

红掌组织培养研究进展

林 茂, 王华新, 唐道冥, 陈宝玲, 杜 铃, 杨舒婷

(广西壮族自治区林业科学研究院, 广西 南宁 530002)

摘 要:综述了近年来红掌的组织培养研究,介绍了外植体的选择及灭菌、影响愈伤组织诱导、分化和生根培养中的主要因素,阐明了组培苗的移栽以及组织培养中污染、褐化的研究,并讨论了存在的问题以及解决对策,为红掌组培提供了借鉴。

关键词:红掌;组培;愈伤组织

中图分类号:S 682.1⁺4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)24-0192-05

红掌(*Anthurium andraeanum*)为天南星科花烛属多年生附生常绿草本植物,又名安祖花、花烛等,原产于中南美洲哥伦比亚西南部的热带雨林潮湿、半阴的沟谷地带,现已在世界各地广泛栽培。红掌不仅是重要的热带切花,同时也是世界名贵花卉。红掌的常规繁殖为分株繁殖,但其萌蘖不多,故繁殖率极低;也可用种子繁殖,但是种子不易获得,且人工授粉较难,耗费大;扦插繁殖速度慢;利用组培快繁可以在较短时间内获得大量的种苗。组织培养是我国红掌快速繁殖和商业化生产的主要途径。国内有关红掌组培研究较多,但不同研究者所用的培养基和培养方法差异较大。该文主要综述了近年来国内学者对红掌的组织培养研究,以期红掌的生产提供理论基础。

1 外植体的选择和灭菌

红掌组培常用的外植体有茎段、叶片、叶柄、基部侧芽^[1]、花烛苞片^[2]等。茎段培养分化率高,生长快,灭菌时间易掌握,诱导效果好,但适宜取材部位少。姚振等^[3]认为带叶柄的茎段诱导愈伤效果好于带叶柄的叶片。叶片来源广,但诱导率和分化率低,生长慢。以往研究中,叶片为外植体的报道较多^[4-6]。从抗污染程度、愈伤组织产生和芽分化能力等方面综合评价,以幼叶作外植体最佳^[7]。葛方兰等^[8]研究表明叶片、叶柄以及组培苗气生根均能诱导产生愈伤组织,叶片诱导率最高达92%,越靠近叶柄部分和带有叶脉的叶片,就越容易诱发产生愈伤组织,气生根诱导率可达82%。但却志群等^[9]认为幼嫩叶柄消毒容易,操作更容易,后期培养更

简单。王林波等^[10]研究发现叶柄诱导的愈伤组织生长速度和分化苗量均优于叶片愈伤组织。花序作外植体时接种量大、污染率低。朱饱卿等^[11]采用佛焰苞紧包着肉穗的幼嫩花序为外植体成功诱导出愈伤组织,且肉穗与花序柄交接处诱导成功率较高,不定芽分化率也较高。但贾永芳等^[12]研究发现肉穗花序几乎没有愈伤组织形成,可能是花序分化程度较高,再分化能力减弱所致。根为外植体的相关研究不多,王桂兰等^[13]以气生根为外植体建立了完整的快繁体系。红掌的顶芽和腋芽难以灭菌,叶片是较理想的外植体,但诱导培养时间长,采用种子作外植体,可加快繁殖体的建立速度。培养基中加入低浓度的6-BA有助于种子萌发,但丛芽块诱导所需的6-BA浓度较高^[5]。外植体由于生理状态不同,其诱导培养所要求的培养基乃至培养效果也都不尽一致^[14]。司亮等^[15]认为叶片在诱导愈伤组织的过程中易褐化致死,取材时间和光照强度与其褐化程度密切相关,4~6月为取材的最佳时间。

目前关于红掌外植体消毒的研究不多。凌雷^[16]认为最佳消毒方法是流水冲洗30 min后,用70%酒精浸泡60 s。陈华等^[17]认为茎、叶、叶柄的最佳消毒条件分别为0.1%升汞消毒15~20、5~7、10~12 min。

2 愈伤组织的诱导与分化

愈伤组织的诱导和分化与外植体的遗传因素及本身的生理生化密切相关,不同外植体诱导差异因植物种类和部位而不同,可能是由于不同部位所含的内源细胞分裂素与生长素的绝对含量和相对比例不同所致。兰芹英等^[18]、吕复兵等^[9]、周辉明等^[19]认为叶柄愈伤组织诱导能力高于叶片,大多数品种表现出茎段>叶柄>叶片;郭军战等^[20]研究认为叶柄比叶片的再生能力更好,产生愈伤组织快,但叶柄的内生菌污染严重,可能是叶柄细胞或细胞间隙比叶片更适合内生菌生存;黄珺梅等^[21]研究表明未展开叶片的叶柄能诱导出更多愈伤。

第一作者简介:林茂(1980-),男,壮族,硕士,工程师,现主要从事园林花卉等研究工作。E-mail:49888178@qq.com。

基金项目:“十一五”广西林业科技计划资助项目(桂林科字[2010]第1号);广西林科院科研资助项目(林科201013号)。

收稿日期:2012-08-27

但林钟石^[22]研究认为叶片获得愈伤组织要比叶柄容易; 关丽霞等^[23]研究表明叶片愈伤组织的诱导及分化能力与叶的不同部位有关, 叶柄与叶片连接处的诱导效果最好。外植体取材时间对愈伤诱导和分化有一定影响。秋冬季取材的外植体, 其愈伤诱导适宜培养基中 2,4-D 水平比春季取材的外植体的愈伤诱导适宜培养基 2,4-D 水平高, 可能是春季植株细胞分裂比秋冬季活跃, 且内源激素含量较高, 对外源激素的需求量较少, 但外植体取材季节对愈伤组织的分化增殖和试管苗的生根无明显影响, 可能是经过一段时间培养, 植物细胞适应了培养室的培养条件, 发生和增殖的愈伤组织和不定芽的生长发育就不再受到外界气候和原来的取材季节的影响^[24]。

培养基成分是影响愈伤诱导与分化的主要因素。基本培养基主要有 B_5 、MS、 N_6 、P、KC 等, 多数研究认为, 红掌愈伤组织诱导适宜培养基是改良 MS 或 1/2MS, 可能是由于愈伤组织诱导过程对某种大量元素或全部大量元素的需求较低。赵博生等^[25]研究发现愈伤组织的诱导在 MS、White、 B_5 培养基中均可成功, 但以 1/2MS 培养基培养效果最好。兰芹英等^[26]等研究表明叶柄培养以 N_6 、KC 和 1/2MS 培养基为佳, 叶片培养则以 P、 N_6 和 1/2MS 为好。刘国锋等^[27]研究认为 MP 和 1/2MS 培养基比 MS、 B_5 和 N_6 培养基更适于愈伤组织的诱导, 而 N_6 培养基不利于芽的分化。但关丽霞等^[23]认为改良 MS 作基本培养基优于 1/2MS 和 MS。不论是改良 MS 还是 1/2MS, 其培养基中的 NH_4NO_3 都减少了, NH_4NO_3 浓度对红掌愈伤组织诱导率有较大影响^[28]。刘昭等^[29]研究认为低浓度的 NH_4NO_3 对愈伤组织诱导有利, 浓度较高时抑制愈伤的诱导。MS 中高浓度 NH_4NO_3 容易引起叶片褐化, 从而导致愈伤诱导率低, 如果将 MS 中 NH_4NO_3 的含量降低到 1/4 或 1/8 则获得较好的结果^[30]。杨小玲等^[31]研究表明将 MS 培养基中的 NH_4NO_3 和 $CaCl_2$ 用量同时减至 1/2 时, 叶片愈伤组织诱导率提高。不同的碳源也会影响到外植体愈伤组织的诱导, 蔗糖与葡萄糖相比更适合于愈伤组织的诱导, 肖三元等^[32]认为蔗糖和白沙糖二者没有明显的差异, 而与葡萄糖有一定的差异, 但岑益群等^[33]研究表明 3% 葡萄糖对愈伤组织形成最有效, 赵博生等^[25]也认为葡萄糖比蔗糖更易于促进愈伤组织的诱导和生长。

植物生长调节剂在组培中起着重要和明显的调节作用。郭维明等^[34]认为愈伤组织芽分化往往是多种激素相互平衡及协同作用的结果, 激素配比最重要。常采用细胞分裂素和生长素组合进行愈伤诱导及分化。细胞分裂素大多为 6-BA 和 KT。6-BA 是影响愈伤组织芽分化最重要的激素^[30]。陈华等^[17]利用 6-BA、KT、ZT、2-ip 等进行增殖诱导, 增殖效果优劣次序为 6-BA>KT>ZT>2-ip, 但细

胞分裂效果(愈伤团块增殖效果) 优劣次序为 6-BA<KT<ZT<2-ip。却志群等^[9]认为细胞分裂素和生长素的配比是得到有效愈伤组织的关键。单独使用某种激素并不能有效地诱导愈伤脱分化及再分化, 黄群声^[6]单独使用 TDZ 不能诱导外植体脱分化, 配合 6-BA 使用, 成功诱导出愈伤组织, TDZ 1.0 mg/L 和 6-BA 0.5 mg/L 配比是诱导外植体脱分化的最佳配方。此外, 2,4-D 也是重要的愈伤诱导激素。2,4-D 与 6-BA 组合对叶片愈伤组织的诱导具有促进作用, 但形成愈伤后应及时将 2,4-D 撤掉, 否则对愈伤组织的分化有抑制作用^[16]。吴丽芳等^[35]认为 2,4-D 对愈伤组织诱导效果优于 NAA, 细胞分裂素 6-BA 优于 KT, 2,4-D 是主要的诱导因子, 以 MS+2,4-D 0.5 mg/L+6-BA 1.0 mg/L 的诱导效果较好。陶贵荣等^[36]研究表明愈伤组织诱导率最高的培养基为 1/4MS+6-BA 0.9 mg/L+2,4-D 0.9 mg/L+KT 0.5 mg/L。潘学峰等^[37]研究认为诱导愈伤组织频率最高的培养基是 MS+6-BA 0.5 mg/L+2,4-D 0.8 mg/L, 较适于愈伤组织分化不定芽的基本培养基是 N_6 , 激素配比以 6-BA 2.5 mg/L+2,4-D 0.1 mg/L 和 ZT 2.5 mg/L+2,4-D 0.1 mg/L 为好。激素的浓度也是重要的影响因子, 蔡能等^[38]认为 6-BA 浓度为 0.2、0.5、1.0 mg/L 时, 叶片诱导率均较高; 杨小玲等^[31]认为当 6-BA 浓度为 0.5 mg/L 时, 嫩叶形成愈伤组织能力较强, 远凌威等^[39]认为 6-BA 浓度为 1.0 mg/L 时, 叶片诱导率较高。岑益群等^[33]研究表明低浓度的生长素(NAA 0.1 mg/L) 对愈伤组织和不定芽的诱导都有抑制作用。贾永芳等^[12]认为多种激素低浓度配比利于愈伤组织的诱导, 过高的激素含量抑制愈伤组织的诱导。

光照影响愈伤组织的诱导和分化, 是愈伤组织发生的必要条件^[24]。光培养比暗培养诱导愈伤组织要快, 可能是光下外植体及愈伤组织可以进行一定量的光合作用所致^[12,33]。但将暗培养诱导出的愈伤组织放置光下诱导芽的分化, 分化率与光下诱导的愈伤组织相似, 无明显差别。兰芹英等^[26]认为光照时间 24 和 10 h/d 愈伤组织诱导率较高, 分别为 100%、97%, 光照时间对叶柄愈伤组织诱导无显著影响, 但光照 24 和 10 h/d 较无光照处理的明显促进芽的分化。张军等^[40]研究表明愈伤诱导率在散射光条件下最高。全黑暗条件和 16 h/d、2 000 lx 光照条件下均不利于愈伤组织的产生, 这可能是因为黑暗和强光都对促进红掌愈伤组织形成的内源激素有抑制作用。吴丽芳等^[35]认为散射光照对红掌愈伤诱导有促进作用。但也有认为弱光或黑暗有利于愈伤组织的形成^[15,27,41]。凌雷^[16]认为在暗培养条件下, 愈伤组织的增殖系数达到 4.0, 显著高于光培养下的增殖系数(仅为 3.6)。虽然光照强度对愈伤组织增殖影响不大, 但对丛芽的分化有影响, 随光强增强, 芽的分化

增加^[42]。

除了上述几个重要影响因素以外,愈伤的诱导及分化还受其它因素影响。杨小玲等^[31]认为品种是影响红掌叶片愈伤组织诱导率的主要因素,培养温度影响叶片愈伤组织诱导率,采用 21~26℃ 变温培养较恒温培养更能促进叶片愈伤组织的形成。段鹏慧等^[43]认为愈伤切块大小对不定芽分化有影响,同时也会影响到愈伤组织的有效利用率。愈伤组织切块过小,易造成愈伤组织褐化死亡;随着愈伤组织切块增大,不定芽分化明显增多。

3 生根和练苗移栽

3.1 生根

影响红掌组培苗生根的因素很多,最主要的有培养基的选择、培养条件、品种自身的因素等。多数生根培养研究以 MS 或者 1/2MS 培养基为基本培养基,添加的激素为生长素 NAA 或者 IBA。赵卫国^[44]研究表明红掌最适宜的生根培养基为 1/2MS+IBA 0.7 mg/L+NAA 0.3 mg/L。牛红云^[45]得出诱导生根的最佳培养基为:1/2MS+NAA 0.05 mg/L。彭文君^[46]将不定芽接种至 1/2MS+IBA 2.0 mg/L+NAA 0.1 mg/L 上进行生根诱导,效果最好。泽仁旺姆等^[47]认为不同生根培养基对不同红掌组培苗生根的影响不同,在 MS+NAA 0.1 mg/L+IBA 0.5 mg/L 时,2 个品种的生根效果较好,但“亚历桑娜”在 1/4MS 中的生根效果比在 1/2MS 中的较好,而“粉冠军”正好相反。

在培养基中添加物质会对生根产生影响。添加物一般是活性炭、土豆汁、香蕉汁、椰汁等。其中活性炭其主要起吸附作用,吸收过剩的激素,同时也吸收部分营养物质,并为根部生长提供暗环境。土豆汁、香蕉汁、椰汁为有机添加物,含有丰富的营养,其中土豆汁、香蕉汁、椰汁还可能含有一些未知的激素前体,有利于植物的诱导。陈华等^[17]研究表明“粉女郎”红掌对细胞分裂激素比较敏感,也更容易累积,不定芽中累积的细胞分裂激素不利于不定芽的生长,对不定芽的品质有较大的影响,活性炭的吸附作用才起到这一作用。而土豆汁、香蕉汁、椰汁,因可能含有未知的激素前体,可能在一定程度上起了细胞分裂素的作用,反而不利于不定芽的生长,同时因含有丰富的营养,且土豆汁、香蕉汁粘稠,杂质多,不利于消毒,反而有利于微生物的滋生。

生根受光照的影响,光照下培养生根能力强^[28],增强光照和延长光照时间均有利于组培苗生长^[48]。组培苗的生根有瓶内生根与瓶外直接生根法。王勇等^[49]认为 2 种生根法各有优劣,瓶内生根利于组培苗的生根,提高了苗的生根率、长势和移栽成活率及苗的质量;瓶外直接生根则有利于降低组培生产成本,提高组培苗的产量和缩短苗的生产周期。

3.2 移栽

移栽方式、栽培基质,移栽环境条件等是影响移栽成活的因素。其中,栽培基质决定了组培苗的成活率、长势、并影响产花的质量。尹俊梅等^[50]认为苗床栽培更能提高移栽成活率及利于幼苗的生长,基质以椰糠+珍珠岩(2:1)最适宜。李际红等^[51]认为基质以蛭石+细砂(3:1)为好,移栽时,空气湿度 90%~100%,气温在 30~35℃,地温保持在 18~21℃。高雷等^[52]以草炭+珍珠岩+蛭石(2:1:1)处理的红掌组培苗缓苗期成活率最高,以草炭+珍珠岩+蛭石(2:2:1)处理的红掌组培苗定植期成活率高。林德钦等^[53]研究表明泥炭+珍珠岩+岩棉灰+牛粪(2:2:1:1)为基质成活率高。王月英等^[54]认为基质应重点考虑透气性与保湿度,用椰糠+珍珠岩(4:1)的基质成活率达 100%,移栽前经 3~5 d 的练苗可提高成活率。王桂兰等^[55]试验说明最适栽培基质为草炭+松树皮+蛭石(1:1:1),最佳营养液为含 MS 基本成分的营养液,浓度为 0.12%;基质与环境水分的保持对组培苗的成活与生长至关重要;穴盘移栽时每穴栽双株比栽单株效果好。陈春满等^[56]认为不同栽培基质对不同红掌品种组培苗移栽成活率和植株生长影响较大。张建华等^[57]研究了不同栽培基质下不同品种红掌组培苗的移栽情况,发现基质的营养条件及透气性对红掌组培苗的生长状况和成活率有较大的影响。

4 组织培养中污染以及褐化的研究

红掌组培污染的研究近年来逐渐增多。李志军等^[58]认为外植体所带的污染菌类与外植体在空气中暴露的时间密切相关。李春香等^[59]研究了壳聚糖对该菌的抑制作用,初步证实了壳聚糖对组培污染菌类有很好的抑制作用。减低污染的措施较多。时群^[60]在继代培养基中加入 5~20 mg/L 硫酸阿米卡星,污染的培养基表现为无菌状态,试管苗生长正常。张寅玲等^[61]研究表明外植体在含有 500 mg/L 的羧苄青霉素、100 mg/L 硫酸链霉素和 1 000 mg/L 的制霉菌素的培养基上生长正常,组织内部所带细菌和真菌得到了较好的抑制和消除。简兴等^[62]用 300 mg/L 青霉素+180 mg/L 链霉素溶液注射到培养基表面,有效控制了细菌污染。污染的防治都是相对的,关键的还是要注重健康外植体的选择及对外植体灭菌的彻底程度。

红掌体内含酚类物质多,在组培中外植体常发生褐化,影响了愈伤的诱导及分化。杜敬然等^[63]研究不同抗氧化剂、吸附剂(柠檬酸、抗坏血酸(维生素 C)、叶酸、聚乙烯吡咯烷酮 PVP、活性炭 AC)以及不同培养基硬度的防褐化效果,结果表明,使用硬度为 5 g/L 琼脂的 MS 培养基,并添加 6-BA 1.0 mg/L+2,4-D 0.2 mg/L+PVP 0.2%可有效控制褐变并获得较高的愈伤诱导率。周丽

雨等^[64]研究发现基本培养基 1/2MS 及适当的激素可显著减轻外植体褐化程度;抗褐化剂聚乙烯吡咯烷酮比抗坏血酸具有更好的抗褐变效果,并能促进愈伤组织的形成;与光照培养条件相比,暗培养的褐化程度较轻,但二者的愈伤组织形态特征不同。

5 问题及展望

目前红掌组培仍存在的问题。第一,组培重现性差,对于同种植物,不同文章所报道的适宜培养基配方不同,虽然报道了许多有关适宜培养基配方筛选的文章,但均为一次性试验筛选的结果。杨小玲等^[65]的试验证明了这一点,因此在筛选培养基时,应采用多次连续继代的方法增加结果的可靠性。第二,研究结果差异较大,国外研究的品种主要是 *A. scherzerianum* 和 *A. andraeanum*,而国内许多研究未提及品种名。第三,由于大都通过愈伤诱导及其再分化途径进行快繁,故种苗性状极易发生变异,尤其是随着继代次数的增加,变异率上升更快,经过 15~20 代的繁殖会出现褐化衰老、生长缓慢、分化率低等现象,严重影响种苗的质量。第四,存在与组培实用化脱节的现象,在使用培养基方面,没有遵循便宜、易得、易于生产的原则,在外植体处理方面只求达到灭菌的效果,不考虑后继的生产等。最后,培养成本高、移栽成活率较低,尤其是试管苗生根过程的费用占试管苗总生产费用的 35%~45%。解决问题的关键在于加强红掌离体培养繁殖标准化技术体系的研究,研制出一套高效、实用、标准的组培快繁体系;其次,寻找优良种质资源,选择适宜的外植体;同时应利用现代生物技术培育红掌优良新品种,加快育种和提高种苗的繁殖速度。

参考文献

- [1] 刘玉冬,刘艳军,杨静慧.巨型红掌茎尖组织培养及快繁技术的研究[J].安徽农业科学,2009,37(12):5358-5359.
- [2] 徐彬,王广东,郭维明,等.花烛苞片离体培养及植株再生(简报)[J].亚热带植物科学,2007,36(4):55.
- [3] 姚振,季静,王萍,等.安祖花愈伤组织诱导和植株再生的研究[J].吉林农业大学学报,2006,28(1):43-46.
- [4] 黄小光,丘银清,林雄.观叶花烛的组织培养与快速繁殖[J].华南师范大学学报(自然科学版),2001(4):101-102.
- [5] 吕复兵,王碧青,廖飞雄,等.红掌叶片离体培养与植株再生研究[J].广东农业科学,2002(6):24-25.
- [6] 黄群声. TDZ 和 CPPU 对红掌快速繁殖的影响[J].亚热带植物科学,2004,33(3):39-41.
- [7] 陈华林.不同培养条件和外植体处理对红掌品种组培效果的影响[J].西南园艺,2003,31(4):35-37.
- [8] 葛芳兰,苟帮超,江利平,等.安祖花组织培养和植株再生的研究[J].安徽农业科学,2008,36(6):2238-2239,2242.
- [9] 却志群,卢其能,沈春修.红掌组织培养技术研究[J].北方园艺,2008(11):153-154.
- [10] 王林波,赵红梅,陈林晶,等.安祖花愈伤组织再生体系的建立及染色体检查[J].中国农学通报,2010,26(20):175-181.
- [11] 朱饱卿,柴向华,李军,等.红掌的花序培养及快速繁殖技术研究[J].中国农学通报,2004,20(4):223-224.
- [12] 贾永芳,马玉坤,郭余龙,等.安祖花组织培养研究[J].河南师范大学学报(自然科学版),2007,35(1):164-166.
- [13] 王桂兰,陈超,李朝霞,等.红掌气生根根段再生快繁体系的建立[J].植物生理学通讯,2005,41(3):297-301.
- [14] 田郎,黄华孙,李维国,等.红掌离体培养及快速繁殖的研究[C]//朱德尉.植物组织培养与脱毒快繁技术—全国植物组培、脱毒快繁及工厂化生产技术学术研讨会论文集,北京:中国科学技术出版社,2001:172-175.
- [15] 司亮,尤海波,李丽娅.红掌组织培养技术的研究[J].中国林副特产,2009(3):41-42.
- [16] 凌雷.红掌快速繁育最适培养条件的筛选研究[J].现代农业科技,2011(11):212-213.
- [17] 陈华,吴子平.粉女郎红掌组培快繁技术研究[J].安徽农业通报,2010,16(21):55-57.
- [18] 兰芹英,仇玉萍,张远辉,等.不同红掌品种的叶片叶柄和茎段愈伤组织的诱导及植株再生[J].西北植物学报,2003,23(6):1006-1009.
- [19] 周辉明,尚伟,陈燕,等.外植体、基本培养基和生长调节剂对红掌愈伤组织诱导影响的研究[J].江西农业学报,2010,22(1):64-65.
- [20] 郭军战,费昭雪,成密红.红掌不同外植体愈伤组织诱导与不定芽分化的研究[J].西北林学院学报,2006,21(3):72-74.
- [21] 黄珺梅,洪丽萍,邹小鲁.安祖花的离体培养及快速繁殖[J].福建热作科技,2002,27(1):12-13.
- [22] 林钟石.2,4-D 和 BA 对红掌无菌小苗不同部位的愈伤组织诱导影响[J].科协论坛,2009(10):68.
- [23] 关丽霞,谢永刚,彭世勇,等.红掌叶不同部位愈伤组织的诱导及植株再生[J].辽宁农业职业技术学院学报,2007,9(1):25-27.
- [24] 束晓春,彭峰,李乃伟,等.红掌组织培养研究[J].江苏农业科学,2009(2):67-69.
- [25] 赵博生,刘涛.安祖花组织培养快繁技术[J].研究淄博学院学报(自然科学与工程版),2000,2(3):68-70.
- [26] 兰芹英,李启任,何惠英,等.红掌愈伤组织诱导和芽的分化[J].园艺学报,2003,30(1):107-109.
- [27] 刘国锋,赵庆庆,包满珠.盆栽安祖花叶片愈伤组织诱导及植株再生的影响因素[J].华中农业大学学报,2009,28(3):356-360.
- [28] 蔡维藩.红掌组织培养与快速繁殖[J].亚热带植物科学,2002,31(3):66-68.
- [29] 刘焯,刘国锋,张翼. NH_4NO_3 及碳源对红掌愈伤组织诱导影响的研究[J].北方园艺,2011(24):152-154.
- [30] 夏时云,麦瑜玲,许继勇,等.提高红掌叶片愈伤组织诱导和植株分化及壮苗率的技术研究[J].中国农学通报,2005,21(2):45-48.
- [31] 杨小玲,侯正仿,季静,等.不同组分培养基及培养温度对安祖花叶片愈伤组织诱导率的影响[J].沈阳农业大学学报,2008,39(1):15-18.
- [32] 肖三元,梁国平.红掌组织培养及快速繁殖[J].云南热作科技,2000,23(2):12-13.
- [33] 岑益群,蒋如敏,邓志龙,等.安祖花离体增殖的形态发生与理化因子效应[J].园艺学报,1993,20(2):187-192.
- [34] 郭维明,赵云鹏,文方德.花烛愈伤组织不同继代培养的再分化差异[J].园艺学报,2004,31(1):69-72.
- [35] 吴丽芳,陆伟东,丁伟,等.不同激素配比对红掌叶片愈伤组织诱导的影响[J].贵州农业科学,2010,38(8):17-18.
- [36] 陶贵荣,张丽娜,徐伟军.红掌(*Anthurium andraeanum* Dakota)幼叶诱导愈伤组织研究[J].西安文理学院学报(自然科学版),2010,13(2):7-12.
- [37] 潘学峰,潘梅,洪世军.红掌叶片愈伤组织的诱导与植株再生[J].海南大学学报(自然科学版),2001(2):144-149.

- [38] 蔡能,易自力,黄丽芳. 安祖花离体培养快速繁殖技术的优化[J]. 中南林业学院学报, 2005, 25(3): 85-88.
- [39] 远凌威,袁正仿,张苏锋,等. 安祖花的组织培养及快速繁殖研究[J]. 信阳师范学院学报(自然科学版), 2004, 17(3): 338-340.
- [40] 张军,张蕴,秦廷豪,等. 7个红掌品种产生愈伤组织的影响因素[J]. 中国园艺文摘, 2011(2): 21-22, 52.
- [41] 王进茂,郑均宝,高秀丽,等. 花烛组织培养的研究[J]. 河北林果研究, 2000, 15(1): 69-74.
- [42] 黄萍萍,张志勇,梁金平,等. 红掌快速繁殖及栽培管理技术[J]. 广西农业科学, 2006, 37(2): 113-116.
- [43] 段鹏慧,李兴泽,王云山. 红掌愈伤组织分化培养相关影响因素的研究[J]. 中国农学通报, 2009, 25(24): 341-343.
- [44] 赵卫国. 红掌离体培养再生体系的建立[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2008.
- [45] 牛红云. 安祖花(*Anthurium andraeanum* Lind)花发育、组织培养及RAPD分析[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2005.
- [46] 彭文君. 红掌(*Anthurium andraeanum*)阿拉巴马品种的组织培养研究[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2011.
- [47] 泽仁旺姆,葛红,刘洪涛. 红掌组培苗生根试验研究[J]. 西藏科技, 2006, 153(1): 53-55.
- [48] 陈春满,郑建临,叶燕,等. 物理条件对红掌组培苗生根和生长的影响[J]. 热带作物学报, 2008, 29(4): 435-438.
- [49] 王勇,杨元,吴国智,等. 红掌组培苗两种生根培养方法的比较研究[J]. 天津农业科学, 2009, 15(4): 27-29.
- [50] 尹俊梅,王存,黄素荣,等. 不同栽培方式与基质配方对红掌组培苗移栽成活率及生长的影响[J]. 热带作物学报, 2011, 32(4): 608-612.
- [51] 李际红,张友鹏,耿翠芳. 安祖花试管苗移栽成活率初探[J]. 山东林业科技, 2003, 145(2): 11-12.
- [52] 高雷,赵卫国,莫东发,等. 不同栽培基质对红掌组培出瓶苗生长的影响[J]. 北方园艺, 2008(7): 164-166.
- [53] 林德钦,张文珠,李梅. 不同栽培基质对红掌组培苗生长的影响[J]. 福建农业科技, 2001(4): 16.
- [54] 王月英,张庆良,杨燕萍,等. 基质对安祖花组培苗落地和苗木生长的影响[J]. 浙江农业科学, 2009(1): 80-82.
- [55] 王桂兰,李艳梅,林小静,等. 红掌组培苗移栽与养护技术的研究[J]. 北方园艺, 2006(2): 32-34.
- [56] 陈春满,郑贵朝,张善信,等. 不同栽培基质对红掌组培苗移栽成活及生长发育的影响[J]. 广东农业科学, 2008(2): 28-30.
- [57] 张建华,邓扑. 不同栽培基质对红掌组培苗移栽成活及生长发育的影响[J]. 上海交通大学学报, 2009, 28(6): 624-626.
- [58] 李志军,刘志国,徐强,等. 安祖花组织培养污染研究[J]. 山东林业科技, 2008, 175(2): 22-23.
- [59] 李春香,高凤菊,孙献明. 壳聚糖对红掌组培污染菌的抑制作用[J]. 唐山师范学院学报, 2008, 30(5): 44-48.
- [60] 时群. 红掌组织培养污染率控制研究(简报)[J]. 亚热带植物科学, 2010, 39(3): 80-81.
- [61] 张寅玲,刘艳军,黄俊轩,等. 含内生菌外植体红掌组培方法的研究[J]. 西南园艺, 2006, 34(6): 9-11.
- [62] 简兴,王米力,石大兴. 红掌组培苗继代过程中细菌污染的防治试验[J]. 亚热带植物科学, 2003, 32(2): 52-54.
- [63] 杜敬然,赵斌,李英丽,等. 红掌组织培养过程中外植体褐变的研究[J]. 北方园艺, 2010(9): 160-162.
- [64] 周丽丽,孙悦,王廷良,等. 红掌组织培养过程中外植体褐化因素的分析[C]//张启翔. 北京: 中国林业出版社, 2011: 417-420.
- [65] 杨小玲,杨少辉. 6-BA浓度对安祖花愈伤组织与试管苗生长重现性的影响[J]. 安徽农业科学, 2007, 31: 92-93, 96.

Research Summary on Tissue Culture of *Anthurium andraeanum*

LIN Mao, WANG Hua-xin, TANG Qiu-ming, CHEN Bao-ling, DU Ling, YANG Shu-ting
(Guangxi Zhuang Autonomous Region Forestry Research Institute, Nanning, Guangxi 530002)

Abstract: The study on tissue culture of *Anthurium andraeanum* which in recent years were described. The main factors of culture were introduced; selection and sterilization of explants, callus induction, callus differentiation, rooting, the transplantation of tissue culture seedlings, browning of pollution. The existing problems and countermeasures were discussed, for providing reference for tissue culture.

Key words: *Anthurium andraeanum*; tissue culture; callus