

## 辣木种子育苗关键技术研究

马关润<sup>1</sup>, 李洪坤<sup>1</sup>, 王应清<sup>1</sup>, 李守岭<sup>1</sup>, 郭铁英<sup>1</sup>, 胡永亮<sup>1</sup>, 何月秋<sup>2\*</sup>

(1. 云南省德宏热带农业科学研究所, 云南瑞丽 678600; 2. 云南农业大学农学与生物技术学院, 云南昆明 650201)

**摘要** [目的]解决辣木种子繁育中的一些关键技术问题。[方法]比较不同育苗方式、不同育苗基质、不同叶面肥使用对辣木生长的影响。[结果]3种育苗方式中效果最理想的是育苗袋点播,植株保存率、株高、冠幅都明显高于其他2个试验组;5种育苗基质中对辣木生长促进作用最明显的是蔬菜育苗基质,出芽率、保存率、株高、冠幅、生物量均显著高于对照组;4种叶面肥对辣木生长促进作用最理想的是生物叶面肥200倍液,在株高、冠幅、复叶数量、叶面积均显著高于对照组。[结论]选择育苗袋点播方式、选用蔬菜育苗基质、使用生物叶面肥均能促进辣木幼苗的生长,提高出圃率。

**关键词** 辣木;育苗方式;基质;叶面肥

中图分类号 S723.1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)01-0176-06

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2019.01.053



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Study on Key Techniques of *Moringa oleifera* Seedling**

MA Guan-run, LI Hong-kun, WANG Ying-qing et al (Dehong Institute of Tropical Agricultural Sciences of Yunnan Province, Ruili, Yunnan 678600)

**Abstract** [Objective]The research aimed to figure out some key technical problems in *Moringa oleifera* seed breeding. [Method]Effects of different seedling propagation methods, substrates and foliage fertilization on seedling growing were compared. [Result]In the three seedling propagation methods, sowing in nutrition bag had the highest seedling rate, seedling height and crown diameter. In the five substrates, vegetable seedling substrate had the most obvious effect on the growth of seedling. The germination percentage, seedling survival rate, seedling height, crown diameter and biomass were higher when the vegetable seedling substrate was used. In the four foliage fertilizers, biological foliage fertilizer 200 times liquid was the most effective for seedling height, crown diameter, compound leaf number and leaf area than the comparison group. [Conclusion]Sowing in nutrition bag, vegetable seedling substrate and biological foliage fertilizer, all the three methods on seedling propagation can promote the growth of *Moringa oleifera* seedling and increase the rate of seedling emergence.

**Key words** *Moringa oleifera*; Seedling technique; Substrate; Foliage fertilizer

辣木(*Moringa oleifera* Lam.)又称鼓槌树、洋椿树、奇树等,属辣木亚目(Moringineae)辣木科(Moringaceae)辣木属(*Moringa* Adans.)植物,属于单科单属植物,现有14个已知种<sup>[1]</sup>。原产印度北部喜马拉雅区域的*M. oleifera*、非洲国家的*M. peregrine*(Forsk)(苏丹、埃及和阿拉伯半岛)、*M. ovalifolia*(安哥拉和纳米比亚)和*M. stenopetal*(埃塞俄比亚和肯尼亚北部)的4个种已被成功驯化<sup>[2]</sup>。其中,从*M. oleifera* Lam.中优选出的2个品种PKM1、PKM2,因主干矮、分枝多、速生、结实早、种子颗粒大产量高、含油量和絮凝剂含量高等特点被广泛种植<sup>[1]</sup>。

辣木原产于印度<sup>[3]</sup>,主要分布在印度、日本、中国、埃及、埃塞俄比亚、肯尼亚、安哥拉、纳米比亚、苏丹、美国、墨西哥等30多个热带、亚热带国家和地区<sup>[4]</sup>。目前我国云南、广东、广西、海南、台湾等省区得到广泛种植<sup>[5]</sup>。辣木分布广泛,在多种海拔地区均可生长,常见海拔600 m以下的热带、亚热带地区都适宜种植,但独特的是,在海拔1 200 m以上的墨西哥、海拔超过2 000 m的津巴布韦地区也有植株正常生长<sup>[6]</sup>。辣木在土壤疏松、土层较厚、排水良好的砂质土壤中生长较好,虽然辣木耐旱,但过度干旱也会抑制生长,需要适当湿度<sup>[7]</sup>。该研究是在辣木种子繁育领域探讨育苗方式、育苗基质、叶面肥使用对辣木生长的影响,目的在于解决辣木

种子繁育中的一些关键技术问题,为辣木规模化栽培提供技术支持和理论基础。

**1 材料与方法****1.1 试验材料**

**1.1.1 器具材料。**育苗袋规格17 cm(长)×14 cm(宽),烘箱,电子天枰,Fujitsu ScanSnap iX500扫描仪。

**1.1.2 基质及其他配料。**椰壳粉,椰子壳粉碎压缩成块,规格为20 cm(长)×10 cm(宽)×5 cm(高)吸水膨胀后7~8 L/块。蔬菜育苗基质,有机物总量≥45%,氮、磷、钾总含量≥2%。咖啡果皮,咖啡加工脱下的果皮,经发酵沤熟后使用。锯末,以木料加工厂,加工木料剩下的木质粉末为原料。配方土,净土+5%有机肥+1%钙镁磷。有机肥,有机质≥45%,(氮N+磷P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+钾K)≥5%规格净含量40 kg。1%的50%多菌灵粉剂。辣木品种PKM1。

**1.1.3 叶面肥。**生物叶面肥,经多种微生物发酵而制备,云南微生物发酵工程研究中心有限公司生产,规格为500 mL/瓶,5×10<sup>9</sup> CFU/mL。益施帮,氨基酸≥110 g/L、锰+锌≥24 g/L,先正达生产,规格为50 mL/袋。甘实,腐殖酸水溶肥,美国安达果有限责任公司,腐殖酸≥30 g/L,(氮N+磷P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+钾K)≥200 g/L,规格为250 mL/瓶。叶苗壮,大量元素水溶肥,总氮(N)20%、磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)20%、钾(K<sub>2</sub>O)20%、硼(B)0.020%、铜(Cu)0.050%、铁(Fe)0.100%、锰(Mn)0.050%、钼(Mo)0.001%、锌(Zn)0.020%,德国圃勒特肥料有限公司生产,规格为20 g/袋。

**基金项目** 农业农村部农业技术试验示范与服务支持项目(151821301064072708-17)。**作者简介** 马关润(1985—),男,云南会泽人,研究实习员,从事热作栽培研究。\*通信作者,教授,博士,从事植物病理学研究。**收稿日期** 2018-09-26

## 1.2 试验方法

**1.2.1 不同育苗方式对辣木出芽率、生长量及保存率的影响。**采用区组设计,比较沙床芽苗移栽育苗、大田直播育苗、育苗袋点播育苗 3 种育苗方式对辣木的影响,设 3 个处理 A、B、C,每个处理 3 个重复,每个小区 60 粒,共 540 粒种子,其中沙床催芽的辣木幼苗需要在一对子叶展开时移栽到配方土中。观测辣木出芽率、保存率、株高、冠幅 4 个指标,比较 3 种育苗方式对辣木生长的影响。

**1.2.2 不同基质对辣木出芽率及生长情况的影响。**选用椰壳粉、蔬菜育苗基质、咖啡果皮、锯末、配方土 5 种育苗基质,建立 A、B、C、D、E 5 个处理,E 为对照(CK),每个处理 3 个重复,每个小区 50 粒种子,共 450 粒种子。种子出芽后开始时观测出芽率、生长量、保存率,最后一次测量植株干重。

**1.2.3 不同叶面肥对辣木生长情况的影响。**试验为单因素随机设计,选用生物叶面肥 200 倍液、益施帮 1 000 倍液、叶苗壮 800 倍液、甘实 300 倍液 4 种叶面肥,建立 A、B、C、D、E (CK) 5 个处理。每个处理设 3 个重复,每个小区 50 株,共 450 株,小区之间间隔 1 m,每隔 15 d 喷施一次叶面肥,每隔 7 d 调查一次株高、复叶对数、冠幅,最后一次 PS 法测量单株叶片的面积。Photoshop 软件中图片分辨率是单位尺寸内像素的多少,设分辨率为  $R$ ,像素为  $D$ (宽×高),图片面积为  $S$ (宽×高),则图片分辨率  $R$  等于图片像素  $D$  除以图片尺寸  $S$ (cm)。在同一张图中整体和部分的分辨率都是一样的,就有  $D/S=d/s$ , $s=S/D \times d$ ( $d$  为所求叶片的像素, $s$  为所求叶片

的面积),全图像素、全图大小、求图像素代入公式就可以算出求图大小。采摘辣木的复叶,每个处理共 30 片,使用 Fujitsu ScanSnap iX500 扫描仪扫描采集辣木叶片图像,代入公式  $s=S/D \times d$  计算叶面积。

**1.3 统计分析** 试验数据采用 Excel 2010 进行整理统计,用 SPSS 19.0 软件进行方差分析,Photoshop CS6 制图软件测量辣木叶面积。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同育苗方式对辣木生长情况的影响

**2.1.1 对出芽率和保存率的影响。**从表 1 可看出,播种后第 6 天统计出芽数,处理 A、B、C 出芽数分别是 18、60、8 株;第 23 天调查出芽率从高到低分别是处理 A(88.89%)、处理 C(87.78%)、处理 B(78.33%);第 49 天调查保存率,从高到低分别是处理 C(95.57%)、处理 B(80.85%),处理 A(72.54%)。处理 A 表现出高出芽率、低保存率,是因为石沙粒的湿度、温度、透气性都比较适合辣木出芽,所以芽率高于其他 2 个处理;而后期从沙床移栽到育苗袋中,由于辣木根系生长环境的改变以及根系损伤容易导致植株发生病害而死亡,所以出现低保存率。处理 C 表现出较高的出芽率和最高的保存率,是因为袋装苗生长在大棚里湿度可控,避免了过多雨水的危害。处理 B 的出芽率最低、保存率介于处理 A 和处理 C 之间,是因为大田里的湿度条件不能自由调控,降雨过多或过少都会降低出芽率。

表 1 不同育苗方式对辣木出芽率和保存率的影响

Table 1 Effect of different seedling propagation methods on the germination rate and seedling rate of *Moringa oleifera*

处理 Treatment	种子数 Seed number 粒	第 6 天出芽 Number of buds on the 6 <sup>th</sup> day//株	第 12 天出芽 Number of buds on the 12 <sup>th</sup> day//株	第 23 天出芽 Number of buds on the 23 <sup>rd</sup> day//株	出芽率 Germination rate//%	第 49 天成活 Number of survival on the 49 <sup>th</sup> day//株	保存率 Seedling rate//%
A	180	18	160	160	88.89	116	72.54
B	180	60	135	141	78.33	114	80.85
C	180	8	158	158	87.78	151	95.57

**2.1.2 对株高生长的影响。**播种后第 15 天开始调查株高,两两比较,处理 A 与处理 B 和处理 C 差异显著,处理 B 与处理 C 差异不显著;第 23 天和第 31 天调查差异性与第 15 天的一致;第 40 天 3 个处理两两比较差异性均为显著;第 49 天处理 A 与处理 B 差异不显著,与处理 C 差异显著,处理 B 与处理 C 差异不显著。调查结果(表 2)显示,第 15 天,3 个处理的平均株高按大小排序依次是处理 B、C、A,处理 B 比处理 A 高出 60.33%,处理 C 比处理 A 高出 42.25%。第 23~49 天,平均株高排序均为 C、B、A。由此可见,辣木种子育苗

所采用的 3 种方式效果最理想的是育苗袋点播法,其次是大田直播法,最后是沙床催芽移栽法,但后面 2 种方法的差异并不明显。第 1 个调查时期,株高主要受种子出芽快慢的影响,先出芽的处理 B 依靠胚体营养得到快速生长,所以株高表现优异;处理 C 最后出芽,所以平均株高就差于处理 B,理论上处理 A 前期出芽率高、出芽速度快,平均株高理应高于处理 C,但是结果与理论悖离,其中原因是处理 A 幼苗移栽后需要一段时间恢复根系的生长功能,所以生长缓慢。第 2 次调查,处理 C 的生长速度加快,表现强势,高出其他 2 个处

表 2 不同育苗方式对辣木株高生长的影响

Table 2 Effect of different seedling propagation methods on plant height of *Moringa oleifera*

处理 Treatment	15 d	23 d	31 d	40 d	49 d
A	5.42±1.58 a	7.23±1.66 a	10.93±1.91 a	11.47±1.19 a	12.67±3.90 a
B	8.69±1.31 b	11.50±2.28 b	12.70±2.40 b	13.47±2.62 b	14.22±2.23 a
C	7.71±2.18 b	12.62±1.86 b	13.62±1.42 b	16.27±2.49 c	19.07±3.97 b

注:同列不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences( $P<0.05$ )

理。在后面三期调查,处理 C 的生长态势逐渐与其他 2 个处理组拉开距离,表现出良好的生长能力,主要是因为处理 B 受连续阴雨天气影响,大田排水能力差,抑制了辣木生长,而处理 A 前期移栽根系受损生长也受到了负面影响。

**2.1.3 对冠幅生长的影响。**调查结果(表 3)显示,第 15 天,3 个处理中冠幅最大的是处理 B,为 9.15 cm,与处理 A 相比高出 91.82%、与处理 C 相比高出 29.97%,两两比较差异显著。第 23~49 天,冠幅大小排序均为处理 C、处理 B、处理 A。

第 23 天和第 31 天,处理 A 与处理 B、处理 C 差异显著,处理 B 与处理 C 差异不显著;第 40 天和第 49 天,处理 C 与处理 A、处理 B 差异显著。从 5 期调查结果来看,辣木冠幅总体生长趋势与株高生长趋势基本一致。辣木冠幅生长最理想的育苗方法是育苗袋点播,明显优于沙床催芽移栽和大田点播。沙床催芽移栽虽然出芽最快,但是中途受移栽影响生长态势放缓;大田点播的辣木因为后期雨水过多,湿度太高阻碍了辣木生长。

表 3 不同育苗方式对辣木冠幅生长的影响

Table 3 Effect of different seedling propagation methods on crown diameter of *Moringa oleifera*

cm

处理 Treatment	15 d	23 d	31 d	40 d	49 d
A	4.77±2.31 a	7.97±2.27 a	11.67±2.16 a	12.13±2.45 a	15.93±2.76 a
B	9.15±1.91 b	13.35±2.13 b	14.13±3.34 b	15.97±3.12 a	16.95±3.52 a
C	7.15±3.55 c	13.78±2.57 b	15.80±3.34 b	18.33±2.80 b	20.53±5.64 b

注:同列不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences( $P<0.05$ )

## 2.2 不同育苗基质对辣木生长情况的影响

**2.2.1 对出芽及保存率的影响。**在 5 种育苗基质中播种辣木籽,到第 6 天出芽的有处理 A、C、E 3 个处理。第 12 天处理 A 和处理 E 出芽数量达到最大值,之后再无种子出芽,其他 3 个处理在第 23 天出芽数量达到最大值;最终出芽率从大到小排序为处理 B(E)、处理 D、处理 A、处理 C。第 58 天调查保存率从高到低排序为处理 B、处理 C、处理 E、处理 A、处理 D。试验结果表明,出芽率最高的是蔬菜育苗基质和配方土,最低的是咖啡果皮。辣木出芽率主要受水分、温度、透

气性等因素的影响,水分含量过高或过低的育苗基质都会降低辣木的出芽率。透气性差的基质同样不利出芽,几种基质中蔬菜育苗基质和配方土保水性透气性适中,所以出芽率高;椰壳粉吸水能力太强、透气性差,所以出芽率不高;咖啡果皮间隙太大、保水性能差,所以出芽率低。在辣木保存率上,营养丰富、颗粒疏松的基质更容易保存植株,且生长态势也会更好,如蔬菜育苗基质与咖啡果皮腐殖质有机质含量高、养分充足,保存率也就更高,锯沫和椰壳粉养分稀少,辣木后期生长缺乏营养,容易生病导致死亡,所以保存率相对较低。

表 4 不同基质对辣木出芽及保存率的影响

Table 4 Effect of different matrix on germination rate and seedling rate of *Moringa oleifera*

处理 Treatment	种子数 Seed number 粒	第 6 天出芽 Number of buds on the 6 <sup>th</sup> day//株	第 12 天出芽 Number of buds on the 12 <sup>th</sup> day//株	第 23 天出芽 Number of buds on the 23 <sup>rd</sup> day//株	出芽率 Germination rate//%	第 58 天成活 Number of survival on the 58 <sup>th</sup> day//株/株	保存率 Seedling rate//%
A	50	2	41	41	82.00	37	90.24
B	50	0	30	43	86.00	42	97.67
C	50	0	35	40	80.00	39	97.50
D	50	3	39	42	84.00	36	85.71
E(CK)	50	5	43	43	86.00	41	95.35

**2.2.2 对株高生长的影响。**6 期调查结果(表 5)显示,4 种育苗基质与对照组处理 E(配方土)相比,除处理 D(锯末)外其他 3 种基质对辣木株高生长的促进作用均是前期弱、后期

强的变化趋势,而处理 D(锯末)的促进作用变化趋势最接近处理 E。

表 5 不同基质对辣木株高生长的影响

Table 5 Effect of different matrix on plant height of *Moringa oleifera*

cm

处理 Treatment	15 d	23 d	31 d	40 d	49 d	58 d
A	5.19±1.67 a	8.93±1.78 a	9.44±1.58 a	13.33±2.29 a	19.57±2.22 a	28.00±6.90 a
B	4.09±1.42 ab	6.53±1.60 b	8.53±1.86 ab	14.60±3.11 ac	26.00±6.75 b	38.30±7.30 b
C	5.23±1.47 a	7.31±2.25 b	8.11±1.43 ab	14.30±3.42 ac	25.87±5.99 b	37.57±7.08 b
D	3.73±1.19 b	6.07±1.38 b	6.98±1.93 b	9.60±1.68 b	14.16±1.21 c	18.88±2.78 c
E(CK)	7.65±2.40 c	12.47±3.09 c	14.83±2.10 c	15.73±2.49 c	17.87±3.56 a	20.67±4.11 c

注:同列不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences ( $P<0.05$ )

以播种后 31 天为界,31 天及以前与对照组相比各基质

对辣木生长没有促进作用,长势均低于对照组;后期各种基

质的促进作用开始显现。播种后第 40 天平均株高与对照组相比,处理 A、处理 B、处理 C、处理 D 分别为对照组的 84.74%、92.82%、90.91%、61.03%,对辣木株高生长无明显促进作用,均没有对照组长势好。第 49 天,与对照组相比,处理 A、处理 B、处理 C、处理 D 平均株高分别增加 9.51%、45.50%、44.77%、-20.76%。第 58 天,与对照组相比,处理 A、处理 B、处理 C、处理 D 平均株高分别增加 35.46%、85.29%、81.76%、-8.66%,与对照处理 E 比较除处理 D 外差异均为显著。

在 5 种基质中生长,辣木株高生长情况中各时段表现并不一致,以 40 d 为界,前期配方土效果最为理想,锯末表现最差,其他 3 种基质介于两者之间,后期蔬菜育苗基质和咖啡果皮对辣木株高生长促进最理想。辣木生长前期由胚乳提供养分,主要受基质温度、湿度调控,第 40 天及以后,有机质

含量高的蔬菜育苗基质与咖啡果皮辣木生长效果最好,椰壳粉次之,然后是土壤,最后是锯末,这一表现也再次证明辣木幼苗后期生长将需要更多的基质养分。

**2.2.3 对冠幅生长的影响。**不同基质对辣木冠幅的影响与对株高的影响表现高度一致,4 种育苗基质对辣木冠幅生长的促进作用也呈现出前期弱、后期强的变化趋势(表 6)。第 58 天,处理 B、处理 C 的冠幅明显高于处理 E,与前一期相比差距进一步拉大,处理 D 的冠幅与对照组差距也有缩小;各处理与对照组 E 相比,除处理 D 外差异均为显著,两两比较处理 A 与处理 B、处理 C、处理 D 差异显著,处理 B 与处理 C 差异不显著与处理 D 差异显著,处理 C 与处理 D 差异显著;冠幅分别是对照组的 138.92%、188.80%、177.84%、91.35%;平均冠幅从大到小依次为处理 B、处理 C、处理 A、处理 E、处理 D。

表 6 不同育苗基质对辣木冠幅生长的影响

Table 6 Effect of different seedling matrix on crown diameter of *Moringa oleifera*

cm

处理 Treatment	15 d	23 d	31 d	40 d	49 d	58 d
A	5.21±1.32 a	9.03±2.02 a	10.57±1.81 a	13.27±2.24 a	20.13±2.83 a	28.27±3.95 a
B	4.19±0.81 a	6.63±1.77 b	11.61±3.04 a	18.00±3.81 b	26.81±4.84 b	38.42±5.87 b
C	4.91±1.05 a	6.38±1.06 b	10.35±1.35 a	17.59±2.39 b	25.09±7.38 b	36.19±6.11 b
D	2.27±1.08 b	3.49±1.20 c	4.63±1.38 b	7.80±2.54 c	12.68±2.00 c	18.59±2.46 c
E(CK)	7.15±2.22 c	10.40±2.13 b	13.17±2.26 a	15.00±2.11 a	17.73±5.05 a	20.35±3.05 c

注:同列不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences( $P<0.05$ )

辣木冠幅在 5 种基质中的生长表现与株高基本相近,辣木的冠幅生同样受到水分、空气、养分等条件的调控,只有综合生长条件尽量满足,才有利于辣木生长。分 2 个时段看,前期辣木冠幅生长受基质养分调控不明显,后期基质养分对辣木生长调节起到关键作用。

**2.2.4 对生物量的影响。**播种后 58 d,先称量辣木鲜重,然后置于 60 °C 的干燥箱中干燥 24 h 称干重。从表 7 可看出,鲜重与对照组 E 比较只有处理 B 和处理 C 差异显著,分别比对照组高 110.07%、125.53%。干重与对照组比较也只有处

理 B 和处理 C 差异显著,分别比对照组高 108.82%、105.88%。辣木干鲜比,最大的是处理 E 和处理 B,其次是处理 C,处理 A 和处理 D 最小。地下部分干重与对照组 E 相比,只有处理 A 和处理 D 的差异显著,且干重均小于对照组,分别比对照组低 16.13%、29.03%。地上部分干重与对照组 E 比较,除处理 C 外差异均为显著,且均高于对照组,处理 A 比对照组高出 48.65%,处理 B 比对照组高 191.89%,处理 C 比对照组高 194.59%,处理 D 比对照组低 13.51%。

表 7 不同基质对辣木生物量的影响

Table 7 Effect of different matrix on biomass of *Moringa oleifera*

处理 Treatment	平均鲜重 Average fresh weight//g	平均干重 Average dry weight//g	干鲜比 Ratio of dry weight to fresh weight	地下部分干重 Underground dry weight g	地上部分干重 Aboveground dry weight g	下上比 Dry weight ratio of the underground part to the above-ground part
A	5.83±1.75 a	0.81±0.26 a	0.14	0.26±0.08 a	0.55±0.17 a	0.47
B	8.97±3.79 b	1.42±0.60 b	0.16	0.34±0.13 b	1.08±0.41 b	0.32
C	9.63±3.00 b	1.40±0.59 b	0.15	0.31±0.12 b	1.09±0.37 b	0.28
D	4.01±1.62 a	0.55±0.22 a	0.14	0.22±0.07 a	0.32±0.14 c	0.68
E(CK)	4.27±1.67 a	0.68±0.16 a	0.16	0.31±0.08 b	0.37±0.16 c	0.84

注:同列不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences( $P<0.05$ )

5 种育苗基质,以鲜重为衡量指标效果较理想的是蔬菜育苗基质和咖啡果皮基质,其次是椰壳粉,第四是配方土,最差是锯末;以辣木干重为衡量指标,育苗效果排序与鲜重指标基本相同。辣木种子萌发生长可以分为 2 个时期:前期是

依靠种子自身营养供给,后期是依靠基质养分生长。在 5 种基质中蔬菜育苗基质和咖啡果皮营养供给丰富,所以长势最为突出,椰壳粉次之,生长态势稍弱,而配方土养分不如前者,所以长势也就更弱,锯末未经发酵,营养最差,导致植物

鲜重最轻。在干鲜比上,5种基质之间差异不大,为0.14~0.16,辣木地下部分干重排序与辣木整株干重排序并不一致,虽然蔬菜育苗基质与咖啡果皮培养的辣木干重均比配方土的高出1倍以上,但是地下部分干重却是一个相同、一个高出不到10%,这反映出辣木根系生长能力与基质养分含量不成正比,一定程度的贫瘠反而能促进辣木根系生长。从地下部分干重与地上部分干重的比值可以看出,根系相对生长强度最大的基质是配方土,其次是锯末,第三是椰壳粉,第四是蔬菜育苗基质,最后是咖啡果皮。

表8 不同叶面肥对辣木株高生长的影响

Table 8 Effect of different foliar fertilizers on plant height of *Moringa oleifera*

cm

处理 Treatment	7 d	15 d	23 d	32 d
A	11.21±1.15 a	14.83±0.88 a	16.02±1.62 a	23.23±2.47 a
B	13.27±1.53 b	16.80±2.11 b	17.67±3.22 b	22.67±4.01 ab
C	11.07±1.49 a	14.07±2.19 a	15.80±2.46 a	18.67±3.81 cd
D	12.80±2.27 b	16.33±2.82 b	17.80±2.83 b	20.27±3.41 bc
E(CK)	10.50±1.55 a	13.40±1.59 a	14.67±2.23 a	17.13±2.53 d

注:同列不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences( $P<0.05$ )

从表8可以看出,生物叶面肥和益施帮叶面肥对株高生长的促进作用是先小后大,而甘实和叶苗壮的影响作用各时期相对一致。对辣木株高生长促进作用最大的是生物叶面肥,其次是益施帮,2种叶面肥都显著高于对照组,对株高促进作用都超过30%,在辣木种子育苗中可以用作壮苗肥缩短育苗周期。

**2.3.2 对复叶生长的影响。**从表9可看出,喷施叶面肥后第7天、第15天各处理之间差异不明显,复叶数量基本相等;第23天喷施叶面肥的4个处理与对照组(CK)均产生差异,复叶数量均比对照组有所增加,但差异不大。第32天,处理A和处理B对复叶增长促进作用均高于其他处理,而处理C、处理D对复叶增长只是略有促进,与对照相比分别增加13.01%、13.10%、0.81%、2.43%。试验结果表明,喷施的几种叶面肥都不同程度促进辣木复叶生长,其中生物叶面肥和益施帮效果较显著,均提高13%以上。辣木苗期叶片数量受营养、水分等因素的影响作用较小,前面的基质试验也发现不同基质中辣木复叶数量增长变化不会太大,辣木复叶数量的主要影响因素可能是苗龄。

**2.3.3 对冠幅生长的影响。**从表10可看出,喷施叶面肥后第7天测量结果显示5个处理之间没有显著差异;第15天,除处理A与对照组(处理E)存在显著差异外,其他4个处理间均无显著差异;第23天,处理A与处理D无显著差异,与其他3个处理差异显著,除处理A外其他4个处理间均不存在显著差异;第32天,处理A、处理B、处理D之间无显著差异,处理C、处理D、处理E(CK)之间无显著差异,处理A和处理B与处理C和处理E(CK)之间差异显著。喷施叶面肥第15天,4个叶面肥处理冠幅均增长,且均高出对照组,不同程度地促进了辣木冠幅生长。第15天,处理A、处理B、处理C、处理D与对照组相比冠幅分别增长了20.99%、13.10%、

## 2.3 使用叶面肥对辣木生长情况的影响

**2.3.1 对株高生长的影响。**从4期调查结果(表8)来看,4个叶面肥处理与对照组CK相比,均不同程度促进了辣木株高生长。喷施叶面肥后第7天,与对照相比只有处理B和处理D差异显著;第15天、第23天差异显著性与第7天一致;第32天,处理A、处理B、处理C、处理D与对照组相比,除处理C外差异均为显著,且都高于对照组,分别增加36.61%、32.34%、8.99%、18.33%。

11.15%、7.89%;第23天,4个叶面肥处理与对照组相比冠幅依次增长19.94%、17.73%、4.00%、12.53%;第32天,与对照组相比各处理冠幅分别增长24.83%、22.61%、6.67%、11.83%。由此可知,生物叶面肥对辣木冠幅增长促进作用最强,其次是益施帮,最弱的是甘实。选用的4种叶面肥对辣木冠幅的影响作用喷施后第7天无显著差异,第15天影响作用开始显现,到第32天生物叶面肥和益施帮叶面肥对辣木冠幅增长的促进都超过20%。

表9 不同叶面肥对辣木复叶生长的影响

Table 9 Effect of different foliar fertilizers on compound leaf of *Moringa oleifera*

片

处理 Treatment	7 d	15 d	23 d	32 d
A	1.80	5.73	7.60	9.27
B	1.93	5.67	7.40	9.27
C	2.00	5.87	7.27	8.27
D	1.93	5.73	7.67	8.40
E(CK)	1.80	5.67	7.00	8.20

**2.3.4 对叶片生长的影响。**喷施叶面肥后第32天,随机调查辣木复叶的面积,结果显示(表11),4个叶面肥处理与对照组相比叶面积均有所提高,但差异性不尽相同,与对照组E相比只有处理A和处理B差异显著。调查辣木复叶面积显示,对辣木叶片伸展促进作用从大到小依次是处理A(生物叶面肥)、处理B(益施帮)、处理D(叶苗壮)、处理C(甘实),与对照组相比各处理的复叶面积分别增加44.47%、33.70%、2.53%、14.11%。这表明叶面肥对辣木复叶面积生长的影响作用比较明显,农业生产中施用适合的叶面肥不仅可以提高辣木叶片产量,也可以壮苗保苗提高辣木抗病能力,减少病害发生。

表 10 不同叶面肥对辣木冠幅生长的影响

Table 10 Effect of different foliar fertilizers on crown diameter of *Moringa oleifera*

cm

处理 Treatment	7 d	15 d	23 d	32 d
A	11.73±2.96 a	15.33±2.66 a	18.47±2.10 a	22.47±5.01 a
B	12.93±1.76 a	14.33±1.68 ab	18.13±1.65 b	22.07±3.97 a
C	12.63±1.52 a	14.13±2.29 ab	16.00±1.99 b	19.20±3.04 b
D	12.81±2.00 a	13.67±2.50 ab	17.33±2.53 ab	20.13±4.36 ab
E(CK)	12.57±1.64 a	12.67±2.26 b	15.40±3.14 b	18.00±4.33 b

注: 同列不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences( $P<0.05$ )

表 11 不同叶面肥对辣木叶面积的影响

Table 11 Effect of different foliar fertilizers on leaf area of *Moringa oleifera*

处理 Treatment	第 1 次施肥 First fertilization	第 2 次施肥 Second fertilization	调查时间 Survey time	叶面积 Leaf area//cm <sup>2</sup>			
				I	II	III	平均 Average
A	05-27	06-11	06-29	42.68	40.01	40.76	41.16 a
B	05-27	06-11	06-29	39.86	37.18	37.22	38.09 ab
C	05-27	06-11	06-29	28.50	29.99	29.13	29.21 c
D	05-27	06-11	06-29	33.60	32.73	31.22	32.51 bc
E(CK)	05-27	06-11	06-29	27.53	28.71	29.24	28.49 c

注: 同列不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences( $P<0.05$ )

### 3 结论与讨论

辣木种子育苗的 3 种方法从效果上判断以育苗袋点播最为理想, 相比沙床催芽移栽减少一道工序, 避免移栽损伤, 提高保苗率; 相比大田受影响因素更能可控, 可避免干旱、多雨、杂草等苗木管理上的问题。在育苗方式的选择上应因地制宜, 对于灌溉条件好、管理到位的地方可以考虑大田直播; 在灌溉条件差或影响因素难以控制的地区可以选择容器育苗, 集中培育、集中管理, 成苗后再出圃栽培, 这样可以避开不利条件, 取得较好的效益。

育苗基质的选择以蔬菜育苗基质最佳、咖啡果皮次之。蔬菜育苗基质由厂家制备, 购买后可以直接使用, 方便快捷, 辣木涨势最好, 适合规模化种植。该研究还发现在锯末基质中辣木生长虽然不理想, 但是主根呈现出多条分化, 大部分有 2 条主根, 甚至 3 条, 可以进一步探索锯末影响辣木主根分化生长的原因。在农业生产中, 可以结合当地的实际情况, 选择成本较低、理化性能良好的工农业废弃物作为栽培基质, 例如秸秆<sup>[8-9]</sup>、菌糠<sup>[10]</sup>、碳化稻壳<sup>[11]</sup>等, 进行深入研发, 开发更加高效、成本更低的辣木栽培基质。

喷施叶面肥可以促进辣木生长, 其中以生物叶面肥和益施帮的效果较理想, 除了株高、冠幅、复叶数量和面积方面的

数据明显大于对照组, 还观察到辣木叶片更厚、颜色更深。研究表明, 使用适合的叶面肥是可以弥补基质养分不足的缺陷, 缩短育苗出圃时间, 是一种方便快捷的促长促产措施。但是关于叶面肥的成分、功能、影响机制等方面仍需进一步研究, 才能更直接地服务于农业生产。

### 参考文献

- [1] 张燕平, 段琼芬, 苏建荣. 辣木的开发与利用[J]. 热带农业科学, 2004(4): 42-48.
- [2] 饶之坤, 封良燕, 李聪, 等. 辣木营养成分分析研究[J]. 现代仪器, 2007, 13(2): 18-20.
- [3] 张洁. 辣木(*Moringa oleifera* Lam.) 组培育苗及四倍体新种质诱导技术的研究[D]. 重庆: 西南大学, 2007: 1-63.
- [4] 洪林, 魏召新, 李隆华, 等. 辣木资源研究利用现状[J]. 西南园艺, 2006, 34(1): 56-57.
- [5] 刘昌芬, 李国华. 辣木的研究现状及其开发前景[J]. 云南热作科技, 2002, 25(3): 20-24.
- [6] 刘昌芬, 李国华. 辣木的营养价值[J]. 热带农业科技, 2004, 27(1): 4-7.
- [7] 周明强, 刘清国, 班绣文, 等. 不同育苗方式及种植密度对辣木生长的影响[J]. 贵州农业科学, 2010, 38(3): 56-57, 60.
- [8] AWANY Y, ISMAIL M R. The growth and flowering of some annual ornamentals on coconut duff[J]. Acta Hort, 1997, 450: 31-38.
- [9] 石慧芳, 朴凤植. 腐熟玉米秸秆复合基质在辣椒育苗上的使用效果[J]. 长江蔬菜, 2012(4): 46-49.
- [10] 杨虹, 姜虹, 韩世玉, 等. 不同育苗方法对辣椒幼苗生长性能的影响[J]. 长江蔬菜, 2012(2): 33-35.
- [11] 李培强, 郭世英, 卜崇兴, 等. 菇渣复合基质在甜椒育苗上的使用效果研究[J]. 上海农业学报, 2007, 23(1): 48-51.

(上接第 175 页)

清除率完全。试验结果表明, 细叶石仙桃石油醚提取物具有优异的自由基清除能力。

### 参考文献

- [1] HALLIWELL B, MURCIA M A, CHIRICO S, et al. Free radicals and antioxidants in food an *in vivo*: What they do and how they work[J]. Crit Rev Food Sci Nutr, 1995, 35(1/2): 7-20.
- [2] SU W, LI P Y, HUO L N, et al. Phenolic content and antioxidant activity of *Phymatopteris hastate*[J]. J Serb Chem Soc, 2011, 76(11): 1485-1496.
- [3] TABART J, KEVERS C, PINCEMAIL J, et al. Antioxidant capacity of black currant varies with organ, season, and cultivar[J]. J Agric Food Chem, 2006, 54(17): 6271-6276.

- [4] LI P Y, HUO L N, SU W, et al. Free radical-scavenging capacity, antioxidant activity and phenolic content of *Pouzolzia zeylanica*[J]. J Serb Chem Soc, 2011, 76(5): 709-717.
- [5] MAZOR D, GREENBERG L, SHAMIR D, et al. Antioxidant properties of buccillamine: Possible mode of action [J]. Biochem Bioph Res Co, 2006, 349(3): 1171-1175.
- [6] 李培源, 苏炜, 霍丽妮, 等. 黄葵籽挥发油化学成分及其抗氧化活性研究[J]. 时珍国医国药, 2012, 23(3): 603-604.
- [7] 李培源, 卢汝梅, 苏炜, 等. 地肤子总黄酮含量测定及其抗氧化活性[J]. 湖北农业科学, 2016, 55(7): 1802-1804.
- [8] 李培源, 卢汝梅, 苏炜, 等. 葶藶总黄酮含量测定及其抗氧化活性研究[J]. 时珍国医国药, 2015, 26(6): 1303-1304.
- [9] 李培源, 霍丽妮, 贾智若, 等. 龙胆草抗氧化活性和总黄酮含量测定研究[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(31): 182-183.