

# 辣木离体再生体系的建立

陈丽文, 时群, 陈乃明, 何贵整, 吴红英 (钦州市林业科学研究所, 广西钦州 535099)

**摘要** 以辣木种子为外植体, 诱导获得无菌苗, 然后通过用无菌苗的嫩茎诱导愈伤组织分化不定芽, 再将不定芽诱导生根, 获得完整植株, 建立辣木的离体再生体系。结果表明, 适合辣木种子诱导无菌苗的培养基为 MS<sub>0</sub>, 诱导率达 95%; 适合无菌苗茎段诱导愈伤组织的培养基为 MS+2,4-D 0.8 mg/L+KT 0.2 mg/L, 诱导率达 87.03%; 适合愈伤组织分化不定芽及不定芽增殖的培养基为改良 MS+6-BA 0.6 mg/L+IAA 0.2 mg/L, 芽分化率达 83.33%, 芽增殖系数达 4.2; 适合不定芽生根的培养基为 1/3MS+IBA0.5 mg/L+NAA0.2 mg/L, 生根率达 92.7%, 平均根数达 5.78。

**关键词** 辣木; 离体培养; 再生体系

中图分类号 S792.99 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)18-0121-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.18.032



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Establishment of Regeneration System *in vitro* for *Moringa oleifera* Lam

CHEN Li-wen, SHI Qun, CHEN Nai-ming et al (Qinzhou Forestry Science Research Institute, Qinzhou, Guangxi 535099)

**Abstract** The seeds of *Moringa oleifera* were used as explants to induce and obtain aseptic seedlings, and then the callus was induced to differentiate adventitious buds by using the tender stems of seedlings, then the adventitious buds were induced to take root to obtain complete plants and establish *in vitro* regeneration system. Results showed that culture medium MS<sub>0</sub> was suitable for the seeds of *M. oleifera* to induce sterile seedlings, the induction rate was 95%. The optimal callus induced medium was MS+2,4-D 0.8 mg/L+KT 0.2 mg/L, the induction rate was 87.03%. The optimal medium for adventitious buds differentiation and multiplication were modified MS+6-BA 0.6 mg/L+IAA 0.2 mg/L, the differentiation rate was 83.33%, the multiplication coefficient was 4.2. The optimal rooting culture medium was 1/3MS+IBA0.5 mg/L+NAA 0.2 mg/L, the rooting rate was 92.7%, the average root number was 5.78.

**Key words** *Moringa oleifera*; *in vitro* culture; Regeneration system

辣木(*Moringa oleifera* Lam.)为辣木科辣木属植物, 又称鼓槌树, 是一种有独特经济价值的热带植物, 原产于印度北部<sup>[1]</sup>。辣木是目前已发现的最好植物蛋白、维生素 A、叶酸、泛酸、钙、铁、硒等多种营养素的来源, 其叶、果均有优良的食用和药用价值, 果实提取的植物油具有独特的工业用途, 是全球最热门的高营养多用途植物, 在很多国家都作为重要药食和工业原料来利用, 被誉为“植物中的钻石”<sup>[2-5]</sup>。

目前, 辣木主要的育苗方式是播种繁殖和扦插, 不仅育苗周期长、繁殖系数低, 会造成品种退化, 而且易受季节气候条件的限制<sup>[6]</sup>。通过离体快繁建立植株再生体系是解决辣木种苗繁殖的一种有效途径, 为辣木良种苗木的规模化生产提供理论依据。

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 选用辣木改良种 PKM1 的种子作为外植体材料, 种子采自云南。

### 1.2 方法

**1.2.1 无菌苗诱导。** 选取颗粒饱满的良种辣木种子, 剥去外种壳, 将种仁在超净工作台上以 0.1% HgCl<sub>2</sub> 溶液消毒 10 min, 再用无菌水冲洗 5 遍, 沥干水后接种到初始诱导培养基上, 放置在培养室用黑布遮盖进行暗培养, 待种子开始萌动, 长出白色根, 再掀开黑布继续培养直至长成无菌小苗。

**1.2.2 愈伤组织诱导。** 将获得的无菌苗剪切成约 1 cm 小段, 接种到愈伤组织诱导培养基上, 每瓶培养基接入 3 个小段, 每种培养基接种 15 瓶, 接种时使切口与培养基相接触,

接种后放置在培养室用黑布遮盖进行暗培养 15 d, 待愈伤组织形成后移到自然光条件下培养, 30 d 后统计愈伤组织的诱导率。

**1.2.3 不定芽诱导与增殖。** 将长出的愈伤组织切下接种至不定芽诱导培养基上培养, 每瓶培养基接种 2 个愈伤组织块, 每种培养基接种 15 瓶, 接种后放在培养室用黑布遮盖进行暗培养 10 d, 待不定芽萌出后移到自然光条件下培养, 30 d 后统计不定芽的诱导率, 然后每隔 30 d 将不定芽转接到适宜的培养基上进行增殖培养。

**1.2.4 生根诱导。** 剪取生长健壮的不定芽接种至生根诱导培养基上, 每瓶培养基接种 10 株小芽, 每种培养基接种 15 瓶, 接种后放在培养室内弱光条件下培养, 待小苗的基部切口处长出根系后移到炼苗棚进行炼苗, 炼苗 15 d 左右就可以进行生根苗的移栽。

**1.2.5 培养基及培养条件。**

**1.2.5.1 培养基。** 基本培养基为 MS 培养基, 根据不同培养阶段的需要添加不同浓度的生长调节剂、防褐化剂、其他添加物等。培养基 pH 为 5.8, 诱导、增殖培养基每升添加 3.8 g 琼脂粉、30 g 白砂糖, 生根培养基每升添加 4.2 g 琼脂粉、20 g 白砂糖。培养基在 121 °C 高压灭菌锅灭菌 20 min。培养基取出后自然冷却, 待其凝固后即可使用。

**1.2.5.2 培养条件。** 培养室温度保持在 (25±2) °C, 空气湿度为 75%~85%, 光照强度为 2 000~3 000 lx, 每天光照时间为 12 h。

**1.2.6 数据处理。** 采用 DPS 数据处理系统对数据进行方差分析和 LSD 多重比较。

## 2 结果与分析

**2.1 无菌苗诱导情况** 通过辣木种子诱导获取无菌苗比较

**基金项目** 钦州市科学研究与技术开发计划项目(20164429)。

**作者简介** 陈丽文(1980—), 女, 广西苍梧人, 高级工程师, 硕士, 从事植物无性快繁技术研究。

**收稿日期** 2019-05-15

容易,将经过消毒处理的辣木种仁接种到初始诱导培养基MS<sub>0</sub>(不加任何激素和添加物)中,暗培养7 d后种子开始萌动,长出长约1 cm的白色根,然后掀开黑布继续培养3~5 d即可长出小苗,15~20 d 无菌苗可长至3~4 cm,无菌苗的诱导率达95%。

**2.2 不同生长调节剂组合对辣木无菌苗茎段诱导愈伤组织的影响** 将辣木无菌苗剪切成小段,接种到愈伤组织诱导培养基上培养10 d左右,茎段两端慢慢翘起,茎段弯曲,茎段两端切口部位开始出现少量愈伤组织,大约20 d,大部分茎段切口处形成愈伤组织,愈伤组织诱导情况见表1。从表1可以看出,A<sub>4</sub>处理的无菌苗茎段愈伤组织的诱导率最高。统计分析表明,A<sub>4</sub>处理与其他处理均存在显著差异。根据观察结果可知,随着2,4-D浓度的增加,愈伤组织的诱导率也增高,但浓度过高容易导致愈伤组织表面出现老化现象。综合比较看出,A<sub>4</sub>培养基的诱导率最高,愈伤组织生长也较好,愈伤组织质地致密,黄绿色。MS+2,4-D0.8 mg/L+KT0.3 mg/L为适合愈伤组织诱导的培养基,诱导率达87.03%,诱导出的愈伤组织生长状况最好。

**2.3 不同无机盐浓度及生长调节剂组合对辣木不定芽分化及增殖的影响** 将无菌苗茎段切口长出的愈伤组织切下接种到芽分化培养基上培养,25 d左右愈伤组织块上分化出不

定芽,待芽高长到约3 cm时,将芽丛切下,接种至同样的培养基上进行增殖培养。辣木不定芽分化及增殖情况见表2,对试验结果进行统计分析,结果见表3、4。

表1 不同生长调节剂组合对辣木无菌苗茎段诱导愈伤组织的影响  
Table 1 Effects of different combinations of growth regulators on callus induced by stem segments of *Moringa oleifera* seedlings

处理 Treatment	2,4-D mg/L	KT mg/L	诱导率 Inductivity %	愈伤组织 生长情况 Callus growth
A <sub>1</sub>	0.4	0.1	53.17 fC	生长缓慢,质地疏松,黄白色
A <sub>2</sub>	0.4	0.3	56.30 eC	生长缓慢,质地疏松,黄白色
A <sub>3</sub>	0.8	0.1	73.93 dB	生长较好,质地致密,黄绿色
A <sub>4</sub>	0.8	0.3	87.03 aA	生长较好,质地致密,黄绿色
A <sub>5</sub>	1.2	0.1	77.27 cB	生长一般,表面老化,黄色
A <sub>6</sub>	1.2	0.3	83.63 bA	生长一般,表面老化,黄色

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著( $P<0.05$ ),同列数据后大写字母不同表示差异极显著( $P<0.01$ )

Note: Different small letters within the same column mean significant differences ( $P<0.05$ ), different capital letters within the same column show extremely significant differences ( $P<0.01$ )

从表3可以看出,不同无机盐浓度的基本培养基对辣木不定芽分化及增殖的影响存在显著差异,其中改良MS培养基的平均芽分化率和平均芽增殖系数更高,分别为63.33%

表2 不同无机盐浓度及生长调节剂组合对辣木不定芽分化及增殖的影响

Table 2 Effects of different inorganic salt concentrations and growth regulator combinations on differentiation and proliferation of *Moringa oleifera* adventitious buds

无机盐 Inorganic salt	生长调节剂组合 Growth regulator combination//mg/L	芽分化率 Bud differ- entiation rate//%	芽增殖系数 Bud proliferation coefficient	芽生长情况 Bud growth
MS	6-BA0.6+IAA0.2	73.33	3.50	芽正常,叶色偏黄,掉叶
	6-BA1.0+IAA0.2	70.00	3.20	芽轻度玻璃化,叶色偏黄,掉叶
	6-BA0.6+NAA0.2	36.67	1.90	芽正常,叶色偏黄,掉叶
	6-BA1.0+NAA0.2	33.33	1.80	芽轻度玻璃化,叶色偏黄,掉叶
改良MS Modified MS	6-BA0.6+IAA0.2	83.33	4.20	芽健壮,叶片舒展,叶色翠绿
	6-BA1.0+IAA0.2	76.67	3.80	芽轻度玻璃化,叶片略卷曲
	6-BA0.6+NAA0.2	53.33	2.50	芽健壮,叶片舒展,叶色翠绿
	6-BA1.0+NAA0.2	40.00	2.20	芽轻度玻璃化,叶片略卷曲

注:改良MS培养基是将MS培养基中KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>和铁盐的浓度适当提高

Note: The improved MS medium is to appropriately increase the concentration of KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> and iron salts in MS medium

表3 不同无机盐浓度对辣木不定芽分化及增殖的影响

Table 3 Effects of different inorganic salt concentrations on the differentiation and proliferation of *Moringa oleifera* adventitious buds

无机盐 Inorganic salt	平均芽分化率 Average bud differ- entiation rate//%	平均芽增殖系数 Average bud proliferation coefficient
MS	53.33 bA	2.60 bB
改良MS Modified MS	63.33 aA	3.18 aA

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著( $P<0.05$ ),同列数据后大写字母不同表示差异极显著( $P<0.01$ )

Note: Different small letters within the same column mean significant differences ( $P<0.05$ ), different capital letters within the same column show extremely significant differences ( $P<0.01$ )

表4 不同生长调节剂组合对辣木不定芽分化及增殖的影响

Table 4 Effects of different growth regulators combinations on the differentiation and proliferation of *Moringa oleifera* adventitious buds

生长调节剂组合 Growth regulator combination//mg/L	平均芽分化率 Average bud differ- entiation rate//%	平均芽增殖系数 Average bud proliferation coefficient
6-BA0.6+IAA0.2	78.33 aA	3.85 aA
6-BA1.0+IAA0.2	73.34 aA	3.50 bA
6-BA0.6+NAA0.2	45.00 bB	2.20 cB
6-BA1.0+NAA0.2	36.67 bB	2.00 cB

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著( $P<0.05$ ),同列数据后大写字母不同表示差异极显著( $P<0.01$ )

Note: Different small letters within the same column mean significant differences ( $P<0.05$ ), different capital letters within the same column show extremely significant differences ( $P<0.01$ )

和 3.18;而且,以 MS 为基本培养基诱导分化的不定芽长出的叶片颜色偏黄,有掉叶的现象,而采用经过改良的 MS 作为基本培养基诱导的不定芽则比较健壮,长出的叶片颜色翠绿,这可能是由于改良 MS 培养基中适当提高了  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  和铁盐的浓度,在培养基中提高磷酸根离子水平可抵消 IAA 对芽分化的抑制作用,增加芽的增殖率<sup>[7]</sup>;而铁盐是培养基中用量较多的一种无机盐类物质,对植物组织叶绿素的合成和延长生长起到重要的作用<sup>[8]</sup>。

从表 4 可以看出,同样浓度的 6-BA 分别与 NAA、IAA 组合的培养基对辣木愈伤组织分化芽及芽的增殖效果不同,两者之间存在极显著差异,添加 IAA 的培养基愈伤组织诱导芽的分化率、增殖系数更高,芽生长也较好;此外,试验发现,在同样浓度的生长素组合下,随着 6-BA 浓度的提高,不定芽会出现玻璃化、叶片卷曲的现象,因此,6-BA 0.6 mg/L+IAA 0.2 mg/L 为更好的生长调节剂浓度组合配比。

经综合比较,改良 MS+6-BA 0.6 mg/L+IAA 0.2 mg/L 培养基比较适合辣木不定芽的分化和增殖,芽分化率达 83.33%、芽增殖系数达 4.2,且芽生长健壮,叶片舒展、叶色翠绿。

**2.4 不同无机盐浓度及生长调节剂组合对辣木不定芽生根的影响** 剪取生长健壮、长约 3 cm 的不定芽接种至生根诱导培养基上,放在培养室内弱光条件下培养,15 d 后小苗的基部切口处开始长根。辣木不定芽生根情况见表 5,对试验结果进行统计分析,结果见表 6、7。

表 5 不同无机盐浓度与生长调节剂组合对辣木不定芽生根的影响

Table 5 Effects of different inorganic salt concentrations and growth regulator combinations on the rooting of *Moringa oleifera* adventitious buds

无机盐 Inorganic salt	IBA mg/L	NAA mg/L	生根率 Rooting percentage %	平均根数 Average root number 条	根系情况 Root growth
MS	0.5	—	54.0	2.15	根细长、侧根少
	—	0.5	51.3	1.96	根粗短、侧根多
	0.5	0.2	60.7	2.97	根粗壮、须根发达
1/2MS	0.5	—	66.0	2.98	根细长、侧根少
	—	0.5	61.3	2.56	根粗短、侧根多
	0.5	0.2	71.3	3.87	根粗壮、须根发达
1/3MS	0.5	—	78.7	3.76	根细长、侧根少
	—	0.5	72.0	3.53	根粗短、侧根多
	0.5	0.2	92.7	5.78	根粗壮、须根发达

从表 6 可以看出,不同无机盐浓度的基本培养基对辣木不定芽生根的影响存在显著差异,不同无机盐浓度的基本培养基的生根效果为 1/3MS>1/2MS>MS,可以看出辣木不定芽生根诱导需要较低的无机盐浓度,以无机盐浓度为 1/3MS 时的平均生根率和平均根数最高,分别为 81.13% 和 4.36。所以,辣木不定芽生根选用 1/3MS 为基本培养基比较合适。

从表 7 可以看出,添加不同生长调节剂 IBA、NAA 及两者组合的生根培养基对辣木不定芽生根的效果不同,其中以 IBA 和 NAA 组合的生根效果好,并与单独添加 IBA 或 NAA 的生根效果存在极显著差异。单独添加同浓度的 IBA 或

NAA 的生根培养基的辣木不定芽生根率和平均根数差异不显著,但从表 5 看,单独添加 IBA 的生根培养基培养的小苗根系较细长、侧根较少,单独添加 NAA 的生根培养基培养的小苗根系较粗短、侧根较多,而添加 IBA 与 NAA 组合的生根培养基培养的小苗根系粗壮、须根发达。因此,IBA 0.5 mg/L+NAA 0.2 mg/L 为适宜辣木不定芽生根的生长调节剂组合。

经综合比较,1/3MS+IBA 0.5 mg/L+NAA 0.2 mg/L 培养基比较适合辣木不定芽生根,生根率达 92.7%,平均根数达 5.78,且根系粗壮、须根发达。

表 6 不同无机盐浓度对辣木不定芽生根的影响

Table 6 Effects of different inorganic salt concentrations on the rooting of *Moringa oleifera* adventitious buds

无机盐 Inorganic salt	平均生根率 Average rooting rate//%	平均根数 Average root number//条
MS	55.33 cB	2.36 bB
1/2MS	66.20 bB	3.14 bAB
1/3MS	81.13 aA	4.36 aA

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著( $P<0.05$ ),同列数据后大写字母不同表示差异极显著( $P<0.01$ )

Note: Different small letters within the same column mean significant differences ( $P<0.05$ ), different capital letters within the same column show extremely significant differences ( $P<0.01$ )

表 7 不同生长调节剂组合对辣木不定芽生根的影响

Table 7 Effects of different growth regulator combinations on the rooting of *Moringa oleifera* adventitious buds

生长调节剂组合 Growth regulator combination//mg/L	平均生根率 Average rooting rate//%	平均根数 Average root number//条
IBA 0.5	66.23 bAB	2.96 bAB
NAA 0.2	61.53 bB	2.68 bB
IBA 0.5+NAA 0.2	74.90 aA	4.21 aA

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著( $P<0.05$ ),同列数据后大写字母不同表示差异极显著( $P<0.01$ )

Note: Different small letters within the same column mean significant differences ( $P<0.05$ ), different capital letters within the same column show extremely significant differences ( $P<0.01$ )

### 3 讨论

(1) 外植体材料的选择常常是组织培养获得成功与否的关键。从理论上讲,植物的任何组织或器官都能作为组织培养的外植体,但由于植物种类、生长阶段、生理状态、年龄、生长部位等不同,其无性繁殖能力也不一样,同一植物不同的组织和器官其再生能力也有差异<sup>[9]</sup>。该试验采用辣木种子作为外植体,诱导获得无菌苗,再用无菌苗的茎段诱导愈伤组织,通过愈伤组织分化不定芽,最终形成完整植株。通过种子虽然能较快地获得无菌材料,但须经过愈伤组织的途径才分化获得不定芽,过程相对较长。今后可尝试以辣木苗嫩枝作为外植体,直接诱导获得无菌芽进行繁殖,为辣木离体再生体系的建立提供更多的途径。

(2) 辣木对细胞分裂素特别敏感,在离体培养过程中极易产生玻璃化现象。玻璃化是在芽分化启动后的生长过程,

的生长发育条件,促进植株开花结实,提高果实产量。结合草海湿地、石门坎等观光旅游资源,积极宣传并开展短柱油茶盛花期的季节性赏花生态旅游,增加旅游收入,间接降低油茶的经营管理成本,不仅可推进威宁短柱油茶的产业化发展,而且还可改善威宁的自然生态环境,防止水土流失,结合可持续发展战略,为山区经济发展奠定基础。

**5.2.2 把握机遇,把油茶当作农民增收的重要特色产业来抓。**油茶具有十分广阔的发展前景,威宁又有着丰富的短柱油茶资源。应发展油茶产业,并把它逐步培育成农民增收的特色产业。充分认识油茶产业对山区农民增收的重要作用,充分认识油茶十分广阔的发展前景,紧紧抓住推进农业产业结构调整机遇,抓住国家实施农业现代化的机遇,站在国际市场的高度,重新审视产业结构调整,积极争取项目支持,做好种质资源保护、油茶低产改造、新造油茶基地扩大资源总量<sup>[9]</sup>,尽快把油茶作为一项特色产业做大做强。

**5.2.3 认真研究和解决制约油茶产业发展的关键问题,不断提高油茶生产的科技含量。**做好油茶产业文章,必须紧紧依靠现代科学技术的研究与推广运用,最大限度地降低油茶生产成本,不断提高油茶经济效益。要大力支持以优质新品种选育、无公害高效生产技术为主的油茶科技攻关<sup>[10]</sup>。积极与有关科研院所建立合作关系,加快油茶实用技术的科研攻关,不断开发油茶新品种和加工的新技术、新工艺,在油茶良种选育、低改和深加工上进行突破,多渠道、大幅度提高油茶单位面积产量和产值,调动农民种植油茶的积极性,切实解决茶籽产量不稳定、油茶原料紧缺的问题。要加快对科研成果的推广运用。结合“送科技下乡”活动,加大对油茶经营户的培训力度,主动搞好技术服务和科学引导,适时采取实地传授、专题讲座等方式,大力推广科研成果,尽量缩短科技成果转化成为生产力的周期。要尽快改变各村各户分散经

(上接第 123 页)

由碳水化合物、氮代谢和水分状态等发生生理性异常所引起,它受多种因素影响和控制,主要有温度、光照、激素种类和浓度、琼脂用量、酸碱度、糖浓度、碳氮比、乙烯等<sup>[10]</sup>。该试验通过调节光照、激素浓度可以大大减少玻璃化苗的产生。

(3)在辣木离体培养过程中,无论是增殖培养还是生根培养,均很容易出现叶子黄化脱落的现象。该试验通过提高铁盐的浓度,并调节琼脂和蔗糖的用量可减少叶子黄化脱落。

(4)在辣木不定芽生根培养时,将培养基中无机盐浓度降低,可提高生根率,这种无机盐浓度降低的功能虽不是十分明确,但培养基中的盐浓度会影响到其渗透压,从而影响到植物离体培养物的营养吸收和向培养基中释放一些物质,促进植物生根。

营的粗放经营模式,大力推广“公司+农户+基地”的生产经营模式,逐步减少和取消农村茶油木榨小作坊,提高茶籽加工和综合利用水平,努力形成规模效益。

**5.2.4 多措并举,发展林下经济和养蜂业。**林下经济是充分利用林下土地资源和林荫优势从事林下种植、养殖等立体复合生产经营,从而使农林牧各业实现资源共享、优势互补、循环相生、协调发展的生态农业模式,这种立体利用的模式可让林地资源得到充分的利用。遵循“宜种则种,宜养则养”的原则,对林下经济进行积极探索与实践,新建林药套种(黄连、党参、天麻等)基地、探索林药套种、林菌套种等多种模式。油茶为优良蜜源植物,茶花资源得到充分利用后,可增加蜂农收入;利用茶花资源开展脱粉,蜜蜂采花粉又可提高油茶坐果率,不失为“双赢”的又一途径。

## 参考文献

- [1] 阮友剑.毕节市威宁短柱油茶发展的思考[C]//第十五届中国科协年会第 19 分会场:中国西部生态林业和民生林业与科技创新学术研讨会论文集.北京:《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社,2013.
- [2] 王道植,梁纬祥,黄鹤先,等.贵州高寒山区发现野生的威宁短柱油茶[J].贵州林业通讯,1979(9):16-17.
- [3] 李永康,王道植,梁纬祥,等.威宁短柱油茶的初步研究[J].林业科学,1980(3):198-202.
- [4] 邵群.鄂西南油茶产业发展前景及栽培技术要点[J].恩施职业技术学院学报,2010,22(3):82-85.
- [5] 许杰,王进,耿继斌,等.贵州威宁短柱油茶资源现状及特点[J].黑龙江生态工程职业学院学报,2015,28(2):8-10.
- [6] 李晓荣.威宁短柱油茶现状调查及发展对策初探[J].农业研究与应用,2014(1):42-45.
- [7] 李世成.云南省腾冲县红花油茶资源调查及利用分析[J].西南林学院学报,2008,28(3):11-13,19.
- [8] 李正飞.广南县油茶低产林成因及改造技术措施[J].中国果菜,2007(1):12-13.
- [9] 龚发武,杨慧玲,李长燕.对泸溪县油茶产业发展的思考[J].绿色科技,2018(19):183-185.
- [10] 宋智富.发展油茶产业的调查与思考[C]//统筹农村全面小康建设研讨会论文集.长沙:湖南农业大学(社会科学版)编辑委员会,2004.

## 参考文献

- [1] 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.
- [2] 周明强,班秀文,刘清国,等.贵州辣木的引种栽培技术及特征特性研究[J].安徽农业科学,2010,38(8):4086-4088.
- [3] 刘子记,孙继华,刘昭华,等.特色植物辣木的应用价值及发展前景分析[J].热带作物学报,2014,35(9):1871-1878.
- [4] 苏科巧,陶亮,黄文祥.辣木食品研究进展[J].农产品加工,2015(1):72-74.
- [5] 黎国运,李大周,徐佩玲,等.辣木组培育苗技术研究总结[J].热带林业,2006,34(1):31-32.
- [6] 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(自然科学版),2015,30(2):257-262.
- [7] 程家胜.植物组织培养与工厂化育苗技术[M].北京:金盾出版社,2003.
- [8] 李胜,李唯.植物组织培养原理与技术[M].北京:化学工业出版社,2007.
- [9] 宋维秀.桉木组织培养技术研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2009.
- [10] 蔡祖国,徐小彪,周会萍.植物组织培养中的玻璃化现象及其预防[J].生物技术通讯,2005,16(3):353-355.