

- 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* (药科学报), 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* (药科学报), 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, 13(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) 以低亲和力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^[3-6]。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

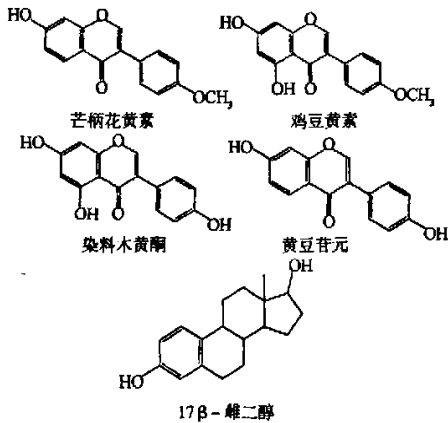


图 1 4 种不同结构异黄酮及 17β-雌二醇化学结构
Fig. 1 Structures of four kinds of isoflavones and 17β-estradiol

17β-雌二醇相比,异黄酮类化合物具有双环结构且每个芳环上至少有一个羟基,这对于发挥活性是必不可少的,尤其是 4'-OH 直接与受体结合,结构特异性高,必须存在,决定着与雌激素受体亲和力的大小。Song 等人以大鼠子宫增殖法对雌性 B6D2F 鼠进行实验,发现乙炔雌酚、大豆黄素、染料木黄酮和黄豆苷元的相对雌激素作用强度为 10⁶、3.1 和 0.26。17β-雌二醇、乙炔雌酚、染料木黄酮、黄豆苷元和大豆黄素对于子宫雌激素受体的相对结合强度为 100%、95%、0.49%、0.027% 和 0.028%^[14]。由此可以发现在植物雌激素中,羟基的位置与个数决定了其活性的高低。Adams^[11]也指出植物雌激素必须具有能够与雌激素受体相结合的结构,而双羟基结构正是与雌激素受体结合的主要部位,对于其发挥雌激素作用是非常重要的。

不同结构的异黄酮抗氧化能力也是有差异的。Corinna 等^[17]对染料木黄酮、黄豆苷元、鸡豆黄素和芒柄花黄素及其代谢产物体外抗氧化研究发现,染料木黄酮的抗氧化能力最强,而芒柄花黄素最低,进而总结分析得出,染料木黄酮的活性之所以比大豆黄素和樱黄素(prunetin)高是由于其 A 环上有 5,7-两个羟基,黄豆苷元少一个 5 位羟基,樱黄素的 7 位是甲氧基。染料木黄酮和大豆黄素代谢产物在 A 环或 B 环有双羟基结构,且抗氧化能力均比原物质高,因此可以确定这种特殊结构可以增强物质的抗氧化能力。通过比较大豆黄素和 6-羟基大豆黄素,染料木黄酮和鸡豆黄素,芒柄花黄素和黄豆苷元,樱黄素和染料木黄酮的抗氧化能力,发现前者的能力均高于后者,因此,可以确定是由于它们分别由一个相应碳原子上的羟基被甲氧基取代所造成的。由于鸡豆黄素比芒柄花黄素多一个 5-OH,所以鸡豆黄素比芒柄花黄素的抗氧化能力略高。

1.2 红三叶草异黄酮的植物雌激素功能:红三叶草异黄酮具有多种生理功能,如提高更年期女性动脉血管的柔韧性^[18,19],防治动脉硬化、血管性疾病,防治激素分泌失调导致的相关疾病,防治癌症、肥胖症、保护皮肤免受紫外线的伤害,治疗脂肪肝沉着症、胰岛素抵抗、血小板功能异常、综合

症、血管功能异常等内科临床疾病、神经功能障碍、酒精依赖性等诸多方面疾病^[20]。其最主要的还是具有植物雌激素活性。不仅能够有效治疗更年期综合征^[21,22],还可以治疗或预防雌激素依赖性疾病如乳腺癌等。Imhof^[23]对 109 名更年期女性进行治疗,部分患者服用非处方红三叶草提取物(名为 MF11 RCE, melbrosin international, 维也纳)持续 90 d,另外一部分服用安慰剂,结果发现与安慰剂组相比, MF11RCE 对更年期女性的睾丸激素水平有缓和作用,但雌二醇水平不受影响;同时,子宫内膜的厚度降低,这就进一步证明异黄酮是一种治疗子宫内膜增生的有效药物。更年期后女性潮热的发病率,在欧洲和北美高达 70%~80%,而在日本、中国和东南亚,则分别为 25%、18% 和 14%。这种差异是由于这些国家人们摄入的植物雌激素水平不同所致。Peter 等^[24]报道,更年期后妇女每天服用 80 mg 红三叶草异黄酮,持续 12 周,相比较于安慰剂组,潮热发病率降低 44%。在成骨细胞中存在雌激素受体,雌激素能降低破骨细胞的活力,抑制骨质的吸收,防止钙从骨骼中游离出来。绝经后妇女卵巢雌激素分泌量的急剧减少是引起骨质中钙流失和骨质疏松的首要原因。骨质疏松引起骨折、腰痛和各系统生理功能下降。绝经妇女每天服用异黄酮可使骨骼中矿物质质量显著提高,骨质中钙流失明显减少。Tempfer 等^[25]也通过临床研究了含有红三叶草异黄酮的植物雌激素添加剂对更年期综合征和乳腺癌、心血管疾病和骨折的影响,结果表明红三叶草异黄酮对治疗更年期综合征的效果显著。

2 红三叶草异黄酮的代谢

异黄酮类的植物雌激素作用主要是由于结构上的双羟基与雌激素靶细胞而产生的。因此,红三叶草异黄酮的去甲基代谢是决定其是否具有植物雌激素作用的关键。红三叶草异黄酮的代谢少见报道,本文将对国内外相关文献进行总结。

异黄酮类物质大都以糖苷形式存在,而真正有效成分却是苷元。摄入富含异黄酮类物质的食物后,异黄酮糖苷发生糖苷键的水解生成苷元。多年来人们研究发现,糖苷键的酶促水解是从口腔开始,在小肠内继续进行^[26]。同样,红三叶草异黄酮也有一部分是以糖苷的形式存在的,但合适的储藏和提取条件可以使大部分糖苷转化成苷元^[9]。

在动物实验中,通过对红三叶草异黄酮的代谢的研究发现,红三叶草异黄酮在体内微生物分泌的酶的作用下发生去甲基化反应,使 4' 位还原为羟基,从而能够与雌激素受体结合。Tolleson 等^[27]实验发现,人体内肝细胞色素 P450 酶系中的 1A2、2E1、2C9×1、2C19 和 2D6×1 能够使鸡豆黄素发生去甲基化生成染料木黄酮,1A2、2C9×1、2A6、和 2D6×1 能够使芒柄花黄素发生去甲基化生成黄豆苷元。Adams 等^[11]研究表明,植物雌激素可能在瘤胃发生代谢,因此,雌激素化合物的吸收取决于它们的代谢速率。具有 4'-甲氧基雌酚类发生去甲基化而增强活性,有利于与雌激素受体结合。芒柄花黄素在瘤胃内逐渐转化成活性更高的雌马酚,可以通过瘤胃壁被快速吸收。但是, Kelly^[28]报道说人们对异黄酮的吸收

是有区别的,只有 1/3 的人能够代谢产生雌马酚,这取决于体内肠道菌群产生的酶的活力。

虽然红三叶草异黄酮在人体内代谢过程尚未完全确定,

Heinonen 等^[28]人总结了红三叶草异黄酮在体内的代谢过程,分为两个阶段:去甲基代谢和水解代谢,流程图见图 2。

图中白箭头代表去甲基化代谢,黑箭头代表水解代谢。

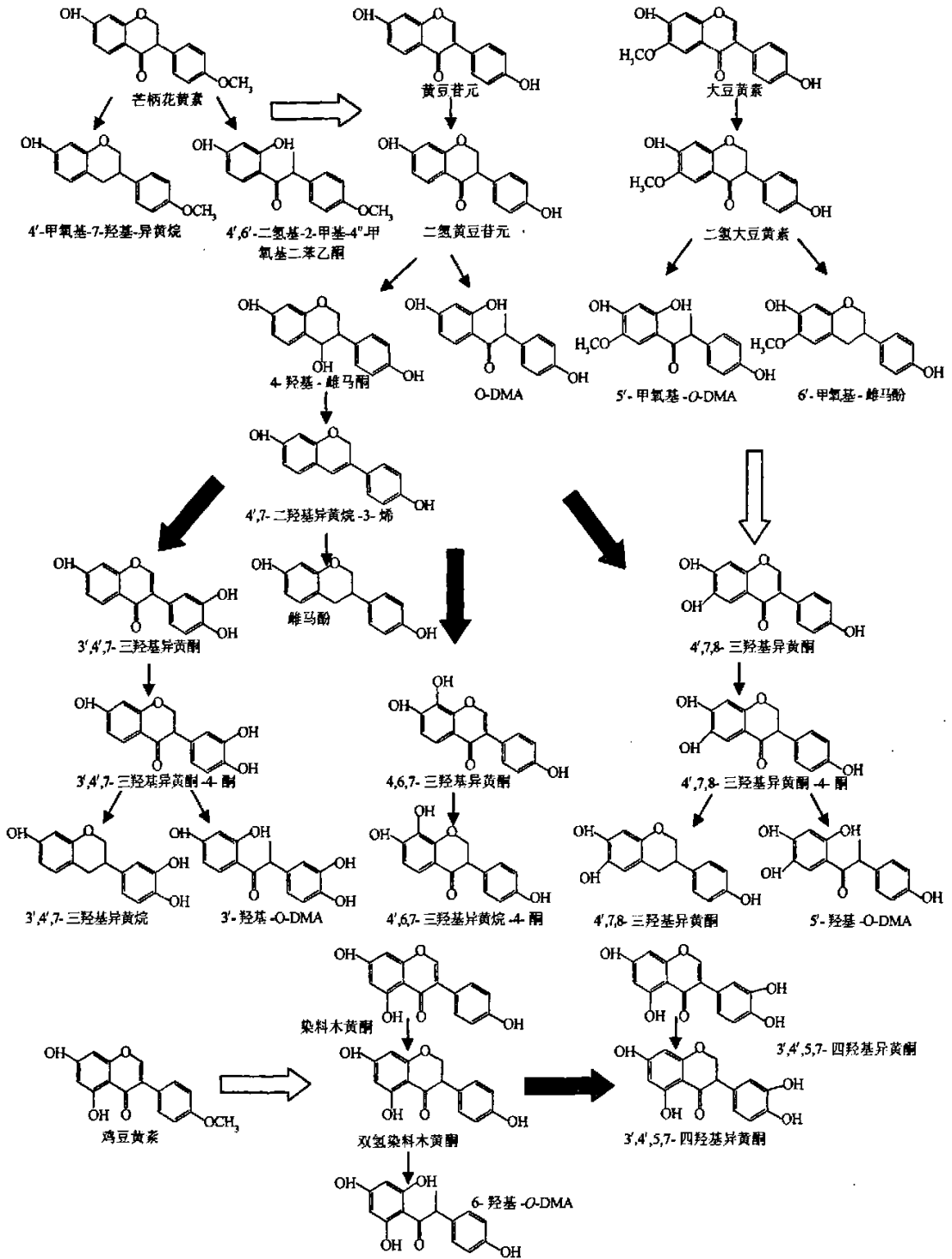


图 2 红三叶草异黄酮的代谢路线

Fig. 2 Metabolic pathways of isoflavones in *T. pratense*

3 结语

目前,国内尚无人研究红三叶草异黄酮在体内的代谢及微生物转化试验。

红三叶草异黄酮单位质量于物质的量较高,是一种应用范围广,治疗效果好的雌激素替代物质。由于结构原因,需要在体内转化成活性更高的羟基异黄酮之后才能表现其植物雌激素及其他生理作用。因此,红三叶草异黄酮去甲基化研究对新产品的开发具有重要意义。

References:

- [1] Ranich T, Bhatena S J, Velasquez M T. Protective effects of dietary phytoestrogens in chronic renal disease [J]. *J Ren Nutr*, 2001, 11(4): 183-193.
- [2] Shi S F, Yu C Q. Progress in research on phytoestrogens and their effect targets [J]. *J Chin Integr Med* (中西医结合学报), 2005, 3(5): 408-410.
- [3] Graham Edmund K, Alan James H. Cardiovascular and bone treatment using isoflavones [P]. US: 20040072765, 2004-04-09.
- [4] Graham Edmund K. Methods of cholesterol reduction using isoflavones [P]. US: 20040170713, 2004-09-02.
- [5] Graham Edmund K. Dietary supplements comprising soy hypocotyls contain-ning at least one isoflavone [P]. US: 7045155, 2006-05-16.
- [6] Mark Eric G. Method of preparing and using compositions extracted from vegetable matter for the treatment of cancer [P]. US: 6900240, 2005-05-31.
- [7] Delmonte P, Rader J L. Analysis of isoflavones in foods and dietary supplements [J]. *J AOAC Int*, 2006, 89(4): 1138-1146.
- [8] Rufer C E, Kulling S E. Antioxidant activity of isoflavones and their major metabolites using different *in vitro* assays [J]. *J Agric Food Chem*, 2006, 54(8): 2926-2931.
- [9] Tsao R, Papadopoulos Y, Yang R, et al. Isoflavone profiles of red clovers and their distribution in different parts harvested at different growing stages [J]. *J Agric Food Chem*, 2006, 54(16): 5797-5805.
- [10] Chen X F, Shi G F. A review of studies on red clover isoflavones [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2006, 37(2): 309-312.
- [11] Adams N R. Detection of the effects of phytoestrogens on sheep and cattle [J]. *J Anim Sci*, 1995, 73: 1509-1515.
- [12] Yu L, Zhang Y Z, Xin Y. Study on extracting or red clover isoflavones by ultrasonic wave [J]. *Sci Technol Food Ind* (食品工业科技), 2006, 9, 124-126.
- [13] Jing L G, Zhang Y Z, Yang J. Development of the application of soy isoflavones in health foods and pharmaceutical [J]. *Chin Bull Bot* (植物学通报), 2002, 19(6): 692-697.
- [14] Zhang Y Z, Sun Y M. A discussion about some terms used in researches on soy isoflavone [J]. *Chin Cereals Oils Asso* (中国粮油学报), 2004, 19(4): 50-52.
- [15] Lamartiniere C A, Moore J, Holland M, et al. Neonatal genistein chemoprevents mammary cancer [J]. *Proc Soc Exp Biol Med*, 1995, 208(1): 120-123.
- [16] Song T T, Hendrich S, Murphy P A. Estrogenic activity of glycitein, a soy isoflavone [J]. *J Agric Food Chem*, 1999, 47: 1607-1610.
- [17] Corinna E R, Sabine E K. Antioxidant activity of isoflavones and their major metabolites using different *in vitro* assays [J]. *J Agric Food Chem*, 2006, 54: 2926-2931.
- [18] Nestel P J, Pomeroy S, Kay S, et al. Isoflavones from red clover improve systemic arterial compliance but not plasma lipids in menopausal women [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 1999, 84(3): 895-898.
- [19] Teede H J, McGrath B P, DeSilva L, et al. Isoflavones reduce arterial stiffness: a placebo-controlled study in men and postmenopausal women [J]. *Arterios Thromb Vasc Biol*, 2003, 23(6): 1066-1071.
- [20] Yu L N, Zhang Y Z, Xin Y. Progress of application of red clover isoflavones in health food and pharmaceutical [J]. *Amino Acids Biotic Resour* (氨基酸和生物资源), 2005, 27(4): 65-68.
- [21] Albertazzi P. A review of non-hormonal options for the relief of menopausal symptoms [J]. *Treat Endocrinol*, 2006, 5(2): 101-113.
- [22] Lukaczer D, Darland G, Tripp M, et al. Clinical effects of a proprietary combination isoflavone nutritional supplement in menopausal women: a pilot trial [J]. *Altern Ther Health Med*, 2005, 11(5): 60-65.
- [23] Imhof M, Gocan A, Reithmayr F, et al. Effects of a red clover extract (MP11RCE) on endometrium and sex hormones in postmenopausal women [J]. *Maturitas*, 2006, 55(1): 76-81.
- [24] Peter H M, van de Weijer, Ronald Barentsen. Isoflavones from red clover (promensil) significantly reduce menopausal hot flush symptoms compared with placebo [J]. *Maturitas*, 2002, 42: 187-193.
- [25] Tempfer C B. Phytoestrogens in clinical practice: a review of the literature [J]. *Fertil Steril*, 2007, 87(6): 1243-1249.
- [26] Heinonen S M, Wahala K, Adlercreutz H. Metabolism of isoflavones in human subjects [J]. *Phytochem Rev*, 2002, 175-182.
- [27] Tolleson W H, Doerge D R, Churchwell M I, et al. Metabolism of biochanin A and formononetin by human liver microsomes *in vitro* [J]. *J Agric Food Chem*, 2002, 50: 4783-4790.
- [28] Kelly G E, Nelson C, Waring M A, et al. Metabolites of dietary (soy) isoflavones in human urine [J]. *Clin Chim Acta*, 1993, 223: 9-22.

(上接第1733页)

3 讨论

3.1 地黄苷 A 和 D 结构中只有一个双键,无共轭结构,紫外吸收光谱图在末端有吸收,样品溶液及对照品溶液在 203 nm 处吸收均较强,故测定波长定为 203 nm。

3.2 在样品提取条件的筛选试验中,曾分别采用 50% 甲醇、80% 甲醇、乙醇、50% 乙醇、80% 乙醇、乙醇回流提取,提取液滤过,定容,作为供试品溶液。进样 10 μ L 测定地黄苷 A、D 的峰面积,结果表明 50% 甲醇回流提取 1.5 h,地黄苷 A、D 的提取率最高,故采用本法制备供试品液。

3.3 在制备样品溶液时曾选用 D-101 型、DA-201 型、DM-301 型 3 种大孔吸附树脂用于样品提取液的除杂,结果 DA-201 型大孔吸附树脂除杂效果较好,样品回收率最高。故选择 DA-201 型大孔吸附树脂用于样品提取液的除杂。

3.4 分别以乙腈-水(60:40,65:35,70:30,75:25,80:20)为流动相进行测定,结果乙腈-水(75:25)为流动相时,地黄苷 A 和 D 的峰形对称性较好,与其他杂质峰达基线分离。故选择乙腈-水(75:25)为流动相。

References:

- [1] Ch P (中国药典) [S]. Vol 1. 2005.
- [2] Li G S, Yu Z, Wang H S. Chemical constituents and pharmacological research progress of *Rehmannia glutinosa* [J]. *Foreign Med Sci, Tradit Chin Med* (国外医学-中医中药分册), 2004, 26(2): 74-76.
- [3] Wang H J, Bian B L, Yang J, et al. A study on catalpol content changes in *Rehmannia glutinosa* (Gaertn.) Libosch. under certain conditions [J]. *China J Chin Mater Med* (中国中药杂志), 1997, 22(7): 408.
- [4] Wang J, Yu Z, Li G S, et al. Experimental study on rehmanioside A in nourishing yin and regulating immune functions [J]. *Chin Pharm J* (中国药理学杂志), 2002, 37(1): 20-22.
- [5] Yu Z, Wang J, Li G S, et al. Experimental study on rehmanioside D in he action of nourishing yin, enriching the blood and reducing the blood sugar [J]. *Liaoning J Tradit Chin Med* (辽宁中医杂志), 2001, 28(4): 240.
- [6] Wang H S, Li G S, Liu M, et al. Isolation and elucidation for iridoid glycosides in *Rehmannia glutinosa* [J]. *Tradit Chin Med Res* (中医研究), 2005, 4: 17.

红三叶草异黄酮及其代谢研究进展

作者: 陈学颖, 张永忠, 况冲, CHEN Xue-ying, ZHANG Yong-zhong, KUANG Chong
作者单位: 东北农业大学理学院, 应用化学系, 黑龙江, 哈尔滨, 150030
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: 8次

参考文献(28条)

1. Ranich T;Bhathena S J;Velasquez M T Protective effects of dietary phytoestrogens in chronic renal disease[外文期刊] 2001(04)
2. Shi S F;Yu C Q Progress in research on phytoestrogens and their effect targets[期刊论文]-中西医结合学报 2005(05)
3. Grahan Edmund K;Alan James H Cardivasular and bone treatment using isoflavones 2004
4. Grahan Edmund K Methods of cholesterol reduction using isoflaovens 2004
5. Grahan Edmund K Dietary supplements comprising soy hypocotyls contain- ing at least one isoflvaone 2006
6. Mark Eric G Method of preparing and using compositions extracted from vegetable matter for the treatment of cancer 2005
7. Delmonte P;Rader J I Analysis of isoflavones in foods and dietary supplements 2006(04)
8. Rufer C E;Kulling S E Antioxidant activity of isoflavones and their major metabolites using different in vitro assays[外文期刊] 2006(08)
9. Tsao R;Papadopoulos Y;Yang R Isoflavone profiles of red clovers and their distribution in different parts harvested at different growing stages[外文期刊] 2006(16)
10. Chen X F;Shi G F A review of studies on red clover isoflavones[期刊论文]-中草药 2006(02)
11. Adams N R Detection of the effects of phytoestrogens on sheep and cattle[外文期刊] 1995
12. Yu L;Zhang Y Z;Xin Y Study on extracting or red clover isoflavones by ultrasonic wave 2006(09)
13. Jing L G;Zhang Y Z;Yang J Development of the application of soy isoflavones in health foods and pharmaceutical[期刊论文]-植物学通报 2002(06)
14. Zhang Y Z;Sun Y M A discussion about some terms used in researches on soy isoflavone[期刊论文]-中国粮油学报 2004(04)
15. Lamartiniere C A;Moore J;Holland M Neonatal genistein chemoprevents mammary cancer 1995(01)
16. Song T T;Hendrich S;Murphy P A Estrogenic activity of glycitein, a soy isoflavone[外文期刊] 1999
17. Corinna E R;Sabine E K Antioxidant activity of isoflavones and their major metabolites using different in vitro assays[外文期刊] 2006(8)
18. Nestel P J;Pomeroy S;Kay S Isoflavones from red clover improve systemic arterial compliance but not plasma lipids in menopausal women[外文期刊] 1999(03)
19. Teede H J;McGrath B P;DeSilva L Isoflsvones reduce arterial stiffness:a placebo-controlled study in men and postmenopausal women 2003(06)
20. Yu L N;Zhang Y Z;Xin Y Progress of application of red clover isoflavones in health food and

[pharmaceutical](#)[期刊论文]-[氨基酸和生物资源](#) 2005(04)

21. [Albertazzi P](#) [A review of non-hormonal options for the relief of menopausal symptoms](#)[外文期刊] 2006(02)

22. [Lukaczer D](#);[Darland G](#);[Tripp M](#) [Clinical effects of a proprietary combination isoflavone nutritional supplement in menopausal women:a pilot trial](#) 2005(05)

23. [Imhof M](#);[Gocan A](#);[Reithmayr F](#) [Effects of a red clover extract \(MF11RCE\) on endometrium and sex hormones in postmenopausal women](#)[外文期刊] 2006(01)

24. [Peter H M](#);[van de Weijer](#);[Ronald Barentsen](#) [Isoflavones from red clover \(promensil\) significantly reduce menopausal hot flush symptoms compared with placebo](#)[外文期刊] 2002(3)

25. [Tempfer C B](#) [Phytoestrogens in clinical practice:a review of the literature](#)[外文期刊] 2007(06)

26. [Heinonen S M](#);[Wahala K](#);[Adlercreutz H](#) [Metabolism of isoflavones in human subjects](#) 2002

27. [Tolleson W H](#);[Doerge D R](#);[Churchwell M I](#) [Metabolism of biochanin A and formononetin by human liver microsomes in vitro](#)[外文期刊] 2002(17)

28. [Kelly G E](#);[Nelson C](#);[Waring M A](#) [Metabolites of dietary \(soya\) isoflavones in human urine](#)[外文期刊] 1993

本文读者也读过(10条)

1. [张勇](#). [朱宇旌](#). [任慧玲](#). [孙景霞](#). [王蕊](#). [ZHANG Yong](#). [ZHU Yu-jing](#). [REN Hui-ling](#). [SUN Jing-xia](#). [WANG Rui](#) [红三叶草异黄酮提取物对小鼠生长性能和免疫功能的影响](#)[期刊论文]-[沈阳农业大学学报](#)2008, 39(1)

2. [朱宇旌](#). [田书音](#). [张勇](#). [任慧玲](#). [李冰](#). [ZHU Yu-jing](#). [TIAN Shu-yin](#). [ZHANG Yong](#). [REN Hui-ling](#). [LI Bing](#) [红三叶草异黄酮对肉鸡免疫功能和抗氧化性能的影响](#)[期刊论文]-[沈阳农业大学学报](#)2008, 39(6)

3. [于丽娜](#). [张永忠](#). [辛禹](#). [YU Li-na](#). [ZHANG Yong-zhong](#). [XIN Yu](#) [红三叶草异黄酮在保健食品和医药中应用的研究进展](#)[期刊论文]-[氨基酸和生物资源](#)2005, 27(4)

4. [肖永英](#). [XIAO Yong-ying](#) [豆科植物异黄酮提取技术研究进展](#)[期刊论文]-[大豆科学](#)2010, 29(5)

5. [于丽娜](#). [张永忠](#). [辛禹](#) [超声波法提取红三叶草总异黄酮的研究](#)[期刊论文]-[食品工业科技](#)2006(9)

6. [龙悦](#). [郑永昌](#) [红车轴草的研究进展](#)[期刊论文]-[中国医药导报](#)2009(13)

7. [何德华](#). [张占路](#). [唐益雄](#). [卢运明](#). [吴燕民](#). [HE Sui-hua](#). [ZHANG Zhan-lu](#). [TANG Yi-xiong](#). [LU Yun-ming](#). [WU Yan-min](#) [农杆菌介导红三叶草遗传转化体系的建立](#)[期刊论文]-[中国草地学报](#)2007, 29(3)

8. [曾分有](#). [周海燕](#). [吴永尧](#). [ZENG Fen-you](#). [ZHOU Hai-yan](#). [WU Yong-yao](#) [红三叶草活性成分及其在保健食品和医药中的应用](#)[期刊论文]-[现代生物医学进展](#)2007, 7(3)

9. [姜滨](#). [周春艳](#). [姜殿勤](#) [红车轴草的实用价值及栽培](#)[期刊论文]-[特种经济动植物](#)2008, 11(2)

10. [徐桂花](#). [沈益新](#). [刘信宝](#). [周建国](#). [XU Gui-hua](#). [SHEN Yi-xin](#). [LIU Xin-bao](#). [ZHOU Jian-guo](#) [红三叶与白三叶春季植物雌激素含量和种类的差异](#)[期刊论文]-[中国草地学报](#)2006, 28(6)

引证文献(8条)

1. [尹立影](#). [张永忠](#) [亚临界水法提取红三叶中的总异黄酮](#)[期刊论文]-[草业科学](#) 2012(10)

2. [宁鸿珍](#). [李清荆](#). [刘英莉](#). [单晓珊](#). [王思博](#). [宁莉莉](#). [董威衫](#) [红三叶草异黄酮对去卵巢大鼠骨密度及骨代谢的影响](#)[期刊论文]-[现代预防医学](#) 2011(19)

3. [杨薇薇](#). [张永忠](#). [李成刚](#). [张丽丽](#) [加压提取红三叶草总异黄酮的研究](#)[期刊论文]-[中草药](#) 2009(9)

4. [朱宇旌](#). [潘香岑](#). [张勇](#). [李欣蔚](#). [马勇](#). [邵彩梅](#) [红三叶异黄酮的提取方法和生理功能](#)[期刊论文]-[动物营养学报](#)

2012(12)

5. [姜义宝](#), [杨玉荣](#), [崔国文](#), [王成章](#) [红三叶异黄酮对肉鸡血液几种内源性激素水平的影响](#)[期刊论文]-[动物营养学报](#)

2012(6)

6. [曲妍妍](#), [张永忠](#) [染料木黄酮生物活性及抗病机理的研究进展](#)[期刊论文]-[食品工业科技](#) 2010(8)

7. [曲妍妍](#), [张永忠](#) [染料木黄酮的生物活性及其抗肿瘤作用机制](#)[期刊论文]-[大豆科技](#) 2009(5)

8. [朱宇旌](#), [潘香岑](#), [张勇](#), [李欣蔚](#), [马勇](#), [邵彩梅](#) [红三叶异黄酮的提取方法和生理功能](#)[期刊论文]-[动物营养学报](#)

2012(12)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_zcy200711050.aspx