

- Nat Prod* (天然产物杂志), 2005, 68(4): 572-573.
- [12] Fujisawa Pharmaceutical Co., Ltd. Antihypertensive cremas-tosine I and II isolation [P]. JP: 57035518, 1982-02-26.
- [13] Xue Z, Li S, Wang S J, et al. Mono-, bi-, and triphen-anthrenes from the tubers of *Cremastra appendiculata* [J]. *J Nat Prod* (天然产物杂志), 2006, 69(6): 907-913.
- [14] Xia W B, Xue Z, Li S, et al. Chemical constituents from tuber of *Cremastra appendiculata* [J]. *China J Chin Mater Med* (中国中药杂志), 2005, 30(23): 1827-1830.
- [15] Li H L, Fu Z H, Yang B. Tissue culture of *Pleione bulbocodioides* (Franch.) Rolfe. [J]. *Plant Physiol Comm* (植物生理学通讯), 2005, 41(5): 632.
- [16] Mao T F, Ding Y. Tissue culture and plantlet regeneration of *Cremastra appendiculata* [J]. *Plant Physiol Comm* (植物生理学通讯), 2004, 40(6): 716.
- [17] Zhang M S, Qi J L, Liu Z, et al. Tissue culture and fast reproduction of *Cremastra appendiculata* in orchid family [J]. *Seed* (种子), 2005, 24(8): 82.
- [18] Pan H Q. Comparison of three kinds of *Pseudobulbus Cremastrae Seu Pleiones*. [J]. *Jiangsu Pharm Clin Res* (江苏药学与临床研究), 2000, 8(1): 35-36.
- [19] Sun H X. Study on antifungal effects of some Chinese medicines and their essential components [J]. *China J Chin Mater Med* (中国中药杂志), 2001, 26(2): 99-102.
- [20] Yan J, Li C S, Chen S L, et al. The effects of twenty-one traditional Chinese medicines on tyrosinase [J]. *J Chin Med Mater* (中药材), 2002, 25(10): 724-726.
- [21] Huang Y Y, Yue Y H, Huang G L. Experimental research of pharmacodynamic effects of Shancigu compound on mice of Aplastic-Anemia [J]. *Chin J Hosp Pharm* (中国医院药学杂志), 2002, 22(8): 469-471.
- [22] Fan R L, Zhang Q W. Clinical use of Zjinding [J]. *Chin Tradit Pat Med* (中成药), 1991, 18(11): 22-23.
- [23] Saito N. Thymosin 10 expression enhancers (machine translation) [P]. JP: 2006199609, 2006-08-03.
- [24] Xu X D. An external application ointment for treating cough with asthma and its preparation [P]. CN: 1583115, 2005-02-23.
- [25] Qu X. Traditional Chinese medicine for treating acne [P]. CN: 1621082, 2005-06-01.
- [26] Pan W G. Leukemia treating granule used to replace chemotherapy and marrow transplantation [P]. CN: 1348818, 2002-05-15.
- [27] Mao T F, Liu Z Y, Zhu G S, et al. Tissue culture method of *Cremastra appendiculata* [P]. CN: 1817110, 2006-01-18.
- [28] Zhang M S, Yang Y H, Ji X J. *Cremastra appendiculata* in vitro culturing and fast reproducing biotechnological method [P]. CN: 1623373, 2005-06-08.

植物药材道地性的分子机制研究与应用

杨生超, 赵昶灵, 文国松, 萧凤回*

(云南农业大学 云南省中药材规范化种植技术指导中心, 云南 昆明 650201)

摘要: 道地药材生产是药用植物研究的核心内容。植物药材道地性是由其特定的次生物质形成与积累所引起的。次生产物产生和积累的关键酶基因是药用植物道地性形成的分子内因, 诱导这些基因表达的生态环境和栽培措施是道地药材形成的外因。在药用植物道地性相关酶基因克隆的基础上, 药用植物的细胞培养、毛状根培养和遗传改良等基因工程和道地药材的分子鉴定, 在药用植物道地性品质的栽培调控方面将展现良好的前景。

关键词: 中药材; 道地性; 功能基因; 基因工程

中图分类号: R282.2

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2007)11-1738-04

Studies and applications on molecular mechanism of genuineness of traditional Chinese medicinal materials from Plants

YANG Sheng-chao, ZHAO Chang-ling, WEN Guo-song, XIAO Feng-hui

(Yunnan Provincial Center of Chinese Medicinal Material's GAP Technology, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

Key words: traditional Chinese medicinal materials; genuineness; function gene; gene engineering

道地药材是指传统中药材中具有特定的种质、产区及采用特定的栽培技术和加工方法所生产的中药材, 其产品质量优良、稳定, 疗效可靠。我国丰富的中药资源形成了各具特色的道地药材, 其中绝大多数为植物类药材。道地药材在来源上具有强烈的地域性, 表现在其往往分布在狭小的区域, 或虽分布较广, 但只有某些狭小生境的区域内所产的药材质量最好, 疗效最佳, 有效成分含量高^[1]。在长期中医药实践中, 道地性一直是评价药材品质独特的综合性标准^[2]。随着分子生

物学技术的迅猛发展和各学科的广泛交叉与融合, 药用植物次生代谢产物的生物合成及其分子调控研究已经成为药用植物研究的前沿和热点; 合成途径和调控机制的阐明可以使药用植物资源得到更加科学的开发利用和保护。很多药用植物的次生代谢产物虽然具有活性, 但在植物体中的量较低, 并且一些活性极高的药用植物资源稀少, 用化学法合成某些次生代谢产物难度极大。研究次生代谢产物生物合成途径, 可以利用分子调控方法来提高其产量, 满足人类需求。本文

收稿日期: 2007-05-08

基金项目: 国家“十五”科技攻关项目(2004BA721A34)

作者简介: 杨生超(1972-), 男, 云南腾冲人, 副教授, 在读博士, 主要从事药用植物资源及规范化种植研究, 发表论文 40 余篇, 专著 2 部, 获省部级奖 3 项。 Tel(Fax): (0871)5227160 E-mail: shengchaoyang@163.com

* 通讯作者 萧凤回

综述了近年来植物药材道地性的分子研究及其应用,以期为进一步研究提供参考。

1 植物药材道地性的分子研究进展

1.1 植物药材道地性的分子机制:道地药材的特殊品质是道地药材的基因型、特定的生态环境和栽培措施共同作用的结果,特定生态环境和栽培措施诱导特定的基因表达,产生特定的酶,调控药用植物次生代谢产物的产生和积累^[3]。因此,次生代谢产物产生和积累的关键酶基因是药用植物道地性形成的分子内因,诱导这些基因表达的生态环境和栽培措施是道地药材形成的外因(图1)。药用植物的有效成分主要是其次生代谢物质,这类物质主要通过合成酶和反式作用因子所调控。而这些反式作用因子既受植物基因型的影响,也受环境和发育等的影响。

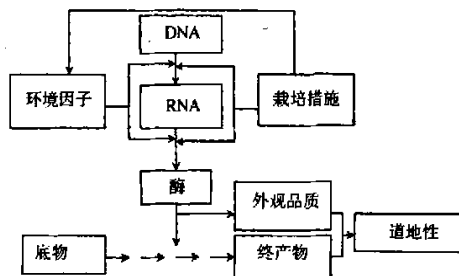


图1 植物药材道地性形成的分子机制

Fig. 1 Molecular mechanism of genuineness formation of traditional Chinese medicinal materials from plants

1.2 植物药材道地性的分子内因:遗传物质是药用植物道地性形成的内因。次生产物合成酶是药用植物基因工程研究的主要目标;植物次生代谢十分复杂,因此研究主要集中在次生产物合成的一些共同途径的早期酶和后续途径的关键酶,二者常是次生产物合成的限速酶。如:黄酮类物质途径中早期的查耳酮异构酶 *CHI*,人参三萜和甾醇的合成基因 *PgSS1*^[4];大黄素转变为金丝桃素的 *Hyp-1* 基因^[5]。

1.3 植物药材道地性形成的外因:生态环境和栽培措施是药用植物道地性形成的外因,外因是通过影响基因的表达调控,进而影响其道地性的。调控次生代谢产物合成基因表达的反式作用因子有“正”、“负”调控之分。一些反式作用因子能调控多个参与代谢途径基因的表达,如控制反式作用因子的表达往往可改变植物中反式作用因子所控制基因的性状,因此反式作用因子基因工程也极有研究价值^[6,7]。另一方面,反式作用因子的分子生物学研究可以从分子水平上阐明植物次生代谢分子机制,如 *MYB* 类转录因子就参与了黄酮类物质的生物合成的调节^[8],通过基因沉默技术关闭抑制子基因表达能够促进相关产物的合成。另外,一些代谢途径受 *SA* 等信号分子、植物内生菌所调控。

1.4 道地植物药材的分子鉴定:传统的生药鉴定主要是依据药材的形态与解剖结构进行,但是,道地药材与非道地药材在生药性状上的差别常常并不明显^[9]。DNA 分子标记系列技术可从分子水平揭示药材的道地性^[1]。目前,已应用

RAPD 分子标记、ISSR 分子标记、5S-rRNA 基因间区序列分析、nrDNA ITS 序列分析等技术对不同产地的连翘 *Forsythia suspensa* (Thunb.) Vahl^[10]、砂仁 *Amomum villosum* Lour.^[11]、当归 *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels^[12]、黄芩 *Scutellaria baicalensis* Georgi^[13]、宁夏枸杞 *Lycium barbarum* L.^[13]、鱼腥草 *Houttuynia cordata* Thunb.^[14]、金银花 *Lonicera japonica* Thunb.^[5]、浙贝母 *Fritillaria thunbergii* Miq.^[15]、广藿香 *Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.^[16]、栽培与野生人参 *Panax ginseng* C. A. Meyer、芍药 *Paeonia lactiflora* Pall.^[17]、阳春砂仁和绿壳砂仁^[18]等道地性形成的原因进行了探讨。结果表明,道地与非道地药材之间存在遗传差异,故认为药材的道地性系遗传因子与环境因子共同作用的结果。

由于药用植物道地性由遗传因子、环境因子和栽培措施所致,因此道地药材与非道地药材的差异有遗传水平上的,也有遗传基础相同,但由于环境或栽培措施不同而引起的转录因子表达或表达量上的。因此,推测分子水平上的鉴定能鉴别遗传差异所引起的道地性,但不能鉴别由于环境和栽培措施所引起的道地性。

2 植物药材道地性相关功能基因的克隆

药用植物道地性形成相关的功能基因克隆和表达研究是药用植物分子生物学研究中最活跃领域^[19]。国内外已在长春花 *Catharanthus roseus* (L.) G. Don、甘草 *Glycyrrhiza uralensis* Fisch.、青蒿 *Artemisia apiacea* Hance 等 40 种药用植物中共注册功能基因序列 250 多条^[20]。现已克隆查耳酮合成酶基因、催化黄酮母核羟基化的酶类及与糖苷转变有关的酶类等黄酮类合成相关基因 100 多个。还克隆了催化初生或次生代谢的 P450 细胞色素氧化酶的基因 600 多个,有 100 多个基因在细菌、酵母等异源表达系统中成功表达,其中对紫杉醇母核形成基因、催化母核氧取代的羟基化酶基因及与侧链、与紫杉醇生物合成的其他相关基因的克隆研究最为集中。

3 植物药道地性相关的功能基因工程

20 世纪 70 年代以来,植物细胞培养生产次生产物的研究和应用表现出诱人的潜力。在明确次生产物生物合成途径的前提下,克隆目标次生产物生物合成的关键酶基因,并使其在特定细胞中高效表达,可实现人工控制有用次生产物的工厂化、高效率生产。

3.1 细胞培养生产药用植物次生产物已成功:目前,已经对紫草 *Lithospermum erythrorhizon* Sieb. et Zucc.、人参、黄连 *Coptis chinensis* Franch. 等 1 000 多种药用植物进行大量细胞培养。利用功能基因转化体系生产次生产物主要是通过液体悬浮培养、固定化细胞培养和发酵过程等手段进行^[21]。

液体细胞培养应用成功的例子是紫杉醇和紫草宁色素。通过扩繁紫杉的细胞株系,生产的紫杉醇的量是紫杉 *Taxus cuspidata* Sieb. et Zucc. 树皮的 2~4 倍。利用细胞悬浮培养生产三百草中的金丝桃苷、长春花中的长春碱和长春新碱、鬼臼类植物中的鬼臼毒素、毛地黄植物中的地高辛、辣根植物中

的过氧化物酶等均获得成功。固定化细胞培养则主要是生产胞外产生的可释放到培养基中的一些有效成分,如黄酮、蒽醌、色素和生物碱等;将希腊毛地黄进行细胞培养可将有毒物质毛地黄苷转化为地高辛。发酵工程如人参的发酵工程。

3.2 毛状根培养在生产药用植物次生产物方面有独到的优势;毛状根培养是用根瘤农杆菌的 Ti 质粒和发根农杆菌中的 Ri 质粒感染植物细胞,因为 Ti 或 Ri 质粒中的一段 T-DNA 片断会整合到宿主植物细胞的核基因上,使宿主植物从被感染处形成毛状根和畸形芽。许多药材有效成分的形成和积累与器官分化过程密切相关,在细胞培养中不产生有效成分或量很低,而毛状根培养可形成根,保证根类药材有效成分的形成和积累,故应用前景良好。目前,在人参、甘草、丹参 *Salvia miltiorrhiza* Bunge、紫草、青蒿、长春花等 100 多种药用植物中建立了毛状根培养系统^[22]。另一方面,虽然毛状根培养可以产生很多化合物,但几乎不能产生植物地上部分所具有的化合物,而畸形芽能分化成茎,可成为另一类重要的培养系统。目前,已经建立了薄荷 *Mentha haplocalyx* Briq. 等药用植物的畸形芽的培养系统,其生长速度有可能超过毛状根。

3.3 药用植物遗传改良:通过转基因技术对药用植物进行遗传改良是药用植物道地性相关功能基因研究中的一个重要内容。目前该技术已经在许多药用植物中获得成功,如把东莨菪碱合成中最为关键的两个酶甲基转移酶(PMT)和羟化酶(H6H)的基因转移到莨菪中,从而大幅度提高植物中东莨菪碱的量。

4 药用植物道地品质的栽培调控

随着对药用植物次生代谢生理生化及生态适应方面认识的深入,以及分子生物学手段的渗透和药用植物功能基因组研究的发展,探讨药用植物道地性相关基因的表达、调控与环境的关系成为可能。在探讨环境影响次生产物形成的过程中,对次生产物的量及其生物合成的关键酶活性、关键酶基因的表达进行全程研究,从终产物、蛋白质、核酸 3 个水平同时入手并分析它们的对应关系,可阐明药用植物从感受环境信号到作出适应反应的过程和分子机制。

在药用植物栽培中,对关键基因进行调控,促进其表达或沉默,可以提高目标产物的量。尽管目前环境和栽培措施对调控道地性相关基因表达的机制尚不清楚,但有大量研究表明,光、温度、水、土壤养分和大气等环境因子与药用植物次生产物的产生与积累密切相关,从而推断在药用植物道地性形成主要是居于环境因子还是遗传因子。随着环境因子与药用植物道地性形成分子机制的深入研究,通过配置药用植物生产的最适宜区、合理的耕作制度、适宜的栽培条件和合理施肥等技术,有目的地调控药用植物栽培过程的某些因子,以促进药用植物有效成分的形成和积累,生产道地药材是完全可能的。这也是药用植物栽培新的发展方向。

5 结语

由于药用植物次生代谢十分复杂,现有研究主要针对各类道地药材次生产物形成的早期酶或关键酶基因及其表达

调控因子。将来深入研究各种次生代谢途径及其网络的中间产物和终产物相关酶及其基因的表达与调控,次生产物的细胞分区、定位和转运以及各种途径之间的相关性应该是药用植物道地性形成分子生物学研究的重要内容,将利于药用植物道地性形成机制的深刻诠释。

人工控制药用植物次生产物的生产过程具有工厂化的特点,应用前景良好。然而,由于培养过程中产生变异的可能性大,因此需要进行相关的化学、药理和毒理等方面的相关研究,才能确保其药效。

药用植物道地基因及其表达调控应用于药用植物遗传改良和道地药材栽培过程中的品质调控具有十分广阔的前景。相对于大田作物而言,药用植物品质或有效成分的量较产量更为重要,通过道地基因工程改良药用植物品种是研究和应用的热点。但由于药用植物次生代谢过程十分复杂,同时还受到反馈调节等调节机制和表达等若干因素的影响,因此个别道地基因的利用对药用植物品质改良具有一定的局限性,只有对关键酶基因进行深入系统的研究,药用植物的道地性研究才会有效果。

References

- [1] Sun K, Zhang H, Chen W, et al. Review on the geobalism of medicinal plant by DNA molecular markers [J]. *J Northwest Norm Univ* (西北师范大学学报), 2003, 39(3): 100-103.
- [2] Gao W Y, Qin E Q, Xiao X H, et al. Analysis on genuineness of *Angelica sinensis* by RAPD [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2001, 32(10): 626-629.
- [3] Li P, Cai C H, Xing J B. Preliminary attempt to identify geobalism of *Flos lonicerae* by sequence divergence of 5S-rRNA gene spacer region [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2001, 32(9): 834-837.
- [4] Mi-Hyun L, Jae-Hun J, Jin-Wook S, et al. Enhanced triterpene and phytosterol biosynthesis in *Panax ginseng* overexpressing squalene synthase gene [J]. *Plant Cell Physiol*, 2004, 45(8): 976-980.
- [5] Harsh P B, Ramarao V, Christopher B L, et al. Molecular and biochemical characterization of an enzyme responsible for formation of hypericin in *St. John's wort* (*Hypericum perforatum* L.) [J]. *Biol Chem*, 2001, 278(34): 3213-3216.
- [6] Liu L, White M J, Macrae T H. Transcription factors and their genes in higher plants: Function domains, evolution and regulation [J]. *Eur J Biochem*, 1999, 262: 247-251.
- [7] He S L. Transcription factors involved in plant secondary metabolism and its application in plant secondary metabolic engineering [J]. *J Trop Subtrop Bot* (热带亚热带植物学报), 2004, 12(4): 374-380.
- [8] Yang Z R, Mao X, Li R Z. Plant secondary metabolism genetic engineering [J]. *J Plant Physiol Molec Biol* (植物生理与分子生物学报), 2005, 31(1): 11-18.
- [9] Wang K Z, Gao W, Y, Fan L, et al. Application of DNA molecular diagnosis technology in medicinal plant [J]. *China J Chin Mater Med* (中国中药杂志), 1997, 22(12): 707-709.
- [10] Gu H, Gai L, Zhou T S, et al. A preliminary study on the molecular and chemical characteristics of authenticity (Daodixing) of a traditional Chinese medicinal plant-*Forsythia suspense* Vahl. [J]. *J Fudan Univ: Nat Sci* (复旦学报:自然科学版), 2002, 41(6): 664-668.
- [11] Xu J X, Ding P. Analysis on genuineness of different population of *Anemum villosum* by RAPD [J]. *Tradit Chin Drug Res Clin Pharmacol* (中药新药与临床药理), 2005, 16(3): 194-196.
- [12] Feng X F, Hu S L, Guo B L, et al. Primary study on genetic diversity of population of *Scutellaria baicalensis* Georg [J]. *World Sci Technol: Mod Tradit Chin Med* (世界科学技术—中医药现代化), 2002, 4(4): 38-43.
- [13] Li J, Zhou Y H, Qin X M. Analysis technology of DNA random amplification and its application on identification in lycium Chinese [J]. *Res Tradit Chin Med* (中医药研究),

- 2002, 18(3): 48-49.
- [14] Wu W, Zheng Y L, Chen L, et al. Analysis on genetic diversity of *Houttuynia cordata* Thunb. by ISSR [J]. *World Sci Technol, Mod Tradit Chin Med* (世界科学技术—中医药现代化), 2003, 5(1): 70-77.
- [15] Cai C H, Li P, Li S L, et al. Sequences of 5S-rRNA gene spacer region and comparison of alkaloid content in *Fritillaria thunbergii* from different habitats [J]. *J Chin Med Mater* (中药材), 2001, 24(3): 157-159.
- [16] Liu Y P, Luo J P, Feng Y F, et al. DNA Profiling of pogostemon cablin chemotypes differing in essential oil composition [J]. *Acta Pharm Sin* (药学报), 2002, 37(4): 304-308.
- [17] Zhou H T, Hu S L, Guo B L, et al. study on genetic variation between wild and cultivated populations of *Paeonia lactiflora* Pall. [J]. *Acta Pharm Sin* (药学报), 2002, 37(5): 383-388.
- [18] Zhou L, Wang P X, Huang F, et al. Analysis of ITS sequences of *Amomum villosum* [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2002, 33(1): 72-75.
- [19] Wei X Y, Fang H, Li J F. Studies on functional genes of Chinese herbal medicine [J]. *Chin J Integr Tradit West Med* (中国中西医结合杂志), 2005, 25(2): 181-185.
- [20] Zhu P, Wang W, Cheng K D. Functional gene research of medicinal plants [J]. *China Biotechnol* (中国生物工程杂志), 2004, 24(2): 3-8.
- [21] Wang L S, Huang Q M. Biotechnology and the research, exploitation and application of medicinal plant [J]. *High Technol Lett* (高技术通讯), 2003, 18(11): 107-110.
- [22] Zhao S J, Liu D, Hu Z B. Plant secondary metabolism genetic engineering [J]. *China Biotechnol* (中国生物工程杂志), 2003, 23(7): 52-56.

红三叶草异黄酮及其代谢研究进展

陈学颖, 张永忠*, 况 冲

(东北农业大学理学院 应用化学系, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要:红三叶草异黄酮具有多种生理活性, 从其结构特点上阐述了红三叶草异黄酮的植物雌激素功能。近年来国内外学者对其生理功能的研究发现, 红三叶草异黄酮的植物雌激素作用与其代谢产物密切相关。红三叶草异黄酮属于4'-甲氧基类异黄酮, 需要在生物体内通过微生物酶系作用下转化成具有双羟基结构以及活性更高的4'-羟基类异黄酮, 从而能够更好地与雌激素受体结合, 发挥植物雌激素作用。

关键词:红三叶草异黄酮; 去甲基化; 代谢; 植物雌激素

中图分类号:R285.61

文献标识码:A

文章编号:0253-2670(2007)11-1741-04

Advances in studies on isoflavones in *Trifolium pratense* and their metabolism

CHEN Xue-ying, ZHANG Yong-zhong, KUANG Chong

(College of Science, Northeast Agricultural University, Haerbin 150030, China)

Key words: isoflavones in *Trifolium pratense* L.; demethylation; metabolism; phytoestrogen

红三叶草异黄酮是国内外继大豆异黄酮之后又一种研究较多的植物雌激素, 在结构上与内源雌激素相似, 能够与雌激素受体(ER- α 和ER- β)以低亲和度结合而发挥弱雌激素样效应^[1,2]。是一种治疗雌激素依赖性更年期综合征的良好雌激素替代品, 备受人们关注。Kelly和Empie等^[3,4]采用红三叶草提取物为原料, 研制了多种产品, 可以作为食品添加剂或制成药片、胶囊等药剂, 有效地预防癌症疾病、更年期综合征和高胆固醇血症^[5-6]。红三叶草异黄酮的结构特点及代谢过程在国内一直未见报道, 本文从其结构特点及代谢过程阐述红三叶草具有植物雌激素作用的机制。

1 红三叶草异黄酮

红三叶草异黄酮是在豆科多年生草本植物红三叶草 *Trifolium pratense* L. 中发现的异黄酮类物质的总称, 共有40多种, 为阐述不同结构对其活性的影响, 在图1中只给出4种物质结构, 分别是量最多的苜蓿花黄素(formononetin)、

鸡豆黄素(biochanin A)、染料木黄酮(genistein)和黄豆苷元(daidzein)^[7-10]。它们的量受基因调控, 又跟环境因素如季节、土壤等有很大关系。春天的时候量较高, 花期之后会逐渐减少, 合理施肥也可以增加其量^[11]。Tsao等^[9]测定叶片中苜蓿花黄素和鸡豆黄素的量, 分别为9.65和10.22 mg/g, 总异黄酮量为23.43 mg/g。于丽娜等^[12]采用超声波法和浸提法分别提取野生红三叶草中的异黄酮, 总量分别为47.52和38.87 mg/g, 远远超过大豆中异黄酮的量^[13,14]。

1.1 红三叶草异黄酮的结构特点及其活性的影响: 任何物质的宏观性质主要是由其内在的结构决定的。同样, 异黄酮之所以具有雌激素样效应, 是因为与哺乳动物内源雌激素雌二醇相似, 具有活性基团二酚羟基, 其中7,4'两个羟基间的距离几乎等于17 β -雌二醇上3,17位羟基间的距离。正是由于大豆异黄酮这种特殊的结构, 能够与雌激素靶细胞结合而同呈现出一定的雌激素功能。Lamartiniere^[15]报道, 与

收稿日期: 2007-03-23

基金项目: 黑龙江省“十一五”重大科技攻关项目(GA06B402-4); 大豆生物学教育部重点实验室主任基金项目(SB05A04)

作者简介: 陈学颖(1984-), 女, 研究生, 主要从事食品化学、天然产物化学的研究。 E-mail: cxy20052000@yahoo.com.cn

* 通讯作者 张永忠 E-mail: zyz1953@sohu.com

植物药材道地性的分子机制研究与应用

作者：[杨生超](#)，[赵昶灵](#)，[文国松](#)，[萧凤回](#)，[YANG Sheng-chao](#)，[ZHAO Chang-ling](#)，[WEN Guo-song](#)，[XIAO Feng-hui](#)
作者单位：[云南农业大学, 云南省中药材规范化种植技术指导中心, 云南, 昆明, 650201](#)
刊名：[中草药](#) **ISTIC** **PKU**
英文刊名：[CHINESE TRADITIONAL AND HERBAL DRUGS](#)
年，卷(期)：2007, 38(11)
被引用次数：7次

参考文献(22条)

1. [Sun K;Zhang H;Chen W](#) [Review on the geoherbalism of medicinal plant by DNA molecular markers](#)[期刊论文]-[西北师范大学学报](#) 2003(03)
2. [Gao W Y;Qin E Q;Xiao X H](#) [Analysis on genuineness of Angelica sinensis by RAPD](#)[期刊论文]-[中草药](#) 2001(10)
3. [Li P;Cai C H;Xing J B](#) [Preliminary attempt to identify geoherbalism of Flos Ionicerae by sequence divergence of 5S-rRNA gene spacer region](#)[期刊论文]-[中草药](#) 2001(09)
4. [Mi-Hyun L;Jae-Hun J;Jin-Wook S](#) [Enhanced triterpene and phytosterol biosynthesis in Panax ginseng overexpressing squalene synthesis gene](#)[外文期刊] 2004(08)
5. [Harsh P B;Ramario V;Christopher B L](#) [Molecular and biochemical characterization of an enzyme responsible for formation of hypericin in St. John's wort \(Hypericum perforatum L.\)](#) 2001(34)
6. [Liu L;White M J;Macrae T H](#) [Transcription factors and their genes in higher plants:Function domains, evolution and regulation](#)[外文期刊] 1999(2)
7. [He S L](#) [Transcription factors involved in plant secondary metabolism and its application in plant secondary metabolic engineering](#)[期刊论文]-[热带亚热带植物学报](#) 2004(04)
8. [Yang Z R;Mao X;Li R Z](#) [Plant secondary metabolism genetic engineering](#)[期刊论文]-[植物生理与分子生物学学报](#) 2005(01)
9. [Wang K Z;Gao W Y;Fan L](#) [Application of DNA molecular diagnosis technology in medicinal plant](#) 1997(12)
10. [Gu H;Gai L;Zhou T S](#) [A preliminary study on the molecular and chemical characteristics of authenticity \(Daodixing\) of a traditional Chinese medicinal plant-Forsythia suspense Vahl](#)[期刊论文]-[复旦学报\(自然科学版\)](#) 2002(06)
11. [Xu J X;Ding P](#) [Analysis on genuineness of different population of Amomum villosum by RAPD](#)[期刊论文]-[中药新药与临床药理](#) 2005(03)
12. [Feng X F;Hu S L;Guo B L](#) [Primary study on genetic diversity of population of Scutellaria baicalensis Georg](#)[期刊论文]-[世界科学技术-中医药现代化](#) 2002(04)
13. [Li J;Zhou Y H;Qin X M](#) [Analysis technology of DNA random amplication and its application on identification in lycium Chinese](#)[期刊论文]-[中医药研究](#) 2002(03)
14. [Wu W;Zheng Y L;Chen L](#) [Analysis on genetic diversity of Houttuynia cordata Thunb. by ISSR](#)[期刊论文]-[世界科学技术-中医药现代化](#) 2003(01)
15. [Cai C H;Li P;Li S L](#) [Sequences of 5S-rRNA gene spacer region and comparison of alkaloid content in](#)

[Fritillaria thunbergii from different habitats](#)[期刊论文]-[中药材](#) 2001(03)

16. [Liu Y P;Luo J P;Feng Y F](#) [DNA Profiling of pogostemon cablin chemotypes differing in essential oil composition](#)[期刊论文]-[药学报](#) 2002(04)

17. [Zhou H T;Hu S L;Guo B L](#) [study on genetic variation between wild and cultivated populations of Paeonia lactiflora Pall](#)[期刊论文]-[药学报](#) 2002(05)

18. [Zhou L;Wang P X;Huang F](#) [Analysis of ITS sequences of Amomum villosum](#)[期刊论文]-[中草药](#) 2002(01)

19. [Wei X Y;Fang H;Li J F](#) [Studies on functional genes of Chinese herbal medicine](#)[期刊论文]-[中国中西医结合杂志](#) 2005(02)

20. [Zhu P;Wang W;Cheng K D](#) [Functional gene research of medicinal plants](#)[期刊论文]-[中国生物工程杂志](#) 2004(02)

21. [Wang L S;Huang Q M](#) [Biotechnology and the research,exploitation and application of medicinal plant](#)[期刊论文]-[高技术通讯](#) 2003(11)

22. [Zhao S J;Liu D;Hu Z B](#) [Plant secondary metabolism genetic engineering](#)[期刊论文]-[中国生物工程杂志](#) 2003(07)

本文读者也读过(10条)

1. [肖小河. 陈士林. 黄璐琦. 肖培根](#) [中国地道药材研究二十年](#)[会议论文]-2008

2. [徐茂军](#) [药用植物道地性现象的科学本质——中药现代化的一个基本研究课题](#)[会议论文]-2009

3. [余德顺. 杨军. 田弋夫. 莫彬彬. YU De-shun. YANG Jun. TIAN Yi-fu. MO Bin-bin](#) [中药道地性相关因素研究进展与生物地球化学](#)[期刊论文]-[时珍国医国药](#)2010, 21(2)

4. [周佐斌. 葛刚. ZHOU Zuo-bin. GE Gang](#) [中药材道地性的DNA分子鉴定](#)[期刊论文]-[江西科学](#)2008, 26(3)

5. [江曙. 钱大玮. 段金璇. 严辉. 于光](#) [根际微生物对药材道地性的影响](#)[会议论文]-2008

6. [黄璐琦. 陈美兰. 肖培根](#) [中药材道地性研究的现代生物学基础及模式假说](#)[期刊论文]-[中国中药杂志](#)2004, 29(6)

7. [苏雪. 孙坤. 张建清. 张超强. 张辉. 丁兰. SU Xue. SUN Kun. ZHANG Jian-qing. ZHANG Chao-qiang. ZHANG Hui. Ding Lan](#) [DNA序列分析在药用植物鉴定中的应用](#)[期刊论文]-[西北师范大学学报\(自然科学版\)](#) 2006, 42(4)

8. [黄璐琦. 陈美兰. 肖培根](#) [中药材道地性研究的现代生物学基础及模式假说](#)[会议论文]-2005

9. [郭兰萍. 黄璐琦. ChristinaWHuck](#) [道地性现代诠释及地道药材鉴别：近红外光谱技术及其在中药道地性研究中的应用](#)[会议论文]-2008

10. [朱艳. 崔秀明. 施莉屏. ZHU Yan. CUI Xiu-ming. SHI Li-ping](#) [中药材道地性的研究进展](#)[期刊论文]-[现代中药研究与实践](#)2006, 20(1)

引证文献(7条)

1. [孟祥才. 王喜军](#) [活性氧促进地道药材质量形成的假说及其探讨](#)[期刊论文]-[中草药](#) 2011(4)

2. [吴志刚. 陶正明. 冷春鸿. 潘永地. 张剑. 林勋](#) [基于生态环境因子的温郁金道地性研究](#)[期刊论文]-[中药材](#) 2010(6)

3. [朱素英](#) [药用植物在生物技术方面的研究及其进展](#)[期刊论文]-[中国民族民间医药](#) 2010(11)

4. [邢朝斌. 劳风云. 龙月红. 梁能松. 陈龙. 何闪](#) [刺五加鲨烯合酶和鲨烯环氧酶基因单核苷酸多态性及其与总皂苷量的相关性研究](#)[期刊论文]-[中草药](#) 2012(10)

5. [邢朝斌. 孟春燕. 修乐山. 劳风云. 庄鹏宇](#) [不同性别刺五加皂苷合成酶基因表达及其对皂苷含量的影响](#)[期刊论文]-[经济林研究](#) 2013(3)

6. [易刚强. 李云耀. 崔培梧. 王清波. 鲁耀邦. 聂媛媛](#) [栀子过氧化物酶、酯酶同工酶的遗传多样性分析](#)[期刊论文]-[中](#)

南药学 2012(6)

7. 杨利民, 张永刚, 林红梅, 韩忠明, 杨莉 中药材质量形成理论与控制技术研究进展[期刊论文]-吉林农业大学学报
2012(2)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_zcy200711049.aspx