

药用菊花组织培养技术研究进展

赵维萍 王艳琪 刘洋 黄贝贝 蔡华*

(滁州学院生物与食品工程学院, 安徽滁州 239000)

摘要:该文分析了药用菊花组织培养过程中存在的问题, 归纳总结了药用菊花的病毒检测及脱毒方法、外植体的选择和处理以及组织培养过程中各个阶段的优良培养基的选择和培养的条件。

关键词:药用菊花; 病毒检测; 脱毒; 阶段培养

中图分类号 S682.1

文献标识码 A

文章编号 1007-7731(2019)12-0036-4

DOI:10.16377/j.cnki.issn1007-7731.2019.12.013

Advances in Tissue Culture Technology of Medicinal *Chrysanthemum*

Zhao Weiping et al.

(College of Biology and Food Engineering, Chuzhou University, Chuzhou 239000, China)

Abstract: Based on the analysis of the problems in tissue culture in recent years, the methods of virus detection and detoxification, the selection and treatment of explants, and the selection and culture conditions of fine culture medium in each stage of tissue culture were summarized.

Key words: Medicinal *Chrysanthemum*; Virus detection; virus-free; Stage culture

滁菊、贡菊、杭菊、亳菊共称为中国4大药菊^[1],《中药志》与《中华本草》中称滁菊和亳菊的品质最优。药菊的主要有效成分有黄酮、氨基酸、挥发油和绢云母、麦饭石等矿物质,以及锌、硒等多种微量元素,具有清热解毒、护胆明目、舒筋活血、解疮毒以及增强免疫力的功效。现代药理学研究认为,药用菊花具有改善心血管功能、抗癌、抗菌、扩血管、抗氧化等作用,是药用和饮料兼用的优良中药材^[2-7]。

1 药用菊花组织培养的意义及存在的问题

药菊的繁殖方式主要有分株、插条等,这类方法便于推广、且成本低。但在长期的生产中,由于连作、病害累积及复合侵染等因素,造成菊花花朵偏小、生长势减弱、抗逆性变差、叶上会出现明显斑点等问题,使菊花的品质和经济价值大大降低,从而影响了药菊产业的健康发展^[8,9]。在自然条件下,病毒一旦侵入到植物体内,就很难根除,要想有效地实现药菊的脱毒和复壮,植物组织培养是一个非常好的手段。

植物组织培养是20世纪发展起来的一项新技术,近30年来发展极为迅速^[10],其技术的优点在于:培养条件可控,在室内培养,不受外界多变的环境影响。选用组培脱毒苗进行栽培,不仅可以增强药菊的适应能力和抗逆能力,提高品质,而且减少了农药在栽培过程中的使用量。药菊的组织培养,对于生态环境的保护和药菊的可持续

发展具有非常重要的意义^[11]。

目前,药用菊花组织培养技术虽已经已有了很大的提高,但培养过程中仍存在内生菌、褐变和试管苗玻璃化等现象,以及优良品种生根困难等问题。因此,不同品种的药用菊花组织培养仍需进一步探讨^[12,13]。

2 药用菊花的病毒检测及脱毒方法

病毒检测是运用一些简单可靠的技术方法来判断植物病害是由哪种病毒引发的。植物的病毒检测在传统检测方法的基础上已经得到了完善,检测速度及准确性也大幅提高。目前,菊花病毒的检测技术主要有生物学检测、电子显微镜检测、分子生物学检测及血清学检测等^[9,14]。药用菊花脱毒的方法主要有:茎尖组织培养脱毒法、热处理结合茎尖组织培养脱毒法、化学处理脱毒法、超低温结合茎尖组织培养脱毒法^[9]。

3 药用菊花组织培养的原理

植物组织培养是指在无菌的条件下,将离体的器官、组织(细胞、胚胎、原生质体等)接种在人工配置的培养基上,并设定适宜的环境条件,经过脱分化形成愈伤组织、再分化培育成1株完整的植株^[10]。进行药用菊花的组织培养时,外植体一般都选取生长良好、无病虫害的植株。根据组织培养的植物细胞全能性的原理,菊花的任何部位都可以作为植物组织培养的外植体材料,但是菊花的不同部位的分化能力有所不同,所以在组织培养时应该根据

基金项目:安徽省高校自然科学研究重点项目(KJ2018A0426);安徽大学现代生物制造协同创新中心开放课题项目(BM2017003);滁州学院生物与食品工程学院实验室开放课题(SWSP201617KF;SWSP201504KF;SWSP201806KF;SWSP201820KF)。

作者简介:赵维萍(1983—),女,安徽人,实验师,研究方向:植物功能基因的克隆、表达调控及功能。 *通讯作者 收稿日期:2019-05-20

具体情况选择合适的外植体。周瑞玲等用菊花的茎尖、茎段和侧芽作为外植体进行对比试验,在后续研究菊花的组织培养过程中发现以茎尖外植体最好^[15]。梁称福等用菊花的嫩茎段作为材料建立无菌体系,再进行诱导芽分化、生根等试验,探讨了菊花组织培养快繁的技术^[16]。齐向英等以菊花当年生茎段为材料,进行初代培养^[17]。刘鹏等以菊花茎尖作为外植体进行脱毒培养^[18]。司怀军等利用‘熬霜’幼嫩花瓣为外植体材料^[19]。刘兴玉等以菊花花瓣为外植体进行组培快繁并取得成功^[20]。符运柳等分别以菊花脑的顶芽和腋芽为外植体进行组培研究^[21],经多年的研究表明,采用药菊茎尖分生组织建立无菌体系最好,并且取茎尖分生组织顶端处圆锥区内的长度不超过0.1mm,但实际操作非常困难且不易成活,目前药菊组织培养所取的茎尖均超过了0.1mm。

4 药菊组织培养技术研究进展

4.1 外植体的处理 外植体的处理非常重要,若消毒剂使用不恰当或者处理时间不当,内源菌未彻底处理,后期会影响外植体的生长发育。外植体刚从野外采摘回来时应先用流水清洗干净,如果表面污垢比较多,可以适当的使用洗衣粉等。不同的外植体在使用消毒剂时的处理时有一定的差异,顾昌华等对菊花外植体的消毒处理,分别使用了7种不同消毒剂进行处理,研究不同消毒剂的消毒效果,结果表明,菊花的外植体顶芽用2%次氯酸钠+0.1%升汞消毒各5min,侧芽以0.1%升汞消毒5min后效果最佳^[22]。经过消毒剂处理过的外植体,再用无菌水冲洗5~6次即可^[23]。

4.2 环境条件 药菊在培养基含量为1/4MS~2MS的条件下,其苗高、叶面面积、叶绿素含量、鲜重、干重均呈现出随着培养基含量的增加而升高的趋势;不添加蔗糖,药菊组培苗将停止生长甚至死亡,当蔗糖浓度在1.5%~4.5%时,其苗高、叶面面积、叶绿素含量、鲜重、干重均呈现出随蔗糖浓度的增加而升高的趋势,但药菊的增殖系数却表现为先增后降的趋势。由此认为,培养的最佳条件为MS+蔗糖3%^[24]。琼脂是培养基中的固化剂,适量的琼脂有利于药菊植株的生长,随着琼脂浓度的增加,其胶凝粘聚性、硬度、弹性也增加,琼脂含量过高时,培养基的硬度过大,其透气性降低,从而导致药菊植株吸收营养物质困难,根系形成也将受到影响。因此,适宜的培养基琼脂含量对药菊组织培养具有重要的意义。MS培养基中一般添加0.7%~0.8%的琼脂,再加入不同种类和浓度配比的植物生长调节剂进行不定芽的诱导、增殖和生根培养。在植物组织培养过程中,不同的植物或品种需要的培养环境及条件也有很大差异。对于药菊的组织培养而言,不同的温度、湿度、光照强度、酸碱度、培养时间等都会影响到外植体的脱分化和再分化,从而影响后期诱导不定

芽的数量、扩繁的速度、植株根的数量以及叶片中叶绿素含量等。较弱的光照有利于药菊愈伤组织不定芽的诱导、增殖和植株生长、根数的增多,较强的光照有利于芽的生长、叶片的发生和根的伸长,过强的光照会造成芽色变白和苗色变淡。研究表明,药菊组织培养的光照强度一般为2000~3000lx,光照培养时间为12h/d,黑暗培养时间为12h/d,适宜的温度为(25±1)℃。相对湿度也是影响组培苗生长发育的重要因素,相对湿度过高,容易引起培养物的污染和玻璃化等问题,还会改变试管苗的叶片结构,降低蒸腾拉力,严重影响其正常生长,一般认为,80%左右的相对湿度较适合组培苗的生长。另外,培养基酸碱度也能影响外植体对培养基中营养的吸收,不适宜的pH可能会导致组培植株的褐变或玻璃化等^[23,25]。从药菊的组织培养研究进展可知,组培苗的适宜培养基的pH在5.8~6.0。

在药菊植物组织的培养过程中,培养基中添加适量的活性炭,可提高培养体内可溶性蛋白和总糖的含量,模拟和自然环境土壤类似的黑暗环境,并且可以吸附组培植株在生长过程中分泌的物质和容器中某些气体成分来减少不利因素对植株的影响,防止褐化和促进生根的作用^[26]。

4.3 阶段式培养

4.3.1 初代培养 药菊以MS作为初代培养的基本培养基,外加适量6-BA、NAA、KT或TDZ等生长调节剂。在组织培养过程中,培养基中的细胞分裂素、生长素等有一定比例,一般来说,较高浓度的细胞分裂素有利于形成不定芽,较高浓度的生长素有利于形成根;当细胞分裂素和生长素处于一定平衡的浓度时,有利于形成愈伤组织^[27]。邓衍明等在研究滁菊脱毒苗时,采用改良的热处理结合植株茎尖分生组织培养的方法,建立了滁菊组织培养脱毒苗快繁技术体系,得出滁菊茎段诱导愈伤组织的最佳培养基为MS+2.0mg/L 6-BA+0.1mg/L NAA;滁菊的茎尖增殖的最佳培养基为MS+1.0mg/L 6-BA+0.1mg/L NAA^[14]。王康才等在研究杭菊时,用杭菊露白期的花瓣作外植体进行研究,得到最佳的诱导愈伤组织培养基为MS+0.2mg/L NAA+2mg/L KT^[28]。邓年芳等以菊花的花瓣作为外植体进行组培快繁技术的研究,得出诱导菊花愈伤组织的最佳培养基为MS+1.5mg/L 6-BA+0.1mg/L NAA^[29]。薛建平等以药菊的叶片作为外植体,用背接的方式接于MS+0.1mg/L 6-BA+0.1mg/L NAA诱导植株再生效果最好^[23]。蒋细旺等以菊花为试材,分别以茎段和叶片作为外植体,研究不同的植物激素对离体培养的植株生长的影响,实验表明杭白菊最佳的生根培养基为1/2MS+0.1~0.2mg/L NAA^[30]。侯玉杰等以菊花侧芽茎尖作为外植体进行组织培养实验,得出菊花茎尖离体培养的适宜培养

基为MS+5.0mg/L 6-BA+0.01mg/L NAA^[31]。孙景欣用菊花切花“黄秀凤”的茎尖作为外植体,得到诱导愈伤组织最佳的培养基为MS+0.2~1mg/L NAA,丛生芽长势强^[32]。诱导芽分化并不一定需要加入植物激素,符运柳等分别以菊花脑的顶芽和腋芽为外植体进行组培研究,结果表明,在不添加任何激素的MS培养基中培养5d,就能诱导出不定芽^[21]。汤雪燕以菊花花托作为外植体,在MS培养基中加入6-BA 0.4mg/L+TDZ 2.0mg/L+ NAA 0.3 mg/L时,形成愈伤组织多,愈伤组织结实,芽诱导效果最好^[33]。李卓姣用菱叶菊幼嫩茎尖为材料进行组培繁殖研究,得出菱叶菊最适不定芽诱导培养基为MS+6-BA 3mg/L+NAA 1mg/L^[34]。从以上研究结果可以得出:诱导菊花愈伤组织的最适宜的培养基为MS+6-BA 0.4mg/L+TDZ 2.0mg/L+NAA 0.3mg/L。

4.3.2 继代培养 药菊继代培养是组培扩繁获得大量无根苗的重要方法。一般有以下2种途径,一是将愈伤组织上的从芽分离,将分离的药菊愈伤组织块接种在培养基上培养,分化成更多的芽;二是将长成的无根试管苗切成带叶或带芽的小段,接种于培养基上,然后长成幼苗^[35]。候玉杰在MS基础培养基上附加3.0mg/L 6-BA和0.01mg/L NAA进行菊花继代培养时,芽苗长势较旺,适宜作为菊花继代培养扩大繁殖的培养基^[31]。符运柳等分别以菊花脑的顶芽和腋芽作为组织培养的外植体进行研究,认为适宜菊花的增殖培养基为1/2MS+0.5mg/L 6-BA+0.1mg/L NAA^[21]。经研究者的重复实验和各个实验结果对比可知,药菊组织培养快速繁殖的最适培养基为MS+3.0mg/L 6-BA+0.01mg/L NAA。

4.3.3 生根培养 邓衍明等在研究滁菊脱毒苗时,表明滁菊生根培养最佳的培养基为1/2MS+0.1mg/L NAA^[14]。黄丹枫等通过实验得出诱导滁菊组培苗生根的适宜培养基是1/2MS+0.2mg/L IBA^[36]。符运柳等认为适合诱导药菊生根的培养基为1/2MS+0.1mg/L NAA^[21]。袁成志等认为诱导生根的最佳培养基1/2MS+NAA 0.1mg/L^[37]。刘金等认为在1/2MS+1mg/L IAA或1/2MS+0.2mg/L NAA培养基最有利于生根^[18]。邓年芳等用1/2MS+0.5mg/L NAA作生根培养基,生根率可达100%^[29],能够稳定地生根是炼苗移栽的必要条件。从以上综述的各个生根培养的实验结果来看,1/2MS+0.5mg/L NAA作为生根培养基的效果最佳。

4.4 炼苗与移栽基质 由于药菊组培苗从接种到长成完整的植株一直是在比较适宜并且可控的室内环境下,当组培苗从组培瓶中移出后,其生长环境必然发生很大变化,自然环境会影响到幼苗的成活率。所以移栽前需要先进行炼苗,炼苗方法如下:生根的组培苗长到苗高约3cm左右,白根露出,有侧根时可以进行炼苗。朱涛等研究表明,3d为炼苗合适的时间,此时幼苗的成活率最高,可达95%以上,少于或多于这一时间,都会引起成活率下

降,如果炼苗时间过短,幼苗将不能很好地适应环境变化;炼苗时间过长,则幼苗容易感染细菌病毒^[30]。经过炼苗后,将组培苗取出,用清水小心洗去根部残留培养基,用多菌灵或百菌清洗液杀菌1~2min,然后移栽到基质中。炼苗基质一般有2种:一种是泥沙土与腐质土,另一种是石+珍珠岩+腐质秸秆^[1],也有的移栽基质采用泥炭与椰糖各半的混合基质^[38]。总之,炼苗时保证组培苗能够适应外界环境是关键,移栽时选择透气性好,保水性能高的基质。

5 结语

药菊作为药用草本植物,其药用价值不容小觑,医药业对于药菊的需求不断地增多,但是各种药菊的地域性都很强,对于生长环境的要求也非常高。就目前而言,药菊的生产仍属于小规模生产,并没有实现工厂化和自动化生产,如何利用有效的地域来获得更多品质优良的菊药,是人们关注的问题。药菊在长期的栽培过程中出现了各种问题,导致产量并不理想,因此,研究药菊的脱毒苗的组织培养技术十分必要。近年来,药菊组织培养虽取得了较大的进步,但是药菊的脱毒手段、病毒检测以及各个阶段的组织培养等都还有很大的空间进步,需要今后不断地研究探索。

参考文献

- [1]王霏.毫菊资源与种苗繁育及品质分析的研究[D].合肥:安徽农业大学,2013.
- [2]王珊,李友连,苏靖,等.中国药用菊花品种及加工方法变迁的研究[J].中国药学杂志,2017(7):539-542.
- [3]国家中医药管理局《中华本草》编委会.中华本草[M].上海:科学技术出版社,1999.
- [4]滁菊组织培养脱病毒技术与脱毒苗的应用研究[D].武汉:华中农业大学,2006.
- [5]代丽萍,胡惠露,丁元春,等.药菊组织培养研究进展[J].安徽农学通报,2008,14(7):86-88.
- [6]Sang C J, Sang M K, Yong T J, et al. Hepatoprotective effect of water extract from *Chrysanthemum indicum* L. flower[J]. Chinese Medicine, 2013, 8(1):7.
- [7]孙向珏,沈汉明,朱心强.菊花提取物抗肿瘤作用的研究进展[J].中草药,2008,39(1):148-151.
- [8]龚建国,杨雪,李婷,等.利用叶片再生进行滁菊组培扩繁[J].安徽农业科学,2013,415(18):7788-7789.
- [9]菊花病毒鉴定及茎尖培养脱毒方法研究[D].南京:南京农业大学,2012.
- [10]甜叶菊同源四倍体种质创新及生物学特性比较[D].南京:南京农业大学,2013.
- [11]张家瑛.贡菊离体快繁体系优化及种苗分级标准研究[D].广州:广州中医药大学,2016.
- [12]李辛雷,陈发棣,王红,等.菊花外植体再生体系的研究[J].上海农业学报,2004(2):13-16.
- [13]王丽华,王永清,陈文德,等.菊花组织培养技术体系研究[J].安徽农业科学,2005(8):1416-1417.
- [14]邓衍明,褚芳玲,华如枝.滁菊组织培养脱病毒(下转44页)

4 性味功效考证

草珊瑚在民间常用于煎之退热。清《生草药性备要》^[5]有记载草珊瑚煲水喝能退热。清《岭南采药录》^[17]也相应的记载了九节茶能退烧退热。这两类本草都记载了草珊瑚具有清热凉血的功效。

除此之外,在历代本草中也有记载草珊瑚治疗跌打损伤的功效,如清《分类草药性》^[5],还有清《本草纲目拾遗》^[13]收录的两本地方书籍记载:“《群芳谱》:枝叶捣汁,可治跌打损伤。《肇庆志》:跌伤骨节,捣烂敷之,可以接骨”,其治疗跌打损伤功效和现在的药用草珊瑚一致。现代本草书籍对草珊瑚性味功效也有记载。如《陆川本草》^[17]记载九节茶可接骨。《四川中药志》记载草珊瑚“用于风湿关节痛,跌打损伤骨折”^[18]。证实了草珊瑚有治疗跌打损伤的作用。《国家药典中药彩色图鉴》^[19]对草珊瑚性味作了归纳:“性味苦、辛,平。归心、肝经”。

5 讨论

通过对中药草珊瑚名称、原植物、产地和性味功效进行考证,基本可以认定《汝南圃史》^[3]中所记载的九节茶、现代各本草著作中所记载的草珊瑚植物确为现今所用中药草珊瑚,为金粟兰科植物。在《植物名实图考》^[9]中记载有两种接骨木,有一种与现在草珊瑚一致,另外一种则不一样,清《药性通考》^[11]记载的接骨木为忍冬科植物,与现在草珊瑚科属不同,所以为了避免与现在草珊瑚混淆,不宜继续释名“接骨木”。

草珊瑚原植物形态主要参考《植物名实图考》^[9]和《中华本草》苗药卷^[15]里的记载,该植物主产于长江流域

以南,分布广泛,本草古籍上以岭南地区记载为最多,现如今成为福建省的道地药材。

草珊瑚从古至今都有清热凉血,跌打损伤的疗效,并无太大变化。近年来草珊瑚还在消炎抗菌、抗肿瘤等方面有所应用。统一用药名称,摒弃其它容易混淆的别名,有助于为指导临床合理使用草珊瑚提供依据。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[S]. 一部. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 223-224.
- [2] 唐·陈藏器. 本草拾遗[M]. 安徽: 皖南医学院科研处, 1983.
- [3] 明·周文华. 汝南圃史[M]. 济南: 齐鲁书社, 1995.
- [4] 陈超志, 李书渊. 九节茶的本草考证[J]. 中药材, 2015, 38(12): 2628-2631.
- [5] 清·何谏. 生草药性备要[M]. 广东: 广东科技出版社, 2009.
- [6] 清·佚名. 分类草药性·上卷. 民国二十八年新刻.
- [7] 吴征镒. 云南植物志[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [8] 福建药物志[M]. 第二卷. 福建: 福建科学技术出版社, 1994: 283-284.
- [9] 清·吴其浚. 植物名实图考[M]. 北京: 商务印书馆, 1957.
- [10] 宋·唐慎微. 证类本草[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2011: 471.
- [11] 清·太医院. 药性通考[M]. 北京: 学苑出版社, 2006: 116.
- [12] 本草纲目图考[M]. 北京: 科学出版社, 2018: 1420.
- [13] 清·赵学敏. 本草纲目拾遗[M]. 北京: 中国中医药出版社, 1999: 83.
- [14] 程用谦. 中国植物志[M]. 第20(1)卷. 北京: 科学出版社, 1982: 79.
- [15] 中华本草·苗药卷[M]. 贵州: 贵州科技出版社, 2005: 29-30.
- [16] 清·萧步丹. 岭南采药录[M]. 广州: 广东科技出版社, 2009: 62.
- [17] 陆川本草[M]. 南宁: 陆川县中医药研究所, 1959.
- [18] 四川中药志[M]. 第二卷. 成都: 四川人民出版社, 1982: 142-143.
- [19] 国家药典中药彩色图鉴[M]. 北京: 军事医学科学出版社, 2015: 144.

(责编: 杨林)

(上接38页) 技术研究[J]. 安徽农业科学, 2007(14).

- [15] 周瑞玲, 吴雨龙. 菊花的组织培养及移栽技术初探[J]. 江苏林业科技, 2001(2): 23-24.
- [16] 梁称福, 易诚, 范适, 等. 菊花组培快繁技术研究[J]. 湖南环境生物职业技术学院学报, 2006(3): 242-244.
- [17] 齐向英, 郑丹, 张超, 等. 菊花组织培养研究[J]. 江苏农业科学, 2009(5): 63-64.
- [18] 刘鹏, 刘金, 赵艳红, 等. 菊花的组织培养、脱毒与快繁技术研究[J]. 内蒙古民族大学学报: 自然科学版, 2005(4): 410-413.
- [19] 司怀军, 戴朝曦, 于品华, 等. 菊花幼嫩花瓣愈伤组织的诱导和植株再生[J]. 甘肃农业大学学报, 1998(2).
- [20] 刘兴玉, 蒲红. 菊花花瓣的组织培养[J]. 西南农业大学学报, 1990(2).
- [21] 符运柳, 王永壮, 郭庆辉, 等. 菊花脑的组织培养与快速繁殖[J]. 安徽农业科学, 2010(24): 13367-13368.
- [22] 顾昌华, 郑利锋. 世界名菊——墨菊花的组织培养与快速繁殖技术[J]. 种子, 2006(6): 93-94.
- [23] 薛建平, 张爱民, 盛玮, 等. 安徽药菊茎尖组织培养技术的研究[J]. 中国中药杂志, 2002(5).
- [24] 孙翔, 费如桂, 殷丽青, 等. 培养基和蔗糖对非洲菊增殖及其生长特性的影响[J]. 经济林研究, 2017, 35(2): 183-187.
- [25] 香蕉新品种“红研一号”引种栽培试验与良种组培快繁研究[D]. 南宁: 广西大学, 2014.
- [26] 杨振德, 朱麟, 谢立群, 等. 百部组织培养中不定根的诱导[J]. 江

西农业大学学报, 2003, 25(4): 566-570.

- [27] 叶绿. 试谈潘瑞焱、董恩得《植物生理学》(上册)的“架子”[J]. 植物生理学通讯, 1986(1): 54-55.
- [28] 王康才, 张雪琼, 茅毓英. 杭菊花花瓣组织培养[J]. 中草药, 2000(8).
- [29] 邓年方, 吴桂容. 菊花花瓣的组培快繁技术研究[J]. 贺州学院学报, 2007(3): 144-145.
- [30] 蒋细旺, 刘国锋, 包满珠. 菊花9个品种叶片和茎段快速高效再生体系的建立[J]. 华中农业大学学报, 2003(2): 162-166.
- [31] 侯玉杰, 朱涛, 王晓涛. 菊花的组织培养研究[J]. 信阳师范学院学报: 自然科学版, 2005(3): 323-325.
- [32] 孙景欣, 冯志萍. 菊花切花“黄秀凤”茎尖培养加速繁殖的研究[J]. 中山大学学报论丛, 1992(3): 186-189.
- [33] 汤雪燕, 赵统利, 邵小斌, 等. TDZ在非洲菊组培快繁中的应用[J]. 安徽农业科学, 2015(30): 31-32.
- [34] 李卓姣, 李丽. 菱叶菊组培繁殖研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2017, 42(8): 46-50.
- [35] 刘忠荣. 菊花组培快繁[J]. 中国花卉盆景, 2003(8): 36-37.
- [36] 黄丹枫, 汪觉先, 毛炎. 切花菊新品种的组培快繁试验[J]. 上海农业科技, 1992(2): 38-39.
- [37] 袁成志, 李波, 杨蔚然, 等. 激素对菊花愈伤组织诱导和丛生芽分化的影响[J]. 北方园艺, 2010(1): 162-164.
- [38] 陈喜林, 陈晓彬, 陈琦磊. 菊花组培快繁技术在实际生产中的应用[J]. 福建热作科技, 2009(4).

(责编: 张宏民)