

郑绍鑫,滕维超,胡厚臻,等. 氮磷钾肥料处理对麻风树苗木生长及生理特性的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(6):171-174.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.06.056

氮磷钾肥料处理对麻风树苗木生长及生理特性的影响

郑绍鑫^{1,2}, 滕维超¹, 胡厚臻¹, 王艺锦¹, 王凌晖¹, 韦 洁³

(1. 广西大学林学院, 广西南宁 530004; 2. 广西国有六万林场, 广西玉林 537024; 3. 广西南宁市大王滩水库管理处, 广西南宁 530218)

摘要:以麻风树实生苗为试材,利用盆栽试验研究了氮、磷、钾配比施肥对麻风树幼苗生长和生理指标的影响。结果表明:与对照相比,不同氮、磷、钾配比施肥都显著提高了麻风树的生长和生理指标;经方差分析,氮肥对麻风树生长和生理影响最显著,磷、钾分别对不同的指标有不同程度的促进作用。模糊综合分析表明,在 9 种配比施肥处理中, $N_2P_3K_1$ (即 N、P、K 施入量分别为 1.00、1.60、0.15 g/株)处理对麻风树苗期生长和生理指标促进作用最显著。

关键词:麻风树;施肥处理;生长;生理

中图分类号: S718.43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)06-0171-04

麻风树(*Jatropha curcas* L.) 别称小桐子(四川、云南)、小油桐(贵州)、假花生(广西)、黄肿树(广东)等,为大戟科麻风树属半肉质多年生落叶小乔木或大灌木^[1]。麻风树原产中美洲和墨西哥,是世界公认的生物能源树,有较高经济价值^[2]。随着能源危机影响的进一步扩大,生物质能源的利用成为解决能源需求矛盾的一个重要方式。我国西南部一些地区正掀起种植麻风树的热潮,贵州省通过资源调查和培育、种源和区域化试验、麻风树生物柴油制取等方面的研究,建立了种质资源库、母树林和采穗圃,并配套建立了种苗基地^[3]。此外,中国科学院重点项目“燃料油植物的研究与应用技术”,中国-联合国开发计划署“少数民族地区绿色能源减贫合作项目”等也从传统的生长和生理生化分析、种子资源调查收集、良种选育、遗传多样性以及深加工技术提高产品附加值等方面进行了相关研究^[4-5]。目前在广西一些地区正掀起种植麻风树的热潮,麻风树作为再生生物能源树种对诸如百色、河池等石漠化地区的发展具有很好的经济效益、生态效益和社会效益,发展前景广阔。但麻风树优良种源的种苗缺乏,优质苗木的培育技术尚不成熟,对麻风树的生长、生理等指标尚缺乏测定、分析的基础数据,对麻风树雌雄花比例和空间位置、传花授粉途径、开花挂果数量和比例等研究十分匮乏^[6]。本研究主要探讨麻风树幼苗在生长初期不同浓度的 N、P、K 配比条件下的生长状况和生理状况,揭示 3 种大量元素的种类和浓度对麻风树苗木的影响,探索麻风树幼苗管理期的科学施肥技术措施,为其树种的快速生长和壮苗培育提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地和供试土壤概况

收稿日期:2015-01-28

基金项目:广西林业重大科技招标项目(编号:桂林科字[2009]第 5 号-2);广西玉林市科技开发项目(编号:玉市校科 0875-03)。

作者简介:郑绍鑫(1968—),工程师,主要从事苗木栽培以及森林培育方面的研究。

通信作者:滕维超,博士,主要从事森林培育、植物栽培以及土壤生态学方面的教学和研究工作。E-mail:vincentt@yeah.net。

试验地位于广西大学林学院苗圃,盆栽土壤取自森林表土团粒状土壤,经打碎混匀过 2 mm 筛,以土壤:细沙=2:1 的比例混合,装入 22 cm(直径)×21 cm(高)的盆内,每盆装供试沙土约 6 kg。配比后的沙土地基本理化性质:全氮 0.46 g/kg、水解性氮 45.15 mg/kg、全磷 0.42 g/kg、速效磷 31.83 mg/kg、速效钾 51.67 mg/kg,pH 值 5.81。

1.2 供试植株和供试肥料

2008 年 11 月 14 日选择优良种子在沙盆中进行层积催芽,2008 年 12 月 24 日移苗至盆中,每盆 1 株,统一进行常规管理,并于 2009 年 3 月 20 日选用生长均匀、长势基本一致的麻风树苗木作为供试材料。

肥料为尿素(含 N 46%),磷酸二氢钙(含 P 12%),硫酸钾(含 K 44.8%)。

1.3 试验方法

1.3.1 试验设计 试验采用 N、P、K 3 因素 3 水平正交试验设计(表 1),采用 $L_9(3^4)$ 正交表^[7](表 2)。共设置 9 个施肥处理,外加 1 个不施肥处理作为对照(CK),每处理 20 盆重复(1 株/盆)。处理苗随机排列于试验地上,并定期随机交换位置。

表 1 麻风树施肥试验因素水平

水平	氮(N) (g/株)	磷(P) (g/株)	钾(K) (g/株)
1	0.25	0.10	0.15
2	1.00	0.40	0.60
3	4.00	1.60	2.40

注:按纯 N、P、K 含量计算。

1.3.2 施肥方法 2009 年 3 月 20 日选用生长均匀、长势基本一致的麻风树苗木作为供试材料,将 3 种肥料混匀平均分为 3 份,分别于 3 月 20 日、4 月 5 日、4 月 20 日溶于 500 mL 水溶液中施入。施肥处理前测定麻风树幼苗苗高(12.38 ± 0.74) cm,地径(7.21 ± 1.01) mm。

1.4 试验观测

试验期间施肥前后 2 d 内不浇水,其余时候保持正常水分灌溉,6 月 20 日结束试验,对苗木进行有关生长指标的测定。生长指标包括:株高、地径、总糖含量、叶绿素含量。

表 2 麻风树施肥试验 $L_9(3^4)$ 正交设计

处理号	处理	氮	磷	钾
1	$N_1P_1K_1$	1	1	1
2	$N_1P_2K_2$	1	2	2
3	$N_1P_3K_3$	1	3	3
4	$N_2P_1K_2$	2	1	2
5	$N_2P_2K_3$	2	2	3
6	$N_2P_3K_1$	2	3	1
7	$N_3P_1K_3$	3	1	3
8	$N_3P_2K_1$	3	2	1
9	$N_3P_3K_2$	3	3	2
10(CK)	CK	0	0	0

1.5 指标测定方法

(1) 株高:用直尺测定从苗木根颈处到苗木顶芽的直线距离,精确到 0.01 cm。(2) 地径:用游标卡尺测定主干底部土壤处粗度,精确到 0.02 mm。(3) 叶绿素含量:用分光光度计法(721 型)测定叶绿素含量^[8]。(4) 可溶性总糖含量测定参照文献^[9]的方法。

1.6 数据统计分析软件和方法

利用 Microsoft Excel 软件进行试验数据的整理、分类汇总、计算等工作,对观测数据应用 $L_9(3^4)$ 6 次重复正交试验方差分析方法^[10],在 DPS 软件包上进行方差分析^[11]。

2 结果与分析

2.1 不同氮、磷、钾配比施肥对麻风树株高、地径生长的影响

植物株高、地径等指标可直观反映植株的生长情况。由图 1 可见,施肥处理明显提高了麻风树幼苗株高、地径的生长,各施肥处理麻风树幼苗株高为 18.27 ~ 34.77cm,比未施肥 CK 提高 22.05% ~ 132.35%,平均增量 67.17%;地径为 9.91 ~ 14.42 mm,比 CK 提高 5.60% ~ 53.60%,平均增量 30.29%。处理 5($N_2P_2K_3$) 和处理 6($N_2P_3K_1$) 麻风树幼苗株高和地径均较高,相比较而言,处理 CK 的株高、地径均为最小。

根据 N、P、K 不同施肥量将 9 组试验分类统计,结果如下:株高由大到小依次排列为: N_2 (30.25 cm) > N_1 (22.17 cm) > N_3 (21.94 cm), P_2 (27.25 cm) > P_3 (25.15 cm) > P_1 (21.95 cm), K_3 (26.84 cm) > K_2 (23.79 cm) > K_1 (23.72 cm);地径由大到小依次排列为: N_2 (13.79 mm) > N_3 (11.43 mm) > N_1 (11.41 mm), P_2 (12.83 mm) > P_3 (12.69 mm) > P_1 (11.11 mm), K_3 (12.47 mm) > K_2 (12.36 mm) > K_1 (11.80 mm)。

为探究 N、P、K 3 种元素对麻风树株高、地径生长的具体影响,对上述生长指标数据作单因素方差分析,结果(表 3)显示,N 和 P 对麻风树幼苗株高、地径均有极显著影响 ($P < 0.01$),K 对麻风树幼苗株高生长有显著影响 ($P < 0.05$),对麻风树幼苗地径生长影响作用不显著 ($P > 0.05$)。由此可见,N、P、K 3 种元素均是影响麻风树幼苗生长的重要因子,株高和地径影响效应均为 $N > P > K$ 。

2.2 不同氮、磷、钾配比施肥对麻风树生物量积累的影响

植物在一定时间内所积累生物量的多少,直接反映植物

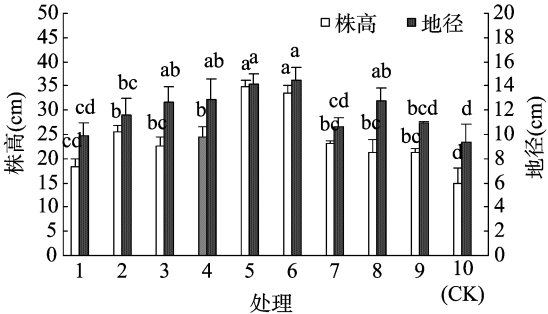


图1 不同N、P、K配方施肥对麻风树幼苗株高、地径生长的影响

表 3 不同配方施肥下麻风树幼苗生长指标方差分析

因素	株高		地径	
	F 值	P 值	F 值	P 值
N	31.066 6	0.000 1	13.718 7	0.000 2
P	9.871 5	0.001 3	6.685 4	0.006 7
K	4.398 6	0.027 8	0.923 3	0.415 2

的生产力大小。苗木生产力水平的大小,在林业上常用植物的生物量反映^[12]。由图 2 和图 3 可见,施肥处理明显提高了生物量的积累,各处理麻风树幼苗地上部分生物量为 20.58 ~ 30.38 g/株,比 CK 提高 13.18% ~ 76.74%,平均增量 31.39%;地下部分生物量为 8.21 ~ 13.18 g/株,比 CK 提高 13.28% ~ 81.82%,平均增量 44.07%;单株生物量为 28.71 ~ 40.59 g,比 CK 提高 13.21% ~ 71.77%,平均增量 35.07%。处理 6($N_2P_3K_1$) 麻风树地上和地下生物量均达到最大,相比较而言,处理 CK 的地上和地下生物量均最小。

根据 N、P、K 不同施肥量将 9 组试验分类统计,结果如下:地上生物量由大到小依次排列为: N_2 (27.45 g/株) > N_1 (22.39 g/株) > N_3 (21.54 g/株), P_3 (25.07 g/株) > P_2 (23.79 g/株) > P_1 (22.51 g/株), K_3 (24.37 g/株) > K_1 (23.75 g/株) > K_2 (23.25 g/株);地下生物量由大到小依次排列为: N_2 (13.97 g/株) > N_3 (10.66 g/株) > N_1 (7.53 g/株), P_2 (25.07 g/株) > P_3 (11.86 g/株) > P_1 (7.90 g/株), K_3 (12.27 g/株) > K_2 (11.46 g/株) > K_1 (8.43 g/株);单株生物量由大到小依次排列为: N_2 (39.87 g) > N_1 (31.82 g) > N_3 (31.02 g), P_3 (35.61 g) > P_2 (34.82 g) > P_1 (32.28 g), K_3 (35.28 g) > K_1 (33.99 g) > K_2 (33.43 g)。

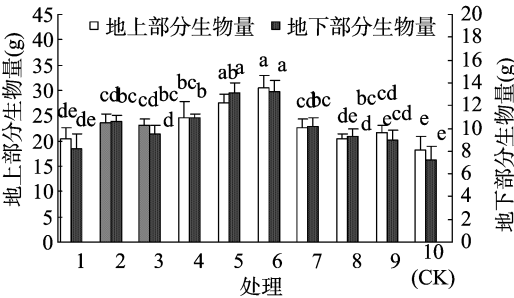


图2 不同N、P、K配方施肥对麻风树幼苗地上、地下生物量积累的影响

为探究 N、P、K 3 种元素对麻风树生物量积累的具体影响,对上述生长指标数据作单因素方差分析,结果(表 4)显

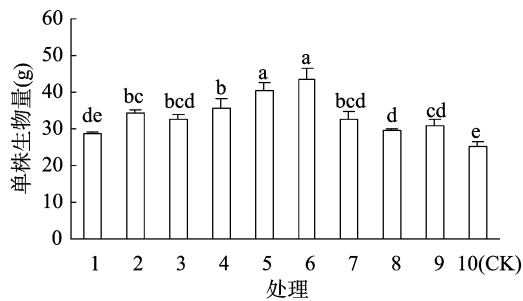


图3 不同N、P、K配方施肥对麻风树幼苗单株生物量的影响

示,N 对麻风树幼苗地上和地下部分生物量积累均有极显著影响($P<0.01$),P 对麻风树幼苗地下部分生物量积累有极显著影响($P<0.01$),对地上部分和单株生物量均有显著影响($P<0.05$),K 对麻风树幼苗地下部分生物量生长有极显著影响($P<0.01$),对地上部分和单株生物量均无显著影响($P>0.05$)。N、P、K 3 种元素均是影响麻风树幼苗生长的重要因子,对地上和地下部分生物量影响效应均为 $N>P>K$ 。

表 4 不同配方施肥下麻风树生物量方差分析

因素	地上部分生物量		地下部分生物量		单株生物量	
	F 值	P 值	F 值	P 值	F 值	P 值
N	22.835 7	0.000 1	145.778 6	0.000 1	42.268 4	0.000 1
P	3.651 6	0.046 7	84.926 8	0.000 1	5.364 8	0.014 9
K	0.711 9	0.504 0	57.602 3	0.000 1	1.590 5	0.231 2

2.3 不同氮、磷、钾配比施肥对麻风树生理指标的影响

由图 4 可见,施肥处理明显提高了麻风树幼苗叶片总糖和叶绿素含量,各施肥处理麻风树幼苗叶片总糖含量为 2.33%~3.87%,比未施肥 CK 提高 10.78%~83.83%;叶绿素含量为 1.25~1.59 mg/g,比 CK 提高 14.34%~45.21%。处理 5($N_2P_2K_1$) 麻风树幼苗叶片总糖和叶绿素含量均达到最高,相比较而言,处理 CK 的总糖和叶绿素含量最低。

根据 N、P、K 不同施肥量将 9 组试验分类统计,结果如下:总糖含量由高到低依次排列为: $N_2(3.57\%)>N_3(2.99\%)>N_1(2.63\%)$, $P_2(3.36\%)>P_1(3.01\%)>P_3(2.82\%)$, $K_3(3.25\%)>K_1(3.10\%)>K_2(2.83\%)$;叶绿素含量由高到低依次排列为: $N_2(1.51\text{ mg/g})>N_3(1.42\text{ mg/g})>$

$N_1(1.33\text{ mg/g})$, $P_2(1.46\text{ mg/g})>P_3(1.40\text{ mg/g})>P_1(1.39\text{ mg/g})$, $K_3(1.48\text{ mg/g})>K_1(1.47\text{ mg/g})>K_2(1.30\text{ mg/g})$ 。

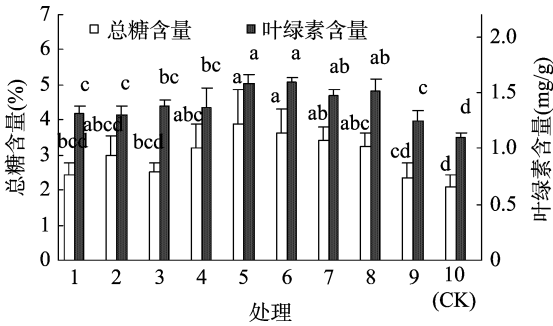


图4 不同N、P、K配方施肥对麻风树幼苗总糖含量和叶绿素含量的影响

为探究 N、P、K 3 种元素对麻风树叶片光合色素的具体影响,对上述生长指标数据作单因素方差分析,结果(表 5)显示,N 对麻风树幼苗叶片总糖和叶绿素含量均有极显著影响($P<0.01$),P 对麻风树幼苗叶片总糖和叶绿素含量均无显著影响($P>0.05$),K 对麻风树幼苗叶片总糖含量无显著影响($P>0.05$),对麻风树幼苗叶片叶绿素含量有极显著影响($P<0.01$)。由此可见,N、K 2 种元素均是影响麻风树幼苗叶片总糖和叶绿素含量的重要因子,其中,总糖含量影响效应为 $N>P>K$,叶绿素含量影响效应为 $K>N>P$ 。

表 5 不同配方施肥下麻风树生理指标的方差分析

因素	总糖含量		叶绿素	
	F 值	P 值	F 值	P 值
N	6.211 7	0.008 9	9.650 0	0.001 4
P	2.089 0	0.152 8	1.917 2	0.175 9
K	1.248 8	0.310 5	10.689 7	0.000 9

2.4 不同氮、磷、钾配比肥力数学模型分析

由于工作量方面的原因,生产上 3 因素 3 水平完全均衡肥料试验已不多见,取而代之的则是正交设计,正交设计是一种不完全的试验设计,即氮、磷、钾处理组合是不完全的,这样客观上存在的最佳氮、磷、钾配比未必出现在试验处理组合中。因此,可以通过建立肥料效应回归函数来求解氮(x_1)、磷(x_2)、钾(x_3)最佳理论施肥量^[13],结果见表 6。

表 6 氮磷钾用量与麻风树苗木生长和生理指标的回归方程

指标	回归方程	相关系数
株高	$y=11.46+16.27x_1+45.44x_2-8.93x_3-4.35x_1^2-22.90x_2^2+2.33x_3^2+2.07x_1x_3$	0.999 4
地径	$y=8.05+5.30x_1+6.98x_2-1.11x_1^2-3.20x_2^2-0.51x_1x_2-0.13x_1x_3+0.18x_2x_3$	0.997 1
地上部分生物量	$y=16.90+8.84x_1+16.84x_2-1.62x_3-2.32x_1^2-7.55x_2^2-0.39x_1x_2+1.031x_1x_3$	0.998 5
地下部分生物量	$y=5.79+5.26x_1+11.50x_2-1.32x_1^2-5.74x_2^2-0.25x_3^2-0.24x_1x_2+0.50x_1x_3$	0.996 8
总生物量	$y=22.93+14.05x_1+28.38x_2-2.30x_3-3.64x_1^2-13.35x_2^2-0.57x_1^2+1.55x_1x_3$	0.999 5
总糖含量	$y=2.09+0.73x_1+0.91x_2+0.91x_3-0.10x_1^2-0.27x_1x_2-0.19x_1x_3-0.83x_2x_3$	0.985 2
叶绿素含量	$y=1.30+0.09x_1-0.05x_2+0.17x_2^2+0.10x_3^2-0.07x_1x_2-0.07x_1x_3-0.21x_2x_3$	0.917 8

对回归方程中的各因素求偏导数,可得出各项生长和生理指标最佳的氮、磷、钾配比施肥量,结果(表 7)表明,不同的生长和生理指标对 N、P、K 的需求各有差异。株高、地径等生长指标对 N、P 的需求量较高,生物量和叶绿素含量对 N、P、K 的需求量均很高,总糖含量对 N、K 的需求量很高。

2.5 不同施肥处理对麻风树幼苗生长的综合评价

回归方程结果表明,不同指标对 N、P、K 的需求量有所侧重。因此采用多指标综合评判,利用模糊数学中的模糊隶属函数法(表 8),对各施肥处理下的生长生理指标进行模糊综合评价,求出各处理平均隶属值,排序为:处理 6>处理 5>处

表 7 麻风树苗木适宜施肥量

指标	N (g/株)	P (g/株)	K (g/株)
株高	1.90	0.99	0.15
地径	2.15	0.92	0.15
地上部分生物量	2.35	1.05	2.40
地下部分生物量	2.36	0.95	2.38
总生物量	2.36	1.01	2.40
总糖含量	1.36	0.10	2.40
叶绿含量	1.25	1.60	1.15

表 8 不同施肥处理对麻风树苗木质量影响的综合评价

施肥处理	株高	地径	地上部分 生物量	地下部分 生物量	单株 生物量	总糖含量	叶绿素 含量	隶属度 平均值	综合排序
1(N ₁ P ₁ K ₁)	0.153	0.104	0.195	0.162	0.184	0.177	0.436	0.202	9
2(N ₁ P ₂ K ₂)	0.493	0.447	0.442	0.569	0.484	0.502	0.415	0.479	5
3(N ₁ P ₃ K ₃)	0.356	0.661	0.410	0.374	0.398	0.226	0.576	0.429	7
4(N ₂ P ₁ K ₂)	0.441	0.689	0.522	0.623	0.555	0.622	0.564	0.574	3
5(N ₂ P ₂ K ₃)	0.919	0.942	0.762	0.992	0.837	1.000	0.982	0.919	2
6(N ₂ P ₃ K ₁)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.876	1.000	0.982	1
7(N ₃ P ₁ K ₃)	0.378	0.241	0.361	0.486	0.402	0.740	0.778	0.484	4
8(N ₃ P ₂ K ₁)	0.299	0.672	0.186	0.348	0.239	0.645	0.859	0.464	6
9(N ₃ P ₃ K ₂)	0.294	0.312	0.293	0.293	0.293	0.129	0.317	0.276	8
10(CK)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10

高、地径等生长指标对 N、P 的需求量较高,生物量和叶绿素含量对 N、P、K 的需求量均很高,总糖含量对 N、K 的需求量很高,因此可以根据不同的麻风树生长情况和长势,对其进行针对性施肥,达到促进生长的目的。

处理 6(N₂P₃K₁) 水平即施入量分别为 1.0、1.6、0.15 g/次的对麻风树苗期生长和生理指标促进作用最显著,对照不施肥处理的麻风树幼苗长势最差,处理 1(N₁P₁K₁) 下麻风树幼苗生长和生理表现较差。针对上述结果,可以在幼苗培育中进一步实施推广试验,以更好地指导生产。

参考文献:

[1]林 娟,周选围,唐克轩,等. 麻疯树植物资源研究概况[J]. 热带亚热带植物学报,2004,12(3):285-290.

[2]唐 平,罗建勋,王雪婧. 麻疯树综合开发利用研究进展[J]. 攀枝花科技与信息,2007,32(3):22-28.

[3]于曙明,孙建昌,陈波涛. 贵州的麻疯树资源及其开发利用研究[J]. 西部林业科学,2006,35(3):14-17.

[4]刘泽铭,苏光荣,杨 清. 云南省麻疯树资源调查分析[J]. 林业科技开发,2008,22(1):37-40.

[5]和丽萍,郎南军,马惠芬,等. 云南省红河州部分地区麻疯树种子的化学成分分析比较[J]. 西部林业科学,2007,36(4):69-74.

[6]张国武,彭 彦,黄 敏. 我国麻疯树产业化发展现状、存在问题及对策[J]. 安徽农业科学,2009,37(8):3821-3823.

理 4>处理 7>处理 2>处理 8>处理 3>处理 9>处理 1>CK。因此,施肥处理 6(N₂P₃K₁) 对麻风树幼苗生长生理指标的促进作用最为明显,可以考虑在生产中采用这个施肥配比。

3 结论与讨论

N、P、K 3 种元素均是影响麻风树幼苗生长的重要因子,3 种元素对麻风树幼苗生长生理指标的影响程度大小不一,对株高、地径、生物量以及总糖含量等指标的影响效应均为 N>P>K,对叶绿素含量的影响效应为 K>N>P。

不同的生长和生理指标对 N、P、K 的需求各有差异。株

[7]北京林学院. 数理统计[M]. 北京:中国林业出版社,1980:295-303.

[8]杨振德. 分光光度计测定叶绿素含量的探讨[J]. 广西大学农业大学学报,1996,25(2):145-150.

[9]陈建勋,王晓峰. 植物生理学实验指导[M]. 广州:华南理工大学出版社,2002:55-56.

[10]续九如,黄智慧. 林业试验设计[M]. 北京:中国林业出版社,1995:76-80.

[11]唐启义,冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京:科学出版社,2002:642-647.

[12]陈锦强,李明启. 不同氮素营养对黄麻叶片的光合作用、光呼吸的影响及光呼吸与硝酸还原的关系[J]. 植物生理学报,1983,9(3):251-259.

[13]曹翠玲,李生秀,苗 芳. 氮素对植物某些生理生化过程影响的研究进展[J]. 西北农业大学学报,1999,27(4):96-101.

[14]潘瑞炽. 植物生理学[M]. 北京:高等教育出版社,1958:30.

[15]蔡柏岩,葛菁萍,祖 伟. 磷素水平对不同大豆品种产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2008,14(1):65-70.

[16]王沙生,高荣孚,吴贯明. 植物生理学[M]. 2 版. 北京:中国林业出版社,1996:213.

[17]张良彪,孙玉琴,韦美丽,等. 钾素供应水平对三七生长发育及产量的影响[J]. 特产研究,2008,30(4):46-48.

[18]左海军,马履一,王 梓,等. 苗木施肥技术及其发展趋势[J]. 世界林业研究,2010,23(3):39-43.