

天麻商品等级与天麻素和天麻多糖的相关性研究

雷有成¹, 李建蕊¹, 肖佳佳¹, 岳媛¹, 张兴国², 张梅^{1*}, 吕光华^{1*}

1. 成都中医药大学药学院, 中药资源系统研究与开发利用国家重点实验室培育基地, 中药材标准化教育部重点实验室, 四川 成都 611137
2. 西南交通大学中药研究所, 四川 成都 610031

摘要: 目的 研究天麻中天麻素和天麻多糖的量与天麻商品规格、等级和产地之间的相关性, 评价天麻的质量。方法 分别采用 HPLC 法和苯酚-硫酸法测定了 35 份冬天麻、春天麻及其不同等级天麻样品中天麻素和天麻多糖量; 结合性状鉴别特征, 分析这 2 种活性成分与天麻商品规格、等级、产地等因素之间的关系。结果 冬天麻中天麻多糖的量 (26.05%) 高于春天麻 (20.21%), 而天麻素的量则是冬天麻 (0.49%) 低于春天麻 (0.68%)。在不同等级的天麻中, 天麻多糖的量与等级有关, 一等 (32.65%)、二等天麻 (32.89%) 高于三等 (21.71%)、四等天麻 (14.57%); 而天麻素的量相近, 一、二、三、四等天麻中天麻素的量分别为 0.46%、0.65%、0.43% 和 0.44%。四川、陕西、云南等天麻道地产地的样品中天麻素和天麻多糖量均较高。结论 建立的 HPLC 法和苯酚-硫酸法可准确测定天麻中天麻素和天麻多糖的量。天麻多糖的量与天麻商品规格、等级和经验鉴别优劣的结果相符合, 可作为天麻质量评价的指标。

关键词: 天麻; 天麻素; 天麻多糖; 定量测定; 质量评价

中图分类号: R282.5 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2015)03-0418-06

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2015.03.021

Correlation between contents of gastrodin and polysaccharides with grade of *Gastrodia Tuber*

LEI You-cheng¹, LI Jian-rui¹, XIAO Jia-jia¹, YUE Yuan¹, ZHANG Xing-guo², ZHANG Mei¹, LU Guang-hua¹

1. Key Laboratory of Standardization of Chinese Materia Medica Ministry of Education, School of Pharmacy, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 611137, China
2. Institute of Chinese Materia Medica, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China

Abstract: Objective To study the correlation between the contents of gastrodin and polysaccharides with the variety of commercial specifications, grades, and cultivated areas of *Gastrodia Tuber* (Tianma), the tuber of *Gastrodia elata*, and then to choose the suitable chemical marker to assess the quality of Tianma raw materials. **Methods** Gastrodin and polysaccharides were quantified in 35 Tianma samples including Winter Tianma which was harvested in winter, Spring Tianma which was harvested in spring with their different grades and cultivation areas by HPLC and spectrophotometry, respectively. Combined with the morphological characteristics, the correlation between the various Tianma samples with the amounts of gastrodin and polysaccharides was studied. **Results** The content of polysaccharides in Winter Tianma (26.05%, $n = 24$) was higher than that in Spring Tianma (20.21%, $n = 10$). In contrast, the amount of gastrodin in Winter Tianma (0.49%, $n = 24$) was lower than that in Spring Tianma (0.68%, $n = 10$). Among Tianma samples with different grades, the content of polysaccharides in the first grade (32.65%, $n = 6$) and second grade (32.89%, $n = 6$) was higher than that in the third grade (21.71%, $n = 8$) and fourth grade samples (14.57%, $n = 4$). But, the amounts of gastrodin in the Tianma samples of the four grades were similar, which were 0.46% ($n = 6$), 0.65% ($n = 6$), 0.43% ($n = 8$), and 0.44% ($n = 4$) in the first, second, third, and fourth grade Tianma, respectively. Moreover, the contents of gastrodin and polysaccharides in Tianma samples collected from the famous cultivation regions such as Sichuan, Shaanxi, and Yunnan provinces of China were higher than those from others areas. **Conclusion** The developed HPLC and spectrophotometry methods are accurate and reliable to assay the amounts of gastrodin and

收稿日期: 2014-12-08

基金项目: 四川省科技支撑计划项目 (2011NZ0058)

作者简介: 雷有成 (1989—), 男, 硕士在读, 研究方向为中药有效成分分析研究。Tel: 13980983615 E-mail: 1021661783@qq.com

*通信作者 吕光华, 教授, 主要从事中药鉴定及资源研究。Tel: (028)61800232 Fax: (028)61800234 E-mail: lughcd@aliyun.com

张梅, 教授, 主要从事中药及其复方物质基础及质量标准化研究。Tel: (028)61800231 E-mail: zhangmei63@126.com

polysaccharides in Tianma. The amount of polysaccharides is related to the quality of Tianma samples authenticated by the commercial specifications, grades, and traditional experience, and therefore is a better marker to assess the quality of Tianma.

Key words: *Gastrodia Tuber*; gastrodin; polysaccharides; quality assessment; quality evaluation

天麻 *Gastrodia Tuber* 为名贵中药, 具有平肝熄风、通络止痛之功效^[1]。天麻药材来源于兰科植物天麻 *Gastrodia elata* Bl. 的干燥块茎, 于立冬后至清明前采挖。冬季采挖的天麻习称为“冬天麻”, 为人工栽培, 又称为“栽培天麻”。春季采挖的天麻称为“春天麻”。由于人工栽培的春天麻和野生天麻均有残留的茎基, 在中药市场上常把春季采挖的人工栽培天麻当成野生天麻销售, 价格较高。1984 年国家医药管理局和卫生部颁布的《七十六种药材商品规格标准》, 天麻按每公斤 26、46、90 支以内及多于 90 支分为一、二、三、四等^[2]。在商品流通中, 栽培天麻(冬天麻)、野生天麻(春天麻)及其不同等级天麻的性状特征和价格差异很大; 但是, 基于有效成分的质量评价未见系统的研究报道。

现代研究结果表明, 天麻含酚类、多糖类、甾醇类和有机酸类等成分^[3]。酚类成分是天麻的主要活性成分; 其中, 天麻素具有抗惊厥、镇痛、降压及保护神经细胞等作用^[4-6], 是目前天麻药材及其中成药质量评价的指标成分^[1,7]。天麻多糖具有促进天麻素的吸收、降压、延缓衰老、增强免疫、抗氧化等作用^[8-10]。但是, 在《中国药典》2010 年版中, 评价天麻药材质量的指标成分仅为天麻素^[1]。然而, 从文献报道和前期的研究工作表明, 仅以天麻素为指标难于有效地评价天麻药材的质量。为此, 本实验通过对天麻素和天麻多糖供试液的制备方法、测定色谱条件及光谱条件等进行优化, 建立了 HPLC 法测定天麻中天麻素和苯酚-硫酸法测定天麻多糖的方法, 并测定了 35 份冬天麻、春天麻及其不同等级样品中天麻素和天麻多糖的量, 分析天麻不同商品规格、等级、产地与这两种有效成分之间的相关性, 以期为天麻质量评价提供科学依据。

1 仪器与试剂

1.1 仪器

Agilent 1200 型高效液相色谱仪(美国), UV-1100 型紫外可见分光光度计(上海天美科学仪器有限公司), DKZ 型电热恒温振荡水浴槽(成都鑫益仪器有限公司), SF-TDL-5C 型离心机(上海菲恰尔分析仪器有限公司), 优普超纯水制造系统

(四川优普超纯科技有限公司), BSA224S 型电子天平($d=0.1\text{ mg}$)和 BP211D 型电子天平($d=0.01\text{ mg}$)(北京赛多利斯科学仪器有限公司)。

1.2 药品及试剂

天麻素对照品(批号 110807-200205)和 *D*-无水葡萄糖对照品(批号 110833-201205)购于中国食品药品检定研究院; 乙腈为色谱纯, 由美国 Sigma-aldrich 生产; 苯酚、无水乙醇、浓硫酸、石油醚($60\sim 90\text{ }^{\circ}\text{C}$)、三氯甲烷、正丁醇、茚三酮、高纯铝、碳酸氢钠均为分析纯。

称取 50 g 苯酚置于圆底烧瓶中, 加 0.1 g 高纯铝和 0.05 g 碳酸氢钠, 常压蒸馏, 收集馏份, 得到蒸馏苯酚。再称取该蒸馏苯酚适量, 加蒸馏水溶解, 配成 5% 苯酚溶液(临用前配制)。

1.3 药材

35 份天麻样品分别从四川、重庆、陕西、云南等地收集, 由成都中医药大学药学院中药鉴定教研室吕光华教授鉴定为兰科植物天麻 *Gastrodia elata* Bl. 的干燥块茎。

2 方法

2.1 HPLC 法测定天麻素的量

2.1.1 天麻素对照品溶液的制备 精密称取天麻素对照品 10.05 mg, 置于 25 mL 量瓶中; 加乙腈-水(3:97)混合液溶解、定容至刻度, 摇匀, 得到天麻素对照品贮备液。

2.1.2 供试品溶液的制备 精密称取 2.0 g 天麻粉末(过三号筛), 置具塞锥形瓶中; 加入 50%乙醇 50 mL, 称定质量; 回流提取 3.0 h, 冷却, 再称定质量, 加 50%乙醇补足减失的质量, 摇匀, 滤过。取滤液 10 mL, 浓缩至近干; 加乙腈-水(3:97)混合液溶解, 转移置 25 mL 量瓶中, 定容, 摇匀; 经 0.22 μm 微孔滤膜滤过, 即得天麻素供试品溶液。

2.1.3 色谱条件 色谱柱为 Alltima C₁₈ (250 mm $\times$ 4.6 mm, 5 μm); 流动相为乙腈-0.05%磷酸溶液(3:97); 检测波长 220 nm; 柱温 35 $^{\circ}\text{C}$; 体积流量 1.0 mL/min; 进样量 10 μL 。

2.1.4 标准曲线的绘制 分别精密吸取天麻素对照品贮备液 0.1、0.25、0.5、1.0、2.0、4.0、6.0、8.0 mL 于 10 mL 量瓶中, 加乙腈-水(3:97)混合液

定容至刻度, 摇匀; 经 0.22 μm 微孔滤膜过滤, 得到不同浓度梯度天麻素对照品溶液。按“2.1.3”项进样测定, 以峰面积 (Y) 对进样量 (X) 进行线性回归, 得回归方程为 $Y=1766.1 X-5.828$, $r=0.999 9$ ($n=8$)。结果表明, 天麻素在 0.040~3.22 μg 与峰面积呈良好的线性关系。

2.1.5 精密度考察 取同一份天麻样品 (S4) 供试液, 连续进样测定 6 次, 天麻素峰面积的 RSD 为 0.10% ($n=6$), 表明仪器精密度良好。

2.1.6 稳定性考察 取同一份天麻样品 (S4) 供试液, 于制样后 0、2、4、8、12、24 h 分别测定天麻素的峰面积, 其 RSD 为 0.94% ($n=6$), 表明天麻供试液在 24 h 内稳定。

2.1.7 重复性考察 取同一份天麻样品 (S4) 粉末, 6 份, 按“2.1.2”项制备供试品溶液, 测定天麻素质量分数, 其 RSD 为 0.93% ($n=6$)。表明方法重复性良好。

2.1.8 加样回收率试验 精密称取 1.0 g 已测定的天麻样品 (S4) 粉末, 6 份。分别加入与样品中天麻素量相当的天麻素对照品 (6.528 mg), 按“2.1.2”项制成供试品溶液, 再按选定的色谱条件进样测定, 计算天麻素的量, 其平均回收率为 100.57%, RSD 为 1.05%。

2.1.9 天麻素的测定 每份天麻样品粉末称取 2 份, 按“2.1.2”方法制成供试品溶液, 再按“2.1.3”项色谱条件测定天麻素峰面积; 根据回归方程计算供试液中天麻素的浓度以及天麻样品粉末中天麻素量。天麻供试液及天麻素对照品色谱图见图 1。每份天麻药材样品中天麻素量以 2 份重复测定样品的平均值计, 结果见表 1。

2.2 苯酚-硫酸法测定天麻多糖的量

2.2.1 葡萄糖对照品溶液的制备 精密称取 D-无水葡萄糖对照品 25.12 mg, 置 25 mL 量瓶中, 加蒸馏水溶解, 定容至刻度, 摇匀, 得葡萄糖对照品贮备液。分别吸取该贮备液 0、0.1、0.2、0.4、0.6、0.8 mL 于 10 mL 量瓶中, 加蒸馏水定容至刻度, 摇匀。再分别吸取 1.0 mL 不同浓度梯度的葡萄糖溶液于具塞试管中, 加 5% 苯酚溶液 1.0 mL, 摇匀; 再加浓硫酸 4.5 mL 置恒温振荡水浴槽显色反应 10 min (99 $^{\circ}\text{C}$, 100 r/min), 于冰水浴冷却 5 min, 得不同浓度梯度葡萄糖对照品溶液。

2.2.2 空白溶液的制备 精密吸取 1.0 mL 蒸馏水于具塞试管中, 按照“2.2.1”项下的方法, 自“加

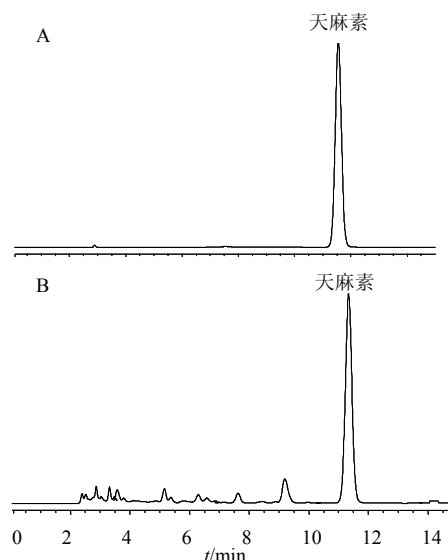


图1 天麻素对照品 (A) 和天麻供试品 (B) HPLC 色谱图
Fig. 1 HPLC of gastrodin reference substance (A) and Tianma sample (B)

5%的苯酚溶液 1.0 mL”起操作, 依法制得空白溶液。

2.2.3 葡萄糖对照品溶液的线性范围 以空白溶液为背景, 在 488 nm 波长分别测定上述葡萄糖对照品溶液的吸光度 (A) 值。以 A 值对质量浓度 (C) 进行线性回归, 得回归方程为 $A=11.471 C+0.014 2$, $r=0.998 1$ ($n=6$), 表明葡萄糖在 0~0.080 mg/mL 与其 A 值呈良好的线性关系。

2.2.4 供试品溶液的制备 精密称取 0.3 g 天麻粉末 (过三号筛), 置 100 mL 锥形瓶中, 加 50 mL 蒸馏水, 密封; 置恒温振荡水浴槽中提取 4 h (99 $^{\circ}\text{C}$, 100 r/min), 冷却后转移至 250 mL 量瓶中; 用少量蒸馏水多次洗涤锥形瓶, 洗液并入同一量瓶中; 加水至刻度, 摇匀, 得天麻提取液。取该提取液 40 mL 于离心管中, 离心 (3 000 r/min) 20 min; 取上清液抽滤, 吸取续滤液 2.0 mL 于装有 10 mL 无水乙醇的 15 mL 离心管中, 静置过夜。离心 (4 000 r/min) 20 min, 弃去上清液; 将沉淀物加热水溶解, 再转移至 25 mL 量瓶中; 冷却后加蒸馏水至刻度, 摇匀, 得天麻多糖溶液。

吸取上述天麻多糖溶液 1.0 mL 于具塞试管中, 加入 5% 苯酚溶液 1.0 mL, 摇匀; 再加入浓硫酸 4.5 mL, 摇匀; 置恒温振荡水槽中水解 20 min (99 $^{\circ}\text{C}$, 100 r/min); 取出, 置冰水浴冷却 5 min, 得测定天麻多糖的供试品溶液。

2.2.5 样品测定 每份天麻样品粉末称取 2 份, 按“2.2.3”项方法测定并计算供试品溶液中多糖浓度,

天麻样品中多糖的量,按公式计算,取平均值。35 份天麻样品的测定结果见表 1。

$$\text{天麻多糖量} = (C \times D \times 0.9) / (1\,000 \times W)$$

C 为供试液中葡萄糖的质量浓度 (mg/mL), D 为稀释倍数, W 为样品粉末的取样量 (g)

3 结果与分析

本实验测定的 35 份天麻样品中天麻素的量为

0.22%~3.90%,均高于《中国药典》2010 年版规定天麻素的量不低于 0.2%的指标^[1]。说明以天麻素为指标,所收集的天麻样品均合格。

3.1 冬天麻与春天麻质量比较

从表 1 统计得出,冬天麻中天麻素的平均量 (0.49%, $n = 24$) 比春天麻量 (0.68%, $n = 10$) 低 27.94%; 并且两者具有极显著性差异 ($P < 0.01$)。

表 1 天麻样品的来源及其天麻素和天麻多糖的量

Table 1 Sources of Tianma samples and contents of gastrodin and polysaccharides

编号	种类	等级	产地	收集时间	天麻素/%	天麻多糖/%
S1	冬天麻	一等	云南昭通	2014-07	0.43	32.24
S2	冬天麻	一等	云南丽江	2014-07	0.38	30.04
S3	冬天麻	一等	陕西西安	2014-07	0.39	28.17
S4	冬天麻	一等	陕西	2012-12	0.65	48.53
S5	冬天麻	一等	陕西	2012-08	0.63	32.99
S6	冬天麻	一等	湖北宜昌	2014-07	0.30	23.95
S7	冬天麻	二等	四川绵阳	2013-06	0.84	53.15
S8	冬天麻	二等	四川巴中	2012-07	1.21	35.36
S9	冬天麻	二等	云南昭通	2014-07	0.60	37.56
S10	冬天麻	二等	云南丽江	2014-07	0.54	28.23
S11	冬天麻	二等	陕西西安	2014-07	0.46	23.47
S12	冬天麻	二等	湖北宜昌	2014-07	0.23	19.59
S13	冬天麻	三等	四川宜宾	2013-09	0.27	18.14
S14	冬天麻	三等	四川甘孜	2012-11	0.40	15.80
S15	冬天麻	三等	云南昭通	2014-07	0.36	22.45
S16	冬天麻	三等	云南丽江	2014-07	0.31	26.37
S17	冬天麻	三等	陕西西安	2014-07	0.69	18.71
S18	冬天麻	三等	陕西	2012-08	0.54	29.13
S19	冬天麻	三等	湖北宜昌	2014-07	0.22	18.12
S20	冬天麻	三等	河南南阳	2012-11	0.62	24.99
S21	冬天麻	四等	云南昭通	2014-07	0.30	15.07
S22	冬天麻	四等	云南丽江	2014-07	0.41	10.68
S23	冬天麻	四等	陕西西安	2014-07	0.73	17.29
S24	冬天麻	四等	湖北宜昌	2014-07	0.31	15.24
S25	春天麻	—	重庆市解放路药材专业市场	2013-12	0.55	25.85
S26	春天麻	—	重庆市解放路药材专业市场	2013-12	0.88	11.09
S27	春天麻	—	重庆市解放路药材专业市场	2013-12	0.91	26.14
S28	春天麻	—	重庆市解放路药材专业市场	2013-12	0.71	25.83
S29	春天麻	—	四川甘孜	2012-11	0.71	18.07
S30	春天麻	—	四川	2012-07	0.42	12.53
S31	春天麻	—	云南昭通	2013-12	0.67	29.22
S32	春天麻	—	陕西汉中	2013-12	1.02	23.50
S33	春天麻	—	陕西商洛	2013-03	0.43	18.65
S34	春天麻	—	吉林白山	2013-12	0.46	11.17
S35	采收种子后的天麻	—	云南昭通	2013-12	3.90	10.95

相反,冬天麻中多糖的平均量(26.05%, $n=24$)比春天麻(20.21%, $n=10$)高28.94%。采收过天麻种子的天麻块茎样品(S35),表面皱缩粗糙,体轻、中空,质量差。但是,天麻素的量高达3.90%,比《中国药典》2010年版标准高19.5倍,而多糖量仅为10.95%。说明春天麻在土壤中越冬,春季发芽生长过程中,多糖消耗,量降低;相反,天麻素的量增高。由此可见,天麻根据性状鉴别的优劣与以天麻素为指标的评价结果不符,反而与以天麻多糖为指标的评价结果相符。

3.2 不同等级冬天麻药材的质量比较

从收集的35份天麻样品看出,冬天麻均无空心;而春天麻多空心,且因采收季节不同,空心的程度不同。说明按照商品天麻分级标准,一、二、三等天麻为冬天麻,等级之间的区别在于每支天麻质量大小。为此,本实验分析了冬天麻不同等级(大小)与天麻素和天麻多糖量之间的相关性。从表1计算不同等级冬天麻样品中天麻素和天麻多糖的平均值,见表2。从表1和表2看出,不同等级冬天麻中天麻素的量相近,并且结果无显著性差异,表明天麻等级与天麻素的量没有相关性。而天麻多糖与天麻等级相关;一、二等天麻中多糖的量显著高于三、四等($P<0.01$)。说明天麻质量越大,多糖的量越高。这与经验鉴别天麻质量以个大、质地坚实者为佳相符合。由此可见,天麻多糖的量可作为天麻等级划分的标准。

表2 不同等级冬天麻中天麻素和天麻多糖的比较

Table 2 Comparison on contents of gastrodin and polysaccharides in Winter Tianma samples with different grades

等级	样品份数	天麻素/%	天麻多糖/%
一等	6	0.46	32.65
二等	6	0.65	32.89
三等	8	0.43	21.71
四等	4	0.44	14.57

3.3 冬天麻产地与质量的相关性

天麻主产于四川、陕西、云南等地,东北及华北各地亦产。为了研究天麻产地与质量的相关性,作者分别从四川、云南、陕西、湖北等地收集了天麻样品,测定天麻素和天麻多糖量(表1)。由于春天麻的采集时间不同,药材性状特征及其质量相差较大,故仅分析了冬天麻不同产地样品中天麻素和

天麻多糖的量与产地之间的相关性。结果表明,从不同产地收集的冬天麻中平均天麻素量从大到小的顺序为四川省(0.68%)>陕西省(0.58%)>云南省(0.42%)>湖北省(0.27%);天麻多糖量为四川省(30.61%)>陕西省(28.33%)>云南省(25.33%)>湖北省(19.23%)。说明天麻的产地与天麻素和天麻多糖的量有关。

4 讨论

4.1 最佳测定波长的选择

D-无水葡萄糖对照品和天麻多糖溶液分别经苯酚-硫酸法显色后,于400~800 nm波长范围内扫描。两者的最大吸收波长均为488 nm,故选择为测定波长。

4.2 苯酚用量的选择

分别测定5%苯酚溶液用量为0.4、0.6、0.8、1.0、1.2、1.4、1.6 mL时供试液的 A 值。结果表明,5%苯酚溶液用量为1.0 mL时的 A 值最大,为此确定为5%苯酚溶液的用量。

4.3 浓硫酸用量的选择

分别测定浓硫酸用量为3.5、4.0、4.5、5.0、5.5、6.0、6.5 mL时供试液的 A 值。结果表明,浓硫酸用量为4.5 mL时的 A 值最大,故选为供试液制备时浓硫酸的用量。

4.4 最佳显色时间的选择

分别测定显色时间为0、10、20、30、40、50、60 min时供试液的 A 值。结果表明,显色时间为10 min时, A 值最大;10 min后,随着显色时间的延长, A 值逐步减小。故显色反应的时间确定为10 min。

本实验建立的HPLC法和苯酚-硫酸法测定结果准确,操作简便,适合于测定天麻药材中天麻素和天麻多糖的量。天麻素和天麻多糖为天麻中的2类主要活性成分。其中,天麻多糖的量与天麻个大、质地坚实、断面明亮者质佳的性状鉴别标准和商品等级划分标准相关,可作为天麻质量和等级评价的指标成分。而天麻素是天麻的功效成分,也是目前天麻质量评价的指标成分;但是,其量与传统经验鉴别和商品等级划分的相关性不显著。因此,在评价天麻药材质量时,应以天麻多糖和天麻素为评价指标综合评价。

参考文献

- [1] 中国药典[S].一部.2010.
- [2] 七十六种药材商品规格标准[S].1984.

- [3] 杜伟锋, 陈琳, 丛晓东, 等. 天麻化学成分及质量控制研究进展 [J]. 中成药, 2011, 33(10): 1785-1787.
- [4] 罗国刚, 樊文静, 袁兴运, 等. 天麻皂苷对三叉神经节离体培养后降钙素基因相关肽表达影响的机制研究 [J]. 药学学报, 2011, 46(12): 1451-1456.
- [5] Liu W, Su B L, Wang Z S, *et al.* Gastrodin improved baroreflex sensitivity and increased gamma-amino butyric acid content in brains without decreasing blood pressure in spontaneously hypertensive rats [J]. *CNS Neurosci Therap*, 2012, 18(10): 873-875.
- [6] Wang Y, Wu Z, Liu X, *et al.* Gastrodin ameliorates Parkinson's disease by down regulating connexin 43 [J]. *Mol Med Rep*, 2013, 8(2): 585-590.
- [7] 王亚威, 李志峰, 何明珍, 等. 天麻化学成分研究 [J]. 中草药, 2013, 44(21): 2974-2976.
- [8] 吴向东, 王兴, 杨娟, 等. 天麻多糖对天麻素吸收的影响 [J]. 成都医学院学报, 2012, 7(4): 551-553.
- [9] Lee O H, Kim K I, Han C K, *et al.* Effects of acidic polysaccharides from *Gastrodia Rhizome* on systolic blood pressure and serum lipid concentrations in spontaneously hypertensive rats fed a high-fat diet [J]. *Inter J Mol Sci*, 2012, 13(1): 698-709.
- [10] 谢学渊, 晁衍明, 杜珍, 等. 天麻多糖的抗衰老作用 [J]. 解放军药学学报, 2010, 26(3): 206-209.