

王华宇,陈乃明,杨利平,等. 扁桃斑鸠菊无性快繁及栽培产业化技术[J]. 江苏农业科学,2017,45(5):33-36.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.05.008

扁桃斑鸠菊无性快繁及栽培产业化技术

王华宇,陈乃明,杨利平,梁刚,蔡林

(钦州市林业科学研究所,广西钦州 535099)

摘要:建立了扁桃斑鸠菊的组培快繁技术体系,并进行了扦插育苗和造林技术研究,初步完成了种苗的规模化生产和示范林建设。研究表明,外植体表面消毒以 75% 乙醇预处理 10 s,再用 0.1% 氯化汞浸泡 8 min 效果最好;继代培养的最适宜培养基为 MS + 6-BA 0.2 mg/L + IBA 0.05 mg/L,增殖系数可达到 4.0;最适宜的生根培养基为 1/2MS + IBA 0.1 mg/L,生根率可达 100%;将生根后的植株进行移栽,在轻基质(泥炭:珍珠岩=2:1)和黄心土中成活率均可达 90% 以上;其插穗在轻基质中扦插成活率为 86.7%。造林 1 年后,成活率达到 96% 以上,平均株高可达 2.9 m,适应性强,易于实现产业化。

关键词:扁桃斑鸠菊;无性快繁;栽培

中图分类号:S317 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)05-0033-04

扁桃斑鸠菊(*Vernonia amygdalina* Del.),别称桃叶斑鸠菊、神奇叶、苦树、南非树等,为菊科斑鸠菊属植物,原产于非洲。扁桃斑鸠菊可以长成大树,栽培状态下多被修剪为灌木或篱笆,高 2~5 m,喜光,宜在潮湿环境中生长,也耐干旱,适

应所有土壤类型。扁桃斑鸠菊叶子可以安全食用,在尼日利亚等地被当作一种蔬菜。其叶片具有独特的气味和苦涩感,因而常被称为苦叶^[1-3],可作为杀菌剂或啤酒花的替代品^[4]。在西部非洲,扁桃斑鸠菊的叶子提取物被用作药物,用于治疗疟疾、蠕虫感染、厌食和妇科疾病治疗,有研究认为,其叶可以安全食用^[5]。此外,Howard 等通过扁桃斑鸠菊的提取物作用于乳腺癌细胞试验,认为 *Vernonia amygdalina* 是较好的纯天然抗肿瘤制剂^[6]。目前,已从扁桃斑鸠菊中分离出 5 类共 32 种化合物,其主要活性成分有皂苷、生物碱、萜类、类固醇、香豆素类等,具有多种药用价值,其中包括确切的抗肿瘤作用值

收稿日期:2016-01-31

基金项目:广西钦州市科技开发项目(编号:201322030);广西创新计划专项(编号:2013CXJHB08)。

作者简介:王华宇(1981—),男,河南南阳人,硕士,高级工程师,主要从事植物生物技术和栽培技术研究。E-mail:hywangsky@163.com。

- [10] Audran - Delalande C, Bassa C, Mila I A, et al. Genome - Wide identification, functional analysis and expression profiling of the *Aux/IAA* gene family in tomato[J]. *Plant & Cell Physiology*, 2012, 53(4): 659 - 672.
- [11] Wu J, Peng Z, Liu SY, et al. Genome - wide analysis of *Aux/IAA* gene family in Solanaceae species using tomato as a model[J]. *Molecular Genetics and Genomics*, 2012, 287(4): 295 - 311.
- [12] Fukaki H, Tameda S, Masuda H, et al. Lateral root formation is blocked by a gain - of - function mutation in the *SOLITARY - ROOT/IAA14* gene of *Arabidopsis*[J]. *Plant Journal*, 2002, 29(2): 153 - 168.
- [13] Overvoorde P J, Okushima Y, Alonso J M, et al. Functional genomic analysis of the *AUXIN/INDOLE - 3 - ACETIC ACID* gene family members in *Arabidopsis thaliana* [J]. *Plant Cell*, 2005, 17(12): 3282 - 3300.
- [14] Song Y, Wang L, Xiong L. Comprehensive expression profiling analysis of *OsIAA* gene family in developmental processes and in response to phytohormone and stress treatments[J]. *Planta*, 2009, 229(3): 577 - 591.
- [15] Wilson A K, Pickett F B, Turner J C, et al. A dominant mutant in *Arabidopsis* confers resistance to auxin, ethylene and abscisic acid [J]. *Molecular and General Genetics*, 1990, 222(2): 377 - 383.
- [16] Blilou I, Frugier F, Folmer S, et al. The *Arabidopsis* hobbit gene encodes a CDC 27 homolog that links the plant cell cycle to progression

of cell differentiation[J]. *Genes & Development*, 2002, 16(10): 2566 - 2575.

- [17] Fukaki H, Tameda S, Masuda H, et al. Lateral root formation is blocked by a gain - of - function mutation in the *SOLITARY - ROOT/IAA14* gene of *Arabidopsis*[J]. *Plant Journal*, 2002, 29(2): 153 - 168.
- [18] Wang H, Jones B, Li Z G, et al. The tomato *Aux/IAA* transcription factor IAA9 is involved in fruit development and leaf morphogenesis [J]. *Plant Cell*, 2005, 17(10): 2676 - 2692.
- [19] Chaabouni S, Jones B, Delalande C, et al. SI - IAA3, a tomato *Aux/IAA* at the crossroads of auxin and ethylene signalling involved in differential growth[J]. *Journal of Experimental Botany*, 2009, 60(4): 1349 - 1362.
- [20] 张俊红. 番茄 *Aux/IAA* 基因的克隆与功能分析[D]. 武汉:华中农业大学, 2005: 51 - 60.
- [21] Bassa C, Mila I, Bouzayen M A. Phenotypes associated with down - regulation of SI - IAA27 support functional diversity among *Aux/IAA* family members in tomato[J]. *Plant and Cell Physiology*, 2012, 53(9): 1583 - 1595.
- [22] Xu T, Wang Y L, Liu X, et al. Solanum lycopersicum IAA15 functions in the 2,4 - dichlorophenoxyacetic acid herbicide mechanism of action by mediating abscisic acid signalling [J]. *Journal of Experimental Botany*, 2015, 66(13): 3977 - 3990.

得在肿瘤治疗中应用^[1]。

目前,已知菊科斑鸠菊属植物约 1 000 多种,我国已发现该属植物约 30 种,主要分布于西南至东南、台湾、新疆等地区^[7]。扁桃斑鸠菊在东南亚及中国台湾等地民间应用较多,而中国大陆则相对比较陌生,近年来,两广地区陆续引进种植。关于扁桃斑鸠菊的生物学特征及繁育方面报道甚少,而选择优良种源和单株,通过植物组织培养、扦插等无性快繁技术,可以保证母本的优良性状,实现新品种快速开发。尤其是植物组培快繁技术,有利于种苗快速繁殖和种质资源保存,也为更深层次的开发研究提供了技术平台。本研究通过构建组培快繁技术体系和扦插繁殖技术研究,初步实现了扁桃斑鸠菊种苗的规模化生产,并进行了造林技术研究和示范林营建,为扁桃斑鸠菊的标准化生产和推广应用提供了参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料

材料来源为广西钦州市林业科学研究所试验苗圃栽培的扁桃斑鸠菊。选取生长健壮、无病虫害的优良植株,剪取木质化程度较轻的当年生嫩枝为外植体。

1.2 试验方法

1.2.1 外植体消毒 将采回的茎段截成长 1.2 ~ 1.5 cm 的带节小段,剪去叶片,只保留叶柄基部长约 0.5 cm,流水冲洗 20 min 备用。在超净工作台上,用 75% 乙醇浸泡 10 s,0.1% 氯化汞振荡消毒 5 ~ 12 min,再用无菌水冲洗 5 次洗去残留药液,用无菌滤纸吸干水分后,切去茎段两端和叶柄上部少许,长度保留约 0.2 cm,接种于诱导培养基上。氯化汞消毒时间设定为 5、8、10、12 min,每种处理 20 个外植体,筛选出最佳灭菌时间。

1.2.2 培养基配方设计 诱导培养基为 MS + 6 - BA 0.5 mg/L + NAA 0.05 mg/L。继代培养时,以 MS 为基本培养基,添加 6 - BA (0.1 ~ 0.5 mg/L)、NAA (0.00 ~ 0.05 mg/L) 或 IBA (0.00 ~ 0.05 mg/L) 等不同激素浓度组合进行培养。生根培养时,以 1/2MS 为基本培养基 (仅大量元素减半),添加不同浓度的 NAA (0.00 ~ 0.15 mg/L) 或 IBA (0.00 ~ 0.15 mg/L) 进行培养。

1.2.3 组织培养条件 除特别说明外,上述培养基均添加 3.0% 蔗糖和 0.6% 琼脂粉,高压灭菌前 pH 值调整至 6.0。培养室培养温度为 (23 ± 2) °C,继代培养光照时间 12 h/d,光照强度 1 500 ~ 2 500 lx;生根培养光照时间 16 h/d,光照强度 1 500 ~ 2 500 lx。

1.2.4 组织培养过程 将消毒完成后的外植体接种于诱导培养基中,定期观察记录消毒结果,记录内容包括消毒外植体数、消毒时间过长造成的外植体死亡数、外植体霉菌细菌污染数、外植体成活数和侧芽的生长情况。3 周后将记录结果进行统计,取各组的平均值作为结果。

诱导率 = (出芽外植体数/接种数) × 100%。

继代和生根均用手术刀和镊子进行操作。待无菌芽生长至 2 ~ 3 cm 时,转入继代培养基进行培养,培养周期为 21 d。在相同培养基中连续培养 2 个周期,待增殖苗生长稳定后,观察芽的生长情况。每种处理为 150 个接种芽,随机抽取 30 个接种芽,统计增殖系数,筛选最适宜的增殖培养基。增殖率 =

(增殖株数/接种数) × 100%;芽增殖系数 = 增殖芽数/出芽株数。

取带有 2 ~ 3 个节的试管苗顶端转入生根培养基进行培养,截取长度约 3 cm,每种处理为 150 株。生根培养 2 周后,随机抽取 30 株组培苗,统计植株高度、叶色、生根率、平均生根数等生长指标,筛选最佳的生根培养基。生根率 = (生根株数/接种数) × 100%;平均生根数 = 生根数量/接种株数。

1.2.5 不同栽培基质对扁桃斑鸠菊移栽苗生长的影响 将完成生根阶段的试管苗,洗干净基部培养基,分别种植于轻基质 (泥炭:珍珠岩 = 2:1) 和黄心土中。分别移栽 500 株,3 周后统计移栽成活率。成活率 = (成活株数/移栽株数) × 100%。

1.2.6 不同基质对扁桃斑鸠菊扦插的影响 扦插试验采用容器 (黑色育苗袋) 扦插。选取长 10 ~ 30 cm 的 2 ~ 3 年生健壮枝条为插穗,扦插前均在 200 mg/L NAA 溶液中浸泡 30 min (液面浸没插穗下部 1/4 ~ 1/3)。扦插基质选用黄心土和轻基质 (泥炭:珍珠岩 = 2:1,体积比) 2 种基质,装袋后均用 0.5% 的 KMnO₄ 溶液喷洒消毒。

1.2.7 不同栽植方式对扁桃斑鸠菊造林苗生长的影响 扁桃斑鸠菊造林地选择钦州市林业科学研究所试验林地,年均气温约 22 °C,坡度 10° ~ 35°,土质微酸性,光照充足,林地通风良好。造林选用容器苗造林,造林面积 1 hm²,行距 1.5 m,株距 1.5 m。扁桃斑鸠菊容器苗造林 5 个月,于 2015 年 5 月选择其中立地条件相似的幼苗 200 株,进行截顶处理,截顶高度为距地面 25 ~ 30 cm,截顶后截面用蜡密封处理。2015 年 12 月,分别统计不同栽植方式的成活率、株高、分枝数、抗性、单株叶片鲜质量等生长指标。成活率 = (成活株数/200 株) × 100%;单株叶片鲜质量采取随机抽取 30 株,全部摘除叶片后立即称质量,取其平均值。

2 结果与分析

2.1 无菌材料获得

从表 1 可以看出,随着在 0.1% 氯化汞溶液中消毒时间的增加,外植体死亡数量也随之增加,而污染数量随之减少,外植体成活率呈现先升高再降低的趋势。消毒死亡的外植体外观呈现出黑褐色,很难再抽出新芽;少量外植体呈现黑绿相间的颜色,一部分仍可抽出新芽;消毒时间为 5 min 时,虽然外植体仍为绿色,且多有侧芽抽出,但污染率高达 75%。综合考虑外植体死亡率、污染率、成活率等方面因素,氯化汞消毒处理 8 min 最为适宜。

表 1 不同消毒时间对扁桃斑鸠菊成活率的影响

处理时间 (min)	死亡 (个)	污染数 (个)	成活数 (个)	诱导率 (%)	主要表现
5	0	15	5	25	茎段绿色,细菌污染严重
8	2	4	14	70	茎段绿色,侧芽生长迅速
10	12	2	6	30	大多茎段黑褐色或黑绿相间
12	19	0	1	5	茎段全为黑褐色

注:外植体数为 20 个。

在诱导培养基中,会在外植体的表面或茎段基部出现愈伤组织,但大多呈现水渍状且质地疏松,很难诱导出芽,而侧

芽则易于诱导且生长迅速(图 1-A)。初代培养 3 周时,侧芽可高达 3~4 cm,具 3 张以上叶片(图 1-B),转入增殖培养基进行继代培养。

2.2 扁桃斑鸠菊的继代培养

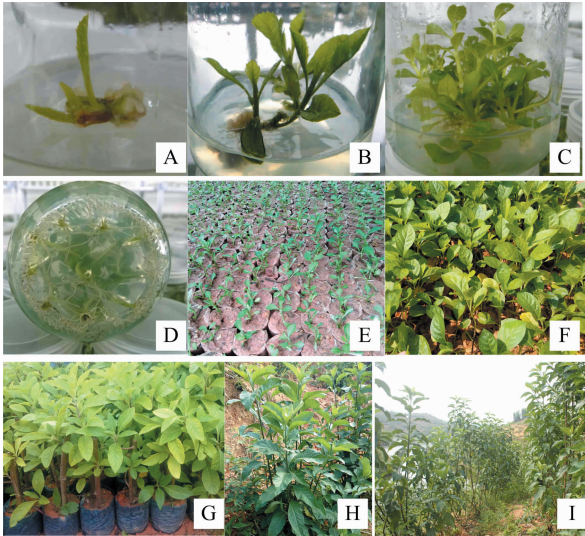
扁桃斑鸠菊生长迅速,培养 3 周即可进行下一次继代,超过 4 周易出现黄叶和小芽死亡的情况,影响增殖效率。培养中发现扁桃斑鸠菊对植物激素的种类和浓度比较敏感,从表 2 可以看出,当 6-BA 浓度达到 0.3 mg/L 时容易出现玻璃化现象,当浓度达到 0.5 mg/L 时,玻璃化现象尤为严重,且基部水渍状愈伤组织较多;6-BA 浓度为 0.1 mg/L 时,植株生长细弱,节间长,基部分枝少,影响增殖效率和种苗质量。当 6-BA 浓度为 0.2 mg/L 时,植株生长健壮(图 1-C),6-BA 与 IBA 配合使用时,试管苗的生长状况最佳。因此选用 MS+6-BA 0.2 mg/L+IBA 0.05 mg/L 为扁桃斑鸠菊继代的最适宜培养基。

2.3 扁桃斑鸠菊的生根诱导

扁桃斑鸠菊生根培养 2 周时,观察统计各组培养基的试验效果。统计生根数量时,长度达到 0.5 cm 的肉质根方可计入生根数。从表 3 可以看出,以 1/2MS 为基本培养基附加浓度 0.05~0.15 mg/L 的 NAA 或 IBA 均可取得较高的生根率,且平均生根数量都在 5 条以上,说明扁桃斑鸠菊的生根诱导较为容易。但采用 NAA 诱导时,虽然已经降低了基本培养基中无机盐的用量,但仍会出现不同程度的愈伤组织和玻璃化现象,不利于试管苗的移栽。采用 IBA 诱导生根时,以 1/2 MS+IBA 0.1 mg/L 诱导生根的效果最好,根系最为发达,小苗的长势最好,最适合后期移栽。

2.4 不同栽培基质对扁桃斑鸠菊移栽苗生长的影响

生根培养 2 周,生根苗高度可达 4~6 cm,平均根长 2~3 cm,此时即可进行移栽(图 1-D)。移栽应在遮阴度 75% 的温室或者简易荫棚内进行,移栽初期注意保持较高的空气湿度。扁桃斑鸠菊适应性强,对土壤无特殊要求,无论黄心土还是轻基质中移栽苗成活率均可达到 90% 以上(表 4),生长情况良好(图 1-E)。



A—外植体萌芽; B—新芽快速生长; C—增殖培养; D—生根培养; E、F—组培苗移栽; G—扦插苗; H—林地苗(截顶栽植, 2015年9月摄); I—林地苗片植(对照, 2015年9月摄)

图1 扁桃斑鸠菊的无性繁殖与栽培

表 2 不同激素组合对扁桃斑鸠菊继代增殖的影响

培养基	增殖系数	苗高 (cm)	生长状况
MS+6-BA 0.1 mg/L+NAA 0.01 mg/L	2.8	1~6	苗细高,节间长,分枝少,生长不均匀
MS+6-BA 0.1 mg/L+IBA 0.05 mg/L	2.7	1~6	苗细高,节间长,分枝少,生长不均匀
MS+6-BA 0.2 mg/L+NAA 0.02 mg/L	3.9	2~5	基部多有分枝,小芽有玻璃化现象
MS+6-BA 0.2 mg/L+IBA 0.05 mg/L	4.0	2~5	苗健壮,基部多有分枝
MS+6-BA 0.3 mg/L+NAA 0.03 mg/L	3.7	1~5	多有分枝,基部有愈伤,玻璃化现象普遍
MS+6-BA 0.3 mg/L+IBA 0.05 mg/L	4.3	1~5	多有分枝,基部稍有愈伤,有玻璃化现象
MS+6-BA 0.5 mg/L+IBA 0.05 mg/L	5.1	1~3	基部水渍状愈伤多,小苗玻璃化严重

注:接种芽数为 150 个。

表 3 不同激素组合对扁桃斑鸠菊组培苗生根的影响

培养基	生根率 (%)	平均生根数 (条)	根系生长状况
1/2MS+NAA 0.05 mg/L	100	7.8	根系发达,基部稍有愈伤,叶片稍有玻璃化
1/2MS+NAA 0.1 mg/L	100	7.1	根系发达,水渍状愈伤组织多,叶片玻璃化
1/2MS+NAA 0.15 mg/L	96	5.2	水渍状愈伤组织多,玻璃化严重
1/2MS+IBA 0.05 mg/L	93	5.6	植株较细弱、黄化
1/2MS+IBA 0.1 mg/L	100	7.6	根系发达,无愈伤组织,植株生长正常
1/2MS+IBA 0.15 mg/L	100	7.8	根系较发达,无愈伤组织,节间较长

注:接种 150 株。

表 4 不同栽培基质对扁桃斑鸠菊移栽苗生长的影响

基质种类	容器类型	移栽数 (株)	成活数 (株)	成活率 (%)	移栽苗生长情况
轻基质	无纺布袋	500	483	96.6	植株健壮,生长快,根系发达
黄心土	塑料袋	500	466	93.2	植株健壮,较矮,叶色深绿

2.5 不同基质对扁桃斑鸠菊扦插成活及生根的影响

扁桃斑鸠菊在试验的 2 种基质中扦插成活率、生根数方

面均存在差异,从表 5 可以看出,轻基质中扦插苗的成活率为 86.7%,略高于在黄心土中的成活率 84.7%;轻基质扦插苗

的生根数为 14.1 条,明显多于黄心土中生根数 10.8 条,这可能与混合基质中添加了珍珠岩增加了透气性有关。从成活率、生长一致性方面来看,组培苗移栽方式明显优于扦插繁殖的方式,但扦插繁殖随采用用、简便易行,且成活率在黄心土中也可达 84.7%,适合繁殖初期和小规模苗圃采用。

2.6 截顶对扁桃斑鸠菊造林苗生长的影响

与保留顶芽的对照相比,截顶处理对扁桃斑鸠菊的株型、株高和单株叶片鲜质量影响明显。截顶处理后株高矮化,但冠幅较大,分枝较多(图 1-H,图 1-I)。截顶处理后,每株可采摘的叶片生物量较大,第 1 年为 1.18 kg/株,较对照的留

表 6 不同处理方式对扁桃斑鸠菊 1 年生苗生长的影响

处理	成活率 (%)	株高 (m)	分枝数 (条)	叶片总鲜质量 (kg/株)	生长情况
去顶	96	2.3	7~13	1.18	叶色浓绿,生长势强,抗风能力强
留顶	100	2.9	5~9	0.82	基部叶片脱落,节间较长,易倒伏

3 结论与讨论

目前,斑鸠菊属植物的研究重点主要集中在抗肿瘤活性、对免疫系统影响、皮肤病治疗和抗感染等药理学方面,尤以新疆阿克苏地区的中药材——驱虫斑鸠菊的研究为多。关于该属植物生物学特性、亲缘关系、繁殖方法等方面研究较少,如何加强相关基础研究,构建现代生物技术研究平台,对加速推进该属植物的产业开发尤为重要。

扁桃斑鸠菊生长迅速,继代苗的培养周期仅为 3 周,但容易出现玻璃化现象,继代初期,参照胡石开等驱虫斑鸠菊的组培技术^[8],试验培养基 MS+6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.5 mg/L,试管苗玻璃化严重,且大多不可逆转。后经反复试验,设定培养基 MS+6-BA 0.2 mg/L+IBA 0.05 mg/L,光照强度为 1 500~2 500 lx 时扁桃斑鸠菊增殖系数达到 4.0,且小苗生长健壮。

组培生根环节中发现,当添加生根诱导激素 NAA 浓度超过 0.05 mg/L 时组培苗即易出现玻璃化现象,而添加 IBA 浓度达到 0.15 mg/L 时尚未出现玻璃化,在金叶苔草的组培育苗过程中也曾发现类似的现象^[9]。说明虽然 NAA、IBA 都是诱导组培苗生根的最常用植物生长调节剂,但对特定植物诱导生根的效果有时差别明显,这可能与其作用机制有关。王喆之等在研究槐树试管苗生根时,就不同生长素种类对诱导的不定根来源、形态方面进行了专门研究,研究结果表明,IBA、NAA 对不定根发生、生长都有促进作用,但 IBA 诱导的不定根细而长,生长快,且不定根直接来源于茎,而 NAA 诱导的根短而粗,且不定根表面常重新愈伤化,不利于试管苗成活^[10]。

扁桃斑鸠菊的移栽苗在黄心土、轻基质中成活率均可达到 90% 以上,其插穗在 2 种基质中扦插成活率分别达到 84.7%、86.7%,说明扁桃斑鸠菊适应性强,对土壤要求不严格。选择轻基质还是黄心土进行育苗,需要结合生产规模、运输距离等因素进行成本核算和风险分析。小规模经营时,扦插繁殖具有取材方便、设施要求不高的优势,但由于插穗的粗细、老嫩程度、内源激素含量等因素影响,扦插苗的萌芽、生根和生长情况一致性较差,不适合标准化生产。

扁桃斑鸠菊、适应性强,造林后生长迅速,1 年生造林苗

表 5 不同基质对扁桃斑鸠菊插穗生根的影响

基质类型	成活率 (%)	生根量 (条)	根系状况及长势
轻基质	86.7	14.1	根系健康,长势良好
黄心土	84.7	10.8	根系健康,长势良好

顶苗 0.82 kg/株提高 43.9%,且便于进行抚育管理和采摘,为比较适宜的种植方式。无论截顶与否,扁桃斑鸠菊 1 年生造林苗的成活率均可达到 96% 以上,长势良好,初步实现了产业化(表 6)。

高度可达 2.9 m。其叶片是食用和药用的主要部位,试验不同栽培管理技术对叶片生物量的影响具有现实意义。造林苗生长初期截顶处理后,较留顶苗而言,株高矮化,分枝数增加,叶色浓绿,节间缩短,抗风能力增强,平均单株叶片生物量较大,便于进行林地管理和叶片采收。本研究尚未针对最佳截顶时机进行对比筛选,以及在植株达到 2 m 以上高度时是否应进行二次截顶或去枝促萌处理以达到叶片高产,这些都需要进一步深入研究。扁桃斑鸠菊的销售体系尚未成熟,推广种植尚存在较大风险,亟需加强其药效研究和市场宣传,进一步发掘其应有的价值。

参考文献:

[1]杨 早. 南非叶化学成分及药理作用研究进展[J]. 南京中医药大学学报,2013,29(4):397-400.
[2]Grubben G,Dehton O A. Vegetables plant resources of tropical Africa;2[M]. Wageningen:Backhuys Publishers,2004;543-546.
[3]江 燕. 抗癌植物扁桃斑鸠菊化学成分的研究[D]. 南宁:广西大学,2010.
[4]孙东方. 扁桃斑鸠菊甲醇提取物对高粱糖化及酿造特性的影响[J]. 酿酒,1998(1):66-68.
[5]Ibrahim N D,Abdurahman E M,Ibrahim G. Elemental analysis of the leaves of *Vernonia amygdalina* and its biological evaluation in rats[J]. Nigerian Journal of Natural Products and Medicine,2001,5(1):13-16.
[6]Howard C,Stevens J,Izevbigie E,et al. Time and dose-dependent modulation of phase 1 and phase 2 gene expression in response to treatment of MCF-7 cells with a natural anti-cancer agent[J]. Cellular and Molecular Biology,2003,49(7):1057-1065.
[7]孙 力,巴玉兰,于鲁海,等. 斑鸠菊属植物药理活性研究进展[J]. 新疆中医药,2009,27(6):82-85.
[8]胡石开,王晓军,郝秀英,等. 驱虫斑鸠菊的组织培养与快速繁殖[J]. 植物生理学通讯,2008,44(2):310.
[9]王华宇,何贵整,陈乃明,等. 金叶苔草标准化繁育技术研究[J]. 上海农业学报,2013,29(4):64-67.
[10]王喆之,胡正海. IAA,IBA,NAA 和 2,4-D 对槐树试管苗生根的影响[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版),1997,25(2):57-59.