

韦冬萍, 韦剑锋, 季 喆, 等. 秋季播种深度对麻风树周年生长及养分状况的影响[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(20): 177-180.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.20.040

# 秋季播种深度对麻风树周年生长及养分状况的影响

韦冬萍, 韦剑锋, 季 喆, 范宇婷, 韦秀菊, 莫丹丹, 乔凯锋

(广西科技大学鹿山学院, 广西柳州 545616)

**摘要:**为确定麻风树适宜播种深度,在田间条件下研究播种深度(5、10、15、20 cm)对麻风树 FD-8 号出苗、生长、养分含量及养分积累的影响。结果表明:播种深度 5、10 cm 的出苗率和出苗势超过 99%,显著高于其他播种深度。播种 1 年,播种深度 10~20 cm 的地径、地上茎高、着生叶片数明显大于 5 cm 播种深度。增加播种深度,根、茎、叶干物质积累量及干物质积累总量先增加而后减少,均以播种深度 10 cm 的最多,与播种深度 5、20 cm 的差异均达显著水平。随播种深度增加,根的氮、磷、钾含量及积累量持续减少,茎和叶的氮、磷、钾含量及积累量先增加后减少;植株氮、磷及钾积累总量以播种深度 10 cm 的最多,分别比其他播种深度的增加 17.50%~113.85%、12.12%~78.67% 和 12.63%~69.24%。播种深度 10~20 cm 显著增加茎、叶的干物质分配率和氮、磷、钾分配率。可见,播种深度 10 cm 比较有利于麻风树生长及养分利用。

**关键词:**麻风树;播种深度;出苗;生长;养分;干物质;分配率

**中图分类号:** S718.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)20-0177-04

不同深度土层的墒情、养分含量及压力胁迫不同,因此播种深度成为影响植物种子萌发出苗和形态建成的重要非生物因素<sup>[1-3]</sup>。前人研究表明,播种深度对玉米<sup>[2]</sup>、高粱<sup>[4]</sup>、花生<sup>[5]</sup>、扁桃<sup>[3]</sup>、黄山栎<sup>[6]</sup>等种子出苗和幼苗发育有显著影响,对 2~3 年沙棘<sup>[7]</sup>的植株生长和玉米<sup>[8]</sup>的冠层结构、光合特性、干物质积累量及产量也有显著影响。麻风树(*Jatropha curcas* L.)又名膏桐、小桐子、臭桐树等,是生产生物能源、农药和医药的主要原料。21 世纪初,我国将麻风树列为生物质燃料油技术开发重点项目的的主要能源植物,但是目前麻风树在栽培技术方面的研究还相对较为滞后<sup>[9]</sup>。因此,开展麻风树栽培相关研究具有重要的现实意义和应用价值。关于播种深度或覆盖厚度对麻风树的影响已有一些研究报道,但主要集中在种子萌发和苗期生长阶段<sup>[10]</sup>,关于田间条件下播种深度对麻风树后期生长和养分吸收利用的影响鲜见报道。鉴于此,在红壤旱地设置不同播种深度试验,分析麻风树出苗、周年生长、养分含量及养分积累量差异,探讨麻风树适宜播种深度,为麻风树高效栽培提供参考。

## 1 材料与与方法

### 1.1 试验材料

试验于 2016 年 8 月至 2017 年 8 月在广西科技大学进

收稿日期:2018-07-25

基金项目:广西自然科学基金项目(编号:2011GXNSFB018044);广西教育厅广西高校中青年教师基础能力提升项目(编号:KY2016YB847);广西科技大学鹿山学院科学基金项目(编号:2017LSKY04);广西高校大学生创新训练项目(编号:201713639005)。

作者简介:韦冬萍(1982—),女,广西柳城人,硕士,助理研究员,主要从事作物营养与生理生态研究。E-mail:dpwei-82@163.com。

通信作者:韦剑锋,硕士,副研究员,主要从事作物营养与高效施肥研究。E-mail:jianfengwei@163.com。

行;供试麻风树种子为 2016 年 7 月成熟采收的 FD-8 号;试验地为机械平整后储备了 5 年的建设用红壤旱地,0~30 cm 土层含全氮 0.71 g/kg、全磷 0.39 g/kg、全钾 1.45 g/kg、碱解氮 44.33 mg/kg、速效磷 7.35 mg/kg、速效钾 50.17 mg/kg;供试肥料为当地市售尿素(N 含量≥46.4%)、钙镁磷肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含量≥17%)、氯化钾(K<sub>2</sub>O 含量≥60%)。

### 1.2 试验设计

试验设播种深度 5、10、15、20 cm 处理,每处理播种 15 穴,每穴间距 1.8 m,随机区组分布。2016 年 8 月 20 日,根据设计将直径 35 cm 播种穴内相应深度泥土挖出,每穴撒放粒大、饱满、表面黑亮的麻风树种子 10 粒,然后将每穴挖出的泥土全部回填覆盖种子,并淋水至穴内细土湿透。2016 年 9 月 15 日,麻风树出苗稳定后间苗,每穴留 2 株壮苗。2017 年 4 月 1 日,在每穴距离麻风树基部 10 cm 处呈环状撒施尿素 45 g、钙镁磷肥 135 g、氯化钾 30 g,并用细土覆盖,以盖过肥料为准。

### 1.3 测定项目与方法

麻风树幼苗出土后计算出苗第 7 天时的出苗势和出苗稳定时的出苗率。麻风树间苗后每 2 个月调查 1 次地径、地上茎高(地面至茎顶端长度)及着生叶片数。麻风树生长 1 年后,每处理随机取 6 穴,将麻风树基部周围 30 cm、深 30 cm 的泥土连同麻风树地下部分挖出,洗净后分根、茎及叶烘干,计算干物质质量。将烘干后的根、茎及叶分别粉碎,按农业标准《植物中氮、磷、钾的测定》<sup>[11]</sup>测氮、磷及钾含量,计算根、茎及叶的氮、磷及钾积累量。应用 Excel 2007 和 SPSS 17.0 软件进行数据处理和统计分析,通过 Duncan's 新复极差法进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 播种深度对麻风树出苗的影响

图 1 显示,播种深度 5、10 cm 的麻风树出苗率和出苗势

均超过了99.00%，而播种深度15 cm的出苗率为87.33%、出苗势为70.00%，播种深度20 cm的出苗率为70.67%、出苗势为50.33%，其中播种深度5、10 cm的出苗率、出苗势与其他播种深度，播种深度15 cm的出苗率、出苗势与播种深度20 cm的差异达显著水平。说明播种深度达15 cm会抑制麻风树种子萌发出苗。

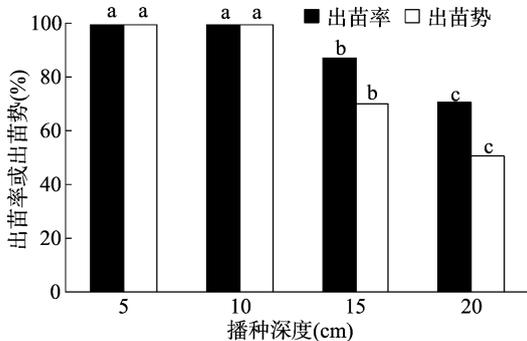


图1 麻风树出苗率与出苗势

## 2.2 播种深度对麻风树植株生长的影响

图2显示，秋季播种的麻风树出苗后地径持续增长，到12月进入休眠期，随后停滞增长，翌年4月又开始快速增长，到8月达到峰值，但不同播种深度的麻风树地径存在一定差异。在各调查期，播种深度10、15、20 cm的地径差异不明显，但均明显大于播种深度5 cm的，其中在2016年12月三者的地径比播种深度5 cm的分别增加0.42、0.45、0.46 cm/株，在2017年8月三者的地径比播种深度5 cm的分别增加0.42、0.38、0.33 cm/株。说明播种深度10~20 cm有利于麻风树地径生长。

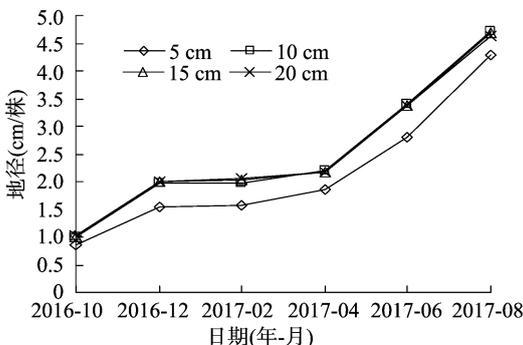


图2 麻风树地径生长动态

图3显示，秋季播种的麻风树出苗后地上茎高缓慢增长，到12月进入休眠期，翌年4月开始快速增长，到8月达到峰值，但不同播种深度的麻风树地上茎高在不同调查期差异明显。2016年10月至2017年2月，地上茎高表现为播种深度10 cm > 5 cm > 15 cm > 20 cm，其中播种深度10 cm的地上茎高在2016年12月比其他播种深度的增加1.20~3.90 cm/株；2017年4—8月，地上茎高表现为播种深度15 cm与播种深度10 cm的差异不明显，但均明显高于播种深度20、5 cm的，播种深度20 cm的明显高于播种深度5 cm的，其中播种深度15 cm的地上茎高在2017年8月比其他播种深度的增加2.70~61.89 cm/株。说明播种深度5~10 cm有利于麻风树苗期地上茎高生长，而播种深度10~15 cm有利于麻风树后期地上茎高生长。

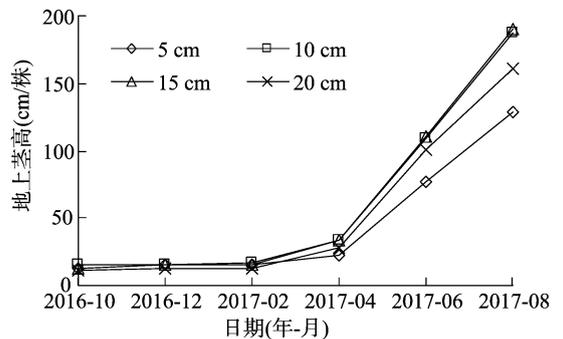


图3 麻风树地上茎高生长动态

图4显示，秋季播种的麻风树出苗后着生叶片数缓慢增长，到12月达到小高峰，随后快速减少，到翌年2月达到最小值，翌年4月又开始快速增长，到8月达到峰值，但不同播种深度的麻风树着生叶片数在不同调查期存在差异。2016年10月至2017年2月，着生叶片数表现为播种深度20 cm > 15 cm > 10 cm > 5 cm，其中播种深度20 cm的着生叶片数在2016年12月比其他播种深度的多0.5~2.5张/株；2017年4月至2017年8月，着生叶片数表现为播种深度10 cm > 20 cm > 5 cm，其中播种深度10 cm的着生叶片数在2017年8月比其他播种深度的增加4.6~16.1张/株，各播种深度的着生叶片数差异明显。说明适当深播有利于麻风树叶片着生。

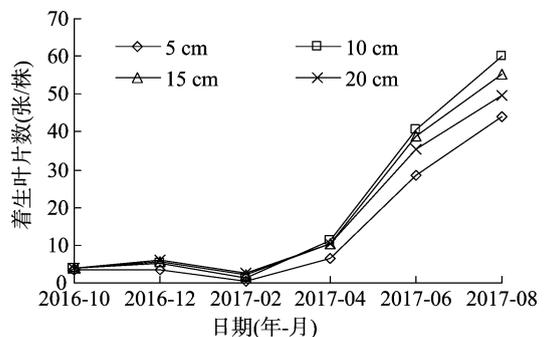


图4 麻风树着生叶片动态

## 2.3 播种深度对麻风树干物质积累量的影响

表1显示，麻风树生长1年后，根、茎、叶干物质积累量及其积累总量随播种深度的增加先增加后减少，其中根干物质积累量以播种深度10 cm的最高，比其他播种深度的高9.47%~31.93%，与其他播种深度的差异达显著水平，而播种深度20 cm的最少；茎、叶干物质积累量及干物质积累总量以播种深度10 cm的最高，比其他播种深度的分别高8.55%~68.50%、11.60%~74.17%、9.53%~56.18%，与播种深度5、20 cm的差异达显著水平，而播种深度5 cm的均最少。在干物质分配方面，播种深度5 cm的根干物质分配率显著大于其他播种深度，但其他播种深度的差异不显著；播种深度10、15、20 cm的茎干物质分配率差异不显著，但均显著大于播种深度5 cm的；播种深度10、15 cm的叶干物质分配率显著大于播种深度5 cm的，而其他播种深度的差异不显著。说明播种深度10 cm比较有利于麻风树干物质积累，能促进干物质向茎和叶分配。

## 2.4 播种深度对麻风树养分含量的影响

表2显示，麻风树根中的氮、磷、钾含量随播种深度的增

表1 麻风树各器官干物质积累与分配

播种深度 (cm)	积累量(g/株)				分配率(%)		
	根	茎	叶	总量	根	茎	叶
5	71.42b	132.23c	64.08d	267.73d	26.68a	49.39b	23.93b
10	83.72a	222.81a	111.61a	418.14a	20.02b	53.29a	26.69a
15	76.48b	205.26a	100.01b	381.75b	20.03b	53.77a	26.20a
20	63.46c	157.69b	75.33c	296.48c	21.40b	53.19a	25.41ab

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

加而下降,其中播种深度5 cm的分别比其他播种深度的高36.67%~86.36%、30.00%~62.50%、26.50%~49.49%,且均与其他播种深度差异达显著水平。麻风树茎的氮、磷、钾含量随播种深度增加呈先上升后下降趋势,其中氮含量和钾含量以播种深度10 cm的最高,分别比其他播种深度高7.25%~51.02%和5.77%~13.01%,与播种深度5 cm的差异均达显著水平;麻风树茎的磷含量以播种深度10、15 cm的最高,比其他播种深度高8.33%~18.18%,与播种深度5 cm的差异达显著水平。麻风树叶的氮、磷、钾含量随播种深度增加呈现先上升后下降趋势,其中氮和磷含量以播种深度10 cm时最高,分别比其他播种深度高6.63%~30.15%和4.76%~29.41%,与播种深度5 cm的差异均达显著水平;麻风树叶的钾含量以播种深度15 cm的最高,比其他播种深度高0.73%~12.65%,与播种深度5 cm的差异达显著水平。说明播种深度5 cm可提高麻风树根部养分水平,而播种深度10~15 cm可提高麻风树茎和叶的养分水平。

### 2.5 播种深度对麻风树养分积累与分配的影响

表3显示,麻风树根的氮、磷及钾积累量随播种深度的增加而减少,其中播种深度5 cm时分别比其他播种深度增加16.73%~109.29%、10.71%~82.35%和7.86%~68.31%,且均与播种深度15、20 cm的差异达显著水平。麻风树茎的氮、磷及钾积累量随播种深度增加呈现先增加后减少的趋势,其中均以播种深度10 cm的最多,以播种深度5 cm的最少,播种深度间氮和钾积累量差异达显著水平,播种深度10 cm的磷积累量与播种深度5、20 cm的差异也达显著水平。麻风树叶的氮、磷、钾积累量以及麻风树氮、磷、钾积累总量随播种深度的增加先增加而后减少,其中均以播种深度10 cm时最多,以播种深度5 cm时最少,播种深度间的差异均达显著水平,其中播种深度10 cm的氮、磷及钾积累总量分别比其他播种深度高17.50%~113.85%、12.12%~78.67%与12.63%~

表2 麻风树各器官氮磷钾含量

养分	播种深度 (cm)	各器官中的养分含量(%)		
		根	茎	叶
氮	5	0.41a	0.49c	1.36c
	10	0.30b	0.74a	1.77a
	15	0.29b	0.69a	1.66ab
	20	0.22c	0.56b	1.59b
磷	5	0.13a	0.11b	0.17b
	10	0.10b	0.13a	0.22a
	15	0.10b	0.13a	0.21a
	20	0.08c	0.12ab	0.21a
钾	5	1.48a	1.46b	2.45b
	10	1.17b	1.65a	2.74a
	15	1.16b	1.56ab	2.76a
	20	0.99c	1.47b	2.67ab

69.24%。在养分分配方面,播种深度5 cm根的氮、磷及钾分配率均显著大于其他播种深度,而其他播种间深度差异不显著;播种深度10、15、20 cm茎的氮、磷及钾分配率差异不显著,但均显著大于播种深度5 cm;播种深度10、15、20 cm叶的磷和钾分配率差异不显著,但均显著大于播种深度5 cm,播种深度20 cm叶的氮分配率也显著大于播种深度5 cm。说明播种深度5 cm可促进养分在麻风树根部的积累与分配,增加播种深度可促进养分在麻风树茎和叶中的积累与分配。

### 3 讨论与结论

植物种子萌发与幼苗建成阶段是植物生活史中最脆弱的阶段<sup>[3]</sup>。植物种子萌发和幼苗出土受遗传特性、种子质量、气候条件、整地质量、播种技术及其他限制因素的影响,其中在播种技术中,播种深度对种子的萌发和幼苗出土产生直接影响<sup>[2,12]</sup>。前人研究发现,玉米<sup>[2]</sup>、高粱<sup>[4]</sup>、紫花苜蓿<sup>[13]</sup>、黄山栎<sup>[6]</sup>、白刺<sup>[7]</sup>、油蒿<sup>[7]</sup>种子的出苗率随着播种深度的增加

表3 麻风树各器官氮磷钾积累与分配

养分	播种深度 (cm)	积累量(g/株)				分配率(%)		
		根	茎	叶	总量	根	茎	叶
氮	5	0.293a	0.648d	0.871d	1.812d	16.17a	35.76b	48.07b
	10	0.251b	1.649a	1.975a	3.875a	6.48b	42.55a	50.97ab
	15	0.222c	1.416b	1.660b	3.298b	6.73b	42.94a	50.33ab
	20	0.140d	0.883c	1.198c	2.221c	6.30b	39.76a	53.94a
磷	5	0.093a	0.145c	0.109d	0.347d	26.80a	41.79b	31.41b
	10	0.084ab	0.290a	0.246a	0.620a	13.55b	46.77a	39.68a
	15	0.076b	0.267a	0.210b	0.553b	13.74b	48.28a	37.97a
	20	0.051c	0.189b	0.158c	0.398c	12.81b	47.49a	39.70a
钾	5	1.057a	1.931d	1.570d	4.558d	23.19a	42.37b	34.44b
	10	0.980a	3.676a	3.058a	7.714a	12.70b	47.65a	39.64a
	15	0.887b	3.202b	2.760b	6.849b	12.95b	46.75a	40.30a
	20	0.628c	2.318c	2.011c	4.957c	12.67b	46.76a	40.57a

呈明显下降趋势,而无芒雀麦<sup>[1]</sup>、苦荞<sup>[15]</sup>、花生<sup>[5]</sup>、扁桃<sup>[3]</sup>、沙棘<sup>[7]</sup>、桃儿七<sup>[12]</sup>、辽东栎<sup>[14-15]</sup>种子的出苗率随着播种深度的增加先增加后减少。本研究表明,麻风树播种深度为5~10 cm时种子的出苗率和出苗势无变化,但播种深度为15~20 cm时,出苗率和出苗势持续显著减少,这与笔者前期研究陈年麻风树种子播种深度的结果<sup>[10]</sup>相似。说明播种过深会对麻风树种子萌发和幼苗出土构成土层压力胁迫,抑制麻风树种子萌发出土。因此,麻风树直播或播种育苗时覆土厚度或播种深度以不超过10 cm为宜。

播种深度影响植物根系生长、植株形态、干物质积累及产量等<sup>[2,7-8,13]</sup>。如增加播种深度,紫花苜蓿的根系体积和根系生物量逐渐增大,地上生物量逐渐降低,茎叶比先降低后升高<sup>[13]</sup>;黄山栎苗高随播种深度的增加而下降<sup>[6]</sup>;沙棘、油蒿的株高和冠幅随播种深度的增加先增加后减少<sup>[7]</sup>;玉米播种过深则会显著降低生育期的干物质积累和产量<sup>[8]</sup>。本研究表明,播种深度对麻风树地径、地上茎高、着生叶片数、干物质积累量及其分配率均产生明显的影响,其中播种深度10 cm的麻风树各器官生长与干物质积累量优势明显。说明播种深度10 cm比较有利于麻风树营养生长与形态建成。出现这一结果,可能与麻风树根系土壤水分和养分供应差异有关。麻风树是肉茎阔叶落叶植物,其形态学可塑性较强,当土壤水肥供应充足时,其速生长快,当土壤水分含量或养分含量较低时,就缓慢生长或停滞生长<sup>[9,16]</sup>。麻风树根系为直根系,侧根横向生长旺盛,浅播5 cm时表层土壤水分容易蒸发而形成缺水胁迫,抑制麻风树生长;深播20 cm时,尽管深层土壤水分含量较多,但养分含量较低,激发麻风树生长的作用有限;而适当深播10 cm的土壤水肥条件可较好地满足麻风树生长需要,因而生长旺盛。另外研究发现,播种深度5 cm能明显促进麻风树干物质向根部分配,而增加播种深度则会促进于物质向茎叶分配,此结果与前人研究玉米<sup>[2,17]</sup>和扁桃<sup>[3]</sup>的结果相一致。这可能是麻风树生长对不同播种深度土壤水分含量响应而进行调整性分配的结果。因为植物的地上部分和根系具有相关性,在水分资源有限的条件下,植物会将更多的生物量用于根的生长发育<sup>[3]</sup>。麻风树在干旱条件下,也会减少冠层部分的生长量<sup>[16]</sup>。

播种深度影响麻风树养分吸收、积累与分配。本研究表明,随播种深度的增加,麻风树根部氮、磷、钾含量及其积累量呈减少趋势,而茎部和叶部的氮、磷、钾含量、积累量及其积累总量先增加后减少,其中氮、磷、钾积累总量均以播种深度10 cm时最多,以播种深度5 cm时最少,且浅播5 cm会明显促进养分向根部分配,而深播10~20 cm促进养分向茎叶分配,这可能是由土壤剖面有效养分分布和水分含量差异引起的。在养分方面,红壤旱地基础有效养分含量往往随土层深度的增加而明显下降<sup>[18]</sup>,同时本研究中氮、磷及钾肥施于土表,有效养分在土壤垂直迁移中因残留而递减,因此播种得越深,麻风树根系周围有效养分含量就越小,根系养分含量就越低。在水分方面,红壤旱地水分含量一般随土层深度的增加而增加,较丰富的水分供应更能促进麻风树根系对养分的吸收,并向生长点高效转运。其中,播种深度10 cm的麻风树根系周围土壤有效养分和水分含量可能较适合麻风树营养生长,从而促进养分向生长中心茎叶运移。而播种深度5 cm

的麻风树在根部累积和分配了较多养分,可能是因浅层土壤水分较少而引起养分转运受阻的缘故。因为土壤水分含量较低时,植株蒸腾强度减弱,影响养分运输,促使养分向根部富集<sup>[19]</sup>。可见,播种深度对麻风树生长和养分吸收利用的影响可能是通过不同深度土壤水肥供应及互作来实现的,具体机理有待进一步研究。可见,在红壤旱地麻风树播种深度10 cm的种子萌发出土、植株生长和养分吸收利用综合效应较好。

#### 参考文献:

- [1]刘桂霞,赵贺靖,马月,等. 播种深度和种子大小对无芒雀麦种子苗早期建植的影响[J]. 种子,2013,32(10):74-77.
- [2]曹慧英,王丁波,史建国,等. 播种深度对夏玉米幼苗性状和根系特性的影响[J]. 应用生态学报,2015,26(8):2397-2404.
- [3]王进,马国泰,宋涛,等. 干旱、半干旱地区蒙古扁桃种子萌发对土壤水分和播种深度的响应特征[J]. 冰川冻土,2014,36(5):1313-1320.
- [4]高海燕,程庆军,田承华,等. 播种深度对高粱出苗和幼苗生长的影响[J]. 中国农学通报,2014,30(30):89-94.
- [5]谢明惠,陈浩梁,张光玲,等. 温度、土壤湿度和播种深度对花生种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 花生学报,2017,46(2):52-59.
- [6]李红兵. 播种深度对黄山栎种子萌发和幼苗生长影响的研究[J]. 安徽林业科技,2014,40(5):29-31.
- [7]任珺,陶玲,赵迎迎,等. 播种深度对青藏铁路沙区植物白刺、油蒿、沙棘存活和生长的影响[J]. 西北林学院学报,2012,27(2):13-17.
- [8]曹慧英,史建国,朱昆仑,等. 播种深度对夏玉米冠层结构及光合特性的影响[J]. 玉米科学,2016,24(1):102-109.
- [9]韦剑锋,韦冬萍,和丽媛,等. 施肥深度对直播麻疯树生长及养分吸收的影响[J]. 河南农业科学,2016,45(10):123-127.
- [10]韦剑锋,韦冬萍,吴炫柯,等. 不同播种深度对麻疯树种子出苗和苗木性状的影响[J]. 种子,2017,36(11):90-94.
- [11]中华人民共和国农业部. 植物中氮、磷、钾的测定:NY/T2017—2011[S]. 北京:中国标准出版社,2011.
- [12]王超,权红,蔡翠萍,等. 不同播种深度对西藏桃儿七种子萌发和出苗的影响[J]. 种子,2013,32(9):38-40.
- [13]王倩,舒朝成,张静,等. 盐浓度和播种深度对亮苜二号紫花苜蓿植物学特征和生产性能的影响[J]. 中国草地学报,2017,39(1):19-26.
- [14]闫兴富,仇智虎,张婧,等. 种皮和播种深度对辽东栎种子萌发和幼苗早期生长的影响[J]. 应用生态学报,2014,25(1):53-60.
- [15]向达兵,邹亮,彭镰心,等. 适宜机播深度及覆土厚度提高苦荞幼苗素质[J]. 农业工程学报,2014,30(12):26-33.
- [16]荣焯,杨启良,江玉波,等. 水肥与保水剂处理对小桐子生长与水分利用的影响[J]. 排灌机械工程学报,2014,32(11):1005-1012.
- [17]王婷婷,胡振琪,邵芳,等. 玉米苗期根系对黄河泥沙充填复垦不同覆土厚度的响应[J]. 河北农业大学学报,2014,37(3):19-23,28.
- [18]韦剑锋,韦冬萍,陈涛,等. 施氮方式对木薯养分利用和土壤有效养分变化的影响[J]. 河南农业科学,2016,45(11):42-46.
- [19]余添,高明,王子芳,等. 土壤水分对烤烟生长、物质分配和养分吸收的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2011,17(4):989-995.