

土壤质地对柱花草生长发育、生物量及土壤肥力变化的影响^①

龙会英, 张 德*, 金 杰

(云南省农业科学院热区生态农业研究所, 云南元谋 651300)

摘 要: 采用大田试验的方法, 在云南省元谋县小雷宰流域内壤土、砂壤土和重壤土 3 种质地土壤上, 以热研 5 号柱花草为材料, 研究土壤质地对柱花草生长发育、生物量及土壤有机质、有机碳、全氮和全磷的影响。试验结果表明: 3 种土壤质地上种植柱花草, 柱花草地上部和地下部生长量和生物量表现幼苗期增加缓慢, 而分枝期后增加快的趋势。壤土耕性好, 兼有砂土和重壤土的优点, 有利柱花草地上部分的生长发育, 柱花草地上部生长量、生物量及改善土壤肥力方面显著高于重壤土。砂壤土有利于柱花草根系向深层土壤生长, 柱花草地下部生长量、生物量及根瘤显著高于种植在重壤土。在 3 种土壤质地种植柱花草后, 土壤有机质、有机碳、全氮和全磷均有上升趋势。综合而言, 通气性和保肥保水能力居中的壤土更适合柱花草的生长发育及干物质的积累。

关键词: 土壤质地; 柱花草; 生长发育; 生物量; 土壤肥力

中图分类号: S572 **文献标识码:** A

土壤是农业生产的基础^[1], 土壤质地反映土壤颗粒和机械组成^[2], 影响着土壤与作物之间的营养、水、气的交换^[3], 作物根系的生长发育和作物产量^[4-5]。柱花草 (*Stylosanthes guianensis*) 是热带、亚热带地区豆科牧草, 适宜在我国南方热带地区种植, 适应性强、产量高^[6-7]、品质好, 根系发达并具大量根瘤菌, 有固氮改土培肥的作用, 种植柱花草后每年可固氮 225 ~ 300 kg/hm²^[8]。有研究表明, 格拉姆柱花草在重黏土和低湿沙滩上生长较差^[9], 土壤质地是影响柱花草生长的主要因子之一^[10]。Masoni 等^[11]研究表明, 黏壤土上小麦的产量、干物质积累、氮和磷吸收量等都显著高于砂壤土。干热河谷土壤类型以燥红土为主, 土壤质地有粉砂壤土、壤土、粉砂黏壤、粉砂黏土、壤黏土、黏土、肥力低^[12]。不同土壤

质地对柱花草生长发育、干物质积累及土壤肥力的影响研究较少。为此, 本研究通过田间试验, 探讨适合柱花草生长和产量提高的土壤质地类型。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验地位于云南省元谋县黄瓜园镇小雷宰流域, 25°50'42"N, 101°49'19"E, 海拔 1 073 m, 属典型金沙江干热河谷气候, 年均气温 22 °C, 日照时数 2 670.4 h, 最热月(6 月)28.5 °C, 最冷月(12 月)15.9 °C, ≥10 °C 年均积温 8 552.7 °C; 降雨量 645 mm, 集中 5—10 月, 占全年 94.6%, 干燥度 4。种植柱花草前土壤理化性质见表 1。

表 1 不同土壤质地种植柱花草前土壤理化性质(0 ~ 30 cm)

土壤 质地	有机质 (g/kg)	有机碳 (g/kg)	全氮 (g/kg)	全磷 (g/kg)	pH	粗砂及中砂 (1 ~ 0.25 mm) (g/kg)	细砂(0.05 ~ 0.25 mm) (g/kg)	粗粉砂(0.01 ~ 0.05 mm) (g/kg)	中粉砂(0.005 ~ 0.01 mm) (g/kg)	细粉砂 (0.001 ~ 0.005 mm) (g/kg)	黏粒 (<0.001 mm) (g/kg)	物理性黏粒 (<0.01 mm) (g/kg)
壤土	2.54	1.47	0.22	0.11	6.36	211.6	385.2	61.3	32.4	64.7	24.8	341.9
砂壤土	2.43	1.41	0.26	0.12	6.63	585.7	244.3	37.7	19.5	45.4	67.4	132.3
重壤土	2.62	1.52	0.24	0.16	7.59	38.0	364.2	216.2	90.9	233.3	57.4	381.7

基金项目: 国家自然科学基金项目(41361099)和云南省技术创新人才培养(2011CI066)依托项目(RQS 2006-1, RQS 2008-1)资助。

* 通讯作者(ynzhangde2004@sina.com)

作者简介: 龙会英(1965—), 女, 云南蒙自人, 研究员, 主要从事热区农业资源与环境研究。E-mail: ynhuiyingl2003@sina.com

1.2 试验设计

采用田间试验法,于 2013 年柱花草生长季,选择壤土(Rt)、砂壤土(Srt)和重壤土(Zrt)3 种土壤质地进行,以热研 5 号柱花草为试验材料,小区面积 $5\text{ m} \times 4\text{ m} = 20\text{ m}^2$,株行距为 $50\text{ cm} \times 100\text{ cm}$,3 个重复,完全随机区组排列,统一实行育苗移栽,选择大小基本一致植株,于 7 月 15 日栽植,不施底肥和追肥,所有管理措施均按统一的大田管理方式进行^[12],及时清除杂草,旱季每月灌溉 1 次。

1.3 测定项目和方法

1.3.1 柱花草生长发育测定 在不同生育期,每小区选 3 株柱花草整株挖出,观测不同土壤质地柱花草绝对株高和根系长作为生长发育指标。于 2013 年 11 月 15 日观测柱花草绝对株高、根系长,计算根冠比,作为生长量指标。

1.3.2 柱花草生物量测定 于 2013 年 11 月 15 日测定根系产量。水平方向离柱花草植株约 50 cm,垂直方向离地面约 60 cm,挖开形成一个土柱,顺着柱花草侧根和主根取根,将整株柱花草根系洗出,擦干根系表面水后,称重测定整株柱花草(包含活根与死根量)鲜生物量,自然风干后称重测定柱花草整个植株干生物量^[13]和根系根瘤量。

1.3.3 柱花草样地土壤营养成份测定 于 2013 年 7 月 15 日在不同土壤质地各小区选 5 个点取 0~30 cm 土样混合为一个样,作为种植柱花草时土壤样品。于 2014 年 3 月 15 日,在各小区选 5 个点取 0~30 cm 土样混合为一个样,测定种植柱花草后土壤营养成份,重铬酸钾容量法测定土壤有机质和土壤有机碳,凯氏蒸馏法测定土壤全氮,氢氧化钠熔融法测定土壤全磷^[14]。

1.4 数据来源和处理

气象要素由元谋县气象局提供,有关数据处理采用 Microsoft Excel 2013 和 SPSS 数据处理系统。

2 结果与分析

2.1 土壤质地对柱花草生长量的影响

有研究表明:砂壤土土壤质地适中,通透性好,保水保温性能都较好,土壤疏松,有利根系向深层土壤生长^[9-10,15]。本试验中,由表 2 和图 1 可以看出,不同土壤质地对柱花草生长量有显著差异。不同土壤质地条件下,柱花草地上部和地下部生长表现为从幼苗期到现蕾期生长缓慢,后期迅速增长。地上部生长量表现为壤土株高分别比砂土和重壤土高 12.00 cm 和 40.75 cm,砂壤土根系分别比壤土和重壤土长 7.00 cm 和 39.00 cm,表明种植在砂壤土质地的柱花草地下部生长量比种植在壤土及重壤土样地的生长量高,砂壤土更有利根系向深层土壤生长,与贾立华等^[16]和高传奇等^[17]研究一致。

表 2 不同土壤质地柱花草生长量比较

土壤质地	株高(cm)	根系长(cm)	生长量的根冠比
壤土	$98.50 \pm 8.64\text{ a}$	$79.50 \pm 5.06\text{ a}$	$0.82 \pm 0.11\text{ a}$
砂壤土	$86.50 \pm 6.76\text{ a}$	$86.50 \pm 7.66\text{ a}$	$1.09 \pm 0.11\text{ a}$
重壤土	$57.75 \pm 9.18\text{ b}$	$47.50 \pm 9.63\text{ b}$	$0.84 \pm 0.11\text{ a}$

注:同列数据小写字母不同表示差异达到 $P < 0.05$ 显著水平,下同。

2.2 土壤质地对柱花草生物量的影响

由表 3 和图 2 可以看出,3 种质地的土壤柱花草地上部和地下部生物量均表现为随着生育进程呈幼苗期增加缓慢后期快的变化趋势。盛花期不同质地土壤中柱花草的生物量存在显著差异,壤土地上部干生物量分别比砂壤土和重壤土高 30 和 2 360 kg/hm²,干鲜比以壤土>重壤土>砂壤土。砂壤土根系生物量分别比壤土和重壤土高 34 和 130 kg/hm²,根瘤量分别比壤土和黏土的高 2.78×10^4 和 4.75×10^4 粒/hm²,根冠比以壤土>重壤土>砂壤土。

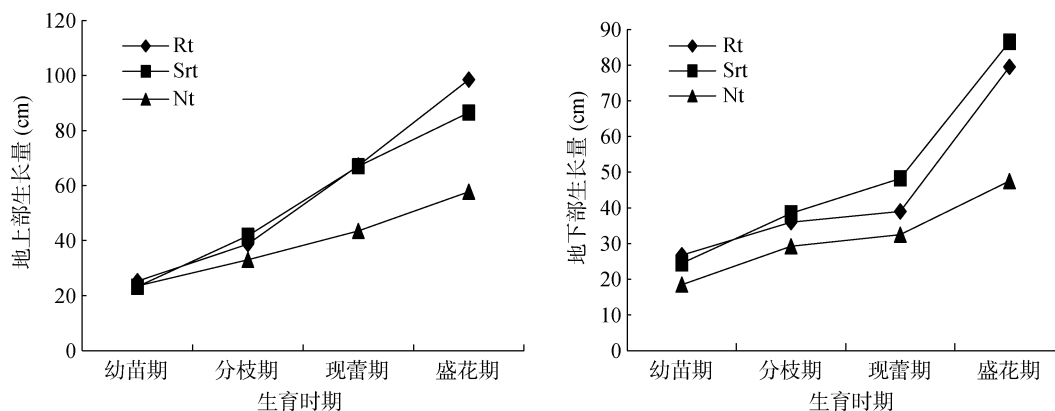


图 1 不同土壤质地柱花草地上部和地下部生长动态

表 3 不同土壤质地柱花草生物量比较

土壤质地	鲜草产量 ($\times 10^4$ kg/hm ²)	干草产量 ($\times 10^3$ kg/hm ²)	根系鲜重 ($\times 10^2$ kg/hm ²)	根系干重 ($\times 10^2$ kg/hm ²)	根冠比	根瘤量 ($\times 10^4$ 粒/hm ²)
壤土	1.18 ± 0.29 a	3.50 ± 0.94 a	5.04 ± 0.99 ab	1.99 ± 0.35 a	0.40 ± 0.02 a	2.80 ± 0.54 b
砂壤土	1.17 ± 0.20 a	3.47 ± 0.40 a	7.24 ± 0.41 a	2.33 ± 0.11 a	0.32 ± 0.01 b	5.59 ± 0.53 a
重壤土	0.29 ± 0.28 b	1.14 ± 1.27 b	3.05 ± 2.15 b	1.03 ± 0.82 b	0.33 ± 0.20 b	0.84 ± 0.48 c

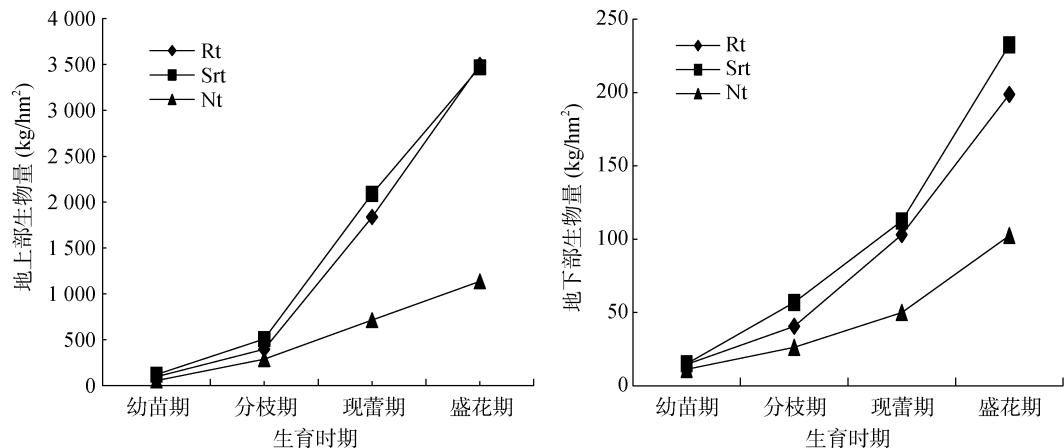


图 2 不同土壤质地中柱花草地上部和地下部生物量动态

2.3 不同土壤质地种植柱花草土壤肥力的变化

由表 4 可见,3 种土壤质地种植柱花草后土壤有机质、有机碳、全氮和全磷均有增加趋势。种植柱花草后壤土有机质和有机碳变化幅度分别比砂壤土和重壤土高 108.70% 和 88.65%,全氮比砂壤土高 11.39%。重壤土全磷分别比砂壤土和壤土高 4.75% 和 1.74%。

表 4 不同土壤质地种植柱花草前后土壤肥力变化幅度(%)

土壤质地	有机质	有机碳	全氮	全磷
壤土	122.64	122.64	26.96	35.06
砂壤土	13.94	13.94	15.57	32.05
重壤土	34.08	34.08	36.00	36.80

注 :表中数据(%)=(种植柱花草后土壤养分含量-种植柱花草前土壤养分含量)/种植柱花草前土壤养分含量 $\times 100$ 。

3 结论

3 种质地土壤柱花草生物量均随着生育进程呈现先缓慢后期快升高的变化趋势,在分枝期后变化较快。柱花草地上部和地下部生长量和干物质积累量表现为壤土最大,砂壤土次之,重壤土最小。砂壤土有利根系向深层土壤生长,与贾立华等^[16]和高传奇等^[17]研究一致。在 3 种土壤质地种植柱花草后,由于柱花草生物固氮、枯枝落叶的腐烂与分解,种植柱花草后土壤的有机质、有机碳、全氮和全磷均有上升趋势。

参考文献：

[1] 赵其国. 提升对土壤认识, 创新现代土壤学[J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 771-777

[2] 侯光炯. 土壤学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 1-7

[3] Wu Y Z, Huang M B, Gallichand J. Transpirational response to water availability for winter wheat as affected by soil textures[J]. Agricultural Water Management, 2011, 98(4): 569-576

[4] Brians A, Debbiel S, Sachaj M. The impact of soil structure on the establishment of winter wheat (*Triticum aestivum*) [J]. European Journal of Agronomy, 2009, 30(4): 243-257

[5] Steingrobe B, Schmid H, Gutser R, et al. Root production and root mortality of winter wheat grown on sandy and loamy soils in different farming systems[J]. Biology and Fertility of Soils, 2001, 33(4): 331-339

[6] 龙会英, 张德, 金杰, 等. 干热河谷典型生态脆弱区优良牧草栽培利用与评价[M]. 北京: 科学出版社, 2016: 46-52

[7] 龙会英, 何华玄, 张德, 等. 干热河谷退化山地柱花草品种(系)比较试验[J]. 草业学报, 2011, 20(6): 230-236

[8] 阮松. 番木瓜与柱花草间种模式研究[D]. 海口: 海南大学, 2012: 1

[9] 惠来县牧草综合示范中心. 引种牧草生长情况简报[J]. 广东农业科学, 1987(4): 39-40

[10] 朱芳华, 骆世明, 吴灼年. 格拉姆柱花草的土壤肥力限制因子[J]. 草业科学, 1991, 8(2): 30-34

[11] Masoni A, Ercoli L, Mariotti M. et al. Post-anthesis accumulation and remobilization of dry matter, nitrogen and phosphorus in durum wheat as affected by soil type[J]. European Journal of Agronomy, 2007, 26(3): 179-186

- [12] 刘刚才, 纪中华, 方海东, 等. 干热河谷退化生态系统典型恢复模式的生态响应与评价[M]. 北京: 科学出版社, 2011: 14–50
- [13] 张德, 龙会英, 腾春荣. 干热河谷退化山地芒果园间种和翻压柱花草的效应研究[J]. 热带农业科学, 2015, 35(1): 17–22, 30
- [14] 张甘霖, 龚子同. 土壤调查实验室分析方法[M]. 北京: 科学出版社, 2012
- [15] 路海东, 薛吉全, 马国胜, 等. 陕西榆林春玉米高产田土壤理化性状及根系分布[J]. 应用生态学报, 2010, 21(4): 895–900
- [16] 贾立华, 赵长星, 王月福, 等. 不同质地土壤对花生根系生长、分布和产量的影响[J]. 植物生态学报, 2013, 37(7): 684–690
- [17] 高传奇, 刘国顺, 杨永锋, 等. 不同质地土壤对烤烟地上部生长动态的影响[J]. 土壤, 2014, 46(1): 158–164

Effects of Soil Textures on Growth, Biomass of *Stylosanthes Guianensis* and Fertility of Soils

LONG Huiying, ZHANG De*, JIN Jie

(Institute of Tropical Eco-agricultural Sciences, Yunnan Academy of Agriculture Sciences, Yuanmou, Yunnan 651300, China)

Abstract: Field experiment was conducted in Xiaoleizai Watershed to study the effects of three different soil textures (loam, sandy loam and heavy loam) on the growth and biomass of *S. guianensis* cv. Reyan 5 and the fertility of soils (organic matter, organic carbon, total nitrogen and phosphorus). The results showed that the growth and biomass of aboveground and underground of *S. guianensis* changed slowly at seedling stage but fast at branch stage in all three soils. Loam soil performed best, the growth and biomass of aboveground part of *S. guianensis* and improvement of loam soil fertility were higher significantly than those of heavy loam soil. The roots of *S. guianensis* grew deeper in sandy soil, the growth, biomass and nodule amount of underground part of *S. guianensis* were higher significantly than those of clay soil. Except at seedling stage, aboveground growth and biomass of *S. guianensis* were higher in loam soil than sandy loam and heavy loam soils, underground growth and biomass of *S. guianensis* in sandy loam soil were higher than loam and heavy loam soils. Organic matter, organic carbon and total nitrogen changed greatest in loam soil, followed by heavy loam and sandy loam soils, while total phosphorus changed greatest in sandy loam and heavy loam soils, followed by loam soil. The above results suggested that loam soil, with medium levels of aeration and water and fertilizer conservation compared with sandy loam soil and heavy loam soil, is most suitable for the growth and dry matter accumulation of *S. guianensis*.

Key words: Soil texture; *S. guianensis*; Growth; Biomass; Soil fertility