

苏生,黄瑞,韩永芬,等. 贵州石漠化地区不同能源草对土壤理化性质的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(14):206-209.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.14.055

贵州石漠化地区不同能源草对土壤理化性质的影响

苏生¹,黄瑞²,韩永芬¹,何静¹

(1. 贵州省草业研究所,贵州贵阳 550006; 2. 贵州省罗甸县农村工作局,贵州罗甸 550100)

摘要:以贵州省安顺能源草实验点 7 种能源草为研究对象,采用野外调查与室内分析相结合的方法,对能源草对土壤渗透性、含水量、有机质、容重的影响进行研究。结果表明,能源草所对应土壤渗透性为香根草>皇草>柳枝稷>五节芒>斑茅>象草>紫色象草>CK;能源草所对应土壤的含水量为皇草>香根草>柳枝稷>紫色象草>甘蔗属的斑茅>芒属的五节芒=象草>CK;能源草所对应土壤有机质含量为皇草>柳枝稷>紫色象草>香根草>甘蔗属的斑茅>象草>芒属的五节芒>CK;能源草所对应土壤容重为 CK>芒属的五节芒>甘蔗属的斑茅=象草>香根草>紫色象草=柳枝稷>皇草。不同能源草对土壤理化性质的影响不同,其中紫色象草与土壤容重呈显著正相关;皇草与土壤含水量呈显著正相关;香根草与土壤含水量和有机质含量呈显著正相关;其他能源草与土壤理化性质大都呈中度相关且不显著。

关键词:贵州;石漠化;能源草;土壤理化性质

中图分类号: S151.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)14-0206-04

石漠化是指在脆弱喀斯特生态环境下人类不合理的社会经济活动造成人地矛盾突出、植被破坏、水土流失、岩石逐渐裸露、土地生产力衰退甚至丧失,地表呈现类似于荒漠化景观的演变过程或结果^[1-3]。贵州位于我国西南喀斯特地区的主要地带,是我国喀斯特地貌分布最广泛的省份之一,少数民族众多,贫困人口密集,人地矛盾突出,坡地生态脆弱,一旦破坏,极易加剧侵蚀作用,流失薄土层,造成严重的石漠化^[4]。石漠化已成为制约贵州人民富裕、社会发展、生态建设的一大问题。但目前贵州石漠化治理成效并不明显,且存在治理模式单一、经济投入量大、治理效果不稳定、管理困难等问题^[2]。

土壤是生态系统的重要组成部分,是生态系统诸多生态过程的载体,是研究喀斯特石漠化演变的核心^[5]。能源草植

株高大、生长迅速、根系发达,生物产量高,可直接作燃料及用于生产生物质能源,多为两年或多年生^[6-7]。能源草根系发达,生长迅速,能在较短时间内形成须根网络,须根由地下茎节长出。扩展范围可达 1~2 m,抗旱能力强,是优良的水土保持植物,对防止水土流失、绿化荒山荒坡、在河流两岸及水库周边固沙都具有良好的作用^[8]。但到目前为止,国外对纤维类能源草的研究集中在种质资源的探索 and 开发、品种改良、生态效益、能源转化经济效益等方面^[9];国内对能源草的开发利用主要集中在水土保持、造纸原料和动物饲料等方面^[10]。如解新明等认为,多年生能源禾草具有较好的产能效益和生态效益,是较为理想的能源植物^[7]。宁祖林等对 8 种高大纤维禾草的热值和灰分动态变化进行了研究^[11]。在喀斯特石漠化治理中,能源草与土壤理化性质的关系缺乏深入研究。因此,本研究以贵州石漠化地区能源草为研究对象,研究不同种类能源草的土壤理化性质特征及相关性,探讨不同种类能源草对土壤理化性质的影响机理以及土壤理化性质的变化特征,为科学有效地开发利用能源草,保障贵州石漠化地区水土环境,确定能源草对石漠化地区土壤的影响提供科学理论参考。

收稿日期:2016-05-30

基金项目:贵州省社会发展科技攻关项目(编号:黔科合 SY 字[2013]3166 号);西安工程大学博士科研启动项目(编号:BS1310)。

作者简介:苏生(1983—),男,贵州遵义人,助理研究员,从事牧草利用及草地保护研究。E-mail:susheng2007@126.com。

14.

[15]陈江,马松梅,刘琳,等. 博乐垦区土地利用/覆被变化及预测研究[J]. 水土保持研究,2015,22(3):44-49.

[16]谢高地,鲁春霞,冷允法,等. 青藏高原生态资产的价值评估[J]. 自然资源学报,2003,18(2):189-196.

[17]Costanza R, D'Arge R, Groot R D, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. World Environment, 1999,387(15):253-260.

[18]彭建,王仰麟,张源,等. 滇西北生态脆弱区土地利用变化及其生态效应——以云南省永胜县为例[J]. 地理学报,2004,59(4):629-638.

[19]李晓文,方创琳,黄金川,等. 西北干旱区城市土地利用变化及

其区域生态环境效应——以甘肃河西地区为例[J]. 第四纪研究,2003,23(3):280-290.

[20]许俐俐,胡宝清,严志强,等. 喀斯特土地利用变化及其区域生态环境效应——以广西都安瑶族自治县为例[J]. 地域研究与开发,2005,24(6):66-71.

[21]摆万奇,赵士洞. 土地利用变化驱动力系统分析[J]. 资源科学,2001,23(3):39-41.

[22]孔祥斌,张凤荣,李玉兰,等. 区域土地利用与产业结构变化互动关系研究[J]. 资源科学,2005,27(2):59-64.

[23]叶涛,史培军. 从深圳经济特区透视中国土地政策改革对土地利用效率与经济效益的影响[J]. 自然资源学报,2007,22(3):434-444.

1 材料与方法

1.1 试验样地自然概况

试验点位于贵州省安顺市。安顺地处 105°13′~106°34′E、25°21′~26°38′N 之间,长江水系乌江流域和珠江水系北盘江流域的分水岭地带。安顺平均海拔高度为 1 102~1 694 m 之间,全境海拔高度为 560~1 500 m,年平均降水量 1 360 mm,年平均气温为 14 ℃,是世界上典型的喀斯特地貌集中地区,是研究石漠化的理想区域。

1.2 试验设计和样品采集

试验以象草 [*Pennisetum purpureum* (L.) Schum.]、皇草 (*Pennisetum sinese* Roxb)、香根草 (*Vetiveria zizanioides* L.)、紫色象草 (*Pennisetum purpureum* Schumab cv. Purple)、五节芒 (*Miscanthus floridulu*)、斑茅 (*Sacchamm arundinaceum*)、柳枝稷 (*Panicum virgatum*) 7 种能源草为对象。于 2015 年 6 月安顺能源草试验点,将各个能源草分区编号,分别为 A、B、C、D、E、F、G,对照为 CK,选择普通草地。分别从 A 至 CK,按照“S”型曲线进行采样,用环刀采集 0~15 cm 的表层土,采土的同时,用铝盒采样,测定土壤自然含水量,每个小区采 10 个土样,2 个重复,共记 96 个土样。将采集的每个土壤用四分法取 500 g 左右带回实验室,用于测定土壤的理化性质(表 1)。

1.3 样品的测定与分析

土壤容重采用环刀法测定;土壤含水量采用铝盒法测定;土壤有机质含量采用重铬酸钾-外加加热法测定;土壤渗透率采用双环刀法^[12-14]测定,描述渗透性各指标计算的方法为初渗率=最初入渗时段内渗透量/入渗时间,本研究取最初入渗时间为 3 min;平均渗透速率=达稳渗时的渗透总量/达稳渗时的时间;稳渗率为单位时间内的渗透量趋于稳定时的渗透

表 1 不同能源草的土壤理化性质

编号	类型	渗透系数 (cm/s)	容重 (g/cm ³)	含水量 (%)	有机质含量 (g/kg)
A	象草	2.78	1.51	22	10.88
B	皇草	3.88	1.42	28	14.21
C	香根草	4.32	1.45	27	12.15
D	紫色象草	2.25	1.43	25	12.92
E	五节芒	3.72	1.52	22	10.74
F	斑茅	2.88	1.51	23	11.86
G	柳枝稷	3.63	1.43	26	13.32
CK	对照组	1.43	1.53	21	10.62

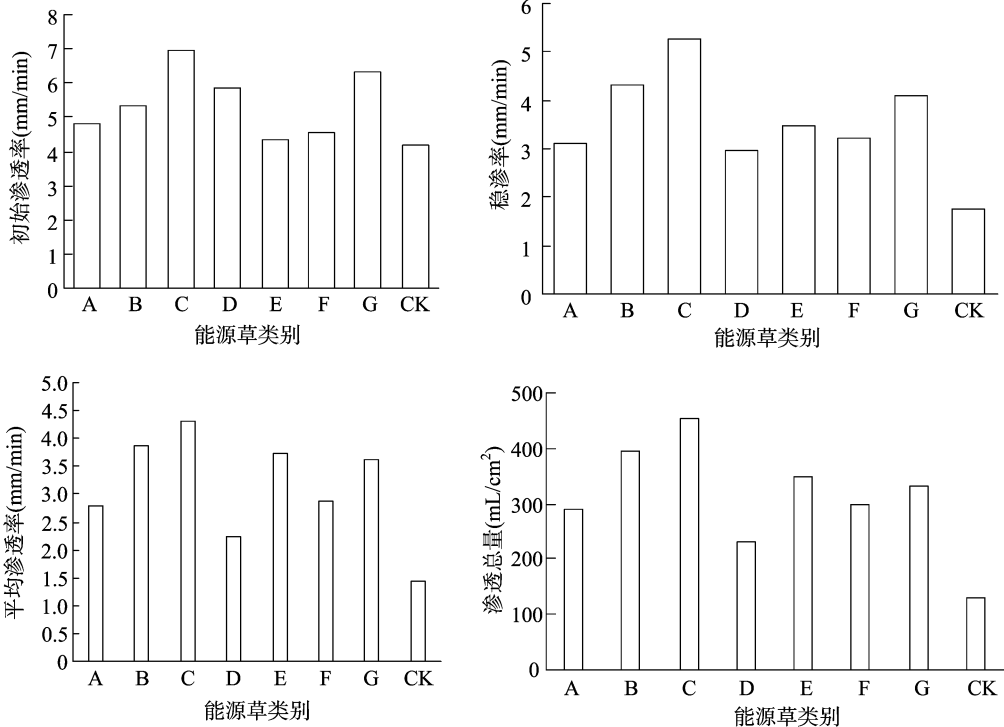
速率;因所有土样渗透速率在 1.5 h 前已达稳定,为了便于比较,渗透总量统一取前 1.5 h 内的渗透量。为了方便比较,用渗透系数的大小表示渗透性的强弱,一般用 *K* 表示经验渗透系数,数值相当于第 1 个时段内的平均入渗率(mm/min)^[15]。

采用 Excel 2010 进行数据处理和作图,能源草与土壤理化性质的关系采用 SPSS Statistics 19.0 pearson 相关系数法。

2 结果与分析

2.1 不同能源草的土壤渗透性分析

水分入渗过程是一个复杂的水文过程,与土壤结构、根系分布、土壤孔隙、有机质含量及水稳性团聚体等密切相关。在研究土壤渗透性时,常采用的几个指标是初始入渗率、稳渗率、平均渗透速率和渗透总量^[16]。由图 1 可知,初始渗透率的大小为香根草>柳枝稷>紫色象草>皇草>象草>斑茅>五节芒>CK;稳渗率指标大小表现为香根草>皇草>柳枝稷>五节芒>斑茅>象草>紫色象草>CK;平均渗透速率和渗透总量的规律一致,为香根草>皇草>五节芒>柳枝稷>斑



A—象草; B—皇草; C—香根草; D—紫色象草; E—五节芒; F—斑茅; G—柳枝稷; CK—对照组。下同

图1 不同种类能源草的土壤渗透性特征

茅>象草>紫色象草。初始渗透率、稳渗率、平均渗透率、渗透总量最小值都是CK(对照组),其值分别为4.18 mm/min、1.76 mm/min、1.43 mm/min、132 mL/cm²。无论初始渗透率还是稳渗率、平均渗透率,香根草都表现最好,其值分别为6.94、5.26、4.32 mm/min。这可能与香根草发达的根系有关,使其在土壤渗透方面表现突出。由初始渗透率中可以看出,刚开始能源草对土壤渗透性的影响较小,但随着时间的延长,水分入渗达到稳定后,能源草对土壤渗透性的影响逐渐增加,土壤的渗透性逐步得到提升。

2.2 不同能源草的土壤有机质分析

土壤有机质是土壤固相部分的重要组成成分,尽管土壤有机质的含量只占土壤总量的很小一部分,但它对土壤形成、土壤肥力、环境保护及农林业可持续发展等方面都有着极其重要的作用。能源草生长迅速,植株高大,生物量大,对土壤有机质影响巨大。由图2可知,不同能源草的土壤有机质含量大小为皇草>柳枝稷>紫色象草>香根草>斑茅>象草>五节芒>CK。其中皇草和柳枝稷土壤有机质含量最丰富,分别为14.21和13.32 g/kg。对照组和芒属的五节芒土壤有机质含量最低,分别为10.62和10.74 g/kg。由于贵州温度适宜,降水充沛,草本植物生长旺盛,能源草与对照组差别较小,但总体上对土壤有机质含量有所提升。

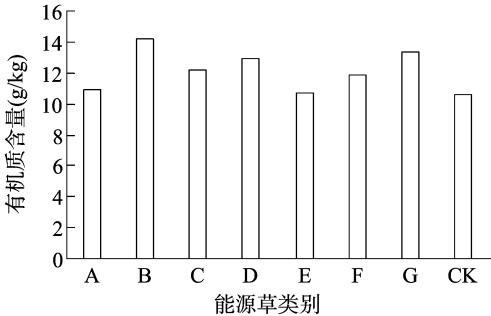


图2 不同能源草的土壤有机质含量

2.3 不同能源草土壤容重与含水量分析

土壤容重是土壤肥瘦和耕作质量的重要指标,土壤容重高说明土壤紧实,孔隙数量少,土壤的水分、空气、热量状况较差等,了解土壤容重对判断土壤质量有着重要意义。由图3可知,试验组与对照组的容重大小关系为CK>五节芒>斑茅=象草>香根草>紫色象草=柳枝稷>皇草。其中对照组的

容重最大,为1.53 g/cm³;皇草容重最小,为1.42 g/cm³。相对普通草而言,能源草对土壤容重有所改善,相对于其他能源草而言,皇草对土壤容重的改变效果最明显。

土壤含水量是农业生产中一项重要参数,土壤含水量的多少,直接影响土壤的固、液、气三相比,以及土壤的适耕性和作物的生长发育。由图3可知,土壤含水量的大小关系为皇草>香根草>柳枝稷>紫色象草>斑茅>五节芒=象草>CK。其中皇草和香根草的土壤含水量较高,为28%和27%;CK、象草、芒属的五节芒的土壤含水量相对较低,分别为21%、22%、22%。能源草对土壤含水量的影响差别不大,但总体优于对照组。

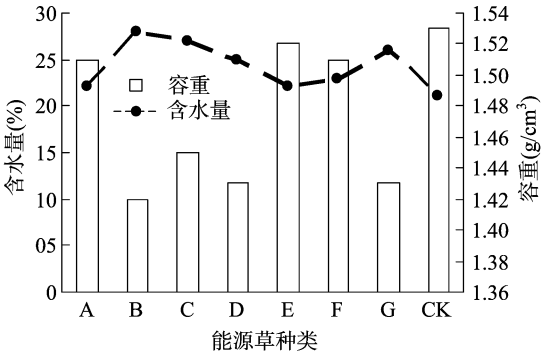


图3 不同能源草的土壤容重与含水量

2.4 不同能源草与土壤性质的相关性分析

表2结果显示,不同能源草对土壤理化性质的影响不同,其中影响较明显的有:紫色象草与土壤容重呈显著正相关($r=0.895, P=0.035$);皇草与土壤含水量呈显著正相关($r=0.901, P=0.014$),香根草与土壤含水量呈显著正相关($r=0.985, P=0.012$),香根草与土壤有机质含量呈显著正相关($r=0.936, P=0.017$)。其中除表现较为优秀的香根草外,其他能源草与土壤理化性质大都呈中度相关且不显著。这可能与贵州丰富的植物种类有关,因为在对土壤性质的影响上,林地>灌木>草,贵州树林相对较多,且灌木丛生,对能源草相关性分析有一定的影响,且能源草要与本土优势草类进行竞争,所以能源草在对土壤理化性质影响上与对照组相差不大。皇草、紫色象草、香根草相对表现较佳,可能是因为这些能源草对贵州石漠化地区土壤适应性优于其他能源草。

表2 不同能源草与土壤性质的相关性

土壤理化性质	类别	象草	皇草	香根草	紫色象草	五节芒	斑茅	柳枝稷	CK
CK(渗透系)	Pearson 相关系数	0.813	0.757	0.863	0.882	0.915	0.781	0.775	1
	P 值(两尾)	0.131	0.243	0.052	0.184	0.085	0.116	0.121	
	n	12	12	12	12	12	12	12	12
CK(容重)	Pearson 相关系数	0.757	0.813	0.843	0.895 *	0.877	0.732	0.833	1
	P 值(两尾)	0.243	0.088	0.157	0.035	0.151	0.255	0.085	
	n	12	12	12	12	12	12	12	12
CK(含水量)	Pearson 相关系数	0.837	0.901 *	0.985 *	0.784	0.889	0.851	0.798	1
	P 值(两尾)	0.079	0.014	0.015	0.221	0.091	0.096	0.215	
	n	12	12	12	12	12	12	12	12
CK(有机质含量)	Pearson 相关系数	0.801	0.879	0.936 *	0.716	0.746	0.847	0.791	1
	P 值(两尾)	0.064	0.117	0.017	0.284	0.248	0.116	0.176	
	n	12	12	12	12	12	12	12	12

注:“*”表示相关性显著($P<0.05$)。

3 讨论

我国的植被水土保持功能研究主要可以分 3 个部分:植被水土保持功能的对比研究、植被水土保持的机理研究、植被水土保持功能的评价研究^[10]。本研究是对植被水土保持功能的对比研究。结果表明,7 种能源草与对照组(普通草)4 种理化性质的对比,在土壤渗透性方面香根草土壤的渗透性最强,CK 的土壤渗透性最差;容重方面 CK 的容重最大,皇草所对应的土壤容重最小;含水量方面皇草的土壤含水量最大,CK 的土壤含水量最小;有机质含量方面皇草的土壤有机质含量最高,CK 的土壤有机质含量最低。对照组选取的是贵州本地杂草,其生长能力、根系密度、生物量等方面均略差于能源草,所以 CK 组在渗透性、含水量、有机质含量方面都差于能源草。土壤容重是指单位容积原状土壤干土的质量,通常以 g/cm^3 表示。土壤容重的大小受密度和孔隙 2 个方面的影响,土壤疏松多孔的容重小,表明土壤比较疏松,孔隙多,反之则大^[17]。土壤容重是土壤重要属性之一,反映草地土质状况和孔隙度等整体性质^[18]。能源草往往根系发达,使土壤疏松多孔,相较于对照组,能源草的土壤容重均小于对照组。含水量经常与容重一起研究,且含水量与容重呈明显负相关,即容重越大,土壤越紧致,孔隙越少,含水量也越少;反之,容重越小,土壤疏松,孔隙越多,含水量也越高。

不同能源草与土壤性质相关性分析表明,虽然能源草的各项指标均优于 CK(对照组),但相关性大多属于中度相关且大都不显著。其中皇草、紫色象草、香根草相较于其他能源草效果明显。皇草与土壤含水量呈显著正相关,紫色象草与土壤容重呈显著正相关,香根草与土壤含水量和有机质含量呈显著正相关。虽然这些能源草在某些方面呈现显著相关性,但水土保持、石漠化治理需要综合指标和综合土壤性质的提升才能完成,所以将来种植能源草治理贵州喀斯特地区石漠化,可将皇草、紫色象草、香根草有选择地按比例套种,实现土壤性质的综合提升。其他能源草对土壤性质的影响虽然相关但不显著。这可能由于植被的水土保持功能呈现出林>灌>草的规律,人工植被水土保持功能的发挥受到多种因素的影响,呈现出较复杂的情况。因此在未来的研究中,能源草关于水土保持方面需要进一步地深入研究。

4 结论

贵州石漠化地区不同能源草土壤渗透性的大小为香根草>皇草>柳枝稷>五节芒>斑茅>象草>紫色象草>CK;土壤容重的大小为 CK>五节芒>甘蔗属的斑茅=象草>香根草>紫色象草=柳枝稷>皇草;土壤含水量大小为皇草>柳枝稷>紫色象草>香根草>斑茅>象草>五节芒>CK;土壤有机质含量大小为皇草>柳枝稷>紫色象草>香根草>斑茅>象草>五节芒>CK。

贵州石漠化地区能源草对土壤性质的影响,除皇草、紫色象草、香根草分别在某些性质上呈显著相关外,其他能源草对土壤性质的影响均呈中度相关且不显著。其中皇草对土壤含水量呈显著正相关($r=0.901, P=0.014$);紫色象草对土壤容重呈显著正相关($r=0.895, P=0.035$);香根草对土壤含水量和土壤有机质含量呈显著正相关($r=0.985, P=0.012$; $r=0.936, P=0.017$)。

参考文献:

- [1]熊康宁,陈永毕,陈 沛.点石成金——贵州石漠化治理技术与模式[M].贵阳:贵州科技出版社,2011:125-139.
- [2]郑 度.中国生态地理区域系统研究[M].北京:商务印书馆,2008:327-339.
- [3]张信宝,王世杰,曹建华,等.西南喀斯特山地水土流失特点及有关石漠化的几个科学问题[J].中国岩溶,2010,29(3):274-279.
- [4]盛茂银,熊康宁,崔高仰,等.贵州喀斯特石漠化地区植物多样性与土壤理化性质[J].生态学报,2015,35(2):434-448.
- [5]龙 健,李 娟,邓启琼,等.贵州喀斯特山区石漠化土壤理化性质及分形特征研究[J].土壤通报,2006,37(4):635-639.
- [6]李 平,孙小龙,韩建国,等.能源植物新看点——草类能源植物[J].中国草地学报,2010,32(5):97-100.
- [7]解新明,周 峰,赵燕慧,等.多年生能源禾草的产能和生态效益[J].生态学报,2008,28(5):2329-2342.
- [8]左相兵,赵明坤.皇草在贵州的栽培利用现状及对策[J].农技服务,2007,24(7):85-86.
- [9]高瑞芳,张建国.能源草研究进展[J].草原与草坪,2013,33(1):89-96.
- [10]韦红波,李 锐,杨勤科.我国植被水土保持功能研究进展[J].植物生态学报,2002,26(4):489-496.
- [11]宁祖林,陈慧娟,王珠娜,等.几种高大禾草热值和灰分动态变化研究[J].草业学报,2010,19(2):241-247.
- [12]马利民,唐燕萍,张 明,等.三峡库区消落区几种两栖植物的适生性评价[J].生态学报,2009,29(4):1885-1892.
- [13]孙洪仁,武瑞鑫,李品红,等.紫花首稽根系入土深度[J].草地学报,2008,16(3):307-312.
- [14]张万儒,许本彤.森林土壤定位研究方法[M].北京:中国林业出版社,1986:30-45.
- [15]Li J X,He B H,Chen Y. Root features of typical herb plants for hill slope protection and their effects on soil infiltration[J]. Acta Ecologica Sinica,2013,33(5):1535-1547.
- [16]赵洋毅,王玉杰,王云琦,等.渝北水源区水源涵养林构建模式对土壤渗透性的影响[J].生态学报,2010,30(15):4162-4172.
- [17]黄昌勇.土壤学[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [18]成 鹏.放牧对天山北坡草甸土水分和容重的影响[J].安徽农业科学,2010,38(10):5194-5196.