽动态的影响[J]. 广东农业科学,2012,39(17):29-31.
- [2] 蔡锡安,夏汉平,崔玉炎. 广州流溪河河岸缓冲带生态治理的优良草种筛选试验[J]. 生态环境,2004,13(3):342-346.
- [3] 章家恩,段舜山,骆世明,等. 赤红壤坡地幼龄果园间种不同牧草的生态环境效应[J]. 土壤与环境,2000,9(1):42-44.
- [4] 周婧,李巧云,肖亮,等. 芒和五节芒在中国的潜在分布[J]. 植物生态学报,2012,36(6):504-510.
- [5] 范希峰,左海涛,侯新村. 芒和荻作为草本能源植物的潜力分析[J]. 中国农学通报,2010,26(14):381-387.