

非洲狗尾草防治坡耕地水土流失效应的研究

字淑慧¹, 吴伯志¹, 段青松², 沙本才¹

(1. 云南农业大学农学与生物技术学院; 2. 云南农业大学水利水电学院, 昆明 650201)

摘要:为定量研究优良牧草纳罗克非洲狗尾草带的水土保持效应,于 2001~2002 年在云南昆明进行了研究。试验设纳罗克非洲狗尾草带(A)、迈洛克高羊茅草带(B)和无草带种植(C)三个处理,坡度在 13.2~14°之间;每个处理上部等高种植 9 m×2 m 玉米,基部种植 0.5 m 宽的草带,底部设径流收集池。结果表明,三个处理的水土流失量为 C>B>A,与对照 C 相比,处理 A 的年均径流量、侵蚀量分别减少 75.9%、96.4%,处理 B 分别减少 59.2%、88.2%;与 B 处理相比,处理 A 减少了 40.9%、69.2%,说明结合农作物种植纳罗克非洲狗尾草带,是一种很好的防治水土流失方法,在云南及南方地区的坡耕地上有着广泛的应用前景。

关键词:纳罗克非洲狗尾草带;坡耕地;水土流失

中图分类号:S157

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2006)05-0183-03

Control Effect of Grass Strips of African Green Bristlegrass on Runoff and Soil Loss in Sloping Fields

ZI Shu-hui¹, WU Bo-zhi¹, DUAN Qing-song², SHA Ben-cai¹

(1. Faculty of Agronomy and Biotechnology, Yunnan Agricultural University;

2. Faculty of Water Resources, Hydraulic and Architecture, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

Abstract: In order to quantitatively study the effect of african green bristlegrass Narok on water and soil conservation, the study was made in Kunming Yunnan in 2001 and 2002. The treatments were grass strips of African green bristlegrass Narok (A), grass strips of tall fescue Melike (B), without grass strip (C), with three replications which had slopes ranging from 13.2% to 14%, were investigated. In experiments, contour planting maize was on the top of plots and grass strips of 0.5 m wide were on the bottom of plots. The results showed that: the total quantity of runoff and soil loss of three treatments were A<B<C. The treatments of A averaged 75.9% less runoff and 96.4% less soil loss, and B averaged 59.2% less runoff and 88.2% less soil loss, respectively than from C. The A averaged 40.9% less runoff and 69.2% less soil loss than from B. Contour planting grass strips of African green bristlegrass Narok in sloping fields is an effective conservation measure, so it can be widely used for soil and water conservation purpose in Yunnan and southern part of the country.

Key words: grass strip of African green bristlegrass Narok; sloping land; soil and water loss

纳罗克非洲狗尾草[*Setaria sphacelata* (Schum) Stapf ex CV. Narok]系狗尾草属草本植物,由云南省肉牛和牧草研究中心引进筛选成功的刈牧兼用型多年生优良牧草品种。该品种原产于海拔 600~2 600 m 的热带非洲,最适种植区域为北亚热带至中亚热带,但其生态适应范围广,从暖温带至南亚热带年降雨 700~2 200 mm、海拔 1 200~2 000 m 的地区均能正常生长发育,完成生育期。此草植株高大(1.5~2 m)、丛生、多分蘖、根系发达(入土深度可超过 1 m)、茎直立、茎基部宽和坚硬,具有耐热、耐寒、耐水淹、耐牧、抗病虫害能力强、生长速度快、再生能力强、产量高、草质好、竞争力强、生长年限长、对土壤要求不严、与多种豆科牧草共生性好、易于种植和管理粗放、适于刈割利用等优点,其开花期茎叶比为 1:0.7、适口性优、放牧或舍饲中常为牛、羊优先择食,在抽穗初期蛋白质含量占干物质的 10.1%、粗脂肪 2.9%、粗纤维 35.02%、钙

0.61%、磷 0.2%,饲用评价属于优等牧草^[1~3]。云南每年种植面积在 0.67 万 hm² 左右,并已在永德县建植牧草种籽生产基地 0.07 万 hm²,是云南省目前暖温带至亚热带草地建设的骨干品种。虽然该品种在草地建设中广泛应用,但对其水土保持效果方面的定量研究报道甚少;为进一步推广纳罗克非洲狗尾草的应用范围,结合云南坡耕地多(为 6.33×10⁶ km²,占耕地面积的 88%)^[4]、雨季水土流失严重、坡耕地持续利用年限降低等现状,我们于 2001~2002 年,在坡耕地上将纳罗克非洲狗尾草等高种植成带状,研究其防治水土流失的效果,现将结果报告如下。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验设在云南省昆明市寻甸县柯渡镇可郎办事处王家箐

* 收稿日期:2005-08-25

基金项目:该研究由教育部骨干教师项目资助,教技司[2000]65

作者简介:字淑慧(1971-),女,农学硕士,讲师,主要从事旱地农业持续发展方面的研究;通讯作者:吴伯志(1960-),男,博士,教授,博士生导师,主要从事作物栽培与耕作和旱地农业持续发展的研究。

流域的坡耕地上,北纬 25°28′,东经 102°53′,海拔 2 038 m,多年平均降雨量 1 040 mm,年均温约 14℃。试验区土壤为红壤,肥力中等。试验设纳罗克非洲狗尾草(A)、迈洛克高羊茅(B)、空白对照(C)3 个处理,随机区组设计,3 次重复。小区面积为 2 m×10 m,坡度为 14.0°,小区间隔 40 cm 并用不透水材料分隔,每个小区上部等高种植 9 m×2 m 玉米,下部等高种植宽 0.5 m 的草带,其下留 0.2 m 空地作为集水沟,底部设径流收集池,内置一只 65 L 的塑料桶,收集径流和泥沙。玉米密度为 66 660 株/hm²,2001 年于 5 月 19 日播种、10 月 7 日收获,2002 年于 5 月 15 日播种、10 月 5 日收获,两年的耕作制度和管理方式均相同。草带于 2001 年 5 月 28 日播种,播种量为 150 kg/hm²(混播为 1:1),底肥为尿素 225 kg/hm²和普钙 400 kg/hm²,追肥于 2001 年第一次除草后和 2002 年返青后施用尿素 150 kg/hm²一次;草带播种和返青一个月后开始除草,每星期一次,每年 8 月 1 日喷施粉锈灵防治锈病。空白采用人工除草,保持土壤裸露。

1.2 观测项目与方法

观测时间为每年坡耕地水土流失严重的 5~10 月份,即玉米播收的整个时期,主要观测:

(1)降雨量。在试验区安装了自计雨量计和从英国进口的全自动气象记录仪(Delta-T)(可观测降雨、气温、风速等指标),从 1997 年底开始观测降雨量,降雨强度等指标,并互相校核。

(2)径流量和侵蚀量。每次降雨产流后测量径流量(ml),并采集混合水样 250 ml,过滤后烘干称重,计算水样的泥沙含量。

$$\text{径流量}(\text{m}^3/\text{hm}^2) = \text{实测径流量}(\text{ml}) \times 10^{-6} / 20 \text{ m}^2 \times 10^{-4}$$
$$\text{侵蚀量}(\text{t}/\text{hm}^2) = \text{径流量}(\text{m}^3/\text{hm}^2) \times \text{样品泥沙含量}(\text{g}/\text{ml})$$

(3)土壤养分分析。2001 年和 2002 年播种前和收获后,每个小区采取上、中、下部的土样,分别测定氮、磷、钾的全量和速效态含量,以及有机质^[5]。

草带盖度和草层高度。分别采用样点法和用钢卷尺测量^[6],从播种 30 d 时和返青后 30 d,每隔 10 天观测一次,每个小区固定观测三个点,取其平均值。

草带生物量。每年玉米收获时,收取草带地上部分的所有植株后称鲜重,风干后称取干重^[6]。草带根系。采用样方法^[7],试验结束时,在草带中部挖取面积为 30 cm×30 cm 的样方,测量茎蘖数、根系入土深度、主根长、根干鲜重等,并折算成每平方米的数量。

2 结果与分析

2.1 不同草带基本性状比较

表 1 不同草带基本性状比较

处理	年份	总盖度 /%	草层高 /cm	茎叶鲜重/ (g·m ⁻²)	茎叶干重/ (g·m ⁻²)	主根长 /cm	鲜根重/ (g·m ⁻²)	干根重/ (g·m ⁻²)
A	2001	96.8	64.2	2013.4	435.7	—	—	—
	2000	98.2	53.9	1880.3	421.4	51.2	1884.0	804.3
	平均	97.5	59.0	1946.9	428.6	25.6	942.0	402.2
B	2001	87.4	17.8	1100.6	289.4	—	—	—
	2002	88.0	25.8	1067.7	284.1	30.1	728.4	361.4
	平均	87.7	21.8	1084.1	286.7	15.0	364.2	180.7

草带地上部分对地面的覆盖度、草层高度、地下根系的生长状况是影响草带水土保持的重要指标^[8~13]。由表 1 可见,处理 A 的纳罗克非洲狗尾草盖度、草层高度、主根长、地上和地下的生物产量均大于迈洛克高羊茅,说明纳罗克非洲狗尾

草较迈洛克高羊茅生长快、对地面的覆盖度高、植株高大、茎叶量大、根系发达。同时,纳罗克非洲狗尾草植株坚硬挺拔,地上部分生物量增加快,无任何病虫害发生,常被当地农民偷割;处理 B 的高羊茅生长较处理 A 慢,草层较低,在温度较高、湿度较大时常常发生严重锈病,使植株近地面的叶片干枯萎蔫,降低了草带对地面的覆盖及影响了根系的生长。

2.2 不同草带对水土流失的影响

表 2 不同处理的水土流失量

年份	径流量/(m ³ ·hm ⁻²)			侵蚀量/(kg·hm ⁻²)			产流次数	产流总降雨/mm
	A	B	C(CK)	A	B	C(CK)		
2001 年	198.5	328.0	646.8	745.9	2674.3	7167.2	12.0	501.9
2002 年	181.4	314.5	926.3	1319.4	4022.0	49707.4	17.0	815.0
平均	189.9	321.3	786.5	1032.6	2848.1	28437.3	14.5	658.5
与 C 相比减少的量/%	75.9	59.2	—	96.4	88.2	75.9	—	—
与 B 相比减少的量/%	40.9	—	—	69.2	—	40.9	—	—

从表 2 可看出,不同处理的径流量和侵蚀量各年度均表现为无草带种植(C)>迈洛克高羊茅草带(B)>纳罗克非洲狗尾草草带(A)。与 C 处理相比,处理 A 年均径流量、侵蚀量分别减少 75.9%、96.4%,处理 B 分别减少 59.2%、88.2%;与 B 处理相比,处理 A 减少了 40.9%、69.2%;说明 A、B 两种草带处理均有明显控制水土流失的作用,处理 A 较处理 B 效果好。这是由于在坡耕地上种植草带后,草带增加了地面的覆盖度,同时草带密集生长的茎蘖加大地面粗糙率、阻缓径流、减小径流速度、拦截泥沙、防止或减弱径流的冲刷;地下部发达的根系,形成紧密而纵横交错的根网,疏松土壤,增加土壤的空隙度、加大水分渗透,并固持土壤,抵抗侵蚀,所以处理 A、B 的水土流失量小于处理 C。同时,由于处理 A 的非洲狗尾草草带对地面的覆盖度大,草带均匀一致,草层高度高,植株坚硬挺拔,根系发达,水土保持的作用较处理 B 强;处理 B 的高羊茅草带对地面的覆盖度较低,草层较矮,降雨产流时,径流易从无草生长或草带低矮的地方流过,所以水土流失量也较处理 A 高。

2.3 不同处理土壤养分变化

于 2001 年玉米播种前和 2002 年玉米收获后,对不同处理上、中、下部的土壤养分进行分析,得表 3。

表 3 不同处理的土壤养分流失量 g/kg

年份	处理	全 N	速效 N	全 P	速效 P	全 K	速效 K	有机质	合计
2001	A	0.0948	0.0825	0.0830	0.0285	1.9944	0.1268	2.1253	4.5353
	B	0.1090	0.0812	0.0857	0.0295	1.9779	0.1372	2.3247	4.7451
	C	0.1196	0.0819	0.0877	0.0291	1.9242	0.1326	2.4553	4.8304
2002	A	0.0892	0.0559	0.0369	0.0144	1.8433	0.1249	1.8519	4.0164
	B	0.1029	0.0465	0.0353	0.0155	1.8100	0.1351	1.8207	3.9659
	C	0.1115	0.0432	0.0332	0.0140	1.6000	0.1302	1.6598	3.5917
2 年变化量	A	0.0056	0.0266	0.0461	0.0141	0.1511	0.0019	0.2735	0.5188
	B	0.0060	0.0348	0.0503	0.0140	0.1679	0.0021	0.5040	0.7791
	C	0.0081	0.0387	0.0545	0.0152	0.3242	0.0025	0.7956	1.2386

土壤侵蚀因伴随着养分的流失而使土壤肥力退化。从表 3 看出,A、B、C 处理的土壤养分均随水土流失而降低,且空白 C 的最多、高羊茅草带 B 次之、最少为非洲狗尾草草带 A;其中,各年度不同处理的土壤养分流失量均以有机质最多,为 0.273 5~0.795 6 g/kg;其次为全 K 为 0.151 1~

0.324 2; 第三为全 P 和速效 N, 分别为 0.046 1~0.054 5 g/kg 和 0.026 6~0.038 7 g/kg; 全 N、速效 P 和 K 流失的均较少。分析以上原因, 处理 A、B 的草带在降雨产流时, 会在草带上部形成一定时间的回水, 使径流携带的泥沙慢慢沉积在草带及坡底的玉米根部, 使养分富集在形成回水的地方; 由于处理 A 的草带水土保持功能较处理 B 强, 对径流携带的养分富集作用较处理 B 强; 而空白由于没有草带种植, 产生的径流随坡长而汇流成更大的径流, 对坡底的土壤侵蚀更大, 随径流和泥沙流失的养分也较多, 所以养分流失量为无草带种植 (C) > 迈洛克高羊茅草带 (B) > 纳罗克非洲狗尾草草带 (A)。说明在坡耕地上种植草带可以提高坡耕地的持续利用。由于缺乏径流泥沙中养分流失的分析资料, 加之时间和条件有限, 有关草带对养分的影响有待进一步研究。

2.4 不同处理对玉米产量的影响

土壤养分和水分是影响坡耕地作物产量主要因素, 其土壤养分流失量的大小及土壤的保水性对作物产量均会造成直接的影响。由表 4 可知, 不同处理的玉米产量表现为纳罗克非洲狗尾草草带 (A) > 迈洛克高羊茅草带 (B) > 无草带种植 (C); 处理 A、B 分别比处理 C 增产 0.88% 和 0.55%。其原因可能是, 处理 A、B 的水土流失量和养分流失量少, 许多就近下渗的径流和沉积的养分均集中在小区下部 1 m 的范围内, 为下部玉米生长和发育提供了一定的水分和养分, 所

参考文献:

[1] 奎嘉祥, 钟声, 匡崇义, 等. 纳罗克非洲狗尾草引种试验报告[J]. 中国草地, 2001, 23(3): 22 - 25.
[2] 罗富成, 蒋德芸, 唐中华. 提高纳罗克非洲狗尾草种子发芽率的研究[J]. 草业科学, 2001, 18(1): 25 - 27.
[3] 张自和, 李向林, 高崇岳. 优质饲料种植与草料加工技术[M]. 农村读物出版社, 1995. 35 - 36.
[4] 王洪中, 张忠武. 云南坡耕地农业持续发展研究[J]. 水土保持通报, 1999, 19(4): 18 - 20.
[5] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
[6] 任继周. 草业科学研究方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998, 8 - 14, 25 - 26.
[7] (联邦德国) W 伯姆. 根系研究法[M]. 北京: 科学出版社出版, 1985. 167 - 189.
[8] 郭忠升. 水土保持植被的有效盖度、临界盖度和潜在盖度[J]. 水土保持通报, 2000, 20(2): 60 - 62.
[9] S D Angima. 绿篱控制土壤侵蚀效果的研究[J]. 水土保持科技情报, 2001, (3): 10 - 11.
[10] 李勇, 徐晓琴, 朱显漠, 等. 草类根系对土壤抗冲性的强化效应[J]. 土壤学报, 1992, 29(3): 302 - 308.
[11] 李鹏, 李占斌, 郑良勇. 植被保持水土有效性研究进展[J]. 水土保持研究, 2002, 9(1): 76 - 80.
[12] 许锋, 蔡国强, 吴淑安, 等. 香根草植物篱控制坡地侵蚀与养分流失研究[J]. 山地农业生物学报, 2000, 19(2): 75 - 82.
[13] 黄欠如, 章新亮, 李清平, 等. 香根草篱防治红壤坡耕地侵蚀效果的研究[J]. 江西农业学报, 2001, 13(2): 40 - 44.

(上接第 182 页)

济价值的树种作为生态林种, 农民偏向于还经济树种, 使经济林比重过大。其次, 尊重农民意愿不够, 没能充分发挥农民和基层组织在退耕还林工程实施中的主动性和创造力, 普遍存在按山头划分退耕面积及配制统一林草种使有些地块见效缓慢, 短期很难见效益, 人均基本农田不能保障致使补助停止后复垦几率增大。最后, 在后续产业发展上, 由于退耕还林与封育禁牧政策并举, 加之片面还林, 削弱了本区的畜牧业; 该区的工业基础薄弱, 工业化的进程缓慢, 因此后续产业缺乏好的龙头企业的带动; 新培育的后续产业的覆盖面还比较小, 带动农民经济增长的能力还不足。

参考文献:

[1] 国务院西部开发办人才开发与法规组. 农林生态组. 退耕还林条例释义·政策[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003. 29 - 30.
[2] 宁夏农业志编审委员会办公室. 宁夏农业自然灾害(1949 - 1990)[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 1992.
[3] 宁夏统计局. 1999 宁夏农村社会经济调查年鉴[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 2000. 79.
[4] 姚晓艳, 杨昕, 程水英. 宁南山区生态建设中退耕还林还草深层次问题的思考[J]. 宁夏大学学报, 2003, 24(2): 117.
[5] 李世东. 中国退耕还林研究[M]. 北京: 科学出版社出版, 2004. 259.
[6] 朱春全, 奉国强, 等. 中国退耕还林政策与管理技术案例研究[M]. 北京: 科学出版社, 2003. 62 - 63.

以 A、B 的产量高于处理 C; 由于处理 A 的水土保持效果较 B 好, 当产生回水时, 许多来自坡上中部的淤泥和农家肥淤积在下部 2 行玉米的根部, 使这两行的玉米穗大或双穗多, 所以产量较处理 B 高。由于试验时间短, 草带如何影响玉米产量有待进一步研究。

表 4 不同处理的玉米实收产量

处理	2001 年	2002 年	平均	比 C 增产/ %
A	449.4	664.9	557.2	0.88
B	443.3	659.3	551.3	0.55
C	438.8	653.9	546.3	—

3 小 结

与常规种植方式相比, 在坡耕地上结合玉米等高种植草带, 可以显著减少坡耕地水土流失, 减少土壤养分流失和提高玉米产量。与无草带种植相比, 纳罗克非洲狗尾草草带可减少地表径流 69.3%~80.4%、侵蚀量 89.6%~97.3%、养分流失量 0.7198 g/kg; 迈洛克高羊茅草带减少了径流 49.3%~66.0%、侵蚀量 76.6%~91.9%、养分流失量 0.4595 g/kg。说明在坡耕地上结合农作物种植草带, 能提高坡耕地的持续利用; 同时说明纳罗克非洲狗尾草是一种优良的水土保持草种, 宜在云南及南方地区的坡耕地上推广应用。