

韦剑锋, 韦冬萍, 胡桂娟, 等. 不同施肥对麻风树苗木生长及养分状况的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(22): 129–132.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.22.034

不同施肥对麻风树苗木生长及养分状况的影响

韦剑锋¹, 韦冬萍¹, 胡桂娟¹, 吴炫柯², 范宇婷¹, 李 喆¹, 胡岐峰¹, 邓小雯¹

(1. 广西科技大学鹿山学院, 广西柳州 545616; 2. 广西柳州市农业气象试验站, 广西柳州 545003)

摘要:以麻风树 FD-8 号为试验材料, 采用盆栽法研究不同施肥处理(不施肥、60 g/桶有机肥、120 g/桶有机肥、180 g/桶有机肥、20 g/桶复合肥、20 g/桶复合肥 + 120 g/桶有机肥)对麻风树出苗、生长、养分含量及积累量的影响。结果表明, 施肥可加快麻风树出苗, 但有降低出苗率的趋势, 其中施 20 g/桶复合肥 + 120 g/桶有机肥的出苗率最低, 比不施肥处理的出苗率降低 7.85%。施肥可明显促进麻风树主根、侧根、地径、茎、叶的生长, 增加根、茎、叶干物质积累量, 提高苗木质量指数, 其中以施 20 g/桶复合肥的综合效果最好, 其次是施 20 g/桶复合肥 + 120 g/桶有机肥。3 个有机肥施用量处理之间的地径、茎高、各器官干物质积累量及苗木质量指数差异不显著, 但增加有机肥施用量有减少 4 条侧根总长和一级侧根数的趋势。施肥可提高麻风树氮、磷、钾的含量, 显著增加氮、磷、钾的积累量 ($P < 0.05$), 其中以施 20 g/桶复合肥的效果最为明显, 其次是施 20 g/桶复合肥 + 120 g/桶有机肥, 但两者差异不显著; 3 个有机肥施用量处理的氮、磷、钾含量及积累量差异不显著。结果表明, 施用复合肥对促进麻风树生长及改善养分状况的效果较好。

关键词:麻风树; 苗木; 有机肥; 复合肥; 生长; 养分; 出苗率; 干物质

中图分类号: S714.8 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)22-0129-04

麻风树 (*Jatropha curcas* L.) 又称小桐子、膏桐、臭桐树等, 是一种生产生物能源、农药及医药等原料的多用途树种^[1]。在我国西南地区, 麻风树生物柴油原料林基地建设已初具规模, 但其栽培技术的研究却严重滞后于该树种开发利用方面的研究^[2]; 同时, 麻风树在肥料养分含量、施肥方式、施肥量等技术问题上也没有统一的标准和模式^[3]。因

此, 开展麻风树施肥技术研究具有重要的现实意义和应用价值。已有研究表明, 施肥可以促进麻风树生长或促进麻风树对养分的吸收利用。如供氮浓度为 284 mg/L 或施氮量为 3.6 g/盆最利于促进麻风树幼苗生长^[2,4]; 施 300 g/株复合肥 (N : P₂O₅ : K₂O = 11 : 8 : 6) 可显著增加一年生麻风树株高和地径增长量^[3]; 施 400 g/株复合肥 (N : P₂O₅ : K₂O = 15 : 15 : 15) 可显著增加二年生麻风树新梢生长量^[5]; 氮、磷、钾肥混合施用比氮、磷、钾单独施用更能促进二年生麻风树地径、冠幅乘积和树高的生长^[6]; 施 48 g/株复合肥 (N : P₂O₅ : K₂O = 18 : 8 : 18) 比其他施肥量更能促进一年生麻风树对氮、磷、钾的吸收^[7]; 20 g/盆复合肥 (N : P₂O₅ : K₂O = 18 : 8 : 18) 分 2 次施用比其他施用方式更能改善麻风树幼苗氮、磷、钾养分的状况^[8]。然而, 前人对麻风树施肥的研究主要集中在氮、磷、钾肥或复合肥方面, 而关于有机肥的施用方面的研究却鲜见报道。因此, 本试验设置不同有机肥用量、复合肥及复合

收稿日期: 2016-08-09

基金项目: 广西自然科学基金 (编号: 2011GXNSFB018044); 广西教育厅广西高校中青年骨干教师基础能力提升项目 (编号: KY2016YB847); 广西教育厅广西高等学校科研立项项目 (编号: 201204LX658)。

作者简介: 韦剑锋 (1978—), 男, 广西柳州人, 硕士, 副研究员, 主要从事作物营养与生理生态方面的研究。E-mail: jianfengwei@163.com。

光, 不宜过密栽植。四翅滨藜适宜作为地被植物种植于光照条件良好的林下及荒漠干旱区, 并为畜牧生产提供饲料, 同时改善畜牧饲料的生产条件。

参考文献:

- [1] 徐超西. 青海高原干旱半干旱地区造林技术探讨[J]. 中国水土保持, 1990(2): 39–41.
- [2] 王 红, 王百田, 王 婷, 等. 不同土壤含水量对山杏盆栽幼苗蒸腾速率和光合速率的影响[J]. 北方园艺, 2010(2): 1–5.
- [3] 毕武臣, 刘志龙. 论山杏的生物经济学特性及发展前景[J]. 防护林科技, 2005(增刊1): 76–77.
- [4] 李亚峰. 对山杏等三个乡土灌木树种种源及单株的选择研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2006.
- [5] 李跃进, 崔素英, 郝朝晖, 等. 准常绿饲料灌木树种——四翅滨藜[J]. 中国林副特产, 2002(4): 30–31.

- [6] 郑淑霞, 王占林, 张有生. 中国北方滨藜属植物种与四翅滨藜生物学特性[J]. 青海农林科技, 1998(3): 62–65.
- [7] 王存桂. 四翅滨藜推广现状和发展建议[J]. 甘肃科技, 2002(7): 97.
- [8] 陈卫英, 陈真勇, 罗辅燕, 等. 光响应曲线的指数改进模型与常用模型比较[J]. 植物生态学报, 2012, 36(12): 1277–1285.
- [9] 张卫强, 贺康宁, 王正宁, 等. 光辐射强度对侧柏油松幼苗光合特性与水分利用效率的影响[J]. 中国水土保持科学, 2006, 4(2): 108–113.
- [10] 秦 景, 贺康宁, 朱艳艳. 库布齐沙漠几种常见灌木光合生理特征与土壤含水量的关系[J]. 北京林业大学学报, 2009, 31(1): 37–43.
- [11] Flexas J, Medrano H. Drought – inhibition of photosynthesis in C₃ plants: stomatal and non – stomatal limitations revisited[J]. Annals of Botany, 2002, 89(2): 183–189.

肥 + 有机肥处理,探讨不同施肥处理对麻风树出苗、生长、养分含量及养分积累的影响,以期对麻风树合理施肥提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2015 年 4 月至 2016 年 6 月在广西壮族自治区柳州市进行;供试土壤为黏质红壤, pH 值 6.4, 有机质含量 9.04 g/kg, 全氮含量 0.90 g/kg, 全磷含量 0.53 g/kg, 全钾含量 1.81 g/kg, 碱解氮含量 49.21 mg/kg, 速效磷含量 14.35 mg/kg, 速效钾含量 56.40 mg/kg; 供试麻风树种子为 2014 年 10 月采收的 FD-8 号种子; 供试肥料为当地农贸市场销售的蔗满多生物有机肥(江西绿悦生物工程股份有限公司生产, 有机质含量 $\geq 30\%$, 含固氮菌、溶磷菌、解钾菌及双效放线菌 4 个菌群, 有效活菌数 ≥ 0.3 亿/g) 和复合肥(福建中化智胜化肥有限公司生产, N、 P_2O_5 、 K_2O 含量分别为 18%、8%、18%, 总有效养分 $\geq 44\%$)。

1.2 试验设计

试验采用有底塑料桶(上口径 30 cm、下口径 25 cm、高 25 cm, 桶底钻 4 个直径为 1 cm 的圆孔)栽培。设 60 g/桶有机肥、120 g/桶有机肥、180 g/桶有机肥、20 g/桶复合肥、20 g/桶复合肥 + 120 g/桶有机肥 5 个处理, 分别以 T1、T2、T3、T4、T5 表示, 以不施肥作为对照(CK), 每个处理播种 12 桶, 每桶播种 30 粒麻风树种子。

2015 年 4 月 23 日, 选用粒大、饱满、种壳完整、种皮平滑的麻风树种子播种。播种时, 不施肥处理的桶内装细土至距离桶面 3 cm 时, 将种子等距离分散放入桶内, 然后装细土至冒出桶面; 施肥处理的桶内装细土至距离桶面 6 cm 时, 将肥料全部撒施在桶内, 继续装细土至距离桶面 3 cm 时, 将种子等距离分散放入桶内, 然后装细土至冒出桶面。播种后塑料桶随机摆放, 并浇水至桶内泥土湿透。出苗稳定后进行间苗处理, 每桶留 3 棵苗, 苗间距大致相等。

1.3 测定项目与方法

2015 年 4 月 30 日幼苗出土后, 每天调查出苗率, 直至出苗稳定。2015 年 6 月开始, 选定 6 桶麻风树, 每 2 个月的最后一天调查植株地径、茎高及着生叶片数。2016 年 6 月 31 日, 每个处理取 6 桶麻风树完整植株, 调查主根长、4 条侧根(从胚根最早分化生长的侧根)总长、一级侧根(从主根萌发生长的侧根)数量; 将植株洗净并吸干水分, 分根、茎、叶烘干, 分别称其质量, 然后混合粉碎, 按农业标准 NY/T 2419—2013^[9]、NY/T 2420—2013^[10]、NY/T 2421—2013^[11] 分别测定全氮、全磷(P_2O_5)、全钾(K_2O)的含量, 并计算植株全氮、全磷(P_2O_5)、全钾(K_2O)的积累量; 按文献[8]计算苗木质量指数(QI)。

1.4 数据分析

应用 Excel 2007 和 SPSS 17.0 软件进行数据处理和统计分析, 用 Duncan's 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对麻风树出苗的影响

由图 1 可知, 各处理麻风树幼苗于 4 月 30 日开始出土, 随后出苗率快速增加, 至 5 月 2 日时各处理出苗率已超过

78.3%, 此后出苗缓慢, 至 5 月 9 日时, 各处理出苗完全稳定。不同处理出苗进程和出苗率存在一定差异, 其中 T5 处理于 5 月 5 日结束出苗, T4、T3、T2 处理于 5 月 6 日结束出苗, T1 处理于 5 月 7 日结束出苗, 而 CK 于 5 月 9 日结束出苗; 出苗稳定时, 以 CK 的出苗率最高, 为 91.67%, 比其他处理高 1.86% ~ 7.85%, 其次为 T1、T4 处理, 而 T5 处理的出苗率最低。说明施肥可加快麻风树幼苗出土, 但有降低出苗率的趋势, 其中复合肥 + 有机肥施用的效果最为明显。

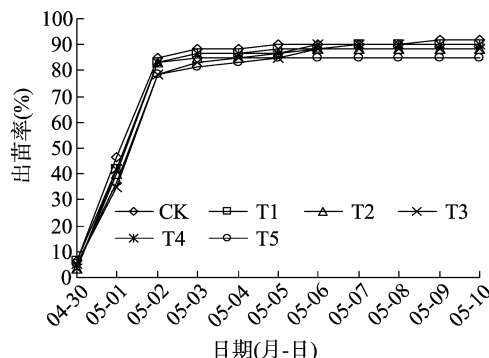


图1 不同处理对麻风树出苗率的影响

2.2 不同施肥处理对麻风树叶片生长的影响

由图 2 可知, 各处理麻风树着生叶片数随着生育进程的推进先增加, 2015 年 8 月达到峰值, 随后因高温、干旱天气而急剧减少, 至 2015 年 10 月 CK 的叶片已完全脱落, T1、T2、T3 处理的着生叶片接近于 0 张, 而 T4、T5 处理的着生叶片为 2~3 张, 至 2015 年 12 月各处理的叶片全部脱落, 此后进入休眠期, 至 2016 年 4 月, 各处理萌发新叶, 但随后遇持续少雨天气, 至 2016 年 6 月各处理叶片又明显减少。除休眠期, 在其他调查期均以 T4 处理的着生叶片最多, 其次是 T5 处理, 而 CK 的最少; 在 2015 年着生叶片高峰期(8 月), 各处理着生叶片数表现为 T4 > T5 > T3 > T2 > T1 > CK, 除 T4 与 T5、T3 与 T2 处理外, 其他差异均达到显著水平($P < 0.05$); 在 2016 年着生叶片高峰期(4 月), 各处理着生叶片数表现为 T4 > T5 > T2 > T1 > T3 > CK, 除 T4 与 T5、T1 与 T3 处理外, 其他差异均达到显著水平($P < 0.05$)。说明施肥尤其是施复合肥可明显促进麻风树叶片的生长和延缓叶片的衰老脱落。

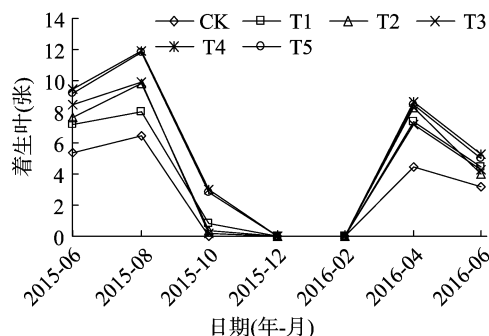


图2 不同处理对麻风树着生叶片的影响

2.3 不同施肥处理对麻风树地径生长的影响

由图 3 可知, 各处理麻风树的地径随着生育进程的推进先迅速增长, 2015 年 8 月后增长变缓, 至 2015 年 12 月增长停滞, 随后至 2016 年 2 月, 由于水分散失地径略有缩小, 至 2016 年 4 月地径恢复增长, 此后 CK、T4、T5 处理的地径略有增长,

而 T1、T2、T3 处理的地径增长趋于停滞。在各调查期,T4、T5 处理的地径明显大于其他处理,而 CK 的地径明显小于其他处理,但 T4 与 T5 处理之间,T1、T2、T3 处理之间的差异均不明显。在 2016 年 6 月,T5 处理的地径最大,比其他处理高 1.27%~32.78%,其次是 T4 处理,其中 T5、T4 与其他处理,T3、T2、T1 处理与 CK 之间的差异达显著水平($P<0.05$)。说明施肥尤其是施复合肥可明显促进麻风树地径的增加。

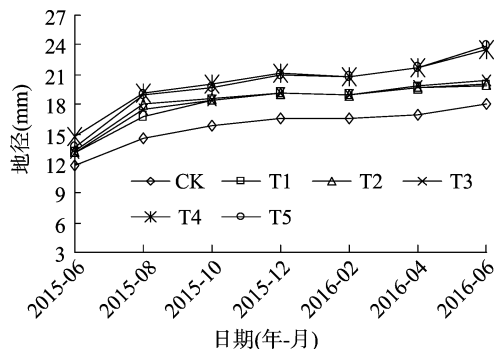


图3 不同处理对麻风树地径的影响

2.4 不同施肥处理对麻风树茎高生长的影响

由图 4 可知,T4、T5 处理的茎高随着生育进程的进行迅速增长,T1、T2、T3 处理的茎高缓慢增长,而 CK 的茎高增长不明显,2015 年 8 月之后各处理的茎高增长趋于停滞,至 2016 年 2 月,由于顶端萎焉各处理的茎高略有下降,至 2016 年 4 月茎高恢复增长,其中 T5 处理的茎高增长量比其他处理明显。在各调查期,T4 处理的茎高明显大于其他处理,其次是 T5 处理,CK 的茎高则明显小于其他处理,而 T1、T2、T3 处理之间的差异不明显。在 2016 年 6 月,T4 处理的茎高最大,比其他处理高 3.06%~68.46%,其中 T5、T4 与其他处理,T3、T2、T1 处理与 CK 的差异达显著水平($P<0.05$)。说明施肥可明显促进麻风树茎高的增加,其中以单独施用复合肥的效果最好。

2.5 不同施肥处理对麻风树苗木性状的影响

由表 1 可知,各施肥处理的主根长度均大于 CK 的主根长度,其中以 T4 处理的主根长度最大,比 CK 增加了 19.44%,其次是 T2 处理,除 T4 与 T1 处理之间的差异显著外

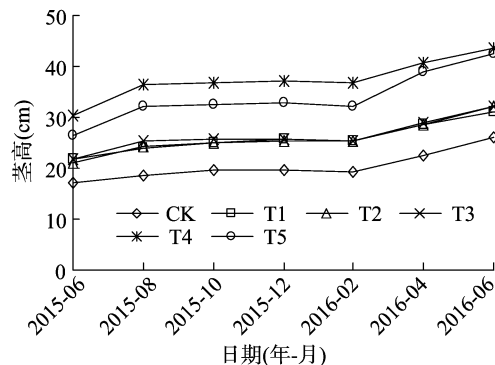


图4 不同处理对麻风树茎高的影响

($P<0.05$),其他施肥处理之间的差异均不显著;各施肥处理的 4 条侧根总长度均显著大于 CK($P<0.05$),其中以 T1 处理的最长,比 CK 增加了 35.98%,其次是 T4 处理,且 T1、T4 与 T2、T3 处理之间的差异达显著水平($P<0.05$);各施肥处理的一级侧根数均显著大于 CK,其中以 T4 处理的最多,比 CK 增加了 46.51%,其次是 T5 处理,且 T4 与其他施肥处理之间的差异均达显著水平($P<0.05$),T5、T1 与 T2、T3 处理之间的差异也达显著水平($P<0.05$)。从干物质积累看,各施肥处理的根、茎、叶干物质质量及干物质总量均显著大于 CK,其中 T4 处理的根、茎干物质质量及干物质总量均最多,分别比 CK 增加了 88.29%、115.24%、106.17%,其次是 T5 处理,且 T4、T5 与 T1、T2、T3 处理之间的差异均达显著水平($P<0.05$),但 T4 与 T5 处理,T1、T2、T3 处理之间的茎干物质质量及干物质总量差异不显著;T5 处理的叶干物质质量最多,比 CK 增加了 91.67%,其次是 T4 处理,其中 T5 与 T4 处理、T4 与 T2 处理之间的差异均达显著水平($P<0.05$)。从苗木质量分析,各施肥处理的 QI 值均显著大于 CK($P<0.05$),其中以 T4 处理的最大,其次是 T5 处理,除 T1、T2、T3 处理之间的差异不显著外,其他处理之间的差异均达显著水平($P<0.05$)。说明施肥可促进麻风树根系的生长,增加干物质的积累,提高苗木的质量,其中以单独施用复合肥的效果最好。

表 1 不同处理麻风树苗木的性状

处理	主根长度 (cm)	4 条侧根总长度 (cm)	一级侧根数 (条)	干物质质量(g/株)				苗木质量 指数(QI)
				根	茎	叶	总量	
CK	27.00c	63.46c	21.5d	4.27d	10.17c	0.48d	14.92c	3.9d
T1	28.75bc	86.29a	27.0b	5.87c	12.42b	0.78bc	19.07b	5.2c
T2	31.13ab	78.38b	24.5c	5.58c	12.07b	0.74c	18.39b	4.9c
T3	30.10ab	77.71b	24.5c	5.65c	11.99b	0.76bc	18.40b	5.0c
T4	32.25a	85.29a	31.5a	8.04a	21.89a	0.83b	30.76a	6.7a
T5	29.50abc	82.50ab	28.0b	6.98b	21.12a	0.92a	29.02a	6.0b

注:表中同列数据后不同小写字母表示差异达显著水平($P<0.05$),下表同。

2.6 不同施肥处理对麻风树养分状况的影响

由表 2 可知,各施肥处理的氮、磷、钾含量均大于 CK,其中 T5 处理的氮、钾含量最高,分别比 CK 增加了 15.69%、14.62%,其次是 T4 处理,且 T5、T4 与其他处理之间的差异均达显著水平($P<0.05$);T4 处理的磷含量最高,比 CK 增加了 17.96%,其次是 T5 处理,且 T5、T4 与其他处理之间的差异均

达显著水平($P<0.05$)。各施肥处理的氮、磷、钾积累量均显著大于 CK,其中均以 T4 处理的积累量最高,分别比 CK 增加了 137.50%、141.07%、132.99%,其次是 T5 处理,T4、T5 与 T1、T2、T3 处理之间的差异均达显著水平($P<0.05$)。说明施肥尤其是施复合肥可提高麻风树的营养水平。

表 2 不同处理麻风树养分状况

处理	含量(g/kg)			积累量(g/株)		
	氮	磷	钾	氮	磷	钾
CK	3.25b	3.73b	6.50b	0.048c	0.056c	0.097c
T1	3.31b	3.78b	6.63b	0.063b	0.072b	0.126b
T2	3.36b	3.85b	6.57b	0.062b	0.071b	0.121b
T3	3.34b	3.82b	6.59b	0.061b	0.070b	0.121b
T4	3.70a	4.40a	7.36a	0.114a	0.135a	0.226a
T5	3.76a	4.29a	7.45a	0.109a	0.124a	0.216a

3 结论与讨论

作物种子发芽出苗规律常因苗床施用肥料的类型、用量及方式不同而差异较大^[8,12-15]。有研究表明,有机肥或复合肥与苗床耕层土壤混合施用有利促进种子萌发出土,提高出苗率^[12-14];也有研究表明,复合肥一次性基肥集中施用或与种子接触施用会抑制或延缓种子发芽出苗^[8,15]。本试验结果表明,施肥处理尤其是复合肥+有机肥处理的麻风树种子出苗率明显低于不施肥处理,其原因可能是肥料一次性集中于种子下方,一方面造成肥料层过厚或肥料浓度过大抑制了种子萌发和扎根入土,另一方面肥料溶解引起土壤微环境改变尤其是水分含量和氧气含量下降抑制了种子萌发,但具体机理有待于进一步研究论证。试验中发现,施肥处理尤其是复合肥+有机肥处理的种子出苗进程较快,这可能是施肥抑制了质量差、活性低种子萌发出土的缘故。因此,麻风树苗床施肥需注意用量和方式,避免施肥不当造成出苗异常。

多数研究认为,施肥可促进麻风树生长^[2-8];也有研究认为,施肥对麻风树生长影响不大^[6]或施肥过量会抑制麻风树幼苗生长^[2,4]。本试验结果表明,施肥可明显促进麻风树根、地径、茎高及叶的生长,增加干物质的积累量,提高苗木质量指数,其中以施复合肥处理的效应最明显。其原因可能是供试土壤自然肥力低下,施用复合肥能快速、有效地提高土壤有效氮、磷及钾的含量,刺激了麻风树对养分的吸收,从而促进苗木生长。这也反映了麻风树生长对土壤有效养分含量的敏感性。但试验中发现,复合肥+有机肥处理的促进效果差于单独施用复合肥。这可能与复合肥+有机肥混合集中施用抑制了麻风树根系尤其是侧根的萌发和生长,从而降低养分吸收量。此外,增加有机肥施用量未能进一步促进麻风树生长,反而有减少侧根生长、干物质积累和养分积累的趋势,这与人研究黄瓜^[16]和葡萄^[17]的结果相似。说明过量施用有机肥会降低施肥效果。而本试验呈现这一现象,原因可能是多方面的:一是供试土壤自然肥力较低,可分解和释放的有效养分数量有限;二是有机肥集中施于种子下方,未能有效分解上层土壤和底层土壤矿质养分,因而分解作用受限制;三是增大有机肥施用量抑制了侧根萌发和生长,减少了养分吸收面。但具体机理须要从土壤有效养分变化动态、根系生长变化动态及根系在土壤剖面的分布动态等方面进行研究。

施肥对麻风树氮、磷及钾养分含量的影响因植株部位、调查时期及施肥量不同而有差异^[5,7-8]。本试验结果表明,施肥可以提高麻风树各器官中氮、磷及钾的含量,增加氮、磷及钾的积累量,与前期研究的结果^[7-8]相似。说明施肥有利于改善麻风树营养状况。但试验中发现,施用复合肥的促进效果

最为显著,而3个有机肥施用量处理间的差异不明显。究其原因,可能与不同施肥处理对土壤有效养分含量的改变和对麻风树根系生长的影响结果直接相关。可见,本试验条件下施用复合肥的综合效应较好,而单一增大有机肥施用量的促进效应有限,但改变施肥方式(如肥料与耕层土壤充分混合、肥料分次施用、肥料施于不同土层等)后其结果是否有变化有待进一步研究。另外,本试验是在盆栽条件下进行,麻风树生长的土体条件尤其是体积、养分库及保墒能力与林地存在差异,施肥效果可能也有差别,须结合具体条件进行进一步研究。

参考文献:

[1] 刘方炎,李 昆,孙永玉. 中国麻疯树研究进展与开发利用现状[J]. 中国农业大学学报,2012,17(6):178-184.

[2] 尹 丽,胡庭兴,刘永安,等. 施氮量对麻疯树幼苗生长及叶片光合特性的影响[J]. 生态学报,2011,31(17):4977-4984.

[3] 谷 勇,殷 瑶,吴 昊,等. 施肥对麻疯树生长、产量及土壤肥力的影响[J]. 东北林业大学学报,2011,39(12):56-58,62.

[4] 彭明俊,郎南军,吴 涛,等. 不同供氮水平对膏桐幼苗生长的影响[J]. 西北林学院学报,2010,25(3):97-100.

[5] 苏利荣,秦 芳,苏天明,等. 施肥对麻疯树幼树生长与叶片养分动态的影响[J]. 南方农业学报,2013,44(9):1517-1523.

[6] 刘 朔,何朝均,何绍彬,等. 不同施肥处理对麻疯树幼林生长的影响[J]. 四川林业科技,2009,30(4):53-56.

[7] 韦剑锋,韦冬萍,吴炫柯,等. 施肥量对秋播麻疯树周年生长和养分积累的影响[J]. 南方农业学报,2016,47(6):965-969.

[8] 韦冬萍,韦剑锋,吴炫柯,等. 复合肥施用方式对麻风树幼苗生长及肥料利用效率的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(7):173-176.

[9] 中华人民共和国农业部种植业管理司. 植株全氮含量测定 自动定氮仪法:NY/T 2419—2013[S]. 北京:中国农业出版社,2014.

[10] 中华人民共和国农业部种植业管理司. 植株全钾含量测定 火焰光度计法:NY/T 2420—2013[S]. 北京:中国农业出版社,2014.

[11] 中华人民共和国农业部种植业管理司. 植株全磷含量测定 钼锑抗比色法:NY/T 2421—2013[S]. 北京:中国农业出版社,2014.

[12] 苟晨晨,唐永金,曾 峰,等. 肥料种类及用量对玉米与大豆种子发芽、出苗及幼苗生长的影响[J]. 湖南师范大学自然科学学报,2013,36(1):75-79.

[13] 王善仙,刘 宛,李培军,等. 生物有机肥调控对盐碱胁迫下向日葵幼苗生长及生理指标的影响[J]. 生态学杂志,2011,30(4):682-688.

[14] 韦剑锋,韦冬萍,吴炫柯,等. 不同苗床处理对麻疯树幼苗生长及抗寒性的影响[J]. 种子,2013,32(8):81-85.

[15] 李积兰,李希来,魏卫东,等. 不同肥料水平对青海冷地早熟禾丸粒化种子发芽和幼苗生长的影响[J]. 草业与畜牧,2015(4):10-14.

[16] 张雪艳,田 蕾,高艳明,等. 生物有机肥对黄瓜幼苗生长、基质环境以及幼苗根系特征的影响[J]. 农业工程学报,2013,29(1):117-125.

[17] 郭 洁,孙 权,张晓娟,等. 生物有机肥对酿酒葡萄生长、养分吸收及产量品质的影响[J]. 河南农业科学,2012,41(12):76-80,84.