

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.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.07.059

# 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

韦冬萍<sup>1</sup>, 韦剑锋<sup>1</sup>, 吴炫柯<sup>2</sup>, 胡江如<sup>1</sup>, 刘欢雨<sup>1</sup>

(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:**以麻风树栽培品种 FD-8 号为试验材料, 采用盆栽方式, 研究复合肥 3 种施用方式(100% 作基肥、50% 作基肥 + 50% 作追肥、25% 作基肥 + 50% 作第 1 次追肥 + 25% 作第 2 次追肥)对秋播麻风树幼苗生长及肥料利用效率的影响。结果表明:施用复合肥能加快麻风树幼苗出土, 促进幼苗生长, 提高苗木氮、磷、钾含量和积累量;随施肥次数的增加, 麻风树苗木根系生长量明显增加, 苗木地径、茎高、干物质积累量、苗木质量指数及植株氮、磷、钾积累量、肥料氮、磷、钾养分利用率均先增加后降低。其中复合肥(N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 28 : 6 : 6)以 50% 作基肥 + 50% 作追肥的综合效应较好, 复合肥全部作基肥施用则有利于简化施肥作业。

**关键词:**麻风树; 复合肥; 施肥方式; 幼苗生长; 肥料利用效率

**中图分类号:**S714.8 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)07-0173-04

近年来, 随着国内麻风树产业的迅速发展, 国内学者对麻风树生物学特性与综合利用、种质资源调查与遗传育种、栽培技术等开展了研究<sup>[1-2]</sup>, 有关麻风树施肥效应的报道也不断出现<sup>[3-12]</sup>。据报道, 幼林麻风树的茎枝生长量随复合肥施用

量的增加而增加<sup>[5-6]</sup>;施用复合肥或氮、磷、钾肥混合施用较单一施用氮、磷、钾肥更能促进幼林麻风树茎枝生长<sup>[4,7]</sup>。也有报道, 施用磷肥对幼林麻风树地径的增长作用不明显<sup>[8]</sup>;适量施用氮肥或磷肥可促进麻风树幼苗或当年生新梢的生长, 但继续增加氮肥或磷肥施用量对麻风树生长的促进作用不明显, 过量施肥还会造成肥料浪费<sup>[8-9]</sup>;在不同生态条件下或不同品种间, 相同氮肥或复合肥施用量对麻风树生长发育的影响也不相同<sup>[6-9]</sup>。但是, 目前麻风树在肥料养分含量、施肥方式、施肥量等技术问题上还没有统一的标准和模式<sup>[4]</sup>, 有关复合肥施用对麻风树播种育苗及肥料利用效率的影响也未见报道。为此, 笔者结合气象条件, 在苗床进行复合肥运筹

收稿日期: 2014-08-10

基金项目: 广西教育厅广西高等学校科研立项项目(编号: 201204LX658)。

作者简介: 韦冬萍(1982—), 女, 广西柳城人, 硕士, 助理研究员, 从事植物营养与生理生态方面的研究。E-mail: dpwei-82@163.com。  
通信作者: 韦剑锋, 硕士, 副研究员, 从事作物营养与生理生态方面的研究。E-mail: jianfengwei@163.com。

2004, 84(3): 325–328.

[4] 黄媛, 段小华, 胡小飞, 等. 模拟酸雨和铝调控对茶叶主要化学品质与铝积累的影响[J]. 热带亚热带植物学报, 2011, 19(3): 254–259.

[5] 林新坚, 黄东风, 李卫华, 等. 施肥模式对茶叶产量、营养累积及土壤肥力的影响[J]. 中国生态农业学报, 2012, 20(2): 151–157.

[6] 张艳玲, 潘根兴, 胡秋辉, 等. 叶面喷施硒肥对低硒土壤中大豆不同蛋白组成及其硒分布的影响[J]. 南京农业大学学报, 2003, 26(1): 37–40.

[7] 徐国华, 沈其荣, 潘文辉, 等. 叶面营养对黄瓜生物效应的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 1997, 3(1): 36–42.

[8] Helda M, Ivette P, Bruce F. Traditional fertilization and its effect on corn insect populations in the Guatemalan highlands[J]. Agriculture Ecosystems & Environment, 2001, 84: 145–155.

[9] 谭正初, 程孝, 单武雄, 等. 3 种氨基酸叶面肥对茶叶产量和品质的影响[J]. 湖南农业科学, 2007(6): 113–115.

[10] 夏先江, 罗仲兴, 吴新荣, 等. 不同浓度的叶面肥对茶叶产量和品质的影响[J]. 茶业通报, 2013, 35(2): 73–74.

[11] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 134–197.

[12] 商业部茶叶畜产局, 商业部杭州茶叶加工研究所. 茶叶品质理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1989.

[13] 李瑞海, 黄启为, 徐阳春, 等. 不同配方叶面肥对辣椒生长的影响[J]. 南京农业大学学报, 2009, 32(2): 76–81.

[14] 蔡利娅, 肖力争, 肖文军, 等. 茶树喷施生物叶面肥效果[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2005, 31(1): 60–62.

[15] 杨亦扬, 马立锋, 黎星辉, 等. 氮素水平对茶树新梢叶片代谢谱及其昼夜变化的影响[J]. 茶叶科学, 2013, 33(6): 491–499.

[16] Ruan J Y, Gerendás J, Hardter R, et al. Effect of root zone pH and form and concentration of nitrogen on accumulation of quality-related components in green tea[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2007, 87: 1505–1516.

[17] Han W Y, Ma L F, Shi Y Z, et al. Nitrogen release dynamics and transformation of slow release fertiliser products and their effects on tea yield and quality[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2008, 88: 839–846.

[18] 宛晓春. 茶叶生物化学[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2003.

[19] 蒋跃林, 张仕定, 张庆国. 大气 CO<sub>2</sub> 浓度升高对茶树光合生理特性的影响[J]. 茶叶科学, 2005, 25(1): 43–48.

试验,研究秋播麻风树幼苗对肥料的利用效应,以期为麻风树播种育苗的科学施肥提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于 2013 年 8 月—12 月在柳州市进行,期间气温、降水量及蒸发量分别见图 1、图 2;供试土壤为红壤, pH 值 6.4, 有机质含量为 16.87 g/kg, 全氮含量为 1.45 g/kg, 全磷含量为 0.86 g/kg, 全钾含量为 4.50 g/kg, 碱解氮含量为 75.66 mg/kg, 速效磷含量为 55.56 mg/kg, 速效钾含量为 116.25 mg/kg;供试麻风树种子为广西南宁富民达生物能源科技有限公司于 2013 年 7 月上旬采收的 FD-8 号;供试复合肥料为山西阳煤丰喜肥业(集团)有限责任公司生产的丰喜复合肥料( $N:P_2O_5:K_2O=28:6:6$ , 总有效养分 $\geq 40\%$ )。

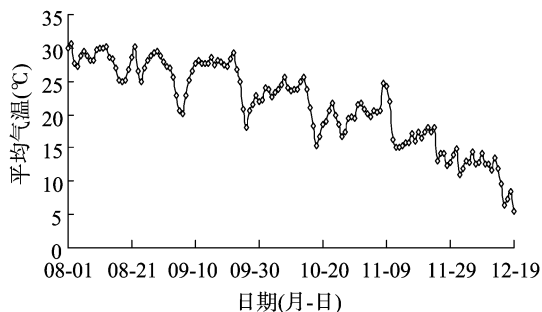


图1 试验期间日平均气温动态变化

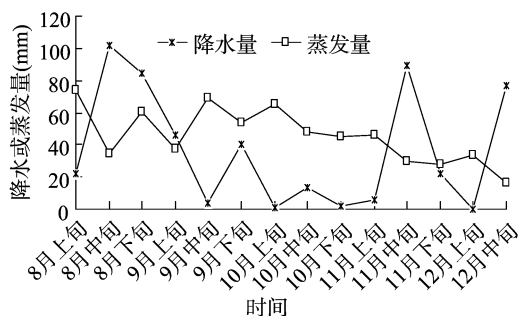


图2 试验期间旬降水量和蒸发量动态变化

### 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, 桶底打 4 个直径为 1 cm 的圆孔)栽培。试验以不施复合肥料为对照(CK);在复合肥料施用量相同(20 g/盆, 折算后为 2.830 t/hm<sup>2</sup>)的基础上, 设 T<sub>1</sub> 处理(复合肥料 100% 作基肥)、T<sub>2</sub> 处理(复合肥料 50% 作基肥 + 50% 作追肥)、T<sub>3</sub> 处理(复合肥料 25% 作基肥 + 50% 作第 1 次追肥 + 25% 作第 2 次追肥)共 3 种施肥方式, 重复 3 次, 每组重复播种 5 盆, 随机区组排列。

播种前 10 d, 在塑料桶内装经过铁铲敲碎且翻搅均匀的细土, 当桶内泥土装至距离桶面约 5 cm 时, 将作基肥的复合肥料均匀撒入桶内, 然后用铁铲边将桶内泥土压实边继续装土直至冒出桶面, 最后用水淋湿桶内泥土待用。

8 月 5 日上午, 挑选粒大、饱满、种壳完整、种皮黑色且平滑的麻风树种子, 用自来水浸泡 5 h 后反复搓洗捞出进行播种, 每桶播种 7 粒。播种时先将桶内表土淋湿, 然后用小尖锄在表土等距离挖出 7 个小孔, 孔深约 3 cm, 按种子腹面朝下方式将种子平稳放入孔中, 每孔放 1 粒种子, 放种后用细土完

全覆盖小孔, 然后淋水至表土湿透。幼苗出土期间适时淋水以保持表土湿润。

8 月 19 日上午对麻风树进行定苗, 每桶保留 4 株苗, 此后出土的幼苗不再保留。定苗后 30 d(9 月 18 日)按 T<sub>2</sub> 施肥方式进行追肥、按 T<sub>3</sub> 施肥方式进行第 1 次追肥;定苗后 50 d(10 月 8 日)按 T<sub>3</sub> 施肥方式进行第 2 次追肥;追肥时将复合肥料完全埋入株行间约 1 cm 深的表土, 然后用自来水将桶内泥土淋湿。

### 1.3 测定项目与方法

8 月 11 日开始每天统计出苗率, 直至完全出苗。9 月 1 日开始调查幼苗着生叶片数、地径、茎高, 此后每 15 d 调查 1 次。苗木于 12 月 15 日完全落叶进入休眠期后, 调查苗木主根长、4 条侧根总长(种子萌发时从胚根分化生长的根)、 $\geq 5$  cm 枝根总条数及其总长度(从主根和 4 条侧根分化生长的根)、地径、茎高、根干物质质量、茎干物质质量, 计算苗木质量指数(quality index, QI);将烘干的根、茎混合粉碎后按文献等身方法测植株全氮、全磷、全钾含量, 计算植株氮、磷、钾积累量及肥料氮、磷、钾利用率。相关计算公式如下:

$QI = \text{苗木总干物质质量(g)} / [\text{茎高(cm)} / \text{地径(mm)} + \text{茎干物质质量(g)} / \text{根干物质质量(g)}]$ ;

$\text{植株氮、磷、钾积累量(mg/株)} = \text{植株氮、磷、钾含量}(\%) \times \text{植株干物质质量(g)} \times 1000 / 100$ ;

$\text{肥料氮、磷、钾利用率} = [\text{施肥植株氮、磷、钾积累量(mg/盆)} - \text{不施肥植株氮、磷、钾积累量(mg/盆)}] / \text{肥料氮、磷、钾施用量(mg/盆)} \times 100\%$ 。

应用 Excel 2003 和 SPSS 17.0 软件进行数据处理和统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对麻风树种子幼苗出土的影响

图 3 显示, 各处理麻风树幼苗于 8 月 11 日开始出土, 出苗率表现为 T<sub>2</sub> > T<sub>3</sub> > CK > T<sub>1</sub>, 其中 CK 与其他处理的差异明显;随后各处理麻风树幼苗快速出土, 到 8 月 13 日出苗率均达 50%;之后 T<sub>2</sub> 处理出苗率持续增高, 其他处理出苗率呈间歇式增高, 至定苗前 1 d(8 月 18 日), 出苗率表现为 T<sub>2</sub> > T<sub>1</sub> = T<sub>3</sub> > CK, 其中 CK 与其他处理的差异明显;此后 T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>、CK 处理分别于 8 月 19 日、8 月 22 日、9 月 1 日、9 月 8 日完全出苗, 其中 T<sub>2</sub> 的出苗率略高于其他处理, 但处理间的差异不明显, 说明施肥可加快麻风树种子萌发出苗进程。

### 2.2 不同处理对麻风树幼苗生长的影响

麻风树幼苗出土期间降水量较多, 苗床土壤水分供应充足, 各处理幼苗着生叶片数随生长进程持续增加, 到 9 月 16 日着生叶片数均达到峰值(图 4);随后降水量减少, 苗床逐渐出现干旱, 幼苗下部叶片开始脱落。9 月 16 日后, CK 的着生叶片数持续减少, 到 11 月 30 日完全落叶;T<sub>1</sub> 处理着生叶片数先缓慢减少, 至 10 月 16 日后急剧减少, 到 11 月 15 日完全落叶;T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 处理着生叶片数先略有减少而后略有增加, 但 10 月 16 日后急剧减少, 分别到 11 月 30 日、12 月 15 日完全落叶。在 10 月 16 日前, CK 的着生叶片数明显少于其他处理, 而此后 T<sub>1</sub> 着生叶片数明显少于其他处理。结果表明, 在土壤水分供应充足条件下, 施肥可促进麻风树幼苗叶片生长;但在

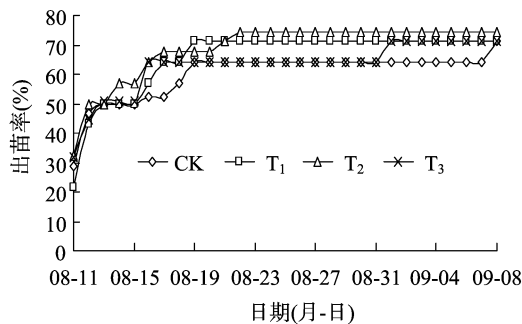


图3 不同处理麻疯树出苗率动态

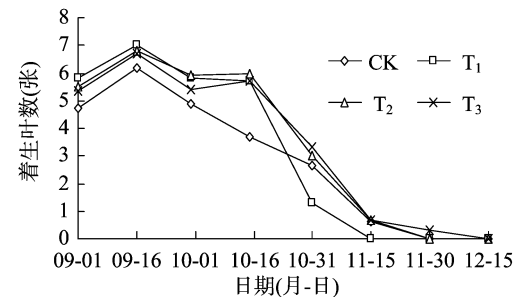


图4 不同处理麻疯树幼苗着生叶片动态

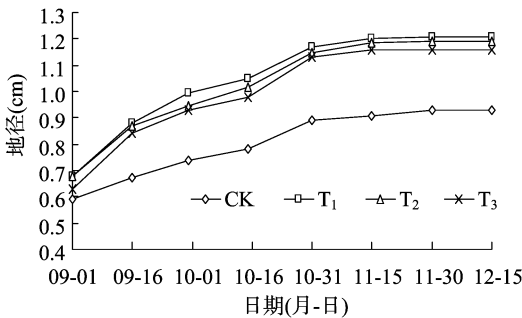


图5 不同处理麻疯树幼苗地径生长动态

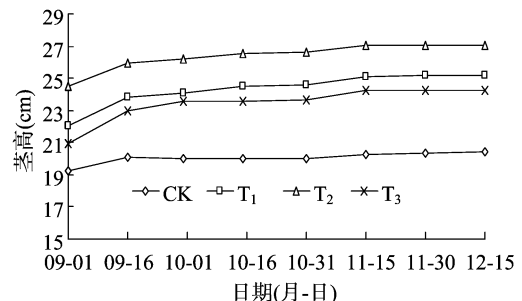


图6 不同处理麻疯树幼苗茎高生长动态

干旱条件下,肥料 100% 作基肥施用会加速叶片脱落。

图 5 显示,麻风树幼苗地径随生长进程不断增粗,到 10 月 31 日增长量趋于平缓,至 11 月 30 日基本停止生长,但各处理间地径生长量存在一定差异。在整个调查期,T<sub>1</sub> 处理地径略大于 T<sub>2</sub> 处理,T<sub>3</sub> 处理地径略小于 T<sub>2</sub> 处理;而 CK 地径明显小于其他处理,且 CK 与其他处理的差异随生长进程的推移而呈增大的趋势。说明施肥可以促进麻风树幼苗地径的生长,但施肥方式对促进地径生长的差异不明显。

图 6 显示,T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub> 处理的茎高在 9 月 16 日前明显增加,之后增长平缓;T<sub>3</sub> 处理茎高在 10 月 1 日前明显增加,之后也平缓增长;而 CK 茎高增长量一直较为平缓。在整个调查期,T<sub>2</sub> 处理茎高明显大于其他处理,而 T<sub>1</sub> 处理茎高与 T<sub>3</sub> 处理的差异不大,但 CK 茎高明显小于其他处理。说明施肥可明显促进麻风树幼苗尤其是生长前期茎高的增长,其中肥料 50% 作

基肥 + 50% 作追肥施用的方式效应较为明显。

2.3 不同处理对麻风树苗木性状的影响

表 1 显示,处理间 4 条侧根总长的差异不显著,但主根长、≥5 cm 枝根总数、≥5 cm 枝根总长则表现为 T<sub>3</sub> > T<sub>2</sub> > T<sub>1</sub> > CK,不同处理间 ≥5 cm 枝根总数、≥5 cm 枝根总长的差异达显著水平,说明施肥时间后移可促进麻风树幼苗根系的生长。地径表现为 T<sub>1</sub> > T<sub>2</sub> > T<sub>3</sub> > CK,但只有 CK 与其他处理的差异达显著水平;茎高、植株及其根茎干物质量、质量指数 QI 表现为 T<sub>2</sub> > T<sub>1</sub> > T<sub>3</sub> > CK,其中 CK 与其他处理、T<sub>2</sub> 处理与 T<sub>3</sub> 处理的差异均达显著水平,T<sub>2</sub> 处理与 T<sub>1</sub> 处理的干物质差异也达显著水平。说明施肥可明显促进麻风树苗木各器官协调生长,提高苗木综合质量,其中 T<sub>2</sub> 处理(肥料 50% 作基肥 + 50% 作追肥)的施肥方式效应较为突出。

表 1 不同处理麻风树单株苗木性状

处理	主根长 (cm)	4 条侧根总长 (cm)	≥5 cm 枝根总数 (条)	≥5 cm 枝根总长 (cm)	地径 (cm)	茎高 (cm)	干物质(g)			质量指数 QI
							根	茎	总量	
CK	17.72c	59.06a	2.44 d	28.29d	0.93b	20.40c	0.36c	2.00c	2.36c	0.31c
T <sub>1</sub>	23.41b	58.87a	4.14 c	37.49c	1.21a	25.20ab	0.70b	3.28b	3.98b	0.59ab
T <sub>2</sub>	30.25a	62.54a	5.03 b	42.73b	1.19a	27.03a	0.76a	3.64a	4.40a	0.62a
T <sub>3</sub>	31.98a	60.82a	6.50 a	53.67a	1.16a	24.21b	0.67b	3.22b	3.89b	0.57b

注:同列数据后标有不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。下表同。

2.4 不同处理对麻风树苗木养分吸收与利用的影响

表 2 显示,3 种施肥方式的麻风树植株氮、磷、钾含量均显著大于 CK,且 T<sub>2</sub> 处理的氮含量显著大于 T<sub>1</sub>、T<sub>3</sub> 处理,T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub> 处理的磷含量显著大于 T<sub>3</sub> 处理;植株的氮、磷、钾积累量均表现为 T<sub>2</sub> > T<sub>1</sub> > T<sub>3</sub> > CK,其中 CK 与其他处理,T<sub>2</sub> 与 T<sub>1</sub>、T<sub>3</sub> 处理的氮积累量差异显著,不同处理间磷积累量和钾积累量差异达显著水平;肥料氮、磷、钾利用率均表现为 T<sub>2</sub> > T<sub>1</sub> > T<sub>3</sub>,其中 T<sub>2</sub> 处理的氮养分利用率显著大于 T<sub>1</sub>、T<sub>3</sub> 处理,T<sub>2</sub>、T<sub>1</sub> 处理的钾养分利用率显著大于 T<sub>3</sub> 处理,不同处理间磷养分利

用率差异达显著水平。说明施肥可明显促进麻风树幼苗对养分的吸收和积累,但植株养分含量、积累量、肥料利用率随施肥时间的后移呈先上升后下降的趋势。

3 结论与讨论

在播种育苗中,麻风树种子的萌发出土受遗传特性、生理活性、播种深度及播种后苗床土壤理化性状等因素影响<sup>[1]</sup>,其中疏松、肥沃的土壤有利于麻风树种子萌发和幼苗生长<sup>[12]</sup>。本试验条件下,施用复合肥加快了麻风树种子萌发出

表 2 不同处理麻风树苗木养分吸收与利用状况

处理	含量(%)			积累量(mg/株)			肥料养分利用率(%)		
	氮	磷	钾	氮	磷	钾	氮	磷	钾
CK	0.78c	1.46c	1.89b	18.41c	34.46d	44.60d			
T <sub>1</sub>	1.07b	1.87a	2.35a	42.59b	74.43b	93.53b	1.73b	30.51b	19.65a
T <sub>2</sub>	1.17a	1.91a	2.31a	51.48a	84.04a	101.64a	2.36a	37.85a	22.91a
T <sub>3</sub>	1.05b	1.58b	2.20a	40.85b	61.46c	85.58c	1.60b	20.61c	16.46b

苗进程。其原因可能是施肥增加了苗床土壤氮、磷、钾速效养分含量,为麻风树种子萌发时根系生长和幼苗出土提供了更丰富的养分来源,从而促进幼苗出土。但试验中发现,复合肥 100% 作基肥施用处理的出苗率在出苗始期显著低于其他处理,此后出苗加快,并最先结束出苗进程。究其原因,可能是复合肥全部作基肥施用造成苗床土壤化肥浓度过大,抑制了麻风树种子萌发时胚根、侧根的伸长和扎根入土,从而延缓幼苗出土;此后(8 月中旬)出现持续强降水,淋溶稀释了苗床土壤中的化肥浓度,减缓或消除了化肥对种子萌发产生的抑制作用,并为种子萌发提供了适宜的速效养分来源,从而加快幼苗出土。因此,麻风树播种育苗基施化肥需注意用量,避免过量施肥造成种子伤害。

施用复合肥或复混肥对麻风树营养生长有明显的促进作用。如在春季一次性施用复合肥(含 N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=15:12:18)0~600 g/株,2 年生麻风树的总新梢生长量随施肥量的增加而增加<sup>[6]</sup>;在夏季、冬季分 2 次施用复合肥(含 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 均为 15%)0~600 g/株,2 年生麻风树的株高、总新梢生长量、地茎增长量随着施肥量的增加而增加<sup>[5]</sup>;在春季、秋季分 3 次每株施用 0.3 kg 尿素(含 N>46.3%) + 1.2 kg 过磷酸钙(含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>>12.0%) + 0.3 kg 硫酸钾(含 K<sub>2</sub>O>50.0%),1 年生麻风树的地径、冠幅乘积、树高显著增加<sup>[7]</sup>;也有报道,在春季一次性施用复合肥(含 N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=11:8:6)0~500 g/株,1 年生麻风树的株高、地茎粗显著增加,但株高和地径的增长量随施肥量的增加先上升而后下降<sup>[4]</sup>。本试验中,3 种施肥方式均明显促进麻风树幼苗根系、地径、茎高、叶片的生长,增加苗木干物质积累量,提高苗木综合质量。其中复合肥 50% 作基肥 + 50% 作追肥处理的麻风树苗木生长优势较为明显,其次是全部作基肥施用处理。究其原因,一方面可能是复合肥 50% 作基肥施用已满足麻风树种子萌发出土和当季苗木生长对化肥速效养分的需求量,从而促进苗木生长;另一方面可能是 9 月中旬以后气温逐渐下降、降水明显减少,进入了旱季,麻风树根系吸收能力下降,难以有效吸收利用追施的肥料养分,从而降低施肥效应或使追肥变成无效施肥。试验也发现,在 10 月中旬以前麻风树着生叶片较多,地径、茎高的生长量较大,而此后麻风树生长缓慢并趋于停滞。因此,麻风树在秋季播种育苗需做好基肥的合理施用和水分供给工作,提高水肥耦合的促进效应。

施用复合肥对麻风树营养状况有明显影响。苏利荣等研究发现,施用复合肥可明显提高麻风树春季、夏季叶片氮含量,降低叶片磷含量,但对叶片钾含量的影响因季节而异<sup>[5]</sup>。本试验条件下,施用复合肥可明显促进麻风树对氮、磷、钾养分的吸收,增加植株氮、磷、钾积累量。这与前人的研究结

果<sup>[5,13]</sup>不尽相同,原因可能是麻风树品种、种植环境和样品测定部位不同。试验发现,复合肥 50% 作基肥 + 50% 作追肥的麻风树植株的氮、磷、钾积累量和肥料养分利用率均较其他施肥方式高。研究表明,在秋季播种育苗中,复合肥分 2 次施用比较有利于促进麻风树幼苗对肥料的吸收和利用。综上所述,本试验条件下复合肥 50% 作基肥 + 50% 作追肥的施肥方式(T<sub>2</sub> 处理)综合效应最好。但是,复合肥 100% 作基肥施用、复合肥 50% 作基肥 + 50% 作追肥的麻风树苗木地径、茎高、苗木质量指数等差异不显著,且都达到了麻风树苗木移栽成活的要求<sup>[14]</sup>,况且麻风树幼苗出土 30 d 后着生叶片较多,并已封行封畦,实施追肥和培土的难度较大,因此麻风树秋季播种育苗一次性施足基肥比较便于施肥作业。

参考文献:

[1] 韦剑锋, 韦冬萍, 吴炫柯, 等. 麻风树种子特性及其影响因素研究进展[J]. 种子, 2013, 32(2): 51-55.

[2] 陈 新, 袁星星, 陈华涛, 等. 国内外麻风树最新研究进展[J]. 江苏农业科学, 2010(5): 5-10.

[3] 胡慧蓉, 胡广琴, 欧光龙, 等. 肥料与保水剂对膏桐幼苗生长与土壤养分的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(28): 15702-15704, 15706.

[4] 谷 勇, 殷 瑶, 吴 昊, 等. 施肥对麻风树生长、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.

[5] 苏利荣, 秦 芳, 苏天明, 等. 施肥对麻风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] 向振勇, 袁瑞玲, 郑 科, 等. 不同施肥水平对麻风树生长及产量的影响[J]. 贵州农业科学, 2010, 38(12): 62-64.

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

[8] 向振勇, 郎南军, 袁瑞玲. 不同的磷肥水平对麻风树产量及生长的影响[J]. 现代园艺, 2012(18): 8-9.

[9] 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.

[10] 尹 丽, 胡庭兴, 刘永安, 等. 干旱胁迫对不同施氮水平麻风树幼苗光合特性及生长的影响[J]. 应用生态学报, 2010, 21(3): 569-576.

[11] 焦娟玉, 尹春英, 陈 珂. 土壤水、氮供应对麻风树幼苗光合特性的影响[J]. 植物生态学报, 2011, 35(1): 91-99.

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

[13] 王秀荣, 丁贵杰, 谢 毅, 等. 麻风树不同器官的营养分布特征[J]. 中南林业科技大学学报, 2012, 32(4): 26-31.

[14] 韦剑锋, 吴炫柯, 韦冬萍, 等. 春季播种期对麻风树种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 种子, 2014, 33(3): 38-42.