

氮磷钾施肥配比对中华楠苗木生长的影响*

林文欢 朱晓武 吴悦宏 李莉 黄宏光
(汕头市林业科学研究所, 广东 汕头 515041)

摘要 采用氮、磷、钾3因素3水平施肥正交试验, 研究氮磷钾施肥配比对中华楠苗木生长的影响, 为中华楠苗木培育提供理论基础。结果表明: (1) 不同氮磷钾施肥配比对中华楠苗木各项指标均存在显著影响。223处理(尿素10 g+过磷酸钙20 g+氯化钾6 g)对苗木生长的促进作用最大, 苗木质量指数最高, 为最优施肥处理。其苗高年生长量、地径年生长量、冠幅年生长量、叶生物量、枝干生物量、根生物量以及总生物量分别是对照组的227.10%、200.00%、226.96%、235.35%、169.88%、171.00%和183.80%。(2) 各处理的苗木质量指数从好到差排序为: 223处理(尿素10 g+过磷酸钙20 g+氯化钾6 g) > 122处理(尿素5 g+过磷酸钙20 g+氯化钾4 g) > 231处理(尿素10 g+过磷酸钙30 g+氯化钾2 g) > 133处理(尿素5 g+过磷酸钙30 g+氯化钾6 g) > 313处理(尿素15 g+过磷酸钙10 g+氯化钾6 g) > 321处理(尿素10 g+过磷酸钙20 g+氯化钾6 g) > 332处理(尿素10 g+过磷酸钙20 g+氯化钾6 g) > 212处理(尿素10 g+过磷酸钙10 g+氯化钾4 g) > 111处理(尿素5 g+过磷酸钙10 g+氯化钾2 g) > CK。(3) 中华楠苗木施肥管理必须遵循适需的原则, 氮肥不宜过高, 可适当增施磷肥和钾肥。

关键词 中华楠; 施肥处理; 苗木生长; 生物量

中图分类号: S792 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053(2021)06-0142-06

Effects of Ratio Fertilization of N,P,K on Seedling Growth of *Machilus chinensis*

LIN Wenhuan ZHU Xiaowu WU Yuehong LI Li
HUANG Hongguang

(Shantou Institute of Forestry Science, Shantou, Guangdong 515041, China)

Abstract The orthogonal design experiment of N, P, K fertilization with 3 factors and 3 levels was adopted. Studying the effects of fertilization with different ratio of N, P, K on growth of *Machilus chinensis* seedlings, so as to provide a theoretical basis for seedling cultivation of *M. chinensis*. (1) All the ratio fertilization of N, P, K had significant impact on the growth index of *M. chinensis* seedlings. The 223 dispose (carbamide 10 g + superphosphate 20 g + potassium chloride 6 g) had the maximum auxo-action. And the quality index number of seedling is the highest. so it's the optimum dispose. The seedling height annual growth, ground diameter annual growth, crown breadth annual growth, leaf biomass, stem biomass, root biomass and total biomass were separately 227.10%, 200.00%, 226.96%, 235.35%, 169.88%, 171.00%, 183.80%, compared with the matched group. (2) The order of seedling quality index of each treatment was: 223 (carbamide 10 g + superphosphate 20 g + potassium chloride 6 g) > 122 (carbamide 5 g + superphosphate 20 g + potassium chloride 4 g) > 231 (carbamide 10 g + superphosphate 30 g + potassium chloride 2 g) > 133 (carbamide 5 g + superphosphate 30 g + potassium chloride 6 g) > 313 (carbamide 15 g + superphosphate 10 g + potassium chloride 6 g) > 321 (carbamide 10 g + superphosphate 20 g + potassium chloride 6 g) > 332 (carbamide 10 g + superphosphate 20 g + potassium chloride 6 g) > 212 (carbamide 10 g + superphosphate 10 g + potassium chloride 4 g) > 111 (carbamide 5 g + superphosphate 10 g + potassium chloride 2 g) > CK.

* 基金项目: 广东省林业科技创新项目(2016KJCX013)。

第一作者: 林文欢(1985—), 男, 高级工程师, 主要从事森林培育研究, E-mail: linwenhuan@126.com。

g) > 313 (carbamide 15 g + superphosphate 10 g + potassium chloride 6 g) > 321 (carbamide 15 g + superphosphate 20 g + potassium chloride 2 g) > 332 (carbamide 15 g + superphosphate 30 g + potassium chloride 4 g) > 212 (carbamide 10 g + superphosphate 10 g + potassium chloride 4 g) > 111 (carbamide 5 g + superphosphate 10 g + potassium chloride 2 g) > CK. (3) Fertilization management of *M. chinensis* seedlings must follow the principle of suitable demand. N should not be too high, P and K can be increased appropriately.

Key words *Machilus chinensis*; fertilize dispose; seedling growth; biomass

中华楠 *Machilus chinensis* 又名华润楠, 樟科润楠属植物, 主要分布在我国广东、广西; 具有很高的经济价值、生态价值和观赏价值, 是南亚热带植被演替中后期的优势树种^[1]。中华楠生长快、适应性强、树干通直、材质优良, 可视为珍贵的用材树种进行培育; 因其具有树姿挺拔、树形优美和花芽嫩叶艳丽多彩等特点, 近年来也被开发为优美的生态景观树种, 应用于生态修复造林以及园林景观绿化^[2]。

施肥是人工促进林木营养调控和生长的重要手段, 合理的肥料管理有助于苗木发挥更大的生长潜力^[3-6]。氮、磷、钾 3 种元素是植物生长大量需要、且生产上需经常补充的营养元素, 合理的施肥能够使植株内 3 种元素的浓度保持在适当水平, 从而实现稳产的目的^[7]。在苗木培育过程中, 由于没有一个合适的施肥方法而经常出现苗木生长缓慢或肥料浪费的现象^[8-9]。为探寻中华楠苗木培育过程中氮、磷、钾元素的施加量及其配比, 我们设计氮、磷、钾 3 因素 3 水平施肥正交试验, 研究分析氮磷钾施肥配比对中华楠苗木生长的影响, 以期中华楠苗木期施肥管理提供科学依据和实践指导。

1 试验地概况

试验地位于广东省汕头市潮阳区汕头市林业科学研究所科研试验基地, 北纬 23°14'26"~23°14'35", 东经 116°38'56"~116°39'06"。

该地区属南亚热带海洋性气候, 热量丰富, 雨量充沛, 年平均气温为 21.5℃, 最高月(7月)平均温度 28.2℃, 最低月(1月)平均温度为 13.5℃, 年平均日照时数 2 200 h, 年平均降雨量 1 720 mm, 主要集中在 4—9 月, 占全年降雨量的 84.8%。

2 材料与方法

2.1 试验材料

从广东省南澳县选取苗龄一致的中华楠 1 年生苗木, 于 2018 年 12 月 29 日将其移栽于相同条件的花盆钵中, 每盆 1 株, 用相同的苗圃种植土培育, 在相同条件下进行正常管养。苗圃种植土化学特性见表 1。

2.2 试验方法

2.2.1 试验设计 供试肥料为尿素(含 N 46.4%)、过磷酸钙(含 P₂O₅ 12.0%)和氯化钾(含 K₂O 60.0%), 采用氮、磷、钾 3 因素 3 水平正交设计, 按正交表 L₉(3⁴)进行试验, 每个处理 60 株苗木, 并设置 1 个不施肥处理作为对照组(N₀P₀K₀)。试验设计详见表 2 和表 3。分别于 2019 年 1 月 30 日、4 月 30 日、7 月 30 日、10 月 30 日对苗木进行施肥处理, 肥料水溶稀释后淋施, 试验期 1 年。

2.2.2 指标测定 每次施肥处理前一天(即 2019 年 1 月 29 日、4 月 29 日、7 月 29 日、10 月 29 日)以及试验结束(2020 年 1 月 29 日)对中华楠苗木的苗高、地径、冠幅等生长指标进行测定;

表 1 种植土化学特性

Table 1 Chemical characteristics of planting soil

指标 Index	数值 Value	指标 Index	数值 Value
有机质/(g·kg ⁻¹) Organic matter	2.02	碱解氮/(mg·kg ⁻¹) Available N	14.24
全氮/(g·kg ⁻¹) Total N	0.174	有效磷/(mg·kg ⁻¹) Available P	4.83
全磷/(g·kg ⁻¹) Total P	0.088	速效钾/(mg·kg ⁻¹) Available K	31.03
全钾/(g·kg ⁻¹) Total K	33.81	pH	5.19

表2 尿素、过磷酸钙、氯化钾 3 水平施用量
Table2 Application amounts of urea, superphosphate and potassium chloride

尿素/(g·盆 ⁻¹)Carbamide	过磷酸钙/(g·盆 ⁻¹)Superphosphate	氯化钾/(g·盆 ⁻¹)Potassium chloride
5.0 g (N ₁)	10.0 g (P ₁)	2.0 g (K ₁)
10.0 g (N ₂)	20.0 g (P ₂)	4.0 g (K ₂)
15.0 g (N ₃)	30.0 g (P ₃)	6.0 g (K ₃)

表3 正交试验设计
Table3 Orthogonal experimental design

g·盆⁻¹

处理 Treatment	尿素 Carbamide	过磷酸钙 Superphosphate	氯化钾 Potassium chloride
111	5.0	10.0	2.0
122	5.0	20.0	4.0
133	5.0	30.0	6.0
212	10.0	10.0	4.0
223	10.0	20.0	6.0
231	10.0	30.0	2.0
313	15.0	10.0	6.0
321	15.0	20.0	2.0
332	15.0	30.0	4.0

试验结束后,每个处理分别选择5株生长一致、具有代表性的苗木进行生物量测定。

2.2.3 苗木质量评价 单一的生长指标难以准确评价苗木的质量,为全面评价苗木质量,需采用多个指标的综合指数。本文参考赵嫦妮等提出的苗木质量指数(I_Q),对不同施肥处理后中华楠苗木质量进行综合评价^[10]。

计算公式为:

$$I_Q = M_{\text{总}} / [(H/D) + (M_{\text{地上}}/M_{\text{地下}})]$$

式中: $M_{\text{总}}$ 为苗木总干质量; H 为苗高; D 为地径; $M_{\text{地上}}$ 为地上干质量; $M_{\text{地下}}$ 为地下干质量。

2.2.4 数据分析 应用SPSS19.0统计软件对试验数据进行整理和分析^[11]。

3 结果与分析

3.1 不同施肥处理对中华楠苗木苗高生长的影响

从表4可以看出,施肥前和第一次施肥后,各组处理苗木苗高不存在显著差异;第二次施肥处理后,开始出现显著差异。由表5可知,苗木施肥处理培育1年后,与对照相比,各施肥配比处理下的苗木苗高年生长量均有增长,增长较快

的是133和223处理,年增长量分别为37.3和35.2 cm,是对照组的240.65%和227.10%。

3.2 不同施肥处理对中华楠苗木地径生长的影响

从表6可以看出,同苗高一样,苗木地径也是在第二次施肥处理后,开始出现显著差异。由表5可知,地径年生长量最大的是223处理,达6.2 mm,是对照组的200.00%;地径年生长量较快的是231处理和133处理,分别为5.9和5.8 mm,是对照组的190.32%和187.10%。

3.3 不同施肥处理对中华楠苗木冠幅生长的影响

从表7可以看出,苗木冠幅在第一次施肥处理后,开始出现显著差异。由表5可知,冠幅年生长量最大的是223处理,达26.1 cm,是对照组的226.96%;133处理次之,为25.9 cm,是对照组的225.22%;冠幅年生长量较快的是231处理和313处理,都为21.8 cm,是对照组的189.57%。

3.4 不同施肥处理对中华楠苗木生物量及根冠比的影响

从表8可以看出,不同施肥配比对中华楠苗木各器官生物量的影响各不相同,以223处理表现最佳,223处理的苗木叶、枝干、根的生物量以

表 4 不同施肥处理对中华楠苗木生长的影响
Table4 Height of *M. chinensis* seedlings with different fertilize dispose

处理 Treatment	苗高 /cmSeedling height				
	1月 January	4月 April	7月 July	10月 October	翌年1月 January the following year
CK	45.0 ± 1.2 a	46.5 ± 1.3 a	48.4 ± 1.2 b	56.3 ± 1.2 d	60.5 ± 1.5 c
111	46.3 ± 1.3 a	50.6 ± 1.4 a	56.8 ± 1.5 a	67.6 ± 1.4 ab	73.7 ± 1.6 b
122	46.4 ± 1.3 a	51.6 ± 1.3 a	55.7 ± 1.4 a	64.3 ± 1.5 b	68.0 ± 1.2 b
133	44.0 ± 1.0 a	50.1 ± 1.2 a	57.5 ± 1.4 a	71.9 ± 1.3 a	81.3 ± 1.7 a
212	45.1 ± 1.4 a	49.0 ± 1.7 a	53.9 ± 1.6 ab	62.5 ± 1.5 b	69.7 ± 1.4 b
223	45.3 ± 1.8 a	51.6 ± 1.7 a	56.7 ± 1.8 a	70.8 ± 1.5 a	80.5 ± 1.7 a
231	45.9 ± 1.0 a	49.3 ± 1.2 a	56.6 ± 1.4 a	64.0 ± 1.3 b	68.6 ± 1.3 b
313	43.6 ± 1.2 a	45.2 ± 1.4 a	52.7 ± 1.6 ab	63.7 ± 1.5 b	68.6 ± 1.7 b
321	47.8 ± 1.3 a	49.8 ± 1.6 a	51.7 ± 1.7 ab	63.4 ± 1.4 b	67.2 ± 1.5 b
332	45.2 ± 1.4 a	50.5 ± 1.4 a	55.6 ± 1.5 a	61.2 ± 1.3 c	65.6 ± 1.4 bc

注：数据为平均值 ± 标准误差，同列不同字母表示在 0.05 水平差异显著。Note: the data in the column chart is average ± standard error, the different lower case letters within a column indicate significant difference ($\alpha = 0.05$).

表 5 不同施肥处理后中华楠苗木各生长指标年生长量

Table5 Indexes of annual growth of *M. chinensis* seedlings with different fertilize dispose

处理 Treatment	苗高年生长量 /cm			地径年生长量 /mm	冠幅年生长量 /cm
	Seedling height annual growth	Ground diameter annual growth	Crown breadth annual growth		
CK	15.5 ± 0.8 d	3.1 ± 0.3 d	11.5 ± 0.5 d		
111	27.4 ± 0.7 b	3.9 ± 0.2 c	15.4 ± 0.6 c		
122	21.6 ± 0.8 c	5.6 ± 0.4 ab	18.9 ± 0.6 bc		
133	37.3 ± 0.9 a	5.8 ± 0.4 ab	25.9 ± 0.6 a		
212	24.6 ± 0.7 b	4.1 ± 0.3 c	17.4 ± 0.5 c		
223	35.2 ± 0.6 a	6.2 ± 0.4 a	26.1 ± 0.6 a		
231	22.7 ± 0.8 c	5.9 ± 0.3 ab	21.8 ± 0.5 b		
313	25.0 ± 0.7 b	5.3 ± 0.5 b	21.8 ± 0.3 b		
321	19.4 ± 0.6 c	5.0 ± 0.3 b	15.6 ± 0.4 c		
332	20.4 ± 0.7 c	4.5 ± 0.3 bc	19.2 ± 0.4 bc		

注：数据为平均值 ± 标准误差，同列不同字母表示在 0.05 水平差异显著。Note: the data in the column chart is average ± standard error, the different lower case letters within a column indicate significant difference ($\alpha = 0.05$).

表 6 不同施肥处理对中华楠苗木地径生长的影响

Table6 Ground diameter of *M. chinensis* seedlings with different fertilize dispose

处理 Treatment	地径 /mmGround diameter				
	1月 January	4月 April	7月 July	10月 October	翌年1月 January the following year
CK	8.7 ± 0.4 a	8.9 ± 0.3 a	9.4 ± 0.3 c	11.1 ± 0.3 c	11.8 ± 0.5 c
111	8.7 ± 0.3 a	9.2 ± 0.3 a	10.8 ± 0.3 ab	12.0 ± 0.3 b	12.6 ± 0.4 bc
122	8.6 ± 0.4 a	8.9 ± 0.4 a	10.9 ± 0.4 ab	12.8 ± 0.4 ab	14.2 ± 0.4 b
133	8.6 ± 0.3 a	9.0 ± 0.3 a	11.7 ± 0.4 ab	13.2 ± 0.4 a	14.4 ± 0.3 b
212	9.1 ± 0.4 a	9.7 ± 0.4 a	10.6 ± 0.5 ab	11.9 ± 0.4 b	13.2 ± 0.3 bc
223	9.6 ± 0.4 a	10.2 ± 0.4 a	11.8 ± 0.4 a	13.9 ± 0.4 a	15.8 ± 0.3 a
231	8.9 ± 0.3 a	9.0 ± 0.3 a	11.6 ± 0.4 ab	13.3 ± 0.3 ab	14.8 ± 0.4 b
313	8.9 ± 0.3 a	9.5 ± 0.4 a	10.1 ± 0.4 b	12.9 ± 0.4 ab	14.2 ± 0.4 b
321	9.1 ± 0.4 a	9.3 ± 0.4 a	10.0 ± 0.4 b	12.7 ± 0.4 ab	14.1 ± 0.5 b
332	9.4 ± 0.4 a	9.8 ± 0.3 a	10.5 ± 0.4 ab	12.6 ± 0.3 ab	13.9 ± 0.5 b

注：数据为平均值 ± 标准误差，同列不同字母表示在 0.05 水平差异显著。Note: the data in the column chart is average ± standard error, the different lower case letters within a column indicate significant difference ($\alpha = 0.05$).

表7 不同施肥处理对中华楠苗木冠幅生长的影响
Table7 Crown breadth of *M. chinensis* seedlings with different fertilize dispose

处理 Treatment	冠幅 /cmCrown				
	1月 January	4月 April	7月 July	10月 October	翌年1月 January the following year
CK	21.0 ± 0.6 a	21.4 ± 0.7 c	22.8 ± 0.8 d	25.7 ± 1.0 d	31.5 ± 1.2 d
111	21.8 ± 0.7 a	23.2 ± 0.8 b	31.3 ± 1.5 ab	33.8 ± 1.3 c	37.2 ± 1.5 c
122	22.5 ± 0.9 a	27.1 ± 1.0 a	33.2 ± 1.0 ab	38.5 ± 0.9 b	41.4 ± 1.0 bc
133	21.6 ± 0.7 a	25.8 ± 0.8 ab	34.4 ± 1.2 ab	40.6 ± 1.6 ab	47.5 ± 1.7 b
212	21.4 ± 0.9 a	23.3 ± 1.2 b	26.6 ± 1.4 c	33.9 ± 1.4 c	38.8 ± 1.4 bc
223	24.1 ± 0.9 a	25.9 ± 1.1 ab	34.7 ± 1.4 a	42.8 ± 1.5 a	50.2 ± 1.7 a
231	22.6 ± 0.8 a	24.6 ± 0.9 ab	29.7 ± 1.5 b	38.8 ± 1.4 b	44.4 ± 1.3 b
313	21.2 ± 0.8 a	21.8 ± 1.0 c	26.5 ± 1.3 c	35.7 ± 1.6 bc	43.0 ± 1.8 b
321	23.1 ± 0.9 a	23.7 ± 1.2 ab	26.7 ± 1.2 c	35.0 ± 1.4 bc	39.7 ± 1.7 bc
332	22.5 ± 1.0 a	23.2 ± 1.0 b	26.9 ± 1.2 c	36.2 ± 1.5 bc	42.7 ± 1.8 b

注: 数据为平均值 ± 标准误差, 同列不同字母表示在 0.05 水平差异显著。Note: the data in the column chart is average ± standard error, the different lower case letters within a column indicate significant difference ($\alpha = 0.05$).

表8 不同施肥处理对中华楠苗木生物量的影响
Table8 Biomass accumulation of *M. chinensis* seedlings with different fertilize dispose

处理 Treatment	叶 /g Leaf biomass	枝干 /g Stem biomass	根 /g Root biomass	总生物量 /g Total biomass	根冠比 Root-shoot ratio
CK	14.68 ± 0.71 c	27.62 ± 2.28 c	29.07 ± 0.66 d	71.37 ± 3.7 d	0.687
111	23.77 ± 2.38 b	36.69 ± 4.26 b	38.95 ± 4.04 b	99.41 ± 10.47 b	0.644
122	30.11 ± 2.56 ab	41.66 ± 1.68 ab	46.06 ± 3.76 ab	117.83 ± 7.84 ab	0.642
133	30.83 ± 2.11 ab	44.52 ± 4.78 a	47.96 ± 5.44 ab	123.31 ± 11.97 ab	0.636
212	26.43 ± 2.03 b	35.30 ± 1.61 b	37.53 ± 8.96 b	99.26 ± 9.23 b	0.608
223	34.55 ± 2.78 a	46.92 ± 1.92 a	49.71 ± 1.06 a	131.18 ± 5.75 a	0.610
231	27.10 ± 4.09 b	38.63 ± 2.18 ab	39.61 ± 0.98 b	105.34 ± 6.43 b	0.603
313	26.43 ± 2.46 b	32.41 ± 4.01 b	34.69 ± 3.28 c	93.53 ± 7.50 c	0.590
321	23.68 ± 2.55 b	33.76 ± 4.90 b	34.14 ± 3.28 c	91.58 ± 10.38 c	0.594
332	24.63 ± 0.82 b	31.94 ± 2.66 b	33.12 ± 3.13 c	89.69 ± 5.12 c	0.585

注: 数据为平均值 ± 标准误差, 同列不同字母表示在 0.05 水平差异显著。Note: the data in the column chart is average ± standard error, the different lower case letters within a column indicate significant difference ($\alpha = 0.05$).

及总生物量分别是对照组的 235.35%、169.88%、171.00% 和 183.80%。表现较好的有 133 处理和 122 处理。表现较差的有 313 处理、321 处理和 332 处理。可见合适的施肥配比对中华楠苗木生物量的积累非常重要; 一味地增施氮肥对中华楠苗木生物量的积累作用不大, 甚至起反作用。

由表 8 可知, 中华楠苗木根冠比随着氮肥的增加而呈现降低趋势。在氮元素贫乏时, 苗木根

系生长比地上部分生长快, 这与程勇等^[9]对青冈栎幼苗的研究以及张往祥等^[12]对银杏苗木的研究结论一致。

3.5 不同施肥处理下中华楠苗木质量指数

苗木质量指数越高表示苗木质量越好。从表 9 排列出中华楠苗木质量从好到差为: 223 处理 > 122 处理 > 231 处理 > 133 处理 > 313 处理 > 321 处理 > 332 处理 > 212 处理 > 111 处理 > CK, 说

表 9 不同施肥处理中华楠苗木质量指数
Table 9 Quality index number of *M. chinensis* seedlings with different fertilize dispose

处理 Treatment	苗木质量指数 Quality index number of seedling	处理 Treatment	苗木质量指数 Quality index number of seedling
CK	1.353 6	223	2.494 5
111	1.655 3	231	2.196 0
122	2.385 7	313	1.874 2
133	2.131 0	321	1.851 6
212	1.820 5	332	1.828 1

明 223 处理下苗木质量最好, 122 处理、231 处理和 133 处理较好, CK 最差。合理的施肥配比能调节中华楠苗木地上和地下的生物量分配, 提高苗木质量。

4 结论与讨论

施肥对中华楠苗木的各生长和生物量指标均有促进作用, 苗高、地径、冠幅和总生物量分别比对照增加了 39.4%~140.6%、25.8%~100.0%、33.9%~127.0% 和 25.67%~83.80%。通过计算苗木质量指数, 用质量指数衡量不同施肥处理下中华楠苗木质量, 在 9 种施肥处理中, 以 223 处理最佳, 122 处理、231 处理和 133 处理较好, 而 313 处理、321 处理、332 处理较差。这说明施肥必须遵循适需的原则。科学合理的施肥可以促进苗木生长, 提高苗木质量, 同时避免不必要的肥料浪费, 减少施肥对环境的负面影响; 并非大量的增施氮肥, 苗木质量就一定越高。氮肥施加量超过一定的值, 苗木反而会出现生长缓慢的现象, 苗木质量下降, 甚至导致苗木枯死。

参考文献

[1] 蔡锡安, 彭少麟, 夏汉平. 不同演替阶段树种的光合和生长对增强UV-B辐射的响应[J]. 中山大学学报(自然科学

版), 2007, 46(2): 72- 76.

- [2] 林文欢, 詹朝安, 郑道序, 等. 不同立地因子对中华楠生长的影响[J]. 林业调查规划, 2015, 40(4): 110- 112.
- [3] 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.
- [4] 金国庆 余启国 焦月玲, 等. 配比施肥对南方红豆杉幼林生长的影响[J]. 林业科学研究, 2007, 20(2): 251- 256.
- [5] 王祥, 白晶晶, 何茜, 等. 氮磷钾配方施肥对楸树苗期生长及养分利用的影响[J]. 林业与环境科学, 2021, 37(3): 40- 46.
- [6] 林国胜, 朱帅群, 包以秋, 等. 施肥对黑木相思幼林生长和形质性状的影响[J]. 林业与环境科学, 2020, 36(3): 44-47.
- [7] 施侃侃, 梁栋, 贾忠奎. 不同氮磷钾配比对红花玉兰幼苗生长及养分转运的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2018, 38(9): 58-64.
- [8] 王楠, 王宏信, 李向, 等. 施肥对降香黄檀幼苗生长和光合的影响[J]. 东北林业大学学报, 2017, 45(1): 25-29.
- [9] 程勇, 吴际友, 刘球, 等. 氮磷钾施肥配比对青冈栎幼苗生长的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2018, 38(6): 71-74.
- [10] 赵嫦娥, 徐德禄, 李志辉. 配方施肥对赤皮青冈容器苗生长的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2013, 33(5): 22-25.
- [11] 李国雷, 刘勇. SPSS统计软件在林业试验设计课程中的应用[J]. 中国林业教育, 2010(5): 66-68.
- [12] 张往祥, 吴家胜, 曹福亮. 氮磷钾三要素对银杏光合性能的影响[J]. 江西农业大学学报(自然科学版), 2002, 24(6): 810-815.