

补血草组织培养技术研究进展

曹君迈, 彭亚齐, 陈淑媛

(北方民族大学 生物科学与工程学院, 宁夏 银川 750021)

摘要:对补血草的组培技术从诱导培养、增殖培养、生根培养、移栽练苗的研究现状进行了概述,旨在为补血草植物的组培快繁提供科学依据,同时对补血草野生植物资源保护、开发利用及产业化发展奠定基础。

关键词:补血草;组织培养;技术

中图分类号:S 681.903.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)02-0177-05

补血草(*Limonium sinuatum*)属多年生或二年生草本植物,原产地中海沿岸地区。别名深波叶补血草、呈辰花、干枝梅、矾松菊等^[1]。它不仅花色丰富漂亮,有黄、橘黄、桃红、粉红、紫红、蓝青、白色等各种颜色,而且种植广泛,世界的许多地区均有商业栽培。它常常被用作鲜切花和干花,还可以入药。鲜切花主要是作配花,花色艳丽,保鲜期长;作干花,其花瓣膜质,含水量低,即使叶和花枝凋萎,花也不褪色不凋落,因而有“不凋花”的美誉,

是制作干花的绝佳品种。根据中医学中记载,全草具有活血、止血、温中健脾、滋补强壮之功效,具有较高的药用价值^[2]。此外,补血草属多为耐盐抗旱的旱生植物,是我国优良的野生植物资源,在防风固沙、生态恢复中具有重要的应用价值^[3]。

植物组织培养(plant tissue culture)是一门以植物生理学为基础的生物技术学科,它诠释了植物细胞的全能性。植物组织培养被称为植物克隆,指通过无菌操作将外植体(幼胚、幼叶、花药、子房、根尖、茎尖、茎段等)接种于人工配制的培养基上,在人工控制的环境条件下(光照、温度、湿度、通气等)进行离体培养的一套技术与方法^[4]。植物组织培养可以分为固体培养、半固体培养、液体培养等,近年来研发了一系列相应的技术和设

第一作者简介:曹君迈(1964-),女,本科,教授,现主要从事细胞工程和细胞生物教学与科研工作。E-mail:junmaicao@163.com.

基金项目:北方民族大学国家级创新创业训练计划资助项目(201311407018)。

收稿日期:2015-10-08

[7] 郁建兴.从行政推动到内源发展:当代中国农业农村发展的战略转型[J].经济社会体制比较,2013(3):12-25.

[8] 温铁军.三农问题与世纪反思[M].北京:三联书店,2005.

[9] 张建斌.农业产业集群形成过程中的市场失灵与政府作用[J].农村经济,2011(5):54-57.

[10] 罗伯特·K·殷.案例研究方法的应用[M].重庆:重庆大学出版社,

2014.

[11] 林毅夫.关于制度变迁的经济学理论:诱致性变迁与强制性变迁[G].科斯 R,阿尔钦 A,诺斯 D,著.财产权利与制度变迁:产权学派与新制度学派译文集,上海:三联书店,1991.

[12] 黄少安,刘海英.制度变迁的强制性与诱致性:兼对新制度经济学和林毅夫先生所做区分评析[J].经济动态,1996(4):58-61.

Study on Local Government Functions in Industrial Cluster Development of Luochuan Apple

LIU Chuanlei

(Teaching and Research Department, China Executive Leadership Academy, Yan'an, Shaanxi 716000)

Abstract: Since the reform and opening, the transformation of local government economic function reflects the characteristics of the induced institutional change. In the process of agricultural industrial cluster development, local government gradually withdrew from the role of management subject, and no longer involved in the operation and management directly. But the leading role of the local government exists for a long time, mainly in the selection of leading industry, the expansion of scale, the popularization of technology and the publicity of brand, etc. The economic functions of local government should gradually transform from leading to service under the guidance of the central government.

Keywords: government driving; economic functions; inductive institution evolution

备。这一学科的建立和发展,促进了生物科学的各个学科(生物化学、植物生理学、植物病理学、胚胎学、遗传学、细胞生物学、发育生物学等)的迅速发展,并在科学研究和生产应用上开辟了许多令人振奋的新领域。植物组织培养技术已在植物的快速繁殖、脱毒、植物品种改良、单倍体育种、基因工程育种、细胞突变体筛选、种质资源保存、次生代谢产物生产等方面得到了广泛的运用,对现代农业、林业、园艺和医药等领域产生了深刻影响,其应用领域还在不断拓宽、延伸^[5]。然而,补血草中有些种,有大量的不孕枝,种子结实少,限制了它的规模化生产与发展^[6]。采用组培快繁技术,不仅可提高繁殖系数,还可有效的去除病毒,以确保遗传性状的稳定性和切花质量的改善,更重要的是对我国优良的野生植物资源开发利用、保护的有效手段,是实现补血草规模化生产发展的重要技术之一。有关补血草属植物组织培养国内外已有许多报道^[7-10],现将补血草组培快繁的技术从诱导培养、增殖培养、生根培养、移栽练苗环节总结如下,为今后补血草组培苗快速产业化提供科学依据。

1 补血草诱导培养的研究进展

1.1 材料灭菌方法的筛选

植物组织培养过程中引起污染的原因是多方面的,应根据具体情况从以下方面预防和解决:①选择无病虫害危害的健康材料;②对材料进行彻底灭菌;③在培养基中加入抗污染剂;④保证培养环境的无菌。

为了成功的完成植物组织培养,在接种之前必须对材料进行严格的消毒灭菌,遵循的基本原则是:既杀死材料表面附着的微生物,又不使材料失去活性。特别需要注意消毒时间,时间的长短应该以材料的分化程度来决定^[10]。冯晓英^[11]研究发现在起始培养基中添加 20 mg/L 的苯甲酸钠对抑制细菌和真菌污染有一定的效果,并且外植体的分化率也较高。

1.2 外植体选取的筛选

植物细胞具有全能性,从理论上讲若条件适宜,任意一个植物细胞都可以通过组织培养而诱导分化成再生植株。但是不同种类、不同器官、不同生理状态的植物,其分化再生能力是不同的。研究表明勿忘我的根、茎、叶、花药、花梗、胚等都可以作为外植体来建立无菌系。在研究植物组织培养中,外植体的选取是首要条件,若外植体的取材方便、取材期长,分化和增殖都易于实现,芽丛增殖量大,那么在短期内就能得到大量再生植株,这对迅速建立起无菌系进而达到产业化生产有极大的帮助。

李凤琴^[10]和高丽霞等^[12]先后用勿忘我的根、茎、叶、种子为材料进行多次试验,均认为种子为理想的外植体。郑丽屏等^[13]用勿忘我的花茎、茎尖和叶片作为外植体,均可以诱导愈伤组织和不定芽,但花茎和叶片不

定芽的诱导率低且时间长,而茎尖的诱导率高且所需时间短。随后通过试验改变培养基配方,多数研究证实了花茎能用来建立无菌系^[14-17];同时也有研究证实了叶片可以进行组织培养进而建立无菌系^[11,17-21]。多数研究采用勿忘我的嫩茎作为材料,对激素的配比及组培苗移栽练苗方式进行了优化^[20-24]。也有研究先后用幼嫩花序作为起始材料,很快就繁殖出了大批再生植株,创立了勿忘我组培快繁和品种复壮的另一条积极有效的途径^[11,25-27]。吴杰^[28]和温银元等^[29]相继利用花梗作为外植体,诱导器官分化,探讨了其分化条件,为组培快繁增添了新的途径。郑丽屏等^[13]和吴杰^[28]用茎尖培养建立了无菌系。茎尖培养在组培快繁脱毒中应用广泛,但其取材难度大,数量少,且受时间限制,因而利用其它途径诱导不定芽,建立无菌系成为研究的主要方向之一。

如何利用现有材料使诱导率和增殖系数提高呢?一般而言,植物器官分化程度越低,其全能性越高,诱导率亦相应越高。因此,利用植物最幼嫩的器官建立无菌系,将会极大的提高诱导率,同时减少培养基中细胞分裂素的添加量。郝玉兰等^[30]用切去胚根后的 2 片子叶的幼苗作为外植体,获得较高的增殖系数;赵顺邦等^[31]用胚筛选诱导培养基,诱导率高达 92.9%;杜兴臣等^[32]用种子诱导的不定芽作为外植体,诱导愈伤组织、丛生芽和根,完成了植株的再生;常黎民等^[33]在种子发芽时使用激素,成功诱导器官分化,建立无性系;王淑敏等^[34]在种子发芽后取其茎尖、叶片和下胚轴为外植体,进行丛生芽诱导试验,只有茎尖可以诱导出丛生芽;陈淑媛等^[35]利用种子萌发后采用正交实验设计方法,筛选出了最佳的丛生芽诱导培养基。

2 补血草增殖培养的研究进展

2.1 增殖培养基配方的筛选

组培苗在无菌、营养充足、光照良好、温度和湿度均适宜的条件下生长,不受季节气候和时间的限制,无病虫害危害,增殖极快。因而只要试验设计合理、方法可行,即可优化筛选出最佳增殖培养条件。外植体在单一激素和组合激素的培养基中,表现出不同的生长状态,细胞分裂素和生长素调节植物的生长,一般激素组合更能表现出最佳的增殖效果。目前发现的六大类植物激素在组培中运用最广泛的是生长素(主要是 NAA)和细胞分裂素(主要是 6-BA),而其它几类的研究及应用较少。

2.1.1 单一激素的筛选 TDZ(苯基噻二唑脲)是一种具有高度细胞分裂活性的棉花脱叶剂,在组培中使用最多最广。杨春梅等^[24]分别试验 TDZ 和 6-BA 的增殖效果,试验表明 TDZ 对勿忘我组培苗增殖的影响较大。

2.1.2 激素的組合的筛选 增殖系数高的组培苗大部分丛苗都偏矮,严重地降低了出苗率和成活率。赤霉素

(GA₃)有诱导细胞伸长生长的作用,但浓度过高组培苗的茎会变细,叶片黄化,影响苗的质量。为促进组培苗茎的伸长生长且不影响苗的质量,需要限制其使用浓度。杨春梅等^[36]对 GA₃ 的最适浓度进行了研究,试验表明在 MS+0.3 mg/L BA+0.3 mg/L NAA 的培养基中加入 0.2~0.4 mg/L 的 GA₃ 能促进组培苗生长,同时还能使苗丛数大大增加;而对苗色泽、苗鲜重、茎的粗壮度几乎没什么影响。而陈佳瀛等^[22]多次试验得出以 MS+0.1 mg/L NAA+20 mg/L GA₃ 培养基最有利于芽的诱导。以上试验结果说明低浓度的 GA₃ 有利于组培苗的生长,而高浓度的 GA₃ 在 NAA 的共同作用下有利于芽的诱导。再生植株的形成有 2 种途径,一是先形成愈伤组织再分化出丛生芽,二是直接诱导分化出不定芽,在适宜的培养条件下,6-BA 与 NAA 不同组合可以实现这 2 种途径。钟士传等^[15]用 MS+0.1 mg/L BA+0.01~0.5 mg/L NAA+30 g/L 蔗糖+7 g/L 琼脂的培养基培养 30 d,繁殖系数可达 9.0 以上。陈世华等^[21]挑选出适宜一次成芽培养基为 MS+0.5 mg/L 6-BA+0.1 mg/L IBA。2,4-D 是一种人工合成的植物激素,它与生长素(IAA)的生理效应相似,是诱导愈伤组织的一种生长素类似物^[28]。温银元等^[29]用 6-BA+2,4-D 和 6-BA+NAA 2 种激素组合,得出 MS+1.0 mg/L 6-BA+2.0 mg/L 2,4-D 为诱导愈伤组织的最佳培养基,愈伤组织诱导率最高 89.2%,出愈速度最快(12 d)。陈淑媛等^[35]采用 L₉(3⁴)正交实验筛选适宜勿忘我丛生芽诱导的培养基,总结出 4 种激素对勿忘我丛生芽的诱导作用的顺序为 6-BA>ZT>NAA>KT;适宜的丛生芽诱导培养基为 0.2 mg/L ZT+0.4 mg/L 6-BA+0.2 mg/L NAA。

2.2 培养条件的筛选

在组培中,控制培养的条件极其重要,它直接影响着外植体的分化途径和组培苗的生长速度。因而对温度、湿度、通风、光照等外界环境条件的有效控制关乎组培试验成败,缺一不可。泽仁旺姆等^[19]利用暗培养技术,诱导出愈伤组织的速度比光培养条件下快了近 1 倍,而且分化出芽的数量是光培养条件下的 3 倍。光照强度和时间在诱导和分化期的需要量是不同的,那淑芝等^[23]设置愈伤组织和不定芽的诱导光照强度为 1 000~1 500 lx,光照时间 8 h/d;不定芽分化光照强度为 2 000~3 000 lx,光照时间 12 h/d。

3 补血草生根培养的研究进展

3.1 生根培养基配方的筛选

在生根过程中,组培苗的叶片数基本保持稳定,只是叶子变长,因此在培养生根组培苗时,最好选择株型完整、叶片较多的分化苗,以利其移栽成活^[12]。植物激素的种类和浓度对生根影响很大。不同植物不同生理

状态下生根的最适基本培养基的类型、大量元素的含量、糖含量等都不同。一般在勿忘我组培苗生根过程中,应用较多的是 MS 基本培养基、大量元素减半、糖含量减半的组合。而应用研究较多的激素是 NAA。

高丽霞等^[12]在前人研究的基础上,将 MS 换成 LS 培养基,并适当增加了 KH₂PO₄ 的含量,仅 2 周就长出根来,最后优选出 (1/2LS+1.0 mg/L NAA+2.0 mg/L KH₂PO₄+15 g/L 糖)为最适生根培养基。而金迪等^[37]同时使用 2 种生长素,得出 1/2LS+0.5 mg/L NAA+1.0 mg/L IBA 培养基最适合于组培苗生根。

活性炭(AC)对组培苗生根往往有多种影响,在同种植物的应用中也出现过结果相悖的情况。陈佳瀛等^[22]筛选的最适生根培养基为 1/2MS+0.1 mg/L NAA+0.5%AC;而陈淑媛等^[35]在生根时使用活性炭,随着活性炭浓度的增加,生根率反而降低,结果表明添加活性炭不利于生根。第一种情况有可能是因为加入活性炭模拟了土壤黑暗的环境;另一种情况可能是活性炭吸附了营养物质,使组培苗不易生根。杜兴臣等^[32]研究表明 1/2MS+5 mg/L IBA+2 mg/L NAA+1 g AC+100 g LH 和 1/2MS+5 mg/L IBA+2 mg/L NAA+100 g LH 培养效果较好,生根率达 90%以上。

在植物组培苗生根阶段,由于培养环境的高温、高湿和弱光等因素,经常使得芽苗徒长和根系纤弱,以至于再生植株的抗逆性弱和移栽成活率低。添加生长延缓剂 PP₃₃₃(多效唑)到植物生根培养基中,可能会收到抑制芽苗徒长和提高再生苗质量的效果^[11]。冯晓英^[11]反复试验得出在生根培养基中附加 0.02 mg/L PP₃₃₃ 的长势好。而徐美隆等^[17]在添加 0.2 mg/L 的 PP₃₃₃ 同时也加入了 200 mg/L 的维生素 C,同样取得了不错的生根效果,可能与维生素 C 抑制组培苗伤口褐化有关,进而利于生根。

对于激素 IBA 的单独使用的效果,先后还有不同的结论。柴慈江等^[38]提出高浓度的 IBA 对勿忘我组培苗生根有抑制作用,在组培苗生根培养中采用不含 IBA 的培养基,生根率可达 80%。而温银元等^[29]和王淑敏等^[34]在生根阶段均使用 IBA,生根率可达 100%。这可能与接种之前的生根苗的培养时间及培养状态有关。

培养勿忘我的最适生根激素种类也饱受争议。多数研究^[15,21,23]均采用 MS 基本培养基分别研究了 IAA、IBA 和 NAA 3 种激素对生根的影响,那淑芝等^[23]和钟士传等^[15]表明最佳生根激素为 IAA,而陈世华等^[21]发现最适生根激素却是 IBA。这些相悖的结论可能是因为试验中材料的状态和后期培养条件不同。

在生根培养中,所配制的培养基一般会使糖含量有所降低。而最适宜的糖含量也无从定论。为了减少成本,屈云慧等^[39]引进无糖培养方法进行生根培养。无糖

培养(sucrose-free)又称光独立培养(photoautotrophic),其原理是大田温室环境的控制。就是用大型培养容器替代培养瓶,通过调节光照强度、CO₂浓度、气流速度、温度、湿度等环境因子,用不加糖的培养基为组培苗自养生长提供适宜的生长环境。屈云慧等^[39]的试验表明无糖培养的组培苗长势良好,可省略驯化过程,有效降低组培苗生产的成本和时间。这为优质种苗的生产开创了新的思路。

3.2 培养条件的筛选

在生根培养时,控制培养的条件极其重要,这影响着组培苗生根和生长速度。而组培试验中温度、湿度、通风、光照等外界环境条件的控制缺一不可。在试管苗生根时,光照强度是极其关键的。有研究称弱光培养有利于生根,有些研究者在培养基中添加活性炭模拟土壤环境;而另一些说法是在组培生根时应该用稍强一点的光,这样有利于植株通过光合作用制造养分,以便由异养过渡到自养,同时也促进根的发育,提高对于干燥和病害的忍耐力。

4 补血草组培苗移栽练苗的研究进展

4.1 移栽基质的筛选

组培苗移出培养瓶,环境变化特别大,为提高移栽成活率,必须先对组培苗进行练苗或驯化,这是组培快繁的一个重要环节^[11]。

组培苗与一般苗子不同,移栽先要经过沙培、土培,最后才能移入大田。组培苗一直生长在人工制造的环境中,移栽时它由异养转为自养,因此要注意防感染、防失水。移栽组培苗时,可以先用18℃的温水将根部的培养基洗干净;选取的组培苗要健壮,根系一般为0.4 cm左右;移栽基质要疏松、透气性好^[10]。

移栽基质可以是单一的,也可以是组合的。根据环境条件选取最适移栽基质,有利于提高组培苗移栽存活率。一般选择容易灭菌处理、疏松通气、保水的基质进行移栽练苗。

常黎民等^[33]选用国产泥炭土炼苗成活率最高为46%;陈银凤等^[40]得出生根苗在以泥炭+珍珠岩(1:1)中生长的最好;而陈佳瀛等^[22]的生根苗在珍珠岩+沙+园土(1:1:2)中的成活率达90%;金迪等^[37]的生根苗在蛙石+草炭(3:1)中成活率最高;陆玲丽等^[27]的生根苗在腐殖土+珍珠岩+木屑(2:2:1)的介质上移栽成活率高;陈淑媛等^[35]筛选的练苗基质为草炭+珍珠岩(1:1),成活率达88%。

冯晓英^[11]改进移栽练苗方法,对勿忘我进行2步移栽。练苗5 d后将生根苗移栽到塑料杯中(第一步移栽),在木屑+泥炭+珍珠岩(5:2:3)中成活率高达100%;3周后移入大棚(第二步移栽),成活率达93%。

黄玉玲^[41]用直接上袋法和箱子排苗法2种方法练苗,分别用红土+腐殖土(1:1)和珍珠岩为基质,这样可以选择性的控制生根苗的出苗时间,最后达到降低成本的效果。

4.2 练苗条件的筛选

要想达到最佳的练苗效果,在试验中应注意以下几点:①调整出瓶前环境;②选择适合的种植基质;③防止杂菌滋生;④区分有根苗和无根苗的移栽方式;⑤控制好练苗期的光照及温度、湿度;⑥根据市场需求进行练苗^[41]。

移栽初期的生根苗,对环境要求严格。在移栽练苗时温度、湿度、光照强度都有一定的范围,练苗环境条件要根据植株的生长情况进行及时的调整。

柴慈江等^[38]在移栽前对勿忘我生根苗进行强光直射练苗试验,结果明显提高了组培苗的移栽成活率。一般练苗移栽时要避免阳光直射,勿忘我组培苗练苗移栽最适温度为白天25℃、夜间15℃左右,空气相对湿度为80%左右,还需要适当地及时浇些稀释的营养液^[10]。

练苗是个渐进的过程,每一阶段都需要根据实际情况进行操作。组培瓶内有糖等营养成分,出瓶后组培苗靠光合作用维持生存,因此在练苗1周后应逐渐增加光照时间。一般早、晚露苗,中午前后遮阴,同时观察生根苗的叶片变化,及时遮阴并适当喷水,以保持基质水分含量70%左右,温度比基质表面温度高1~2℃即可。将温湿度、光照协调好,有利于小苗的成活及生长。小苗成活3周后,苗高4~6 cm即可定植^[41]。

5 展望

补血草具有较高的观赏价值、药用价值和生态应用价值。特别是随着人们对环境美化的需求和保健意识的增强,市场需求量快速发展。为了达到对野生植物资源的保护,利用组培快繁技术,提高组培苗的生产效率及有效苗的数量和质量,解决市场需求,实现资源保护和利用的协调发展,对今后补血草产业化生产具有现实的意义。

参考文献

- [1] 彭泽祥,庄璇,李树刚.中国植物志[M].北京:科学出版社,1987.
- [2] 王文,孙志峰.二色补血草的组织培养[J].植物生理学通讯,1990(5):42.
- [3] 田福平,时永杰,陈子萱.我国补血草属野生植物资源的分布及研究现状[J].草业与畜牧,2010(3):49-52.
- [4] 梁称福.植物组织培养研究进展与应用概况[J].经济林研究,2005,23(4):99-101.
- [5] 马慧,张立军,阮燕桦,等.植物组织培养技术的现状及发展趋势[J].安徽农业科学,2007,35(6):1602-1604.
- [6] 刘媛心,杨喜林,姚育英.中国沙漠植物志[M].北京:科学出版社,1992.
- [7] DAM A,PAUL S,BANDYOPADHYAY T K. Direct somatic embryogenesis and plant regeneration from leaf explants of *Limonium sinensis* (Girard) Kuntze[J]. Scientia Horticulture,2010,126:253-260.

- [8] SEELYE J, MADDOCKS D J, BURGE C K, et al. Shoot regeneration from leaf discs of *Limonium perigrinum* using thidiazuron[J]. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 1994(22): 23-29.
- [9] Huang C L, HSIEH M T, HSIEH W C, et al. *In vitro* propagation of *Limonium wrightii* (Hance) KTZE. (Plumbaginaceae), an ethm noedicinal plant, from shoot-tip, leaf-and inflorescence-node explants[J]. *In vitro* Cellular and Development Biology-Plant, 2000, 36(3): 220-224.
- [10] 李凤琴. 黄花补血草的组织培养技术[J]. 中国沙漠, 1995(2): 198-200.
- [11] 冯晓英. 勿忘我组织培养快速繁殖研究[J]. 贵州农业科学, 2002(1): 9-13.
- [12] 高丽霞, 邢柏芝, 陈立波. 补血草组织培养快繁试验[J]. 北方园艺, 1999(2): 53.
- [13] 郑丽屏, 张小雷, 纳晓燕, 等. 情人草的组织培养快速繁殖技术[J]. 资源开发与市场, 1996(3): 111-112.
- [14] 倪跃元, 朱锦文, 赵晓艺. 大花补血草优株无性系的建立[J]. 植物生理学通讯, 1996(3): 200.
- [15] 钟士传, 杜启兰. 植物激素对情人草微体快繁的影响[J]. 林业实用技术, 2004(1): 7-8.
- [16] 张瑞麟, 范敏, 吴慧, 等. 耳叶补血草的组织培养与快速繁殖[J]. 植物生理学通讯, 2006(4): 680.
- [17] 徐美隆, 李永华, 吴建华. 四种补血草组织培养的比较研究[J]. 北方园艺, 2010(2): 157-160.
- [18] 张小苹, 马双马, 那淑芝, 等. 二色补血草叶片组织培养及无性系的建立[J]. 沈阳农业大学学报, 1998(1): 96-98.
- [19] 泽仁旺姆, 尼珍, 潘多. 情人草叶片在不同培养条件下的再生植株[J]. 西藏科技, 2001(11): 61.
- [20] 雷开荣, 林清, 吴红, 等. 蓝花补血草的组织培养与快速繁殖(简报)[J]. 亚热带植物科学, 2005(4): 63.
- [21] 陈世华, 张霞, 赵彦修, 等. 中华补血草的组织培养和快速繁殖体系的优化[J]. 安徽农业科学, 2006(19): 4885-4886.
- [22] 陈佳瀛, 杜秀达. 补血草的组织培养和快速繁殖[J]. 植物生理学通讯, 2002(6): 594.
- [23] 那淑芝, 李云祥, 甄占萱, 等. 二色补血草的组织培养与快速繁殖[J]. 承德民族师专学报, 2003(2): 79-80.
- [24] 杨春梅, 孟金贵, 张丽琴, 等. 勿忘我组培苗增殖研究[J]. 云南农业科技, 2009(2): 9-11.
- [25] 董玲, 陈静娴, 廖华俊, 等. 小花补血草组织培养与植株再生[J]. 安徽农学通报, 2002(3): 57.
- [26] 王家福, 齐永鑫. “勿忘我”的组织培养研究[J]. 中国农学通报, 2005(6): 102-106.
- [27] 陆玲丽, 李枝林, 姜勤, 等. 勿忘我组织培养技术研究[J]. 江西农业学报, 2009(6): 40-42.
- [28] 吴杰. 深波叶补血草的离体快繁与产业化技术研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2005.
- [29] 温银元, 冯文新, 尹美强, 等. 不同激素对补血草器官分化的影响[J]. 山西农业科学, 2013(2): 115-118.
- [30] 郝玉兰, 徐杰, 闫瑞霞. 黄花补血草的组织培养及快速繁殖[J]. 内蒙古师范大学学报(自然科学汉文版), 2006(4): 482-484.
- [31] 赵顺邦, 耿生莲. 黄花补血草组织培养试验[J]. 陕西林业科技, 2006(1): 10-12.
- [32] 杜兴臣, 周淑香, 闫晓煜. 杂种补血草组织培养与栽培技术[J]. 农业科技通讯, 2008(12): 184-185.
- [33] 常黎民, 张文莲. 黄花补血草组织培养试验研究[J]. 现代农业科技, 2009(15): 80-81.
- [34] 王淑敏, 高永闯, 李晓云. “勿忘我”丛生芽诱导及植株再生[J]. 安徽农业科学, 2014(31): 10842-10844.
- [35] 陈淑媛, 曹君迈, 陈星, 等. 勿忘我组织培养繁殖技术的研究[J]. 种子, 2015(2): 115-120.
- [36] 杨春梅, 屈云慧, 张素芳, 等. GA₃ 对情人草组培苗生长的影响[J]. 云南农业科技, 2002(4): 24.
- [37] 金迪, 俞红强, 义鸣放. 二色补血草组培苗生根培养基及移栽基质的筛选[J]. 河北农业大学学报, 2007, 30(6): 54-56.
- [38] 柴慈江, 史燕山, 骆建霞, 等. 二色补血草组织培养快速繁殖技术研究[J]. 天津农业科学, 2010(2): 27-28.
- [39] 屈云慧, 熊丽, 张素芳, 等. 情人草组培苗无糖培养应用研究[J]. 华中农业大学学报, 2004, 35(增刊): 192-193.
- [40] 陈银凤, 陈嵩. 二色补血草试管苗生根及移栽基质研究[J]. 亚热带植物科学, 2001(3): 37-39.
- [41] 黄玉玲. 勿忘我组培苗出瓶移栽练苗技术[J]. 云南农业科技, 2012(2): 41.

Study on Advances Tissue Culture Technology of *Limonium sinuatum*

CAO Junmai, PENG Yaqi, CHEN Shuyuan

(Department of Biological Science and Engineering, Beifang University of Nationality, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract: This paper summarized the recent researches of the tissue culture technique of *Limonium sinuatum* in the induction, multiplication, rooting and transplanting culture. The aim was to provide a scientific evidence for rapid propagation of *Limonium sinuatum*, as well as lay the foundation of protection, development, utilization and industrialization of *Limonium sinuatum*'s wild plant resources.

Keywords: *Limonium sinuatum*; tissue culture; technology