

豆杉细胞培养实验中以 1 g/L AC 抗褐变效果最好,超过 5 g/L,生长受影响,褐变严重^[17]。而在南方红豆杉的愈伤组织实验中以 0.1 g/L AC 抗褐变效果最好^[16]。又如,CA 的主要成分为氨基酸和少量的肽,0.1% ~ 0.5% CA 能参与细胞分裂和生长,促进愈伤组织的生长;浓度较高时不仅抑制天然氨基酸的正常合成,而且 CA 中过量的芳香族氨基酸进入次级代谢途径,产生了许多酚类物质,从而激活了 PPO、POD 等与酚类物质氧化有关的酶类,导致醌类物质积累,褐变反而加重。所以,在南方红豆杉的愈伤组织培养中添加 0.1% CA,能明显抑制 PPO 活性,减轻培养基和愈伤组织的褐化程度,促进愈伤组织的生长^[16]。而在东北红豆杉的细胞培养过程中添加 1.0% CA,却有效促进 PPO 的活性,加重褐化,抑制细胞培养物的生长^[20],作用效果完全相反。

3.3 对红豆杉抗褐变效果较好且使用较多的有抗氧化剂类 VC、吸附剂类 AC。实验中也得到类似结果。另外添加 PVP、CA、PA、LH、谷氨酰胺和桂皮酸等也有一定的抗褐变效果。

3.4 各种添加剂对褐变作用的描述各不相同,有“防止”、“减轻”、“改善”、“抑制”等。但“有效防止或抑制”的抗褐变剂还有待于进一步的研究和筛选。值得注意的是无论使用何种抗褐变剂,其目的是保持红豆杉细胞的正常生长、保证紫杉醇的稳定合成,所以既要考虑其经济实用性,又不能影响这一总目标。

References:

[1] Huang X, Huang L Q, Qiu D Y. Progress in the study of taxol biosynthetic enzymes [J]. *J Chin Biotechnol* (中国生物工程杂志), 2002, 22(5): 27-33.
[2] Ma X C, Wu L J, Jia J M. Development and studies on taxoid [J]. *J Shenyang Pharm Univ* (沈阳药科大学学报), 2002, 19(2): 147-152.
[3] Cheng Y, Zhu W H, Wu Y Q, et al. Effects of L-glutamine and cinnamic acid on *Taxus yunnanensis* callus tissue growth [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 1999, (30) 7: 542-544.
[4] Christen A A, Gibson D M, Bland J. Production of taxol or taxol-like compounds in cell culture [P]. US: 5019504, 1991-05-28.
[5] Xia M, Wu J Y, Zhang L M, et al. Studies on browning in the tissue culture of *Taxus hinensis* [J]. *Biotechnology* (生物技术), 1996, 6(3): 18-20.
[6] Wickremesinha E R M, Arteca R N. *Taxus* callus cultures:

initiation, growth optimization, characterization and taxol production [J]. *Plant Cell Tissue Organ Culture*, 1993, 35: 181-193.
[7] Huang H, Lu M P. Selection of antioxdant in the cell cultures of *Taxus chinensis* [J]. *J Huazhong Univ Sci Technol* (华中理工大学学报), 1994, 4(2): 107-108.
[8] Cao Z Y, Liu G M, Wang D, et al. *Textbook of Practical Techniques on Plant Tissue Culture* (实用植物组织培养技术教程) [M]. Lanzhou: Gansu Science and Technology Publishing House, 1996.
[9] Muenduen P, James C, Linden K. Studies of paclitaxel production by *Taxus canadensis* cultures in batch semicontinuous with total cell recycle [J]. *Biotechnol Prog*, 1999, 15(6): 1027-1077.
[10] Huang H. Preliminary study on the properties of PPO form suspension on cells of *Taxus chinensis* [J]. *Jiangxi Sci* (江西科学), 1999, 17(3): 261-263.
[11] Zhang Z Q, Yang J Y, Wu Y W. Taxol production in tissue culture *Taxus chinensis* var. *mairai* [J]. *Acta Bot Boreal—Occident Sin* (西北植物学报), 1998, 18(4): 488-492.
[12] Kang Q S, Hou G S. Advances of taxol as natural anticancer drug [J]. *Nat Prod Res Dev* (天然产物研究与开发), 1993, 5(3): 61-67.
[13] Wang G L, Fang H J, Hu F Q. Tissue culture and cell suspension culture of *Taxus cuspidata* Sieb. et Zucc. var. and taxol production [J]. *Sci Agric Sin* (中国农业科学), 2001, 34(4): 373-378.
[14] Han J Y, Wang C G, Na P, et al. Advances of producing taxol in *taxus* cell culture [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 1996, 27(7): 433-437.
[15] Zhao F, Ni L, Geng Z, et al. Studies on the tissue culture of *Maire Yew* (*Taxus chinensis* var. *mairai*) I. Callus induction and optimization of the culturing methods [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 1999, 30: 213-215.
[16] Sheng C Z, Wang S F, Wang N N, et al. Preliminary studies on decreasing browning in *T. chinensis* var. *mairai* tissue cultures [J]. *Acta Sci Univ Nankai* (南开大学学报), 2001, 34(4): 120-122.
[17] Mei X G, Dong Y L, Pan X W. Studies of avoiding browning in tissue subculture of *Taxus chinensis* [J]. *Nat Prod Res Dev* (天然产物研究与开发), 2001, 13(4): 8-11.
[18] Huang H. Effects of chemical agent on the growth of cell culture in *Taxus chinensis* [J]. *J Gansu Educ Coll* (甘肃教育学院学报), 2001, 15(1): 34-37.
[19] Mei X G, Dong Y L, Pan X W. Browning restrain effects of activated charcoal on *taxus* cell [J]. *Strait Pharm J* (海峡药), 2001, 13(2): 51-53.
[20] Hu F Q, Wang S L, Ma H, et al. The PPO active study of cell culture substance of *Taxus cuspidate* [J]. *Bull Bot Res* (植物研究), 2001, 21(4): 583-586.
[21] Yao H J, Luo X F, Tian Y T. Development of explant browning researches [J]. *J Beijing Forestry Univ* (北京林业大学学报), 1999, 21(3): 78-83.

杜仲次生代谢物的研究进展

王亚琴¹, 张康健^{2*}

(1. 华南理工大学食品与生物工程学院, 广东 广州 510640; 2. 西北农林科技大学, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 详细介绍了贵重药材杜仲所含的各种次生代谢物以及各自的功效, 其中重要次生代谢物松脂素二葡萄糖苷是降压的主要成分, 环烯醚萜类的桃叶珊瑚苷具有预防和治疗肿瘤、强效抗菌、利尿等功效, 绿原酸抗菌作用明显, 对消化系统、血液系统和生殖系统均有药理作用; 重点阐述了运用植物组织培养法这一新兴生物技术生产杜仲

* 收稿日期: 2003-10-21
基金项目: 广州市科技计划项目(2004JE-C0231)
作者简介: 王亚琴(1972—), 女, 博士, 讲师, 1998年毕业于西北农林科技大学药用植物资源开发与利用专业, 现任教于华南理工大学食品与生物工程学院, 主要研究方向为生物工程制药。 Tel: (020) 87113841 E-mail: wangyq19@hotmail.com

有效成分(桃叶珊瑚苷、绿原酸)的研究现状,为解决杜仲药源紧缺问题提供了科学依据;同时对这些领域存在的问题及发展前景进行了展望。

关键词: 杜仲; 次生代谢物; 合成; 积累; 组织培养

中图分类号: R 282

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2004)07-0836-04

Advances in research on secondary metabolites of *Eucommia ulmoides*

WANG Ya-qin¹, ZHANG Kang-jian²

(1. College of Food and Bioengineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China;

2. Northwest Science and Technology University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, China)

Key words: *Eucommia ulmoides* Oliv.; secondary metabolites; synthesis; accumulation; tissue culture

杜仲 *Eucommia ulmoides* Oliv. 是杜仲科杜仲属植物,为中国特有的贵重中药材和工业提胶原料树种。主要分布于甘、陕、晋、豫、湘、鄂、川、滇、黔、桂、皖、浙、赣、闽等省、自治区的平原到海拔 1 690 m 间的丘陵和山地。早在《神农本草经》就记载了杜仲的药效:“杜仲性味甘、微辛、温、无毒,有补肝肾、强筋骨、益腰膝、除酸痛的功效”。近代医学又证明了杜仲具有双向调节血压的特性,以及提高机体抗缺氧耐力、增强免疫功能、防止动脉硬化等功效。其中,次生代谢物环烯醚萜类的桃叶珊瑚苷等具有预防和治疗肿瘤、强效抗菌、利尿等功效;绿原酸抗菌作用明显,还有一定的降压作用,对消化系统、血液系统和生殖系统均有药理作用^[1]。

1 杜仲次生代谢物类型

两千多年前,杜仲以皮入药。而近代医学研究表明,杜仲的叶、果实和枝条中含有和皮相似的次生代谢物,主要为木脂素类、环烯醚萜类、黄酮类、苯丙烷类、多糖、酚类、三萜类、甾类、有机酸、氨基酸、微量元素等。杜仲之所以具有多种药效正是这些次生代谢物在起作用。

1.1 木脂素类:木脂素类化合物是杜仲皮的主要成分。迄今为止,从杜仲皮中分离出的木脂素类化合物有 28 种,多数为苷类化合物。木脂素类化合物的生物活性因结构不同而各异。其中松脂素二葡萄糖苷是杜仲皮降压的主要成分;丁香脂素二葡萄糖苷对中枢神经系统有保护作用,具有促进神经生长因子及抗胃溃疡作用;一些木脂素化合物对 cAMP 磷酸二酯酶有很强的抑制活性,可用作血管扩张剂;松脂素和丁香脂素具有抗脂质过氧化作用;另外研究还发现,木脂素类化合物具有抗肿瘤、抗补体、增强免疫的作用^[2]。

1.2 环烯醚萜类:从杜仲皮、叶中分离到的 10 多种环烯醚萜类成分多数为已知化合物,具有一定的药理活性,如京尼平苷、京尼平苷酸、京尼平、桃叶珊瑚苷、筋骨草苷、哈帕苷乙酸酯、雷扑妥、杜仲醇、杜仲醇苷、脱氧杜仲醇等。其中京尼平苷酸具有预防性功能低下、增强记忆功能、抗癌、降压、抗氧化、泻下及促进胆汁分泌作用^[3];京尼平苷有显著的泻下作用和利胆作用;桃叶珊瑚苷有明显的保肝活性、较强的抗菌和利尿作用;杜仲醇具有促进胶原蛋白合成、抗脂质过氧化的作用^[4]。

1.3 黄酮类:黄酮类化合物是植物界分布较广泛的一类天然酚性化合物,是药用植物的主要活性成分之一。其不仅具

有止咳、平喘、祛痰、抗菌、抗病毒及消炎作用,而且对心血管疾病都有防治作用,同时还具有抗肿瘤活性、抗肝脏毒作用、雌性激素样作用。杜仲的黄酮类化合物仅存在于叶中,主要为黄酮醇^[2];成军等^[5]对杜仲叶中的黄酮类化合物进行了研究,首次从叶中分离到 ast ragalin、hirsutin、rutin、3, 4-dihydrobenzoic acid、ethyl glucopyranoside 等 7 种黄酮成分。

1.4 苯丙烷类:在杜仲中广泛存在的苯丙烷类化合物是形成木脂素的前体,主要包括苯丙酸类和苯丙醇类。在杜仲皮和叶中含量最高的苯丙酸类物质是绿原酸,一般有 5% 左右。其具有显著的药理活性,对消化系统、血液系统和生殖系统均有疗效;不仅具有增加胃肠蠕动、促进胃液分泌和利胆作用,而且还具有对自由基的清除及抗脂质过氧化作用、保肝作用、抗菌、抗病毒及解痉作用等。

1.5 多糖:研究表明,多糖类成分不仅是一种非特异性免疫增强剂,可起到抗菌、抗病毒、抗肿瘤、抗辐射、抗衰老的功效,而且具有降血糖、降血压、降胆固醇、抗炎、抗溃疡、抗血凝、抗生育和止吐等多种生理活性^[6]。从杜仲中分离出的杜仲糖 A、B 对人体无毒,对网状内皮系统具有活化作用,可增强机体非特异性免疫功能,能抑制先天性免疫不全病毒的感染,防止先天性免疫不全病毒细胞的危害。

1.6 其他成分:在杜仲的树皮、叶子和种子中均含有一种国际上称之为古塔波胶的天然高分子物质,质量分数高至 6% ~ 10%,其具有很强的抗酸碱能力、耐水性、耐寒性、低膨胀率和高绝缘性。虽然不具有任何药用效能,但在工业橡胶生产上是一种用途广泛、功能多样的原料胶种。

另外,Deyama 等^[2]从杜仲皮中获得的熊果酸衍生物 ulmoidol 以及 Okada 等^[7]从杜仲叶的氯仿提取物中分离出的降解萜黑麦草内酯,经药理学证明均具有免疫抑制活性;同时杜仲皮、叶中还含有多种挥发性成分、氨基酸、微量元素和丰富的维生素;杜仲籽中含有人体不能合成的 α -亚麻酸,质量分数高达 61% 以上。

2 杜仲次生代谢物合成与积累的时空性

杜仲在长期的演化过程中,由于天然杂交、自然选择、人工栽培等因素的影响,同一立地条件下生长的无性系其个体生长发育会出现差异,这种种内变异是遗传变异和生境变异相互作用引起的,直接导致各无性系次生代谢物含量的差异,出现杜仲药材品质优劣的现象。张康健等^[8]测定了同一

立地条件下 40 个杜仲无性系叶片的次生代谢物含量,发现芽开绽期的早晚对次生代谢物含量有显著的影响;树皮类型对京尼平苷、京尼平苷酸含量有显著影响;胸径生长量、树高生长量、性别等对次生代谢物无明显影响。通过对杜仲生长发育特性与次生代谢物含量关系的分析,为杜仲的良种选育和高含量次生代谢物的提取提供了参考依据。

不仅同一立地条件下的杜仲无性系叶中次生代谢物含量有差异,不同的生长发育时期,次生代谢物在植株中的分布变化也较大。因为药用植物的次生代谢物并非在数量和质量、时间和空间上都均匀分布于整个植株,每一个植物种群都有自己的特征化学物质,对于每一个体,其次生代谢物随器官、组织和细胞甚至年龄、季节和环境条件而变化。2002 年张康健等^[9]详细研究了杜仲各部位(皮、叶、雄花、雌花、果)次生代谢物的含量变化,为杜仲资源的合理利用提供了新的科学依据。

杜仲是多年生的药用植物,随着生长年龄的增长,其体内的有效成分含量会发生变化。只有研究清楚植物生长发育规律、次生代谢合成积累的动态变化,在次生代谢物积累的高峰期采收,才能获得高产、优质的药材。张康健等^[10,11]研究了杜仲不同年龄、生长发育期不同月份次生代谢物含量的变化,认为杜仲次生代谢物含量在 1~4 龄较高,随着树龄增长,增加缓慢或有下降趋势;各次生代谢物随月份合成积累动态不一致,其含量达到高峰的月份也不同。

研究还发现,药用植物所含次生代谢物含量的高低不仅与遗传因素有密切关系,而且与所生存的环境、气候条件等生态因子有着很大的关系,这也正是中药讲究“道地药材”的原由。作者于 1996 年对全国 7 个杜仲主产区杜仲叶中 6 种次生代谢物含量进行了研究,结果显示生态因素也是调控次生代谢物的重要因素,其中微量元素对次生代谢物的影响最大;从而初步确定了杜仲的道地产地^[12]。

3 杜仲次生代谢物的组织培养学研究

研究发现,杜仲叶和杜仲皮的化学成分与药理作用基本相似,有些成分质量指数还高于皮^[13]。然而,无论是炮制的中药成品,还是天然叶、皮原料,由植物次生代谢途径生成的有效成分的质量指数都很低。运用细胞工程生产次生代谢物作为目前世界上生物技术研究的三大潮流之一,其中运用组织培养技术诱导次生代谢物含量高的愈伤组织,然后通过改变培养发酵条件(如温度、光照及碳源等),应用次生代谢诱导子以及增加底物分子浓度等来改变目标产物产量的研究最受关注。曾黎琼等^[14]对杜仲愈伤组织(叶片、茎段、子房、花药等培养物)的有效成分进行了研究,并与杜仲树皮、叶片的主要药用成分(桃叶珊瑚苷、绿原酸)进行了测定分析比较,认为杜仲树皮、叶片和愈伤组织都含有桃叶珊瑚苷、绿原酸等有效成分,但含量存在一定差异,为运用植物组织培养法这一新兴生物技术生产杜仲有效成分,解决药源紧缺问题提供了科学依据。唐建军等^[15]研究了组织培养条件对杜仲愈伤组织形成及次生代谢过程的影响,结果发现,以杜仲叶片作外植体,较易获得愈伤组织;添加前体丙酮酸和次生代

谢诱导子葡聚糖可显著增加愈伤组织中桃叶珊瑚苷的产量;最有利于绿原酸积累的条件是 28℃,蔗糖作碳源、附加 0.5 mg/L NAA 的 White 培养基或添加苯丙氨酸的 Bourgin & Nistch 培养基。Wang 等^[16]建立了利于杜仲次生代谢物绿原酸积累的悬浮细胞系,条件为 MS 培养基附加 2.0 mg/L 2,4-D,获得了平均质量分数为 2.15% 的绿原酸。杨振堂等^[17]研究了杜仲组织培养中培养条件与含胶量的关系,认为次生代谢物杜仲胶含量随着继代次数的增加呈增加趋势,在 4~7 代出现了一个含胶高峰值区,8 代以后又迅速下降;增加光照虽然能增加含胶量,但愈伤组织增殖倍数降低,杜仲胶生产的总效率以暗培养为好;固体静止培养的杜仲胶含量和生产效率比液体振荡培养高;从而提出了一个较理想的产胶愈伤组织生产工艺。

4 结语

4.1 杜仲是我国特有的珍贵药材和提胶工业原料,目前已形成了从药用、天然保健品系列产品到化工、医药原料及杜仲胶的系列产品的综合开发。然而在如何提高次生代谢物产量以及相关的提取分离技术方面仍存在着不足,利用组织培养、细胞培养技术大规模生产次生代谢物的研究工作报道不多。这些方面都有待于进一步研究,尤其是运用生物工程技术进行杜仲次生代谢研究的领域。

4.2 在人类返璞归真、回归自然思想的指导下,杜仲次生代谢物保健品的开发迅速。日本现已开发出杜仲茶、杜仲挂面、桂仲大酱等天然保健品;我国贵州开发出“杜仲晶”,陕西生产出杜仲纯粉、杜仲速溶茶、杜仲精口服液、杜仲冲剂、杜仲酒等产品,重庆、浙江开发出杜仲茶饮料,甘肃生产出杜仲复方化妆品等。杜仲保健产品正逐渐为人们所认识和接受。

References:

- [1] Tang J J, Zhang L Y, He M X. Advances in research of *Eucommia ulmoides* Oliv. and its utilization [J]. *Chin Bull Bot* (植物学通报), 1998, 15(6): 47-51.
- [2] Deyama T, Nishibe S, Nakazawa Y. Constituents and pharmacological effects of *Eucommia* and *Siberian ginseng* [J]. *Acta Pharmacol Sin* (中国药理学报), 2001, 22(12): 1057-1070.
- [3] Su Y Q, Ma X H, Yang Z Y. Present situations of the research and development of *Eucommia ulmoides* in Japan [J]. *J Northwest For Coll* (西北林学院学报), 1996, 11(2): 94-100.
- [4] Li Y, Kamo S, Metori K, et al. The promoting effects of eucommiol from *Eucommiae cortex* on collagen synthesis [J]. *Biol Pharm Bull*, 2000, 23: 54-59.
- [5] Cheng J, Zhao Y Y, Cui Y X, et al. Studies on flavonoids from leave of *Eucommia ulmoides* Oliv. [J]. *China Chin Mater Med* (中国中药杂志), 2000, 25(5): 284-285.
- [6] Zhou P, Xie M Y. Bioactivity of polysaccharose [J]. *Study Dev Food* (食品研究与开发), 2001, 22(2): 6-8.
- [7] Okada N, Shirata K, Niwano M, et al. Immunosuppressive activity of a monoterpene from *Eucommia ulmoides* [J]. *Phytochemistry*, 1994, 37(1): 281-282.
- [8] Zhang K J, Wang L, Ma B L, et al. *Secondary Metabolites of Eucommia ulmoides* Oliv. in China (中国杜仲次生代谢物) [M]. Beijing: Science Press, 2002.
- [9] Zhang K J, Dong J E, Ma B L, et al. Studies on the distribution differences of the secondary metabolites in *Eucommia ulmoides* [J]. *Sci Silv Sin* (林业科学), 2002, 38(2): 15-19.
- [10] Zhang K J, Zhang T. *Supernatural Tree in China—Eucommia ulmoides* Oliv. (中国神树—杜仲) [M]. Beijing: Eco-

onomic Management Press, 1997.

[11] Zhang K J, Ma X H, Ma M, *et al.* A study on dynamic accumulation of metabolites during the growth of *Eucommia ulmoides* Oliv. [J]. *Sci Silv Sin* (林业科学), 1999, 35(2): 15-20.

[12] Zhang K J, Wang Y Q, Ma X H, *et al.* An ecological study on secondary metabolites of the leaves of *Eucommia ulmoides* [J]. *Sci Silv Sin* (林业科学), 1999, 35(6): 28-34.

[13] Wei Q, Ma X H, Zhang K J. Studies on the chemical constituents of Duzhong (*Eucommia ulmoides* Oliv.) [J]. *J Northwest For Coll* (西北林学院学报), 1995, 10(5): 88-93.

[14] Zeng L Q, Xie J L, Hu Z H. Determination of effective constituents of bark, leaf and callus tissue of *Eucommia ulmoides* Oliv. [J]. *J Yunnan Univ* (云南大学学报), 1995, 17(4): 390-393.

[15] Tang J J, Chen X, Katuyoshi S. The influences of culture conditions of the callus induction, tissue culture and regulation of secondary metabolism of *Eucommia ulmoides* Oliv. [J]. *J Zhejiang Univ* (浙江大学学报), 2002, 36(2): 193-198.

[16] Wang J L, Liao X R, Zhang H M, *et al.* Accumulation of chlorogenic acid in cell suspension cultures of *Eucommia ulmoides* [J]. *Plant Cell, Tissue Culture*, 2003, 74: 193-195.

[17] Yang Z T, Zang P, Ma S Q, *et al.* A study on relation between culture conditions and gutta content in tissue culture of *Eucommia ulmoides* Oliv. [J]. *Special Wild Econ Ani Plant Res* (特产研究), 1999, 2: 6-9.

芦荟色酮的研究概况

曹学丽, 潘霞, 赵华, 何聪芬, 董银卯*

(北京工商大学 北京市植物资源研究开发重点实验室, 北京 100037)

摘要: 芦荟色酮是芦荟中重要的一类生物活性物质, 近年来由于其抗炎、抗氧化及抑制酪氨酸激酶的活性受到了人们的广泛关注。相对于芦荟中的其他成分而言, 关于芦荟色酮的研究, 国内外开展还较少。现对芦荟色酮成分、药用价值、提取分离和分析方法进行了综述。

关键词: 芦荟色酮; 生物活性; 分离纯化

中图分类号: R 284 文献标识码: A 文章编号: 0253-2670(2004)07-附3-03

Research and development of aloe chromone

CAO Xue-li, PAN Xia, ZHAO Hua, HE Cong-fen, DONG Yin-mao

(Beijing Key Laboratory of Plant Resources Research and Development,
Beijing Technology and Business University, Beijing 100037, China)

Key words: aloe chromone; biological activity; isolation and purification

芦荟是一种含有多种生物活性物质的食用和药用植物, 这些活性成分主要存在于芦荟叶的 3 个独立部分: 凝胶、外皮和包含在维管束细胞内的黄色汁液^[1]。凝胶是芦荟叶肉的主体部分, 对人体的作用比较缓和, 其中含有的以甘露聚糖为主的芦荟多糖具有免疫、促进细胞分裂和伤口愈合等功能, 对多种由于免疫力下降引起的疾病都有显著的疗效^[2]。芦荟外皮及黄汁所含活性成分与凝胶相反, 对人体的作用比较激进, 它们的主要作用是消炎、杀菌、致泻等^[3]。

多年来, 人们对芦荟凝胶进行了广泛而深入的研究, 而芦荟外皮及黄汁因为致泻, 加之又带有黄色, 受到人们的冷落, 对其研究也相对较少。近年来, 美国科学家首先发现芦荟全叶干粉具有很多功效, 例如消炎、杀菌、抗辐射、抗溃疡等, 都是芦荟去皮干粉所无法比拟的, 于是纷纷将目光投向了芦荟外皮。

芦荟叶皮中主要含有两种不同类别的成分: 芦荟萜酮和芦荟色酮^[4]。以芦荟素和芦荟大黄素为主的芦荟萜酮类物质

是最早被人们发现的存在于芦荟叶皮中的活性成分, 并一度认为是芦荟中对人体产生作用的主要物质^[5]。但是, 芦荟科技工作者逐渐认识到存在于叶皮中的色酮所具有的生物活性更值得开发、利用^[6]。于是对色酮的研究开辟了对芦荟研究的一片新天地。

1 芦荟中的色酮成分

芦荟中的色酮类组份含量较低, 其在芦荟外皮中的含量分布为: 叶片近轴内表面(adaxial parts) 高于叶片离轴外表面(abaxial parts); 叶片尖端(terminal) 高于叶片基底(basal); 叶片边缘明显高于叶片的其他部位^[4]。

当前的研究表明, 在脱色凝胶中芦荟色酮的质量分数小于 0.000 1%, 在未脱色凝胶中的质量分数小于 0.001 1%; 在脱色全叶提取物中质量分数小于 0.000 2%, 在未脱色全叶提取物中小于 0.002 5%^[7]。现已分离的芦荟色酮主要有 8 种, 其分子结构如图 1 所示, 不同的官能团赋予了芦荟色酮不同的物理化学性质和药效特征^[6]。

* 收稿日期: 2003-11-22
基金项目: 北京市教委科技发展计划项目(KM 200310011044)