

doi:10.11937/bfyy.20165132

调控栽培对辣木生长影响的研究进展

孟 源, 胡兵辉

(西南林业大学 环境科学与工程学院, 云南 昆明 650224)

摘 要:该研究梳理了近年来国内有关调控栽培对辣木生长影响的相关研究,通过繁育措施、施肥调控、水分调控、密度调控、病虫害控制等方面的阐述,为我国辣木产业健康发展提供了理论基础。同时,在辣木种植过程中科学引导和管理,不断提高规范化种植水平,推进辣木种植产业链的现代化。

关键词:辣木;调控栽培;进展

中图分类号:S 641.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)14-0175-05

辣木(*Moringa*)属多年生热带落叶乔木,又称鼓槌树,原产印度北部,后由于其特有的药、食功效而被我国引入,并在我国南方多地进行广泛种植。辣木被人称作“神奇之树”,这是因为辣木不仅可以作为观赏用树,其根、茎、叶、籽、果、花等也均含有丰富的营养价值,而且经过国内外专家多年的研究,辣木也被广泛应用于农业、牧业、工业、食品和医药等行业,辣木生产也逐渐向产业化发展。

依据目前我国辣木产业发展的良好前景,以及我国关于辣木产业的利好信息,在未来相当长的一段时间内,辣木生产形势将日趋多样化,销售也会逐步进入发达国家市场。在这样的市场背景下,辣木自身的产量和品质也成为相关行业从业者关注的重点,学界也针对辣木的栽培方式及其影响情况进行了多方位研究。基于此,现梳理了近年来国内有关调控栽培对辣木生长影响的相关

研究,以期为我国辣木栽培方面的研究或生产提供科学参考。

1 繁育措施对辣木生长影响的研究

1.1 播种育苗

辣木种子具有外壳坚硬、外皮附带病菌较多的特点,如果直接播种育苗容易出现种子腐烂现象,造成发芽率低。针对这一问题,当前研究普遍采用在播种前期对种子进行软化、杀菌处理措施,且不同处理方式会对种子发芽率造成影响。郑燕珊^[1]的研究结果表明,采用温水浸泡处理的方式,即用 40℃ 水浸泡 10 h,可以在软化辣木外壳的同时有效杀灭种子携带的病菌,保证后期成活率;林宗铿等^[2]使用百菌清 1 000 倍溶液处理辣木种子 12 h,可以达到预防病害的效果;智顺等^[3]对比了使用复方新诺明、高锰酸钾和阿司匹林溶液浸泡处理方式下的种子出苗率,结果表明,3 种药剂都能从一定程度上提高种子出苗率,其中复方新诺明以自身的抗菌作用来提高种子的出苗率,高锰酸钾在杀灭病原菌的同时还可以活化种子体内的酶系统,溶解后的阿司匹林能使种子的防腐抗病能力提高的同时,又能提高植物体内原细胞分裂素季生长素水平;刘昌芬等^[4]使用 800~1 200 倍液多菌灵、绿亨 2 号、百菌清等作为药水浸泡 15~17 h 的方式,当年的种子 3~7 d 就能出芽,若在去除种子外壳的条件下出芽期还会减少 1~4 d;

第一作者简介:孟源(1991-),女,硕士研究生,研究方向为农业生态。E-mail:mengyuan817@126.com.

责任作者:胡兵辉(1979-),男,博士,副教授,现主要从事旱区农业资源利用及生态系统调控等研究工作。E-mail:hubinghui1980@126.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31201173);云南省高校优势特色重点学科(生态学)建设资助项目;西南林业大学科研启动基金资助项目(111116)。

收稿日期:2017-02-09

杨俊俊等^[5]通过比对辣木种子在不同浸泡时间条件下的发芽情况,建议辣木接种时采用75%的酒精浸泡30 s、1%的次氯酸钠溶液浸泡15 min和无菌水浸泡10 min的方式,在次氯酸钠溶液中浸泡时间少于15 min则杀菌效果不明显,而无菌水浸种时间超过10 min,则会导致种子表皮破损、发芽率降低。

对于栽培基质的选择,刘昌芬等^[4]的研究表明,使用平整后的沙床作为催芽基质,可以提高出苗率、保证出苗整齐和幼苗健壮生长,智顺等^[3]的研究也采用了类似的方法,但由于水分因素限制,用泥炭与河沙按2:1、1:1或1:2的比例混合,才达到了相同效果;林宗铿等^[2]对比了珍珠岩、珍珠岩+红壤和红壤+蘑菇土3种培养基质,结果表明使用珍珠岩作为基质可以起到较好的催芽效果;杨焱等^[6]对比了不同配比的草炭、河沙、谷壳栽培基质,结果表明草炭、河沙、谷壳按3:1:1配比,可以显著提高鲜叶产量。

1.2 扦插繁育

辣木属于生根树种,在扦插方面较易成活,因此扦插繁育也是辣木繁殖的重要手段之一。王洪峰等^[7]的研究中对比了不同基质、不同穗条及生根剂使用与否的情况,发现使用60%黄心土+40%河沙混合基质,扦插后的生根率较高,而60%黄心土+40%泥炭更适宜于辣木扦插生根苗移栽,但无论穗条是否带顶芽,扦插生根率差异不明显,后期移栽也均能成为生长正常的苗木,生根剂也不是决定扦插生根的主要因素;蒯良^[8]的研究也借鉴了这一模式,研究同样证明了在60%黄心土+40%河沙的基质为扦插床条件下平均生根率最高,但是生根剂反而从一定程度上降低了生根率,在同样使用混合基质的情况下,选择带顶芽的穗条而不使用生根剂,扦插生根率能达到80%以上。王洪峰等^[7]在试验过程中观察到,辣木扦插生根过程中,自其肉质根形成后开始出现苗木腐烂的问题,而在武新琴等^[9]的扦插试验中,也发现了当温度低于15℃时,基质湿度过高导致插穗易腐,不易生根,由此也可以看出在扦插过程中对于水分控制的重要性。

1.3 组织培育

在辣木无性繁殖技术体系中,相对于传统方式下繁育速度慢、取材难等问题,组织培育具有明

显的优势,而且也不会受条件、季节的限制,在保留原优良性状的前提下,又能实现快速繁殖的目标。目前国内研究中存在的主要区别在于外植体的选择、消毒方式与培养基比选上。罗云霞等^[10]的研究以辣木无菌苗的茎段作为外植体,对比了辣木组织培育过程中不同培养基配方和培养基程序,结果表明,在诱导分化阶段使用MS+6-BA 0.8 mg·L⁻¹+3%蔗糖+琼脂6 g·L⁻¹为培养基,形成不定芽较快,丛生芽数量多而健康,愈伤组织较少,在继代培养过程中最适宜提高增殖倍数的配方为MS+6-BA 0.6 mg·L⁻¹+NAA 0.1 mg·L⁻¹+3%蔗糖+琼脂6 g·L⁻¹,生根培养时,IBA浓度为0.1 mg·L⁻¹时根诱导率最为理想,NAA浓度为0.05 mg·L⁻¹时根诱导率较高;马秋月等^[11]的研究也采用了相同的基质混合方式,但混合比例不同,其结果表明MS+6-BA 0.4 mg·L⁻¹+NAA 0.01 mg·L⁻¹为最适的增殖培养基,1/2MS+IBA 0.4 mg·L⁻¹为最适生根培养基;吴义军等^[12]以辣木无菌苗上胚轴为外植体,也得出了类似的结论,但后者发现在一定的质量浓度范围内,不定芽的繁殖系数随着6-BA质量浓度的升高存在一个最大阈值,且该阈值会受到外界环境的影响,这也印证了一个结论,即在辣木的组织培养过程中,添加适度的激素,可以提高辣木愈伤组织诱导率、在增加不定芽的增殖率,但如果添加过量的激素,则会抑制芽的增殖^[13];朱尾银^[14]的研究则对另外几混合型种培养基进行了比较,结果表明培养基种类是影响辣木诱导和增殖的最关键因素,诱导最适培养基为改良MS+6-BA 0.5 mg·L⁻¹+NAA 0.2 mg·L⁻¹+蔗糖30 g·L⁻¹,增殖最适培养基为MS+6-BA 0.3 mg·L⁻¹+KT 0.2 mg·L⁻¹+NAA 0.1 mg·L⁻¹,改良1/2MS+NAA 0.1 mg·L⁻¹+IBA 0.2 mg·L⁻¹+蔗糖25 g·L⁻¹+卡拉胶6.5 g·L⁻¹为培养基则生根率较高。

2 施肥调控对辣木生长影响的研究

辣木生长速度快,枝、叶、花、果等生长发育的需肥量较强,因此栽培过程中需要大量的肥料。刘昌芬等^[4]在较早期提出的施肥方式为在定植前施入足量的有机肥和钙镁磷作为基肥,而在之后的栽培过程中,要根据栽培目的不断调整肥料种

类,以采叶为主则要施用氮肥与有机肥,以花、果和种子为主则要施用有机肥和钾肥;徐永强^[15]则深入研究了氮、磷、钾单因素对于辣木生长的影响,结果表明氮、磷均能在一定程度内促进辣木地上干物质积累,施用氮肥可以显著促进辣木叶绿素含量,磷肥又可以在这一基础上增加辣木叶片的脯氨酸和可溶性糖含量,施用钾肥可以显著提高辣木叶片的脯氨酸、蛋白质和维生素含量,且钾肥对植物地上和地下部分促进作用较为均衡,且在满足一定氮磷配比施肥量的前提下增施钾肥可以有效增加辣木产量和品质;李玲等^[16]针对氮、磷、钾、钙等营养元素缺失对辣木生长的影响进行了研究,结果表明在营养元素缺乏的环境会对辣木幼苗生长造成一定的影响,其中缺氮影响最大,缺氮环境下的辣木在幼苗期就会出现明显的发育不良症状,这与王永林^[17]的研究结果相同,但进一步完善了试验设计,结果表明辣木在中氮、低磷、中钾的环境下生长状况最好,磷素的多少与叶片量相关。

许冰等^[18]的研究也使用了相同的试验设计方案,结果表明氮肥各施肥配方对幼林的各项生长量指标和生理指标具有显著影响,磷肥对除地径增量和叶片含水率之外的其它设定指标也表现出显著效果,而钾肥各施肥处理仅对冠高增量、冠高比增量和叶片含水率具有显著影响,试验得出的最优施肥配比方案为:氮肥 $150\text{ g}\cdot\text{株}^{-1}$,磷肥 $60\text{ g}\cdot\text{株}^{-1}$,钾肥 $60\text{ g}\cdot\text{株}^{-1}$ 。

杨焱^[19]的研究对比了绿动力液、狮马叶翠、千叶肥1号、2号和大宝肥5种叶面肥对辣木生长的促进效果,结果表明5种叶面肥均能不同程度的促进辣木生长,且施用千叶肥1号+2号600倍液的促进效果优于其它方式,在之后的研究中杨焱^[20]又对比了不同施肥间隔和采摘方法组合对嫩梢产量的影响,结果表明采摘与修剪同时进行的情况下,45 d施肥一次的措施可以获得最好的辣木嫩梢产量;周利平等^[21]发现辣木以采叶为目的时,在采摘嫩叶后补施单位和有机肥为宜,以花、果和种子为目的时,在树体进入开花初期和籽粒进入迅速膨胀期时以薄施适量的有机肥和钾肥为主。

3 水分调控对辣木生长影响的研究

辣木主根很长,因此可以适应干旱环境,在其

栽培过程中需水量也不大,幼苗期只需保持适度湿润,定植后依靠自然降水即可,处于干旱季节时,适度灌水可以保证辣木生长。在张燕平等^[22]的研究中,辣木本身对土壤的适应性强,适合通透性较好的土壤中生长,但如果土壤排水条件较差的土壤环境中,则会形成烂根现象^[23]。基于此,目前多采用滴灌作为培育辣木的主要灌溉方式,特别是在旱季,滴灌既可以对幼龄树起到抗旱保苗的作用,又能增加成龄树鲜叶及荚果的产量和品质,与此同时,在建园时也要注意排水问题,避免积水过多影响树体生长^[24]。

潘春香等^[25]对比了不同强度的干旱情况对于辣木生长的影响,结果发现干旱就会增加辣木脯氨酸含量,降低总叶绿素含量,损害植物细胞膜,严重影响辣木正常生长。彭兴民等^[26]对不同的灌溉环境进行了对比,结果发现辣木不适应无水灌溉的环境,干旱会给辣木的生长造成不良影响,在有灌溉条件的农耕地上培育辣木,其产量较之在无灌溉条件下的退耕地来说更高。宿爱芝^[27]的研究对比了不同浇水频度对辣木的影响,研究发现10 d的浇水频率对辣木的生长促进作用最大,而当浇水频率减少时,脯氨酸和叶绿素含量都会随之降低,蛋白质含量、MDA、SOD、POD和CAT活性会呈现先增后减的趋势,且相对干旱会阻止辣木的分枝情况。至于对保水措施的选择,龙会英等^[28]的研究对比了盖膜处理和盖草处理2种方式,结果表明盖膜处理的保水效果较好,但会影响农田环境,而盖草处理后土壤水分变化相对稳定,保证土壤表层水分均匀,且后期经过草杆还田还可增加土壤肥力,其实用性相对盖膜处理更强。

4 密度调控对辣木生长影响的研究

种植密度,是影响植物生长情况的一个重要指标,从一般情况分析,较小的种植密度可以更好的保障植物产量和质量,但密度过低而造成土地空间的浪费,又会造成种植成本的提高,因此探索合理的种植密度,也是辣木产业发展中的重要环节。针对这一问题,刘昌芬等^[4]认为,种植密度应根据种植目的、植地的坡度而异,采用菜用梢和菜用果的种植密度可比采叶及种子大,坡地的种植密度可比平地大些,而这与于学安等^[29]研究的观

点较为一致,在他们提出的德宏辣木高产栽培模式中,就根据不同的种植目的提出了不同的密度安排方式,当以采收鲜叶和嫩梢为目的时,种植密度应不低于 $15\,000\text{株}\cdot\text{hm}^{-2}$,株行距可以设置为 $0.5\text{m}\times 1.0\text{m}$,而当以采收种子为目的时,建议种植密度为 $3\,000\sim 4\,995\text{株}\cdot\text{hm}^{-2}$,株行距为 $(1.0\sim 1.5)\text{m}\times 2.0\text{m}$ 。周明强等^[30]对比了辣木在不同种植密度条件下的产量,研究结果表明株行距以 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$ 最适合辣木生长,其各项生长性状的表现也最佳,而过稀或过密都会影响辣木的产量和种植效益,之后,宿爱芝^[27]在此基础上加入了更多的密度对比组,其研究结果与前者基本相同,但出于对节约土地利用空间的考虑,提出了 $1.2\text{m}\times 1.2\text{m}$ 的株行距更加适合以获取生物量为目的的生产。张德等^[31]又对 $2\text{m}\times 2\text{m}$ 和 $2.5\text{m}\times 2.5\text{m}$ 2种不同种植密度对辣木农艺性状的影响进行了对比研究,结果表明,更小的种植密度在植物群落个体间对环境资源利用方面更有优势,其享有更充足的光照条件和土壤养分供给,因此在生长量、果实形状和种子产量3个方面具有明显优势。

综上所述,学界普遍认为过高的种植密度会阻碍辣木个体的良性生长,因此要根据种植目的选择最适合的种植密度,这也有利于提高土地利用率和单位面积生产力^[32]。

5 病虫害控制对辣木生长影响的研究

辣木树体自身对各种病虫害都具有较强的抵抗力,但在其生长过程中也会受到病虫害侵袭,而当灾害过度蔓延时,则很难保证树木的健康生长以及树木自身的质量,因此,当前有许多学者针对这一问题进行研究,以期找到经济合理、科学有效的病虫害防治手段和措施。蒋桂芝等^[33]对云南西双版纳地区辣木生产栽培状况进行了调查,发现半裸镰刀菌和黑星菌所致的落叶病、嫩梢萎蔫病、枝条溃疡病、豆荚褐腐病、幼荚干缩病,以及白蚁、蚜虫等为害严重,也在后续研究中有针对性的分析了致病原因及防治方法。同时指出,当前许多病虫害都与辣木田间管理方式及生产节奏有关,因此找到适当合理的田间管理措施和采摘强度,才是控制辣木病虫害的关键^[34]。杨生超等^[35]也对枝条回枯病、白粉病、炭疽病、幼苗茎斑

病等病害,及斑潜蝇、小菜蛾、朱砂叶螨、白蚁等虫害进行了研究,分析了其为害症状、发生规律及相应的防治方法。与刘子记等^[36]的研究不同,后者的研究侧重于化学防治,即喷施农药的病虫害防治模式,虽然该方法相对来说更加简便,但考虑到辣木最终产品的无公害性及其特有的养生功效,还是应该推广物理防治和生物防治技术,即采用更加科学的生产和田间管理方式减少病害的发生率,用杀虫灯诱捕或引用天敌捕食等方式来抑制虫害的蔓延,确保辣木产业链下游产品,特别是食用产品的安全和功效。

6 调控栽培对辣木生长影响的研究展望

辣木作物是功能性植物,其营养价值和药用价值已经被学界广泛认同,产品开发也极具市场价值,产业发展前景可观。基于对辣木自身的生理特性,及对其衍生产品市场定位的考虑,未来应该将重点放在辣木种植过程科学引导和管理,不断提高规范化种植水平,推进辣木种植产业链的现代化生产进程,基础在于不断完善辣木的研究理论和体系。

如前文所述,目前国内学界对于辣木栽培的问题已经进行了比较深入的研究,取得了丰硕的研究成果,特别是在繁育措施方面,已经形成比较完善的研究理论和体系,这为我国辣木产业健康发展提供了理论基础,也为日后辣木产业的规模化建设铺平了道路。但是,通过对当前理论研究体系内容的观察,仍有部分理论研究需要进一步丰富,特别是对于水分、肥力等要素的调控及影响的研究对应当前“十三五”时期“绿色发展”理念,下一步对辣木的研究重点除了要进一步深入繁育体系研究、充实种植方式、总结病虫害防治之外,强化对合理的水、肥施用模式及措施的研究力度更是十分必要。

参考文献

- [1] 郑燕珊. 辣木的种子苗繁殖技术[J]. 广东农业科学, 2009(3): 178-179.
- [2] 林宗铿, 张汉荣, 陈振东. 辣木引种试种研究初报[J]. 福建热作科技, 2014(4): 1-4.
- [3] 智顺, 武新琴. 不同药剂及基质对辣木出苗率的影响[J]. 中国农村小康科技, 2010(12): 44-46.
- [4] 刘昌芬, 龙继明, 杨焱, 等. 多功能植物辣木栽培技术研究初

- 报[J]. 中国农学通报, 2007(6): 590-593.
- [5] 杨俊俊, 曲美玲, 李月, 等. 辣木快速繁殖体系[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2015(3): 65-70.
- [6] 杨焱, 刘昌芬, 龙继明. 不同栽培基质对辣木农艺性状的影响[J]. 热带农业科技, 2014(2): 17-20.
- [7] 王洪峰, 韦强. 辣木播种育苗及扦插繁殖技术研究[J]. 广东林业科技, 2008(1): 47-50.
- [8] 蒯良. 辣木播种育苗及扦插繁殖技术研究[J]. 生物技术世界, 2015(11): 61-72.
- [9] 武新琴, 智顺. 太原引种印度辣木栽培试验[J]. 山西农业科学, 2012(12): 1285-1287.
- [10] 罗云霞, 陆斌, 石卓功. 辣木组织培养试验研究[J]. 江西林业科技, 2008(2): 20-25.
- [11] 马秋月, 黄海泉, 黄蔚霞, 等. 辣木组织培养技术研究[J]. 黑龙江农业科学, 2015(12): 18-21.
- [12] 吴义军, 张静美, 陈芳, 等. 不同培养基对辣木不定芽诱导及增殖的影响[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2015(2): 257-262.
- [13] 郭梦桥, 程薪宇, 徐海军, 等. 辣木组织培养技术研究进展[J]. 黑龙江科学, 2016(13): 10-12.
- [14] 朱尾银. 辣木的组织培养及快速繁殖研究[J]. 安徽农学通报(上半月刊), 2011(7): 54-107.
- [15] 徐永强. 辣木苗期施肥效应和营养诊断研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2010.
- [16] 李玲, 殷振华, 亚华金, 等. N、P、K、Ca 元素培养对辣木幼苗生长的影响[J]. 中国农学通报, 2015(16): 52-56.
- [17] 王永林. 辣木幼苗氮磷钾 3414 施肥效应研究[J]. 中国农业信息, 2015(11): 37.
- [18] 许冰, 任开磊, 吴疆翀, 等. 辣木幼林对氮、磷、钾肥效应响应及叶片的生理反应[J]. 林业科学研究, 2016(3): 418-423.
- [19] 杨焱. 喷施叶面肥对棚栽辣木生长和产量的影响[J]. 热带农业科技, 2011(3): 25-27.
- [20] 杨焱. 不同采摘方法与施肥间隔对辣木嫩梢产量的影响[J]. 热带农业科技, 2012(1): 39-40.
- [21] 周利平, 李永, 姜绍红, 等. 普洱市辣木引种生境适应性初步研究[J]. 林业调查规划, 2015(5): 147-152.
- [22] 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.
- [23] 葛朝红, 师树新, 刘彦霞, 等. 辣木在冀中南栽培技术初探[J]. 农业科技通讯, 2016(7): 211-212.
- [24] 杨生超, 马春花. 辣木田间管理措施[J]. 致富天地, 2015(4): 45-46.
- [25] 潘春香, 陈锦明. 辣木幼苗干旱胁迫的生理响应的研究[C]. 全国“植物生物技术及其产业化”研讨会, 2007.
- [26] 彭兴民, 郑益兴, 段琼芬, 等. 印度传统辣木引种栽培研究[J]. 热带亚热带植物学报, 2008(6): 579-585.
- [27] 宿爱芝. 辣木栽培技术与生物量关系的研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2012.
- [28] 龙会英, 郑益兴, 张燕平, 等. 元谋干热河谷辣木人工林地灌水后不同覆盖措施对土壤水分及辣木物候的影响[J]. 水土保持研究, 2011(1): 232-235.
- [29] 于学安, 岳发科, 冯二旺保. 德宏辣木高产栽培试验初报[J]. 中国热带农业, 2015(3): 55-57.
- [30] 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(3): 56-57.
- [31] 张德, 龙会英, 郑益兴, 等. 不同种植密度和栽培管理对辣木农艺性状的影响[J]. 西南农业学报, 2014(5): 1870-1873.
- [32] 郭梦桥, 王晓飞, 徐海军, 等. 辣木有性繁殖技术研究进展[J]. 安徽农业科学, 2016(11): 181-183.
- [33] 蒋桂芝, 阿红昌, 刘昌芬. 西双版纳辣木主要病虫害研究初报[J]. 热带农业科技, 2006(4): 6-9.
- [34] 蒋桂芝, 杨焱, 龙继明, 等. 西双版纳辣木常见病虫害及其防治[J]. 热带农业科技, 2011(3): 28-30.
- [35] 杨生超, 马春花. 辣木主要病虫害及防治[J]. 致富天地, 2015(4): 47-49.
- [36] 刘子记, 曹振木, 党选民, 等. 特色植物辣木栽培及病虫害防治相关技术研究[J]. 北方园艺, 2015(4): 186-189.

Research Progress on Effect of Regulating Cultivation on Growth of *Moringa*

MENG Yuan, HU Binghui

(College of Environmental Science and Engineering, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224)

Abstract: In this review, the relevant research about the influence of controlled cultivation on the growth of *Moringa oleifera* in recent years was reported. It provided a theoretical basis for the healthy development of *Moringa oleifera* in China by means of breeding measures, fertilization regulation, water regulation, density control, pest control. At the same time, this review provided scientific guidance and management of *Moringa* cultivation, constantly improved the level of standardized cultivation and promoted the modernization of *Moringa* plant industry chain.

Keywords: *Moringa*; regulating cultivation; advance