

龙须草对土壤理化性状的影响研究

黄宇^{1,2}, 邹冬生², 王华²

(1. 中科院生态环境研究中心, 北京 100085; 2. 湖南农业大学植物科技学院生态室, 湖南长沙 410128)

摘要:通过定位试验方法,从定量的角度研究与探讨种植龙须草对土壤理化性状的影响。研究表明,龙须草能降低土壤容重,提高土壤总孔隙度、非毛管孔隙度和毛管孔隙度,适当增加土壤中粘粒、粉粒含量、减少砂粒含量,改善土壤通气透水性能,提高土壤肥力,改善土壤化学性状,从而达到改良土壤耕性的效果。

关键词:龙须草;土壤理化性状;孔隙度;土壤容重

中图分类号: S154.4

文献标识码: A

文章编号: 0564-3945(2003)05-0409-05

龙须草(*Eulaliopsis binata*)系禾本科,龙须草属(*Eulaliopsis*),俗称拟金茅、蓑草、或羊胡子草,是一种多年生草本植物。主要分布于我国的广西、湖南、湖北、广东、云南、贵州、四川、陕西等省以及印度和东南亚的一些国家。它木质素含量低、纤维含量高且细长、质韧,易成浆,易漂白,是一种制造高档纸、人造棉、人造丝的优质原料和多种手工编制的上乘原料,也是丘陵山区群众脱贫致富的一项“短、平、快”的绿色资源;龙须草适应范围广、耐旱、耐瘠,不与农业争地,且根系发达,草层覆盖度大,可作为一种保水保土的先锋植物;因此龙须草是一种开发利用前景相当广阔的资源植物^[1~4]。

有关科研工作者对龙须草进行了研究,并且取得了一些非常有价值的经验和结论。但是,对龙须草进行全面系统的科学研究的相关报道为数不多。本研究主要目的就是通过定位试验,定量研究龙须草对土壤理化性状的影响,以此为龙须草的进一步开发和利用提供科学依据。

1 试验材料与方法

1.1 试验地点概况

1.1.1 试验地点1 衡阳县,位于湖南省中部,属中亚热带季风性湿润气候区。试验地土壤是紫色砂页岩发育而成的紫色土(紫色正常新成土),土层厚度30cm左右,海拔高度60~90m,属低山丘陵。多年平均降雨量1247mm,年际变化不是很大,年内分布不均匀,多集中在6~9月,冬季降雨最少。多年平均温度17.9℃,1月平均气温5.2℃,7月平均气温29.3℃,无霜期299天。

1.1.2 试验地点2 花垣县,位于湖南省西部,处于

云贵高原东北边缘与鄂西山地交汇地带,属中亚热带山区,季风湿润气候,地势较高且由西北向东南倾斜,海拔高度370~400m。试验地土壤是石灰岩母质发育成的红色石灰土(钙质湿润锥形土),土层厚度20cm左右。多年平均降雨量1421mm,一般集中在4~7月,冬季降雨较少。多年平均温度16.0℃,1月平均气温4.5℃,7月平均气温27.2℃。全年平均日照时数为1340~1400小时,无霜期270天。

1.1.3 试验地点3 湖南农业大学位于长沙市东郊、湖南省东部,属中亚热带季风性湿润气候,春温多变,夏秋多晴,严冬期短,暑热期长。多年平均气温16.8℃~17.2℃,1月平均气温4.6℃,7月平均气温29.7℃,无霜期275天。多年平均降雨量1400mm,多集中于4~8月,冬季降雨较少。试验地土壤是第四纪红色粘土母质发育的红壤(湿润富铁土),土层厚度35cm左右,地势较为平坦。

1.2 试验材料

试验材料主要为2年生龙须草地、自然野生草地,以空旷地作对照。

衡阳试验点:

龙须草地:2年生龙须草,2000年5月中旬移栽,每公顷种植约40000茺,覆盖度82%,草层厚度平均约为45cm。

自然野生草地:灌丛草地,主要以冬茅、鹅冠草、狗牙根、黄荆等为主,覆盖度52%。

花垣试验点:

龙须草地:2年生龙须草,2000年4月中上旬移栽,每公顷种植约40000茺,覆盖度88%,草层厚度平均约为45cm。

收稿日期:2002-08-20

基金项目:湖南省科技重大攻关项目(99KY2021-1)

作者简介:黄宇(1974-),男,湖南益阳人,在读博士,主要从事区域开发、资源、生态环境的研究工作。

自然野生草地:灌丛草地,主要以冬茅、狗牙根、黄荆等为主,覆盖度 48%。

长沙试验点:

龙须草地:2 年生龙须草,2000 年 5 月中上旬移栽,每公顷种植约 40000 茺,覆盖度 84%,草层厚度平均约为 45cm。

自然野生草地:纯野生草地,以冬茅、狗牙根为主,覆盖度 63%。

空旷地:三个试验点的空旷地对照都是完全的裸露地,试验前用人工手段把自然野生草除掉,在试验过程中采用除草剂保持其完全裸露状态。

1.3 试验设计

在三个试验点均设置二个处理和一个对照:A—龙须草地、B—空旷地、C—自然野生草地,每个处理设三次重复,每次定点取样测定,与空旷地进行对比研究。同一试验点各处理的外界环境条件基本一致,包括土壤条件、海拔高度、坡度、坡向、坡长等。

1.4 测定指标与方法

(1)土壤含水量、土壤容重、土壤渗透性能、土壤粒级、土壤比重、植被覆盖率、土壤毛管水含量、土壤饱和含水量、毛管孔隙度:用常规方法测定。

(2)土壤总孔隙度、非毛管孔隙度、土壤孔隙比、土壤三相比、土壤空气含量:通过相应的计算所得。

(3)土壤肥力指标:试验前后(时间跨度为 2 年)在龙须草地、自然野生草地、空旷地每个试验小区内各取耕层土壤样本一次,用常规方法分析测定全氮、全磷、全钾、有机质、碱解 N、速效 P、速效 K、缓效 K 含量。

(4)龙须草植株样测定:在龙须草即将收割前,用常规方法分析测定龙须草植株(包括地上部与地下部)的 N、P、K 含量。收割时龙须草植株体(包括地上部与地下部)所含各养分元素平均含量 = 龙须草植株体内养分元素含量 × 生物量

2 结果与讨论

2.1 龙须草对土壤容重的影响

衡阳试验点和花垣试验点两年生龙须草种植地土壤容重分别为 1.33 g/cm^3 和 1.24 g/cm^3 ,比空旷地分别降低 0.13 g/cm^3 、 0.11 g/cm^3 ,降低幅度分别为 8.90%、8.15%,但经方差分析差异均不显著;同自然野生草地相比,龙须草地土壤容重也稍有下降。长沙试验点两年生龙须草种植地土壤容重为 1.23 g/cm^3 ,比空旷地降低 0.19 g/cm^3 ,降低幅度达 13.38%,但两者之间差异并未达到显著水平($F = 3.10$, $F_{0.05} = 5.14$);比自然野生地土壤容重下降 0.08 g/cm^3 。

2.2 龙须草对土壤孔隙度的影响

衡阳两年生龙须草地土壤总孔隙度比空旷地增加 4.9%,非毛管孔隙度增加 3.3%,毛管孔隙度增加 1.6%,三个指标与空旷地相比均未达到显著差异水平。花垣龙须草地土壤总孔隙度比空旷地增加 4.2%,比自然野生草地土壤总孔隙度高 2.7%;非毛管孔隙度和毛管孔隙度比空旷地分别增加 0.4%、3.8%。长沙两年生龙须草地土壤总孔隙度同空旷地的相比,增加幅度较前两个试验点大,达到了 11.0%;非毛管孔隙度提高 5.8%,达到了极显著差异水平($F = 22.9$, $F_{0.01} = 10.92$);毛管孔隙度比空旷地和自然野生草地分别增加 5.2%、1.5%。

表 1 土壤物理性状(花垣)

Tab 1 Soil physical properties (Huayuan)

龙须草类型 Type	土壤容重 (g/cm^3) Soil bulk density	总孔隙度(%) Total soil porosity	非毛管孔隙度(%) Non-capillary porosity	毛管孔隙度(%) Capillary porosity	土壤空气(%) Air of soil
2 年生	1.24	53.8	9.2	44.6	32.79
4 年生	1.19	54.7	9.7	45.0	33.18
6 年生	1.12	56.1	10.9	45.2	33.99
空旷地	1.35	49.6	8.8	40.8	31.87

从表 1 看出,2 年生和 4 年生龙须草土壤容重比空旷地分别降低 8.15%、11.85%,6 年生龙须草种植地土壤容重同空旷地相比,降低幅度为 17.04%,达到了显著差异水平($F = 7.95$, $F_{0.05} = 4.07$);2 年生龙须草土壤总孔隙度为 53.8%,6 年生的为 56.1%,比空旷地分别提高 4.2%、6.5%;非毛管孔隙度 2 年生、4 年生和 6 年生龙须草地分别比空旷地提高 0.4%、0.9%、2.1%;毛管孔隙度 2 年生龙须草地为 44.6%,6 年生龙须草地为 45.2%,同空旷地相比,增加幅度分别为 3.8%和 4.4%,但差异均未达到显著水平。

衡阳、花垣、长沙三个试验点是以三种不同母质发育而成的土壤,龙须草种植之后,培肥了土壤,再加上大量根系的穿插及其新陈代谢作用,改善了土壤结构,土壤更疏松,土壤容重降低,土壤的总孔隙度、非毛管孔隙度和毛管孔隙度增加,孔隙比提高,土壤固、液、气三相比也因此而得到较好的协调,其中以长沙点效果最为明显,这可能主要是因为长沙点红壤熟化程度高,培肥性能较好的缘故。研究结果也表明,随着龙须草生长年限的增加,龙须草对改善土壤物理性状的效果表现更为明显。

2.3 龙须草对土壤渗透性能的影响

土壤的渗透性能取决于土壤容重、非毛管孔隙度

和总孔隙度,特别是与土壤的非毛细管孔隙度关系甚为密切,本试验主要研究了土壤渗透性能与土壤非毛细管孔隙度的关系(图1)。对所测数据进行回归分析,其渗透速度(y)与非毛细管孔隙度(x)的线性方程为: $y = 0.86x + 3.22$, $r = 0.947^{**}$, $n = 9$,呈极显著相关,这同查轩等人的研究结果基本一致^[5]。

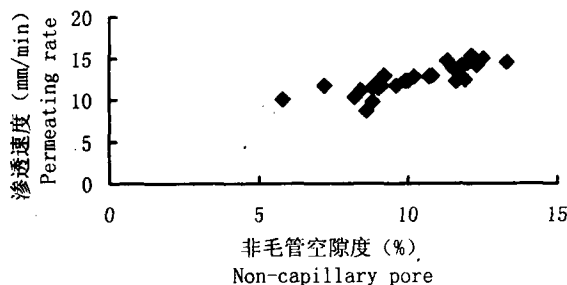


图1 非毛细管孔隙度与土壤渗透速度相关图

Fig.1 Interrelation between soil non-capillary pores and soil permeating rates

由图2可以看出,衡阳两年生龙须草种植地土壤(A)渗透速度为12.47mm/min,比空旷地土壤(B)渗透速度增加43.50%,经方差分析,达到了极显著差异水平($F = 13.40$, $F_{0.01} = 10.92$);比自然野生草地的土壤(C)渗透速度稍大。花垣龙须草地土壤(A)渗透速度同空旷地(B)相比,增加幅度为32.65%,达到显著差异水平($F = 5.92$, $F_{0.05} = 5.14$);比自然野生草地土壤渗透速度高出13.98%。长沙试验点龙须草地土壤(A)渗透速度为11.72 mm/min,比空旷地土壤(B)渗透速度提高89.95%,经方差分析,两者之间差异达到显著水平($F = 8.46$, $F_{0.05} = 5.14$),比自然野生草地土壤渗透速度增加16.27%。两者之间差异达到显著水平($F = 8.46$, $F_{0.05} = 5.14$),比自然野生草地土壤(C)渗透速度增加16.27%。两者之间差异达到显著水平($F = 8.46$, $F_{0.05} = 5.14$)。

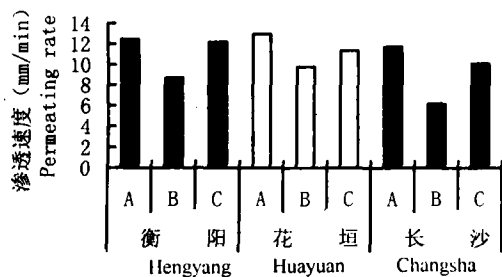


图2 不同处理土壤的渗透性能

Fig.2 The permeating rate of soil water under different treatments

不同龄段的龙须草地土壤渗透速度有一定差异,

随着龙须草生长年限的增加,其土壤渗透速度明显加快(图3)。2年生龙须草地土壤渗透速度比空旷地的增加32.65%,差异达到显著水准;4年生龙须草地土壤渗透速度比空旷地提高43.5%,两者之间差异达到了极显著水平($F = 10.72$, $F_{0.01} = 7.59$);6年生的龙须草地土壤渗透速度为15.17mm/min,比空旷地高出55.37%,达到极显著差异水平。

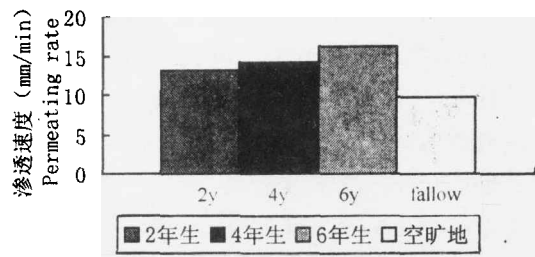


图3 不同生长年限的龙须草地土壤的渗透性能

Fig.3 The permeating rate of soil water under different growth ages

龙须草种植之后,由于降低土壤容重,提高土壤孔隙度,特别是使土壤非毛细管孔隙度增加,而非毛细管孔隙度大,贮水多,能使降水顺利渗入土壤,因而相应提高了土壤渗透速度。

2.4 龙须草对土壤机械组成的影响

由图4可知,衡阳两年生龙须草地 $<0.01\text{mm}$ 的土壤颗粒占63.0%,而空旷地只有53.4%,前者较后者高出9.6个百分点,但经方差分析差异未达到显著水平($F = 4.03$, $F_{0.05} = 5.14$)。龙须草地与自然野生草地相比较,龙须草地 $<0.01\text{mm}$ 的土壤颗粒含量也增加了4.2%。龙须草地 $<0.001\text{mm}$ 的土壤颗粒含量也略高于空旷地。

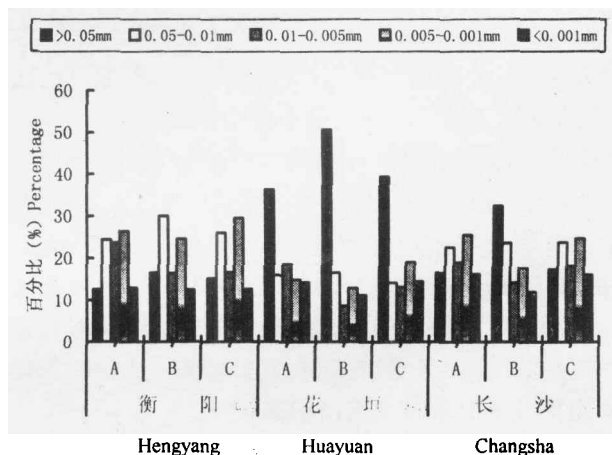


图4 土壤各级颗粒含量的百分比

Fig.4 The percentages of various soil grain composition

花垣龙须草地是由石灰岩母质发育而成的, <0.01mm 的土壤颗粒所占比例同其他两个点比较相对较少, 为 47.8%, 比空旷地 <0.01mm 的土壤颗粒增加 15.0%, 两者之间差异达到极显著水准 ($F = 18.95$, $F_{0.01} = 10.92$)。<0.001mm 的土壤颗粒, 龙须草地也要高出空旷地 3.0 个百分点。

长沙试验点两年生龙须草地 <0.01mm 的土壤颗粒数比空旷地上升了 16.8%, 两者之间差异达到极显著水准 ($F = 14.64$, $F_{0.01} = 10.92$), 比自然野生草地也增加了 2.0%; <0.001mm 的土壤颗粒, 龙须草种植地高出空旷地 4.2 个百分点。长沙点种植龙须草后对土壤颗粒组成的影响较其它两个试验点更明显, 这可能与长沙试验点土壤熟化程度较高、培肥性能较好有关。

龙须草种植之后能在一定程度上改变土壤颗粒组成, <0.001mm 的粘粒含量和 <0.01mm 的物理粘粒含量同空旷地相比有所增加, 主要原因可能是龙须草生物量较大, 特别是地下部分发达而密集的根系在土壤中的穿插以及新陈代谢作用, 再加上龙须草良好的培肥性能, 两者综合改善了土壤结构, 从而对土壤颗粒组成产生了一定的影响; 而空旷地土壤因地表裸露, 土壤团粒受雨滴击打被溅散, 之后被径流所搬运, 因而导致空旷地土壤粉(砂)粒或砂粒含量上升。

2.5 龙须草对土壤化学性状的影响

种植龙须草对土壤肥力的提高有一定的促进作用, 但并不显著, 三个试验点的结果表现出大体相同的趋势。

衡阳两年生龙须草种植地, 土壤各养分含量同空旷地比较, 有机质、全 N、全 P、全 K 含量提高幅度较大, 分别为 6.85%、8.26%、15.69%、6.54%, 但方差分析结果表明差异均未达到显著水平; 速效养分中以速效 K 含量提高幅度最大, 达 7.50% (但差异不显著); 碱解 N 含量次之, 为 6.25%; 速效 P 含量为 4.03%; 缓效 K 含量上升 7.85%。同自然野生草地比较, 龙须草地土壤各养分含量也相应较高。

花垣两年生龙须草种植地与空旷地相比, 土壤有机质、全 N、全 P、全 K、碱解 N、速效 P、速效 K、缓效 K 的含量, 每 kg 土依次增加 2.74g、0.18g、0.03g、0.18g、6.58mg、0.16mg、8.45mg、19.68mg, 其中有机质含量增加幅度为 7.71%, 经方差分析差异并不显著 ($F = 1.53$, $F_{0.05} = 4.07$); 同自然野生草地比较, 龙须草地土壤各养分含量也有所提高。

同空旷地比较, 长沙两年生龙须草种植地土壤有机质、全 N、全 P、全 K、碱解 N、速效 P、速效 K、缓效 K 的含量增加幅度分别为 8.26%、12.40%、18.33%、

9.98%、9.20%、8.87%、9.71%、10.99%, 经方差分析差异均不显著, 但比衡阳、花垣两地增加幅度稍大, 这可能是因为龙须草在第四纪红壤上保肥性能比在紫色砂页岩、石灰岩土壤的保肥性能更好。

同土壤各养分含量的本底值相比较, 衡阳、花垣、长沙三个试验点在试验期间, 龙须草地土壤各养分含量都有不同程度的提高, 自然野生草地土壤肥力也有上升的趋势, 但幅度很小, 而空旷地土壤各养分含量都有所降低。

表 2 龙须草种植地 N、P、K 各养分元素含量收支状况表

Tab 2 The input - output balance status of contents of N、P、K with *Eulaliopsis binata* plantation

试验点 Experimental site	各养分元素输入量 (kg/hm ²) Input of nutrient element			收割时植株体内各养分元素含量 (kg/hm ²) Nutrient element content of plant body in harvesting season		
	N	P	K	N	P	K
衡阳	69	6.2	31.2	42.44	11.46	120.23
花垣	69	6.2	31.2	59.57	16.08	168.78
长沙	69	6.2	31.2	51.04	13.78	144.60

注: 龙须草生长期间每公顷施加肥料如下: 尿素 150kg, 折合成 N69kg; 过磷酸钙 120kg, 折合成 P6.2kg; 氯化钾 60kg, 折合成 K 31.2kg。经分析测定, 龙须草植株体内(包括地上部与地下部)各养分元素平均含量如下: N3.0g/kg、P0.81g/kg、K8.5g/kg。

种植龙须草之后对土壤肥力的提高, 并不是完全因为施肥而直接导致的。从表 2 可以看出, 在龙须草生长期间每公顷施加了 6.2kgP、31.2kgK, 但随龙须草地上部带走以及根系部分所暂时固定和吸附的 P、K 量高出所施加的 P、K 量(这种状况不能持续维持, 否则只会造成地力严重减退)。表面上看, 所施加的 N 量比龙须草地上部带走以及根系部分所暂时固定和吸附的 N 量高, 但因 N 的挥发、淋失、反硝化等因素会造成一部分 N 的损失, 所以 N 的施入量和带走的 N 量与根系部分所暂时固定和吸附的 N 量以及因其他原因所造成的 N 的损失量会基本维持一种平衡。另外, 从三个试验点的研究结果整体看来, 与空旷地土壤相比较, 龙须草种植地土壤有机质含量、全量养分含量同土壤速效养分含量一样呈现出上升趋势, 这也许在一定程度上可以解释种植龙须草之后土壤肥力的提高并不完全是耕作施肥的直接结果。以上两个方面的原因基本上可说明种植龙须草之后土壤肥力的提高, 并不是完全因为施肥而直接导致的, 土壤肥力之所以有上升趋势, 可能主要有以下几个方面的原因: 第一, 龙须草发达而密集的根系, 使养分在耕层富集; 第二, 龙须草是靠宿茎根陆续分蘖发生新根形成新的单本来延续寿命, 老的根系的死亡, 再加上残茎落叶, 都有利于土壤肥力的提高; 第三, 龙须草活的根系的分泌物作用以

及大量土壤微生物的存在,土壤中有些缓效态或难溶性养分可以转化为速效态或易溶性养分;第四,种植龙须草之后对土壤理化性状的改善,增强了土壤保水保肥性能,促使土壤肥力提高。

3 小结

龙须草能降低土壤容重,提高土壤总孔隙度、非毛管孔隙度和毛管孔隙度,适当增加土壤中粘粒、粉粒含量、减少砂粒含量,改善土壤通气透水性能,提高土壤肥力,改善土壤化学性状,从而达到改良土壤耕性的效果。再加上龙须草耐旱瘠薄,对土壤要求不严,易种植,投入少,见效快,经济效益高,适应性强,所以可在一些荒山、荒坡、荒地大面积推广,特别是在一些水土流失易发区,这些地区的土壤一般由石灰岩、紫色砂页岩、页岩等母质发育而成,本身立地条件差,栽种经济

林或其他经济作物效益太低,但种植龙须草,一个方面可以减少和防治水土流失,保护生态环境;另一方面也可以提高单位土地面积的效益,增加农民收入,促进农业发展。

参考文献:

- [1] 邹冬生,余铁桥,周 青,等.龙须草蓄水保土机理及效益研究[J].农业现代化研究,2000,21(4):210-212.
- [2] 贾爱卿,步兆鹤.龙须草水土保持效益初步研究[J].水土保持通报,1992,12(4):48-51.
- [3] 张友德,张新元.龙须草资源的开发与利用前景[J].武汉植物学研究,1993,11(3):273-279.
- [4] 王清锋.论龙须草的开发价值及在我国的利用现状与展望[J].自然资源学报,1993,8(4):307-312.
- [5] 查 轩,唐克丽,等.植被对土壤特性及土壤侵蚀的影响研究[J].水土保持学报,1992,6(2):52-58.

The Effects of *Eulaliopsis Binata* on Soil Physical and Chemical Properties

HUANG Yu^{1,2}, ZOU Dong - sheng², WANG Hua²

(1. Research Center for Eco - Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085

2. College of Plant Science And Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: By localization experiment, We quantitatively studied and probed into the effects of planting *Eulaliopsis binata* on soil physical and chemical properties. The results were shown the planting decreased soil bulk density; enhanced total soil porosity, non - capillary porosity and capillary porosity; increased appropriately the percentage of clay and silt and decreased the percentage of sand; bettered the water permeability and soil aeration; raised soil fertility; improved soil chemical properties, and achieved the effect of ameliorating cultivation properties of soil.

Key words: *Eulaliopsis binata*; Soil physical and chemical properties; Porosity; Soil bulk density