

桑叶多糖的研究进展

应芝, 励建荣, 韩晓祥

(浙江工商大学食品生物与环境工程学院, 浙江省食品安全重点实验室, 浙江 杭州 310035)

摘要: 桑叶多糖是桑叶的一种主要活性成分之一, 具有多种药理作用和生物活性功能, 是目前的一个研究热点。本文对国内外近年来关于桑叶多糖的提取、分离纯化、化学结构及生物活性等多方面进行了综述, 为桑叶资源的深入开发起一定借鉴作用。

关键词: 桑叶; 多糖; 分离纯化; 化学结构; 生物活性

中图分类号: R284.1; **文献标识码:** A; **文章编号:** 1673-9078(2007)11-0089-05

Research Progress of Polysaccharides in *Morus alba* L. Leaves

YING Zhi, LI Jian-rong, HAN Xiao-xiang

(College of Food Science and Bioengineering, Zhejiang Gongshang University, Food Safety Key Lab of Zhejiang Province, Hangzhou 310035, China)

Abstract: The polysaccharides in leaves of *Morus alba* L., a kind of the main functional components of the *Morus alba* L. leaves, possesses various pharmacological and physiological activities and studies on this polysaccharides has become to a research hotspot in recent years. The research progress of extraction, isolation and purification, chemical constitution and bioactivities of the polysaccharides in mulberry leaves were reviewed in this paper, which is helpful to the further research and development of *Morus alba* L.

Key words: *Morus alba* L. leaves; polysaccharides; isolation and purification; chemical constitution; bioactivity

桑叶, 又名“铁扇子”, 是桑科桑属植物桑 (*Morus alba* L.) 的叶子。中国是桑树的故乡, 也是世界上主要的桑叶产地之一, 已有4000多年的栽培历史, 因其气候复杂, 生态条件多样, 形成了极其丰富的多种类型的桑树种质资源。主要有家桑或白桑 (*Morus alba*)、鸡桑 (*Morus australis* Poir)、华桑 (*Morus Cathayana* Hemsl) 等十多个品种及变种^[1]。对于桑叶的利用我国历史上早有记载。《神农本草经》中称桑叶为“神仙叶”, 性寒、味甘苦, 具有疏散风热、清肺润燥、清肝明目之功效, 是常用中药之一^[2]。主治风热感冒, 肺热咳嗽, 头晕头疼, 目赤晕花、风温发热、口渴等症。明代李时珍所著的《本草纲目》中记载^[3]: “桑叶乃手足阳明之药, 汁煎代茗, 能止消渴, 明目长发。”

目前研究较多的桑叶化学成分主要有: 黄酮类化合物、生物碱DNJ、多糖、叶蛋白等。其中, 桑叶多

收稿日期: 2007-05-26

基金项目: “十一五”国家科技重点项目“功能性食品的研制和开发”之“食品功能因子高效分离与制备关键技术的研究”(2006BAD27B03)和湖州市科技计划项目“桑叶有效成分提取研究和保健食品开发”(2005YG09)

作者简介: 应芝(1984-), 女, 食品科学研究生

通讯作者: 励建荣(1964-), 男, 博士、教授、博导, 主要研究方向食品加工与安全

糖^[4]为白色粉末, 溶于水, 不溶于高浓度的乙醇、丙酮等有机溶剂。多糖作为桑叶中的有效成分之一, 现阶段药理研究表明其具有显著的降血糖作用, 对大鼠四氧嘧啶型糖尿病有治疗效果^[5], 因而开展多糖的提取、多糖结构的分析、多糖药理作用、多糖资源的开发等方面的研究具有极其重要的现实意义, 目前国内外已开发出多种桑叶的保健品(挂面、饮料、糕点等)^[6]。本文就桑叶多糖的提取、结构和药用保健功能的研究进展作一综述。

1 桑叶多糖的提取

1.1 热水浸提法

热水浸提法是一种较为传统的提取方法, 在多糖的提取上应用较为广泛。该法的主要工艺流程为: 取料→组织粉碎→较高温度下加水提取→减压蒸馏→离心分离→取沉淀得粗多糖。沈爱英等^[7]在单因素基础上进行正交试验, 优化了桑叶水溶性多糖的提取工艺: 烘干的桑叶粉质量浓度为0.040 g/mL, 在75℃水浴中提取2次, 抽提60 min, 提取液用80% (终体积分数)乙醇醇析。在此最佳提取工艺下, 多糖得率为2.508%。

热水浸提法优点为多糖得率较高、所需提取剂蒸馏水经济易得、无污染且安全可靠, 所以是一种最为

常用的方法。但是需经多次浸提,得率仍然很低,而且费时费料。

1.2 稀碱浸提法

由于某些分子质量较大和酸性多糖在热水中溶解度较小,故利用碱水来提取。虽然碱处理使多糖含量增加,但酸碱提易破坏多糖的立体结构及活性,且提取后液体需要中和,程序繁琐,所以该法较少使用。

1.3 酶解提取法

所谓酶法即采用酶与热水浸提法相结合的方法,主要的方法有:单一酶法、复合酶法^[8]和分别酶法。利用酶的作用,使植物细胞的细胞壁破裂,多糖易从胞内释放;同时,酶对植物细胞中游离的蛋白质具有水解作用,使其结构变的松散;酶还会使糖蛋白和蛋白聚糖中游离的蛋白质水解,降低他们对原料的结合力,有利于多糖的浸出。

由于水提时间长且效率低,酸碱提易破坏多糖的立体结构及活性,目前有的采用酶法提取多糖,即采用复合酶-热水浸提相结合的方法来提取多糖。复合酶多采用一定比例的果胶酶、纤维素酶及中性蛋白酶,此法具有条件温和、杂质易除和提高得率等优点。

1.4 超声波提取法

随着现代科学技术的发展,超声波技术已经应用于天然植物及真菌活性成份的研究。提取时将样品粉末置具塞锥形瓶中,加入一定量提取溶剂,再将锥形瓶置有一定量水的超声波发生器槽内,进行超声振荡提取。

研究表明^[9],利用超声波产生的高频震荡、高的加速度和强烈的“空化效应”及搅拌作用,可加速有效生物活性成份进入溶剂,从而提高提取率、缩短提取时间、节约溶剂、并可在低温下提取,有利于有效成份的保护,同时超声波提取法的设备也较为简单,具有广泛的应用前景。赵俊等^[10]研究发现超声提取的产量明显多于水煎煮,且所耗时间、提取次数少于水煎煮法,所以可提倡使用超声波方法提取桑叶多糖。

1.5 微波提取法

微波提取是指在天然药物(中药)有效成分的提取过程中(或提取的前处理)进入微波场,利用微波场的特性和优点来强化有效成分浸出的新型提取方法。

利用微波强化固液浸取过程是一种颇具发展潜力的新型辅助提取技术,由于微波有很强的穿透性、高的加热效率和破碎植物细胞壁的能力^[11],这样不仅提高了提取效率,缩短了提取时间,还能大大节约能源。另一方面微波的快速高温处理可以使细胞内具有降解

天然药物中的有效成分的酶失活,从而使这些有效成分在提取时间内不会遭到破坏。因此,与传统的溶剂提取法相比,具有受热均匀、高效、快速、安全、节能、设备简单、适用范围广、不产生噪音和污染等优点^[12],已被应用于多种植物成分的提取。在桑叶方面也有微波辅助提取技术的应用研究,但均集中于桑叶黄酮的提取应用,迄今为止,有关桑叶多糖的微波辅助提取研究尚未见报道。

目前提取桑叶多糖大多采取传统的热热水浸提法,很少采用微波提取法、超声波提取法、稀碱浸提法、酶解提取法等,其中微波提取法和超声波提取法可以明显地提高多糖的提取率。此外,在单因素试验的基础上通过正交试验来确定最佳工艺参数,以提高桑叶多糖的得率。

2 桑叶多糖的分离纯化、纯度鉴定及检测

2.1 多糖的分离纯化

提取的桑叶多糖含有蛋白质、叶绿素、单糖、寡糖、生物碱等多种杂质,小分子杂质的除去可以用透析法,脱蛋白可采用 Sevag 法^[13]、三氟三氯乙烷法(微生物多糖)、三氯醋酸法^[14]以及蛋白酶法^[15],脱色一般采用活性炭法或过氧化氢脱色法。然后再经过 DEAE-cellulose 52、Sephadex 或 Sepharose 柱色谱,可得较纯的桑叶多糖。除去这些杂质之后,可以采用部分沉淀法、金属络合法、季铵盐沉淀法、甲醇分级沉淀法^[16]和制备性区域电泳等进行纯化,但大多数采用 DEAE-纤维素、DEAE-琼脂糖凝胶及其它凝胶柱层析法进行纯化,国外采用 LKB 柱层析系统。

2.2 多糖的纯度鉴定

将粗多糖各组分分离后,还要测定所得的各组分是否均一。多糖纯度标准不能用通常化合物的标准来衡量,因为即使多糖为纯品其微观也并不均一。目前,国内外多糖类复合物纯度的鉴定方法主要有:比旋光度法^[17]、凝胶过滤法^[18]、超离心分析法^[19]、聚丙烯酰胺凝胶电泳^[20](SDS-PAGE)、高效液相色谱(HPLC)、高压电泳法等,需用两种以上的纯度鉴定方法证明才能保证为纯品。

其中,比旋光度法是利用糖的结构具有旋光性,比旋度的值不改变则为纯品,但比旋度法受溶液的温度、浓度特别是微量成分的改变而影响较大,一般结果具有较大偏差,只能作参考;电泳法是根据糖分子所带电荷数不同,在电场的作用下,在固体胶上迁移率不同,与纯标样的迁移率相比较而确定;凝胶色谱法又分为常压色谱和高压色谱两类,高压色谱法即高

效液相凝胶渗透色谱法 (HPGPC), 它具有快速、高分辨和重现性好的优点, 因此最为常用。

2.3 多糖的检测

桑叶多糖的检测可用比旋度、示差折射及紫外检测、蒽酮-硫酸法^[21]、苯酚-硫酸法^[22]等方法, 其中蒽酮-硫酸法测定桑叶多糖的原理是桑叶多糖在浓硫酸的作用下, 先水解为单糖, 迅速脱水形成糠醛衍生物, 然后与蒽酮缩合为有色化合物, 在 620 nm 处有特征吸收。苯酚-硫酸法生成橙黄色溶液, 在 490 nm 处有特征吸收。其中蒽酮-硫酸法缺点是色氨酸含量较高的蛋白质对显色反应有一定干扰, 而苯酚-硫酸法具有简单方便、快速、显色稳定、灵敏度高、颜色持久、重现性好、不受蛋白质干扰等优点, 适宜于检验凝胶柱部分收集样品中相对糖量的分析, 从而苯酚-硫酸法更受欢迎。

3 桑叶多糖的化学结构

多糖的药理活性与其结构有着密切的关系, 与分子量、溶解度、粘度、初级结构和高级结构都有关^[23]。要了解桑叶多糖作用机理, 必须对其化学结构进行研究。但是, 多糖化学结构复杂, 多糖微观不均一性, 或结构键中有缺陷, 或是分子量分散, 使多糖化学结构难以得出完全正确结构式。一般多糖结构描述包括多糖分子量范围、多糖中单糖组成、单糖连接点、单糖和糖苷键构型、重复单元等^[24]。

3.1 分子量测定

由于多糖类复合物等生物大分子的理化性质、生物活性与其相对分子质量有很大关系, 因此, 在多糖类复合物的研究及其产品质量控制中, 相对分子质量是一个重要指标。桑叶分子量测定常用渗透压法、离心沉降法、粘度法、光散射法等, 这些方法操作复杂且误差较大, 现在少用, 较常用的方法有凝胶过滤法和高效凝胶渗透色谱法, 此两种方法需先用已知分子量的标准多糖对照测定样品的分子量^[25]。盖英萍等^[26]通过 Sephadex G-200 柱层析检测得到 3 种多糖组分 (I、II、III), 经 Sephadex G-75 柱层析测定 3 种多糖组分的相对分子量为 41977、21220、6697。

3.2 结构鉴定

GC 测定糖组分时须在进样前进行化学衍生, 如糖腈乙酰化法^[27]、硅烷化和还原等, 以提高样品的挥发度。多糖结构的分析方法还有甲基化分析法 (采用 Hakomori 法)^[28]、高碘酸盐氧化法^[29]、Smith 降解法^[30]、部分酸水解法^[31]、¹³C-NMR 测定等。

刘咏^[4]经 Sephadex G-100 柱层析纯化和聚丙烯酰胺

电泳得到桑叶多糖, 研究表明桑叶多糖为单一多糖。欧阳臻等^[32]将桑叶多糖通过乙醇分级沉淀、DEAE-纤维素柱和 Sephadex G-100 柱层析, 纯化得 MP11、MP12、Mp13 三个多糖组分。经糖腈乙酰化处理后进行气相色谱分析得知 MP11 由 Rha、Ara、Xyl、Man、Glu、Gal 组成, 其比例为 21:16:3:3:1:20; MP12 由 Rha 和 Glu 组成, 其比例为 3:1; MP13 主要由 Rha 组成。盖英萍等^[26]通过 Sephadex G-200 柱层析检测得到 3 种多糖组分 (I、II、III), 经红外光谱分析表明多糖组分 I、III 含有呋喃糖苷, 组分 II 含有吡喃糖苷, 组分 I、II 的结构中含有 β -糖苷键, 组分 III 的结构中含有 α -糖苷键。然而, 仍需要进一步确定单糖连接点与构型、多糖的重复单元等结构, 由于多糖结构的复杂性和特殊性, 这几项工作具有很大的挑战性。

总的来说, 桑叶多糖是杂多糖, 由于其结构的复杂性, 现在人们对桑叶多糖的研究基本上处于确定单糖的组成及比例、糖苷键的类型及残基阶段, 却很少将多糖的整个结构完全确定下来。对于多糖的结构测定, 可以尝试将多糖水解成适当长度的片段, 然后通过电泳将其进行分离, 重复上述操作至多糖片段足够短, 进而测出各片段的结构, 而各片段复杂的连接顺序需要进一步的研究从而得到确定。

4 桑叶多糖的生物活性及应用

4.1 生物活性

4.1.1 降血糖作用

自古以来, 中医就将桑叶作为治疗消渴证 (相当于现代医学的糖尿病) 的中药应用于临床, 日本古书《吃茶养生记》也有记载桑叶有改善“饮水病” (即糖尿病) 的作用。近代医家也常将桑叶配伍于中药复方中应用于临床, 且多获效^[33]。

目前有关桑叶多糖降血糖作用的报道较多。陈福君等^[34]将桑叶中提取的桑叶总多糖 (total polysaccharide of *Morus*, TPM) 给四氧嘧啶糖尿病小鼠喂药, 结果表明: 1) 桑叶多糖有显著的降血糖作用 ($p < 0.01$); 2) 桑叶多糖对糖尿病小鼠糖代谢有调整作用, 可提高糖尿病小鼠的耐糖能力及糖的贮存能力, 增加肝糖原含量而降低肝葡萄糖含量; 3) 桑叶多糖有促进正常小鼠胰岛 B 细胞分泌胰岛素的作用, 在血糖水平下降的同时, 明显提高了胰岛素水平。桑叶多糖降血糖作用的机能, 可能是通过促进胰岛 B 细胞分泌胰岛素而发挥作用的。赵骏等^[35]用桑叶提取物进行降血糖实验, 结果表明, 桑叶多糖 (200 mg/kg) 在给药后 4~6 h 血糖下降率分别为 49.4% 和 40.1%, 有较显著

的降血糖作用,尤以给药后 4 h 降血糖效果明显。关于桑叶多糖类降血糖作用的机理,李宏等^[36]研究表明,桑叶多糖降糖功能主要是其中的 α -葡萄糖苷酶抑制剂和桑叶多糖共同作用的结果。同时大量实验证实,桑叶及其制品需要通过一定的组方配伍及采用特殊工艺提取出降血糖有效成分,并在一定剂量范围内方可达到降血糖的最佳效果,这也可以解释为什么桑叶自古民间就作药用,但很少有用于防治糖尿病。国内外比较认同的解释^[37]是通过抑制 α -糖苷酶和促进胰岛素 B 细胞分泌胰岛素,而胰岛素可以促进细胞对糖的利用、肝糖原合成以及改善糖代谢,最终达到降血糖的效果。

4.1.2 抗凝血作用

彭延古等^[38]发现桑叶提取液具有抗凝血作用。包立军等^[39]通过深入研究发现桑叶水提取液经 30%乙醇沉淀、凝胶层析和醋酸纤维素薄膜电泳表明其抗凝血活性成分是一种多糖组分。试验还表明,高浓度乙醇处理对桑叶多糖的抗凝血活性没有影响。

关于桑叶多糖的药理活性,目前报道的有桑叶多糖的降血糖作用和抗凝血作用,而其它药理活性却研究甚少。多糖一般具有增强免疫、抗肿瘤、抗病毒、抗衰老、降血糖、降血脂、抗辐射、有抗凝血、抗突变、抗溃疡等功能,因此对于桑叶多糖的生物活性有待于进一步研究,进而为桑叶产品的开发与应用提供理论基础。

4.2 桑叶多糖的应用

目前对于桑叶多糖的应用还处于起步阶段,国内外正在积极研究和开发桑叶口服液、桑茶、桑叶小甜饼等保健食品^[40],相关的报道较少,其中我国合肥远志医药科技开发有限公司已根据桑叶总多糖(TPM)的降血糖原理开发出中药二类新药桑叶总多糖胶囊,并投放市场。

总的来说,桑叶多糖具有对多种原因引起的糖尿病均有治疗作用,原料丰富,价格低廉等优势,随着研究的不断深入,桑叶有望开发成一些疾病尤其是老年性疾病的重要治疗药品和功能型食品。

5 展望

桑叶多糖类化合物是桑叶所含重要的化学成分和药理有效成分之一,现已证明,桑叶多糖类具有降血糖作用和抗凝血活性。目前虽然有一些一级结构的研究,但还不够全面和深入,同时关于多糖的高级结构及高级结构与其生物学活性关系的研究还不清楚。随着生化分离技术和现代分析仪器的发展和完善,桑叶

多糖的一级结构和空间构象与生物活性关系的详细研究将是今后桑叶多糖研究领域的热点。

随着对桑叶多糖结构、生物活性及两者之间的联系深入研究,必将为进一步研究桑叶药理作用机制、提高临床疗效、改进生产工艺及质量控制标准提供理论根据;同时也可以发挥我国丰富的桑叶资源的优势,积极利用桑叶多糖开发功能性食品添加剂、保健品或药品,制造出利于人民身体健康的、经济效益高的桑叶多糖深加工产品。因此,需要广大的生物学家、食品科学家和医学家的共同努力,来带动整个多糖研究的快速发展。

参考文献

- [1] 吴胜芳,王树英,汤坚.桑叶的生物功能特性及其应用.食品科技,2003,10:5-7
- [2] 高志刚,成晓杰.桑叶的药理研究进展[J].中国药业,2002,11(7):77-78
- [3] 李时珍.本草纲目.北京:人民卫生出版社,1976
- [4] 刘咏.桑叶多糖的提取及纯化实验研究.食品科技,2005,1:16-18
- [5] Hosseinzadeh H, Sadeghi A. Antihyperglycemic effects of *Morus nigra* and *Morus alba* in mice[J]. Pharm Pharmacol Lett, 1999, 9(2): 63-65
- [6] 李正涛,花旭斌.桑叶汁饮料的开发[J].食品科技,2000,1:44-45
- [7] 沈爱英,朱子玉,张文量.桑叶水溶性多糖提取工艺的研究[J].蚕业科学,2004,30(3):277-279
- [8] 陈哲超,林宇野.复合酶法提取香菇多糖的研究.生物工程进展.1995,15(1):47-50
- [9] 刘宇文,熊耀康.云芝多糖超声提取方法的研究.江西科学,2006,24(4):179-181
- [10] 赵骏,钟蓉.桑叶多糖提取工艺优选[J].中草药,2000,(31):347-348
- [11] 施英,吴娱明.微波辅助提取蚕蛹虫草多糖的研究.广东农业科学,2006,11:41-42
- [12] 王振宇,孙芳,刘荣.微波辅助提取松仁多糖的工艺研究.食品工业科技,2006,9:133-139
- [13] Staud AM. Methods in Carbohydrate Chemistry, V General Polysaccharide New York: Academic Press,1965,5:35
- [14] 方积年.多糖研究的现状.药学报,1986,21:944-950
- [15] Komkhai Promma, Masahiro Matsuda, Koichi Okutani. Structural analysis of a malic acid - containing polysaccharide from an *Aureobasidium pullulans* of marine origin[J]. Journal of Marine Biotechnology,1997,5(4):219-224

- [16] 梁忠岩,张翼仲.斜顶菌中水溶性多糖的研究(I) — 分离、纯化与结构确定[N].高等学校化学学报,1983,4(3):363-369
- [17] 韦巍,李雪华.多糖的研究进展.国外医学药学分册, 2005, 32(3):179-184
- [18] 张翼仲.多糖的结构测定.生物化学与生物物理进展. 1983 (5):18-23
- [19] 盛家荣,曾令辉,等.多糖的提取、分离及结构分析[N].广西师院学报(自然科学版),1999,16(4):49-54
- [20] 孔庆胜,蒋滢.南瓜多糖的提取纯化及分析[J].济宁医学院学报,1999,22(1):37-39
- [21] 张惟杰.糖复合物生化研究技术[M].上海:上海科学技术出版社,1999
- [22] Dubis M. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. Anal Chem, 1956, 28: 350
- [23] Miskai H, et al. Carbohydr Res. 1981, 92: 115
- [24] 牛君仿,方正,等.灵芝有效化学成分研究进展[J].河北农业大学学报,2002,25(5):51-54
- [25] Alsop PM. J Chromatogr. 1982, 246: 27
- [26] 盖英萍,牟志美.桑叶多糖的提取与分析[J].蚕业科学,2005, 31(1):31-35
- [27] Varma R, Varma R S, Wardi A H. Separation of aldonitrile acetates of neutral sugars by gas-liquid chromatography and its application to polysaccharides[J]. J Chromatogr, 1973, 77: 222-227
- [28] Hakomori S. J. Biochem, 1964, 55: 205
- [29] Aspinall G O, Ferrier R J. Chem Ind (London), 1957, 7: 1216
- [30] Marikawa H, Tanizawa K, Senda M. Agr Bio Chem, 1974, 38(2):343
- [31] Ukai S, Matsuura S, Hara C et al. Carbohydrate Research, 1982, 101-109
- [32] 欧阳臻,陈均,李永辉.桑叶多糖的分离纯化及组成研究[J].食品科学,2005,26:181-184
- [33] 王芳,励建荣.桑叶的化学成分、生理功能及应用研究进展[J].食品科学,2005,26:111-117
- [34] 陈福君,卢军,陈永煜.桑的药理研究(I) — 桑中降血糖有效组分对糖尿病动物糖代谢的影响[N].沈阳药科大学学报,1996,13(1):24-27
- [35] 赵骏,高岚.桑叶多糖的降糖降脂作用[J].天津中医药, 2004, 6
- [36] 李宏,黄金山.桑叶对 α -葡萄糖苷酶活力影响及降糖机理研究[J].中国蚕业,2003,(2):11-20
- [37] Hikino H, Murakami M, Oshima Y, et al. Isolation an hypoglycemic activity of oryzarans A, B, Cand D: Glycan of Oryzasativaroots. Planta Med, 1986, 52: 490-492
- [38] 彭延古,葛金文.桑叶提取液对凝血机制的影响[J].湖南中医学院学报,2002,22(4):21-23
- [39] 包立军,张剑韵,黄龙全.桑叶中抗凝血活性成分的初步分离与纯化[J].蚕业科学,2006,32(3):418-421
- [40] 金丰秋.新型功能性饮品—桑茶[J].食品科学,2000,21(1):46

(上接第 79 页)

3.8 样品的测定

表 1 紫锥菊提取物中菊苣酸含量的测定结果 (n=3)

Table 1 Cichoric acid levels in different *Echinacea purpurea* extracts (n=3)

厂商	菊苣酸含量/(mg/g)	RSD/%
宏久	38.92	0.19
九江	8.83	0.93
天一	7.90	1.52

精密称取各提取物各 0.125 g, 按供试品溶液制备方法制备, 测定, 每批样品测定 3 份, 按外标法计算菊苣酸含量, 测定结果见表 1。

4 结论

本研究采用 PDA 检测器, 可以对目标成分菊苣

酸进行全波长扫描, 准确得出其最大吸收波长, 并检测样品中菊苣酸峰的纯度, 快速准确定性目标物。

本文对三家公司紫锥菊提取物的有效成分菊苣酸进行了研究, 以快速准确的方法对其进行定性定量分析, 为其在保健食品及医药行业的进一步应用提供可靠依据。

参考文献

- [1] 吴启林,袁其朋,陈养文.紫锥菊中菊苣酸提取纯化工艺研究[J].中草药,2004,35(9):995-997
- [2] Nigel B. Perry, Elaine J. Burgess, V. leAnne Glennie. Echinacea Standardization: Analytical Methods for Phenolic Compounds and Typical Levels in Medicinal Species[J]. J. Agric. Food Chem, 2001, 49:1702-1706