

彭浩,陈文强,邓百万,等.药用植物虎杖内生菌的研究现状与应用展望[J].江苏农业科学,2014,42(8):1-4.

药用植物虎杖内生菌的研究现状与应用展望

彭浩,陈文强,邓百万,解修超

(陕西理工学院生物科学与工程学院/陕西省食药菌工程技术研究中心,陕西汉中 723001)

摘要:系统阐述了药用植物虎杖(*Polygonum cuspidatum*)内生菌的多样性、抑菌活性、次生代谢产物及生物转化等,并提出了亟待解决的问题,包括研究过于集中、研究方法较为单一、代谢产物尚待明确等。

关键词:虎杖;内生菌;多样性;次生代谢产物

中图分类号: Q939.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)08-0001-03

虎杖(*Polygonum cuspidatum*)是蓼科蓼属的多年生草本植物,作为传统中药,具有活血定痛、清热利湿、止咳化痰等作用,其主要成分白藜芦醇及白藜芦醇苷具有保护心肌细胞、改善微循环、抑制血小板聚集、抵抗内毒素休克、降血脂、抗脂质过氧化、镇咳、平喘等多种功效,成为近年来人们关注的热点^[1-7]。植物内生菌(plant endophyte)是指在其部分或全部生活史中存活于健康植物组织内部、不引发宿主植物表现出明显感染症状的微生物。利用组织培养法可从植物的根、茎、叶、果实中分离纯化出一定数量的植物内生菌。植物内生菌是巨大的生物资源库,其次生代谢产物非常丰富且具有多种活性,如调节植物生长、杀虫、抑菌、抗肿瘤等^[8-11]。本研究对虎杖内生菌的多样性、抑菌活性、活性代谢产物、次生代谢产物等方面进行探讨,以期为保护及合理开发利用虎杖内生菌资源提供参考。

1 虎杖内生菌多样性

植物内生菌分布广泛,种类繁多,目前研究人员至少已在23属453种禾本科植物中发现了内生真菌^[12]。对新鲜虎杖组织进行严格表面消毒后,利用组织培养法、组织匀浆涂布法等方法可分离出相应的内生菌。目前,已从药用植物虎杖中分离出内生真菌、内生细菌及内生放线菌。

1.1 虎杖内生真菌的多样性

用75%乙醇、0.1% HgCl₂溶液对新鲜干净的虎杖根茎表面进行消毒,取剥皮部以下材料,采用PDA培养基培养分离内生真菌。曾松荣等对采自广东省乳源县山区的新鲜虎杖根茎进行内生真菌分离,获得内生真菌24株,经初步鉴定,其中无孢菌属(*Mycelia sterilia*)13株,青霉属(*Penicillium* sp.)6株,曲霉属(*Aspergillus* sp.)1株,丛梗孢属(*Monilia* sp.)1株,枝孢属(*Cladosporium* sp.)1株,胶帚霉属(*Gliocladium* sp.)1株,毛霉属(*Mucor* sp.)1株,表明该植株内生真菌的优势种为无孢菌属、青霉属^[13]。马云桐等从四川省达州市宜

县、宜宾市、广元市旺苍县等10个地区的虎杖根、根茎中共分离获得内生真菌164株,经显微形态观察鉴定为青霉属、曲霉属、拟青霉属(*Paecilomyces* sp.)、地霉属(*Geotrichum* sp.)、桶孢属(*Amblyosporium* sp.)、芽孢菌属(*Blastomyces* sp.)、明枝霉属(*Hyalodendron* sp.)、镰孢霉属(*Fusarium* sp.)、盘多毛孢属(*Pestalotia* sp.)、丝核菌属(*Rhizoctonia* sp.)等10属真菌,其中曲霉属104株,青霉属29株^[14]。刘芸等从采自西安市植物园等地的虎杖中分离出15株内生真菌,经鉴定分别属于顶孢霉(*Acremonium* sp.)、曲霉属、刺盘孢属(*Colletotrichum* sp.)、镰孢霉属真菌^[15]。叶仁元等对采自四川省青城山及双流地区野生虎杖根茎进行内生真菌分离,得到24株内生真菌,经形态观察及ITS序列鉴定后,其分别为青霉属、曲霉属、小克银汉霉属(*Cunninghamella* sp.)、木霉属、镰孢属、枝孢霉属、拟青霉属,其中青霉属为优势种群,占41.6%^[16]。彭浩从采自陕西省汉中市勉县、留坝县等地的11株虎杖根茎中分离出内生真菌116株,初步鉴定为曲霉属、青霉属、镰孢霉属、毛霉属、拟盘多毛孢属(*Pestalotiopsis* sp.)、枝孢霉属(*Cladosporium* sp.)、链隔孢属(*Alternaria* sp.)、木霉属(*Trichoderma* sp.)及无孢菌类等真菌,其中曲霉属、青霉属、无孢菌群是该地区虎杖内生真菌的优势种群^[17]。目前,研究人员已从不同采集地的虎杖中分离纯化出内生真菌300余株,经初步鉴定,其分属青霉属、曲霉属、镰孢属、枝孢属、无孢菌群等24属真菌,青霉属、曲霉属、无孢菌群是虎杖内生真菌的优势种群。马云桐等研究发现,采集地、生境以及虎杖的年龄均对内生菌的分离具有一定的影响,其中多年生野生虎杖的内生真菌种类比幼年人工种植虎杖多^[14]。

1.2 虎杖内生细菌和放线菌的多样性

采用组织匀浆法、涂布法及平板划线法,对经严格表面消毒的虎杖内生细菌及放线菌进行分离^[18]。研究人员对秦巴山区野生虎杖中的内生放线菌进行分离,分离出47株内生放线菌,经初步鉴定,47株菌分属链霉菌属(*Streptomyces* sp.)、小单孢菌属(*Micromonospora* sp.)、链孢囊菌属(*Streptosporangium* sp.)^[19-20]。Sun等对采自四川省成都市、双流县、青城山等地的虎杖进行内生细菌分离,获得244株内生细菌,对其进行16S rDNA序列分析,结果表明,这些内生细菌分属放线菌目(Actinomycetales)、芽孢杆菌目(Bacillales)、根瘤菌目(Rhizobiales)、假单孢菌目(Pseudomonadales)、肠杆菌目(Enterobacteriales)^[21]。

收稿日期:2014-04-10

基金项目:陕西省教育厅科学研究计划(编号:2014JK1150)。

作者简介:彭浩(1979—),男,陕西安康人,硕士,实验师,主要从事微生物资源开发与利用研究。E-mail:penghao00@snut.edu.cn。

通信作者:陈文强,教授,主要从事微生物资源的保护与利用研究。

E-mail:wenqiangc@126.com。

2 虎杖内生菌的抑菌活性

虎杖作为传统中药,具有抗菌、抗病毒、镇咳、平喘等作用^[22]。卢成瑛等对虎杖的提取液进行抑菌研究,结果发现,中药虎杖在体外具有明显的抑菌作用,对金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)、枯草杆菌(*Bacillus subtilis*)、绿脓杆菌(*Pseudomonas aeruginosa*)、大肠杆菌(*Escherichia coli*)、伤寒杆菌(*Salmonella typhi*)、甲型链球菌(*Alpha-haemolytic streptococci*)等有显著的抗菌作用^[23-25]。研究人员对分离到的24株内生真菌进行研究发现,有3株内生真菌分别对枯草芽孢杆菌、藤黄八叠球菌(*Micrococcus luteus*)、金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、绿脓杆菌、乙型副伤寒杆菌(*Salmonella paratyphi B*)、白色念珠菌(*Monilia albican*)、掷孢酵母(*Sporobolomycetaceae* sp.)等8种受试菌均有明显的抑制作用,其中曲霉属内生真菌HJ4对以上8种受试菌均表现出明显的抑制作用。放线菌是抗生素的主要生产菌。在已知的人畜用抗生素中,有2/3以上的抗生素是由放线菌产生的^[26-28]。研究人员从虎杖中分离得到的47株内生放线菌进行抑菌研究发现,17株菌株对大肠杆菌、沙门氏菌(*Salmonella typhi*)、金黄色葡萄球菌、枯草芽孢杆菌、铜绿假单胞菌(*Pseudomonas aeruginosa*)、白色念珠菌具有不同程度的抗菌活性,占有分离菌株的36.2%,其中6株具有较明显的抑菌活性,菌株PEA023对所有靶标菌均有较强的抑制作用,菌株PEA023、PEA032对铜绿假单胞菌具有拮抗性。有学者对分离获得的41株内生放线菌进行抑菌试验时发现,有13株菌至少对1种靶标菌表现出不同的抑菌活性,占总检测菌株的31.7%,特别是菌株PEA004、PEA013发酵液对金黄色葡萄球菌、枯草芽孢杆菌、大肠杆菌、沙门氏菌等4种靶标菌表现出不同程度的抑菌活性,显示了广谱的抗菌活性,可能具有很好的生物防治潜力。此外,内生细菌也具有抑制致病真菌、致病细菌的作用。有学者发现,虎杖内生细菌对致病真菌、致病细菌具有抑制作用,在分离的244株内生细菌中有13株内生细菌能抑制藤仓赤霉菌(*Gibberella fujikuroi*),18株抑制黑曲霉(*Aspergillus niger*),6株抑制烟曲霉(*Aspergillus fumigatus*),4株抑制克雷白氏肺炎菌(*Klebsiella pneumoniae*),12株抑制金黄色葡萄球菌,6株抑制枯草杆菌,暂未发现能抑制大肠杆菌的菌株。肖青等对分离自虎杖的内生真菌CB50进行抑菌活性研究,结果发现,该菌株能有效抑制克雷白氏肺炎菌、枯草杆菌^[29]。由于药用植物虎杖自身具有较明显的抑菌作用,在内生菌与其长期协同进化过程中,基因的互相交换使得部分内生菌具有与虎杖类似的抑菌作用。同时,由于微生物自身易发生突变,可能会产生一些具有新的抗菌活性的物质。

3 虎杖内生菌代谢产活性物质

虎杖主要含有蒽醌类、黄酮类化合物、酚性以及其他化学成分。目前,蒽醌类、芪类化合物等,特别是白藜芦醇及白藜芦醇苷是研究热点,对虎杖内生真菌的活性代谢产物研究也主要集中在白藜芦醇及白藜芦醇苷上。曹庸等在对虎杖的组织培养过程中发现1株产白藜芦醇的真菌B-39,其原始产量为47.0 μg/L,利用正交试验对培养条件进行优化后发现,该菌株的白藜芦醇产量提高了1倍左右,达到86.7 μg/L,该菌最佳

培养条件为:葡萄糖20.0 g,硝酸铵2.0 g/L,温度28℃,pH值自然,振荡速度100 r/min^[30-31]。研究人员对从虎杖中分离纯化的15株内生真菌进行产白藜芦醇筛选,结果发现5株菌产白藜芦醇,其中以菌株H8产量最高,达1.528 mg/L。彭浩等发现了产白藜芦醇苷及白藜芦醇的内生真菌11株,利用HPLC高效液相色谱法对其进行含量检测,其中菌株M-56发酵液及菌丝中白藜芦醇苷含量达1.029 mg/L,在菌株L-18的发酵液及菌丝的萃取液中既能检测到白藜芦醇又能检测到白藜芦醇苷,该菌株同时具有代谢产2种活性物质的能力,且产量均在4 mg/L左右^[32-33]。内生菌与宿主植物在长期协同进化过程中,构成了稳定的生态关系。由于植物与内生菌相互间发生了基因交换,使内生菌具有产生与植物相同或相似化合物的能力。因此,内生菌是天然活性物质的重要来源。虎杖中有很多具有不同生理作用的化学物质,可能还存在大量类似白藜芦醇、白藜芦醇苷的结构类似物。

4 虎杖内生菌的生物转化

白藜芦醇作为一种具有降血脂、抗脂质过氧化、镇咳、平喘、抗癌等多种药理作用的活性物质,一直受到学者们的重视。目前,白藜芦醇主要从虎杖中提取获得,白藜芦醇在虎杖中含量较低且提取率极低,所以提高白藜芦醇产量成为研究热点。虎杖中的白藜芦醇苷含量较白藜芦醇高,白藜芦醇苷可在微生物作用下转化为白藜芦醇,这给研究人员提供了一条提高白藜芦醇产量的新途径^[34-37]。有学者对虎杖内生真菌B-39与虎杖悬浮细胞之间的共培养关系及其白藜芦醇的积累特征进行了初步研究,结果发现,在内生真菌B-39与虎杖悬浮细胞共培养过程中,两者均能正常生长且相互促进。游松等用丝状真菌总状共头霉31264(*Syncephastrum racemosum* 31264)转化从虎杖药材中提取得到白藜芦醇苷,结果发现,该菌株能够高效地将白藜芦醇苷转化为白藜芦醇^[38]。刘华金等用分离自虎杖根、茎的6株内生真菌对虎杖进行直接发酵,将白藜芦醇苷转化为白藜芦醇,结果表明,6株内生真菌均具有转化白藜芦醇苷为白藜芦醇的能力,其中分离于茎内的J1转化率最高,达25.6%^[39]。肖苏尧等在对微生物转化虎杖中白藜芦醇苷的研究中发现了1株内生真菌,可将白藜芦醇苷转化为白藜芦醇,经初步鉴定,该菌株为卡门培尔青霉(*Penicillium camemberti*)属真菌^[40]。研究人员对从虎杖中分离出24株真菌,得到CB41、CB48 2株具有转化活性的真菌,从虎杖茎部分离提纯的内生真菌具有多样性。利用转化率高的虎杖内生菌对虎杖中的白藜芦醇苷进行转化,可提高虎杖中白藜芦醇的产率。

5 存在的问题

5.1 研究过于集中

目前,关于虎杖内生菌的研究报道主要集中在内生真菌方面,而对其内生细菌、内生放线菌的研究甚少。孔亚男等采用涂布法从虎杖组织中分离出47株内生放线菌,发现其中有17株菌具有一定抑菌作用^[20]。有学者从虎杖中分离出240株内生细菌,并对其进行了抑菌研究。

5.2 研究方法较单一

一般采取组织培养法分离虎杖内生菌,由于没有相适应

的培养条件,可能有很多虎杖内生菌没有被分离出来,应当采用方法对其进行分离。张晶晶等采用免培养法直接提取红豆杉总DNA,利用细菌16S rDNA引物进行特异性扩增,结合适宜的载体克隆到宿主细胞中构建细菌克隆文库,文库中检测到20个属,其中蛭弧菌属(*Bdellovibrio*)、梭菌属(*Clostridium*)、*Winogradskyella*等是采用传统培养方法未曾得到的^[41]。目前很少有对菌株的培养条件以及菌株自身进行深入研究的报道,应当对产活性物质菌株的稳定性、菌株的培养条件以及菌株的诱变改造等进行深入研究。

5.3 代谢产物尚待明确

目前,对于虎杖内生菌活性次生代谢产物的研究主要集中在白藜芦醇及白藜芦醇苷上。有研究发现,大部分虎杖内生菌具有广泛抑制细菌、真菌乃至肿瘤细胞的作用,目前尚未深入研究内生菌次生代谢产物中起到抑制作用的大量活性物质。

6 展望

自1866年Bary首先提出了植物内生菌一词后,植物内生菌开始进入研究人员的视野。目前,研究人员已先后从几百种禾本科植物中发现了上百种内生菌,植物内生菌及其次生代谢产物成为人们获取新颖天然抗癌药物的潜在对象^[42-43]。天然药物虎杖作为一种传统中药在我国已有几千年的历史,受其生长周期及白藜芦醇提取率所限,市场上的白藜芦醇价格昂贵且供给不足。随着研究人员对虎杖及其内生真菌研究的深入,利用虎杖内生真菌代谢产生白藜芦醇将成为解决白藜芦醇资源紧缺的有效途径。

参考文献:

[1]张喜云. 虎杖的化学成分、药理作用与提取分离[J]. 天津药学, 1999,11(3):13-14.

[2]薛岚. 中药虎杖的药理研究进展[J]. 中国中药杂志,2000,25(11):11-13.

[3]白杨,潘隽丽,苏薇薇. 白藜芦醇与白藜芦醇甙的研究进展[J]. 中药材,2004,27(1):55-59.

[4]Jang M,Cai L,Udeani G O,et al. Cancer chemopreventive activity of resveratrol, a natural product derived from grapes[J]. Science,1997,275(5297):218-220.

[5]Jeandet P,Bessis R,Gautheron B. The production of resveratrol (3,5,4-trihydroxystilbene) by grape berries in different developmental stages[J]. Am J Enol Vitic,1991,42(1):41-46.

[6]Solladie G,Pasturel-Jacope Y,Maignan J. A reinvestigation of resveratrol synthesis by perkin reaction: Application to the synthesis of aryl cinnamic acids[J]. Tetrahedron,2003,59:3315-3321.

[7]Strobel G A. Endophytes as sources of bioactive products microbes and infection[J]. Microbes and Infection,2003,5(6):535-544.

[8]邹文欣,谭仁祥. 植物内生菌的生物与次生产物多样性及其潜在应用价值[M]. 北京:高等教育出版社,1999.

[9]Chanway C P. Endophytes; they're not just fungi! [J]. Canadian Journal of Botany,1996,74:321-322.

[10]Tan R X,Zou W X. Endophytes: a rich source of functional metabolites[J]. Natural Product Reports,2001,18(4):448-459.

[11]Vega F E,Simpkins A,Aime M C,et al. Fungal endophyte diversity in coffee plants from Colombia, Hawai'i, Mexico and Puerto Rico

[J]. Fungal Ecology,2010,3(3):122-138.

[12]邹文欣,谭仁祥. 植物内生菌研究进展[J]. 植物学报,2001,43(9):881-892.

[13]曾松荣,徐倩雯,叶保童,等. 虎杖内生真菌的分离及产抗菌活性物质的筛选[J]. 菌物研究,2005,3(2):24-26.

[14]马云桐,万德光,严铸云,等. 虎杖内生真菌与有效成分的相关性研究[J]. 华西药学杂志,2009,24(5):464-466.

[15]刘芸,殷红,仇农学. 一株产白藜芦醇虎杖内生真菌的分离和鉴定[J]. 菌物学报,2010,29(4):502-507.

[16]叶仁元,肖青,何艳,等. 虎杖内生真菌的分离及对白藜芦醇的生物转化[J]. 生物技术,2013,23(3):73-77.

[17]彭浩. 秦巴山区虎杖中产白藜芦醇(苷)内生真菌的分离鉴定[D]. 武汉:华中农业大学,2010.

[18]范秀容,沈萍. 微生物学实验[M]. 北京:人民教育出版社,1980.

[19]陈文强,彭浩,邓百万,等. 药用植物虎杖内生放线菌的分离及抑菌活性的研究[J]. 陕西理工学院学报:自然科学版,2012,28(6):61-67.

[20]孔亚男,陈文强,邓百万,等. 虎杖内生放线菌的分离鉴定及抗菌活性[J]. 福建农林大学学报:自然科学版,2012,41(6):616-621.

[21]Sun H,He Y,Xiao Q,et al. Isolation, characterization, and antimicrobial activity of endophytic bacteria from *Polygonum cuspidatum* [J]. African Journal of Microbiology Research, 2013, 7(16):1496-1504.

[22]冯磊,张莲芬,严婷,等. 中药虎杖中抗癌活性物质研究[J]. 中药材,2006,29(7):689-691.

[23]卢成瑛,黄早成,李翔,等. 湘西虎杖抑菌活性成分提取研究[J]. 天然产物研究与开发,2005,17(5):28-31.

[24]王庆玲,李保院,邱世翠,等. 虎杖的体外抑菌作用研究[J]. 时珍国医国药,2006,17(5):762-763.

[25]公衍玲,王宏波,金宏,等. 不同产地虎杖药材中有效成分及其抑菌活性的比较[J]. 青岛科技大学学报:自然科学版,2008,29(3):204-205.

[26]刘志恒. 放线菌——微生物药物的重要资源[J]. 微生物学通报,2005,32(6):143-145.

[27]Lazzarini A,Cavaletti L,Toppo G,et al. Rare genera of actinomycetes as potential producers of new antibiotics[J]. Antonie Van Leeuwenhoek,2000,78(3/4):399-405.

[28]白超弦,卓英,张立新. 利用合成生物学技术深入挖掘放线菌中活性次级代谢产物[J]. 微生物学通报,2013,40(10):1885-1895.

[29]肖青,叶仁元,何艳,等. 一株产Pseurotin A的虎杖内生真菌CB50及其活性研究[J]. 生物技术,2013,23(2):69-74.

[30]曹庸,唐永红,卢成英,等. 一株产白藜芦醇真菌的培养及调控研究[J]. 食品科学,2007,28(5):245-248.

[31]唐永红,姚茂君,曹庸,等. 一株产白藜芦醇真菌的分离及培养[J]. 食品与发酵工业,2007,33(4):30-33.

[32]彭浩,邓百万,陈文强,等. 虎杖内生真菌产白藜芦醇苷菌株的分离鉴定[J]. 微生物学通报,2011,38(6):889-894.

[33]彭浩,陈文强,邓百万,等. 1株产白藜芦醇及白藜芦醇苷虎杖内生真菌的分离鉴定[J]. 江苏农业科学,2012,40(8):342-345.

[34]周建军,张宏杰,杨培君. 不同地区虎杖中白藜芦醇苷及苷元的含量比较[J]. 中药材,2005,28(1):31-33.

宁志怨,董玲,李卫文,等. 栝楼性别的分化与鉴定研究进展[J]. 江苏农业科学,2014,42(8):4-6.

栝楼性别的分化与鉴定研究进展

宁志怨,董玲,李卫文,廖华俊,江芹

(安徽省农业科学院园艺研究所,安徽合肥 230036)

摘要:栝楼是常用的大宗药用植物,其性别分化一直是研究的重点。本文对栝楼雌、雄性别分化的组织形态鉴别、生理生化鉴别、性别相关基因的分子标记鉴别等进行综述,并对今后栝楼性别研究的发展趋势进行了展望,最后提出了相关建议。

关键词:栝楼;雌雄异株;性别分化;性别鉴定

中图分类号: S567.23⁺9.03 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)08-0004-03

栝楼(*Trichosanthes kirilowii* L.),又称瓜蒌、吊瓜、野葫芦等,属葫芦科栝楼属多年生草本植物,是我国常用的中药材,主要分布在东亚以及澳大利亚的北部地区,国内种植地区主要包括河北、山东、长江流域以及华南和西南等地区。栝楼的果实、果皮、仁、根皆可入药,有解热止渴、利尿、镇咳祛痰等作用,栝楼制剂对冠心病心绞痛有一定疗效。栝楼的根又名天花粉,含有淀粉、皂苷、天花粉蛋白、多种氨基酸以及多糖类物质。近些年研究发现天花粉蛋白具有抗肿瘤及抗艾滋病的活性,天花粉多糖具有明显的免疫调节作用,能增强免疫活性,具有显著的抗肿瘤和细胞毒活性。栝楼的种子营养丰富,富含不饱和脂肪酸、氨基酸以及多糖类等物质。近年来栝楼种植面积迅速扩大,产业前景潜力巨大。

栝楼是雌雄异株,随着栝楼种子被开发为休闲保健食用栝楼籽、栝楼油等,生产上栝楼种植主要以雌株为主,雄株主要作为授粉植株;而另一方面以收获地下块根(天花粉)为目标的主要以种植雄株为主。用栝楼种子繁育的后代,雄株的比例一般均超过90%,因此研究栝楼种子后代性别分化的机理以及性别的苗期鉴定对于栝楼的育种研究具有非常重要的作用。除此之外,植物性别一直是植物生殖生物学和植物遗传学研究所关注的核心。性别分化的模式植物黄瓜的性别分化研究目前已经取得了突破性的进展。最新的研究结果表明

乙烯代谢途径的相关基因对雌雄同株的黄瓜的性别分化起着非常重要的作用。而雌雄异株植物栝楼的性别分化的机理还未见相关报道。因此研究栝楼性别分化的机理以及性别的鉴定对于研究雌雄异株植物的性别分化的机理具有非常重要的作用。植物性别是一种自然现象,既有遗传物质基础,也容易受生长发育过程中各种环境因素的影响,存在着与动物性别不同的遗传规律和调节方式。因此,研究植物性别现象及其遗传机制对于寻求早期鉴定性别的方法以达到人为控制植物性别分化的目的,这在植物学和农业生产上具有非常重要的应用价值。

1 栝楼的性别表现类型与特点

栝楼属植物一般认为是严格的雌雄异株植物,但是我们在研究过程中观察到偶有少数植株是雌雄同株,存在着性别的多样性。栝楼雌株的雌花与雄株的雄花都属于生理上的单性花。研究表明在雌雄异株植物中,单性别主要由遗传决定,但是单性性别的表达可能受到激素和环境因子等影响^[1-2]。

2 栝楼性别分化与鉴定

2.1 组织形态学

在雌、雄栝楼染色体的研究方面:Karmakar等在对栝楼二倍体雌、雄株染色体进行观察时发现,二倍体雌、雄株染色体之间不存在XY型染色体的分化,认为栝楼的性别表达可能主要是由遗传控制的^[3]。

在雌、雄栝楼花器官的形态学研究方面:花期雄花单生、总状花序或两者共生,雌花则为单生,据此可较为明确地区分栝楼的雌、雄株。雄株出现花蕾的同时花梗伸长,继而开花;

收稿日期:2013-10-29

基金项目:安徽省农业科学院院长青年基金(编号:13B0324)。

作者简介:宁志怨(1978—),男,安徽滁州人,博士,助理研究员,从事道地中药材遗传育种研究。E-mail:ningzhiyuan2000@163.com。

通信作者:董玲,硕士,研究员。Tel:(0551)65160968;E-mail:674549072@qq.com。

[35] 田天丽,沈竞,徐萌萌,等. 虎杖中虎杖苷的微生物发酵转化研究[J]. 四川大学学报:自然科学版,2008,45(2):437-440.

[36] 王辉. 微生物转化虎杖中白藜芦醇苷及其产物的分离纯化[D]. 大连:大连理工大学,2009.

[37] 徐瑞超. 虎杖内生真菌与有效成分的相关性研究[D]. 成都:成都中医药大学,2012.

[38] 游松,尤凯,王旭,等. 白藜芦醇苷的提取纯化及其生物转化[J]. 沈阳药科大学学报,2009,26(4):312-315.

[39] 刘华金,易有金,杨建奎,等. 转化白藜芦醇苷虎杖内生真菌的

分离和鉴定[J]. 食品科学,2012,33(11):172-176.

[40] 肖苏尧,彭维,李赞,等. 虎杖中白藜芦醇生物转化菌的筛选及鉴定[J]. 现代食品科技,2012,28(7):749-752.

[41] 张晶晶,兰阿峰,邓百万,等. 红豆杉免培养内生细菌多样性的初步研究[J]. 微生物学通报,2013,40(5):766-774.

[42] Strobel G A. Endophytes as sources of bioactive products [J]. Microbes and Infection,2003,5(6):535-544.

[43] 范黎. 植物内生真菌:获取抗癌药物白藜芦醇的新途径[J]. 微生物学通报,2013,40(5):916.