

GC-MS 定量测定山豆根非生物碱部分成分含量

祝路¹, 齐心¹, 高月求², 赵爱华^{1*}, 贾伟¹

(1. 上海交通大学药学院, 上海 200240;

2. 上海中医药大学附属曙光医院, 上海 200021)

[摘要] 目的: 采用 GC-MS 定性、定量分析山豆根非生物碱中的部分化学物质组成和含量。方法: 非生物碱部位样品经 TMS 衍生后, 采用 GC-MS 法测定, 通过 NIST 2.0 数据谱库检索, 结合人工解析, 鉴定各种化学成分。在此基础上, 测定了各组分的含量。结果: 从非生物碱部位共鉴定了 24 个化合物, 其中定量测定了 19 个化合物的含量, 占总量的 34.72%, 其中 5 个糖类成分占 22.62%, 9 个有机酸占 11.81%, 其他 5 个成分占 0.29%。结论: 该法简便、快速、灵敏度高、重复性好, 为定性、定量测定植物中复杂初生代谢产物提供了一种有效方法。

[关键词] 山豆根; 非生物碱; 气相色谱-质谱联用

山豆根为豆科槐属植物越南槐 *Sophoratonk inensis* Gapnep. 的干燥根及根茎, 味苦、性寒。临床常用于治疗咽喉疾病、乙型肝炎、肝炎等。现代药理学证明山豆根具有很好的降酶保肝作用^[1], 并普遍认为其有效成分为喹啉里西啶类的生物碱。在前期的药理活性实验中, 把山豆根的水总提取物划分成生物碱和不含生物碱成分的非生物碱部分, 在四氯化碳急性肝损伤动物模型上进行这两个部位的降酶保肝活性研究^[2], 结果表明不含生物碱成分的非生物碱部位同样表现出明显的降低血清转氨酶的效果, 提示山豆根中的非生物碱部分同样具有降酶保肝作用。为了能更加合理运用山豆根药材, 有效控制活性部位的制备工艺, 本文对非生物碱部位的化学成分进行了初步的研究。

目前对于山豆根的化学成分研究多集中在生物碱类成分, 而对于非生物碱类成分分析研究较少^[3-4]。本实验得到的具有降酶保肝活性的山豆根非生物碱部位化学成分极性较大, 采用系统分离法分离时间较长、花费较大。气相色谱法主要用于具有挥发性的化学成分分析测定, 也适用于经衍生后具有挥发性的其它非挥发性成分, 如脂肪类、内酯类、酚类、糖类等成分。气相色谱-质谱联用(GC-

MS) 由于增加了质谱数据库鉴定化学成分的功能, 更加拓宽了气相色谱技术的应用^[5]。本实验对山豆根中的非生物碱部位的成分采用三甲基硅烷衍生的方法进行衍生^[6], 运用 GC-MS 方法分析、鉴定化学成分。在此基础上, 把根据数据库所鉴定的化合物成分采用与标准品进一步对照的方法确定所鉴定的化学成分, 并把明确的成分采用外标法进行含量测定, 为阐述该部分的药理活性奠定基础。

1 材料

Agilent 6890N 气相色谱系统, 美国安捷伦公司; FID 检测器, LECO Chroma TOF optimized for Pegasus 数据处理软件; DB-5MS 气相毛细管柱(250 $\mu\text{m} \times 29.6 \text{ m}$, 0.25 μm); Leco PEGASUS HT High Throughput TOFMS, 美国 Leco 公司; FA2004N 型电子分析天平(1/10 万), 上海精密科学仪器有限公司; Eppendorf 5415D 高速台式离心机, 德国 Eppendorf 公司。

山豆根饮片药材于 2009 年 2 月购自上海华宇药业公司, 批号 YT2008110610 经上海中医药大学徐朝晖副教授鉴定为豆科槐属植物越南槐 *S. tonkinensis* 的干燥根及根茎, 药材标本存放于上海交通大学药学院。

24 个对照品 D-果糖, D-(+)-葡萄糖, L-(+)-阿拉伯糖, D-(+)-木糖, D-核糖, D-(+)-氨基葡萄糖, 麦芽糖, 乳酸, 无水草酸, 丙二酸, 丁二酸, L-脯氨酸, 甘氨酸, D-甘油酸, 苹果酸, L-苏糖醇, L-天冬氨酸, 核糖醇, 柠檬酸, 奎宁酸, 肌醇, 香草酸, 3-羟基-3-

[稿件编号] 20100607006

[基金项目] 上海市中药现代化专项创新计划项目(07DZ19715)

[通信作者] * 赵爱华, 副教授, 硕士生导师, 主要从事天然产物化学研究, Tel: (021) 34204829, E-mail: zhah@sjtu.edu.cn

[作者简介] 祝路, 硕士研究生, E-mail: zhulu@sjtu.edu.cn

甲基戊二酸、对羟基苯甲酸,均购自国药集团化学试剂有限公司,纯度均>99%;甲氧胺和*N,O*-双(三甲硅基)三氟乙酰胺(BSTFA)购自美国SIGMA公司,纯度为99.9%;甲醇,色谱纯,德国Merck公司,纯度为99.9%。

2 方法

2.1 定性分析

2.1.1 山豆根非生物碱部位的提取 取山豆根药材饮片100 g,用水回流提取3次,提取液经2次醇沉后,滤液浓缩成提取液的1/10,经HZ001阳离子交换树脂,用水洗脱,收集水洗脱液至无色,浓缩至干即得到非生物碱部位4.319 g,得率4.32%。

2.1.2 样品衍生 在室温下取300 μL 待测样品真空干燥,抽干后用氮气对样品进行再次干燥。加入 $15\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 甲氧胺吡啶溶液80 μL ,封盖器密封后,振荡30 s,在30 $^{\circ}\text{C}$ 的摇床($200\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$)下反应90 min(控制衍生房间湿度小于35%)。反应结束后,在反应瓶中加入80 μL 的BSTFA(含1%TMCS),封盖器密封后,振荡30 s,置于70 $^{\circ}\text{C}$ 的烘箱60 min,结束后振荡10 s,室温下放置1 h,待进样分析。

2.1.3 气相色谱条件 石英毛细管柱 DB-5MS ($0.25\text{ mm}\times 30\text{ m}, 0.25\text{ }\mu\text{m}$),进样量为1 μL ,不分流进样。程序升温:从80 $^{\circ}\text{C}$ 开始,保持2 min,以 $10\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ 升到180 $^{\circ}\text{C}$,然后 $6\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ 升温到230 $^{\circ}\text{C}$,再以 $40\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ 升温到295 $^{\circ}\text{C}$,保持8 min;载气为超纯He(99.999%),柱流量 $1.0\text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$,进样口温度270 $^{\circ}\text{C}$ 。

2.1.4 质谱条件 离子源为电子轰击源(EI);电子能量70 eV;离子源温度220 $^{\circ}\text{C}$;接口温度270 $^{\circ}\text{C}$;扫描范围 m/z 30~600,扫描频率为 $20\text{ spectra}\cdot\text{s}^{-1}$,进样量1.0 μL 。

2.1.5 结果 按上述实验条件将衍生后的样品进GC-MS分析,得到山豆根非生物碱部位TMS衍生后的衍生物GC-MS总离子流图(图1)。把总离子流图中各峰的保留时间、质谱裂解与质谱数据库(NIST 2.0)中TMS衍生物进行比较检索,鉴定了24种化学成分。并用相应的标准品进行衍生(实验室自建标品库),与这24种成分进行保留时间和质谱裂解信息的对照,最后确定了24种成分的结构,见表1。

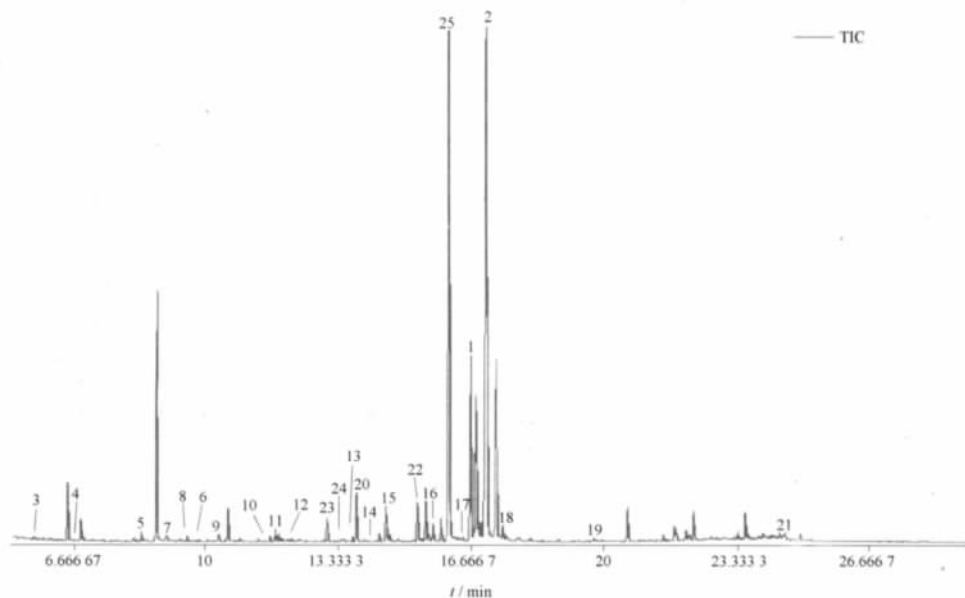


图1 山豆根非生物碱部位TMS衍生后的衍生物GC-MS总离子流图

从以上结果可看出,山豆根非生物碱部位24个化合物中包括糖类成分7个,有机酸11个,其他类成分6个,在此基础上进一步对这些成分进行定量分析。

2.2 定量分析

2.2.1 对照品溶液的配制 取24个对照品分成如下3组:Z1组(19个水溶):乳酸,草酸,丙二酸,丁

表 1 非生物碱部位中的 24 种化学成分

No.	TMS 衍生物名	原化合物	分子式	相对分子质量	t_R / min
1	<i>o</i> -methyloxime-1,3,4,5,6-pentakis- <i>O</i> -(trimethylsilyl)- <i>D</i> -fructose	<i>D</i> -果糖	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	180.16	16.65
2	<i>o</i> -methyloxime-2,3,4,5,6-pentakis- <i>O</i> -(trimethylsilyl)- <i>D</i> -glucose	<i>D</i> -(+)-葡萄糖	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	180.16	17.03
3	trimethylsilyl-2-[[trimethylsilyl]oxy]-propanoic acid	乳酸	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$	90.08	5.64
4	ethanedioic acid-bis(trimethylsilyl) ester	无水草酸	$\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$	90.04	6.68
5	propanedioic acid-(trimethylsilyl)oxy-bis(trimethylsilyl) ester	丙二酸	$\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4$	104	7.74
6	butanedioic acid-[[trimethylsilyl]oxy]-bis(trimethylsilyl) ester	丁二酸	$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$	118.09	9.33
7	<i>L</i> -proline, 1-(trimethylsilyl)-, trimethylsilyl ester	<i>L</i> -脯氨酸	$\text{C}_5\text{H}_9\text{NO}_2$	115.13	9.11
8	glycine, <i>N,N</i> -bis(trimethylsilyl)-, trimethylsilyl ester	甘氨酸	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$	75.07	9.22
9	propanoic acid, 2,3-bis[[trimethylsilyl]oxy]-, trimethylsilyl ester	<i>D</i> -甘油酸	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_4$	106	9.52
10	malic acid, tris(trimethylsilyl) ester	苹果酸	$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5$	134.09	11.60
11	threitol, 1,2,3,4-tetrakis- <i>O</i> -(trimethylsilyl)-	<i>L</i> -苏糖醇	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_4$	122.12	11.72
12	<i>L</i> -aspartic acid, <i>N</i> -(trimethylsilyl)-, bis(trimethylsilyl) ester	<i>L</i> -天冬氨酸	$\text{C}_4\text{H}_7\text{NO}_4$	133.1	12.00
13	<i>D</i> -xylose, 2,3,4,5-tetrakis- <i>O</i> -(trimethylsilyl)-, <i>O</i> -methyloxime	<i>D</i> -(+)-木糖	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$	150.13	13.58
14	<i>D</i> -Ribose, 2,3,4,5-tetrakis- <i>O</i> -(trimethylsilyl)-, <i>O</i> -methyloxime	<i>D</i> -核糖	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$	150.13	13.98
15	ribitol, 1,2,3,4,5-pentakis- <i>O</i> -(trimethylsilyl)-	核糖醇	$\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}_5$	152.15	14.60
16	1,2,3-Propanetricarboxylic acid, 2-[[trimethylsilyl]oxy]-, tris(trimethylsilyl) ester	柠檬酸	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$	192.14	15.94
17	quinic acid, 1,3,4,5-tetrakis- <i>O</i> -(trimethylsilyl)-, trimethylsilyl ester	奎宁酸	$\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}_6$	192	16.47
18	glucosamine per-TMS	<i>D</i> -(+)-氨基葡萄糖	$\text{C}_6\text{H}_{13}\text{NO}_5$	215.63	17.76
19	myo-Inositol, 1,2,3,4,5,6-hexakis- <i>O</i> -(trimethylsilyl)-	肌醇	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	180.16	19.80
20	<i>L</i> -arabionse, 1,3,4,5-tetrakis- <i>O</i> -(trimethylsilyl)-, <i>O</i> -methyl-oxime	<i>L</i> -(+)-阿拉伯糖	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$	150.13	13.77
21	maltose, octakis(trimethylsilyl)-	麦芽糖	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	342.31	24.08
22	benzoic acid, 3-methoxy-4-[[trimethylsilyl]oxy]-, trimethylsilyl ester	香草酸	$\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_4$	168.15	15.22
23	pentane dioic acid, 3-methyl-3-[[trimethylsilyl]oxy]-, bis(trimethylsilyl) ester	3-羟基-3-甲基戊二酸	$\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$	102	13.03
24	benzoic acid, 4-[[trimethylsilyl]oxy]-, trimethylsilyl ester	对羟基苯甲酸	$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$	138	13.41
25	unkown	未知物	-	-	16.08

二酸, *L*-脯氨酸, 甘氨酸, *D*-甘油酸, 苹果酸, *L*-苏糖醇, *L*-天冬氨酸, *D*-(+)-木糖, *D*-核糖, 核糖醇, 柠檬酸, 奎宁酸, *D*-(+)-氨基葡萄糖, 肌醇, *L*-(+)-阿拉伯糖, 麦芽糖。Z2 组(3 个醇溶): 香草酸, 3-羟基-3-甲基戊二酸, 对羟基苯甲酸。Z3 组(2 个相对含量较大的糖): *D*-果糖, *D*-(+)-葡萄糖。

精密称取 24 个对照品各 26.5 mg, 溶于 5 mL 量瓶中, 其中 Z1 组中 19 个物质超纯水溶解并定容至刻度, 摇匀, 得对照品溶液 19 个, 从每个对照品中精确吸取 50 μL , 配制成混合对照品 Z1; Z2 组中 3 个物质甲醇溶解并定容至刻度, 摇匀, 得对照品溶液 3 个, 从每个对照品中精确吸取 100 μL , 配制成混合对照品 Z2; Z3 组中 2 个物质超纯水溶解并定容至刻度, 摇匀, 得对照品溶液 2 个, 从每个对照品中精确

吸取 400 μL , 配制成混合对照品 Z3。

2.2.2 供试品溶液的制备 精密称取 16.09 mg 山豆根非生物碱部位样品, 用甲醇溶解并定容至 10 mL, 摇匀, 得到 1.609 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的供试品溶液。

2.2.3 标准曲线的绘制 精密移取混合对照品 Z1 溶液 1 mL, 用甲醇溶解并定容至 1 mL, 摇匀, 依次梯度稀释为原来的 0.5, 0.2, 0.1, 0.05, 0.02, 0.01, 0.005, 0.002, 0.001, 0.0005, 0.0002 倍, 得到系列浓度 Z1 混合对照品。同法制备系列浓度 Z2, Z3 混合对照品。分别取 300 μL 各对照品溶液, 按 2.1.2 条件进行衍生及 2.1.3, 2.1.4 条件进行 GC-MS 测定。以对照品的峰面积对浓度进行线性回归, 得到回归方程见表 2。

从表 2 结果可看出, 24 个对照品在各自的线性范围内相关系数 R^2 均大于 0.999, 表明线性关系良好。

表 2 24 种对照品的线性范围

No.	对照品物质名	线性范围/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	n	R^2	线性回归方程
1	D-果糖	0.266 ~ 266	9	0.999 7	$Y = 9E + 08X - 1E + 06$
2	D-(+)-葡萄糖	0.400 ~ 400	9	0.999 7	$Y = 4E + 08X - 513\ 064$
3	乳酸	0.035 ~ 173.913	8	0.999 2	$Y = 1E + 09X - 5E + 06$
4	无水草酸	0.023 ~ 115.217	9	0.999 3	$Y = 6E + 08X - 3E + 06$
5	丙二酸	0.023 ~ 115.217	9	0.999 2	$Y = 7E + 08X - 5E + 06$
6	丁二酸	0.023 ~ 116.087	10	0.999 1	$Y = 1E + 09X - 1E + 07$
7	L-脯氨酸	0.023 ~ 115.217	11	0.999 9	$Y = 1E + 09X - 6E + 06$
8	甘氨酸	0.023 ~ 115.217	10	0.999 3	$Y = 2E + 09X - 3E + 06$
9	D-甘油酸	0.023 ~ 115.435	10	0.999 5	$Y = 1E + 09X - 8E + 06$
10	苹果酸	0.023 ~ 116.087	11	0.999 5	$Y = 1E + 09X - 9E + 06$
11	L-苏糖醇	0.023 ~ 115.217	10	0.999 3	$Y = 2E + 09X - 4E + 06$
12	L-天冬氨酸	0.023 ~ 115.217	12	0.999 8	$Y = 6E + 08X - 3E + 06$
13	D-(+)-木糖	0.023 ~ 115.217	10	0.999 7	$Y = 1E + 09X - 8E + 06$
14	D-核糖	0.023 ~ 115.870	12	0.999 6	$Y = 2E + 09X - 2E + 06$
15	核糖醇	0.023 ~ 115.217	10	0.999 6	$Y = 2E + 09X - 93\ 790$
16	柠檬酸	0.035 ~ 175.435	12	0.999 6	$Y = 1E + 09X - 6E + 06$
17	奎宁酸	0.023 ~ 115.217	12	0.999 7	$Y = 1E + 09X - 3E + 06$
18	D-(+)-氨基葡萄糖	0.023 ~ 115.217	11	0.999 8	$Y = 5E + 08X - 36\ 781$
19	肌醇	0.023 ~ 116.087	12	0.999 4	$Y = 1E + 09X - 6E + 06$
20	L-(+)-阿拉伯糖	0.023 ~ 115.217	11	0.999 3	$Y = 2E + 09X - 1E + 07$
21	麦芽糖	0.023 ~ 115.217	11	0.999 5	$Y = 3E + 07X - 15\ 242$
22	香草酸	0.050 ~ 252.381	8	0.999 6	$Y = 5E + 07X - 21\ 256$
23	3-羧基-3-甲基戊二酸	0.050 ~ 252.381	12	0.999 7	$Y = 9E + 07X - 36\ 754$
24	对羟基苯甲酸	0.050 ~ 252.381	9	0.999 7	$Y = 8E + 07X - 20\ 263$

2.2.4 精密度试验 精密吸取 3 组混合对照品溶液各 300 μL , 按 2.1.2 条件进行衍生及 2.1.3, 2.1.4 条件进行 GC-MS 测定, 连续进样 5 次, 测定其峰面积, 计算每个对照品的 RSD。结果 24 个物质的 RSD < 10%, 见图 2, 表明仪器精密性良好。

2.2.5 重复性试验 精密移取 5 份山豆根非生物碱部位样品各 300 μL , 按 2.1.2 条件进行衍生及 2.1.3, 2.1.4 条件进行 GC-MS 测定, 测定其峰面积, 计算样品中 24 个物质的 RSD。结果样品中 24 个物质 RSD 绝大部分小于 10%, 见图 2, 表明样品的重复性良好。

2.2.6 稳定性试验 取同一份衍生好的供试品溶液分别于 0, 6, 12, 18, 24 h 进样分析, 计算 24 个物质的峰面积 RSD, 结果表明这些物质在 12 h 内 RSD < 10%。12 h 以后, 乳酸、草酸、丙二酸等的 RSD > 15%, 表明供试品溶液在 12 h 内稳定性良好。

2.2.7 加样回收率试验 精密移取已知 24 个物质含量的山豆根非生物碱样品 200 μL , 分别准确加入混合对照品 Z1 ~ Z3 各 100 μL , 按 2.1.2 条件进行

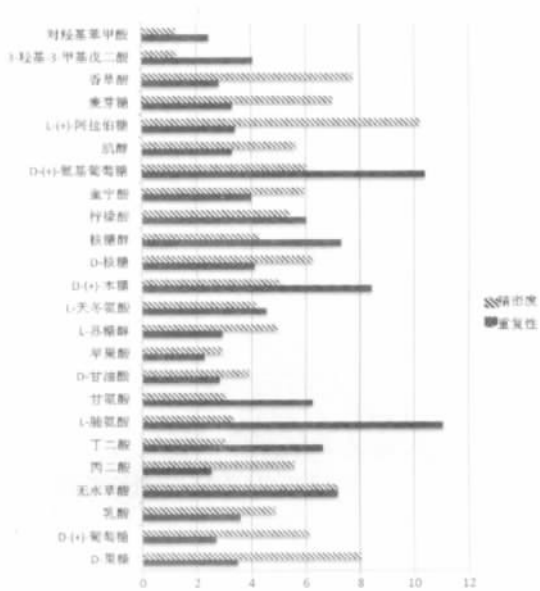


图 2 24 种非生物成分重复性与精密度 ($n = 5$)

衍生及 2.1.3, 2.1.4 条件进行 GC-MS 测定, 测定其峰面积, 计算回收率, 见表 3。

由表 3 可以看出, 大部分物质的加样回收率良

表 3 山豆根非生物碱部位中 24 种成分的加样回收率

No.	化合物	加样回收率/%	No.	化合物	加样回收率/%
1	D-果糖	99.39 ± 0.85	13	D-(+) - 木糖	99.61 ± 0.50
2	D-(+) - 葡萄糖	99.78 ± 4.13	14	D-核糖	43.45 ± 0.52
3	乳酸	98.01 ± 0.72	15	核糖醇	52.15 ± 0.12
4	无水草酸	53.22 ± 0.33	16	柠檬酸	97.86 ± 0.36
5	丙二酸	12.08 ± 0.19	17	奎宁酸	96.68 ± 0.30
6	丁二酸	95.16 ± 2.43	18	D-(+) - 氨基葡萄糖	33.97 ± 1.14
7	L-脯氨酸	92.30 ± 1.78	19	肌醇	95.90 ± 1.97
8	甘氨酸	93.44 ± 0.67	20	L-(+) - 阿拉伯糖	98.46 ± 1.82
9	D-甘油酸	101.96 ± 4.21	21	麦芽糖	96.46 ± 2.37
10	苹果酸	100.27 ± 8.87	22	香草酸	105.67 ± 1.82
11	L-苏糖醇	96.52 ± 0.12	23	3-羟基-3-甲基戊二酸	92.08 ± 1.54
12	L-天冬氨酸	91.64 ± 0.98	24	对羟基苯甲酸	101.01 ± 3.07

好,其中无水草酸,丙二酸,D-核糖,核糖醇,D-(+) -氨基葡萄糖的加样回收率偏低。可能与这些物质的含量偏低,接近 GC-MS 仪器的检测限,受噪音影响较大有关,故下一步的测定中仅对所鉴定的

24 个化学成分中的 19 个成分分别进行定量测定。

2.2.8 含量测定 取供试品溶液 3 份各 300 μ L,按 **2.1.2** 条件进行衍生及 **2.1.3,2.1.4** 条件进行 GC-MS 测定,测定其峰面积,计算 19 个物质的含量,见表 4。

表 4 山豆根非生物碱部位各成分的质量分数

No.	化合物	质量分数/%	No.	化合物	质量分数/%
1	D-果糖	2.96	13	D-(+) - 木糖	0.07
2	D-(+) - 葡萄糖	16.87	14	D-核糖	-
3	乳酸	0.10	15	核糖醇	-
4	无水草酸	0.04	16	柠檬酸	0.14
5	丙二酸	-	17	奎宁酸	0.06
6	丁二酸	-	18	D-(+) - 氨基葡萄糖	-
7	L-脯氨酸	0.06	19	肌醇	0.11
8	甘氨酸	0.01	20	L-(+) - 阿拉伯糖	0.35
9	D-甘油酸	0.13	21	麦芽糖	2.37
10	苹果酸	0.15	22	香草酸	0.66
11	L-苏糖醇	0.06	23	3-羟基-3-甲基戊二酸	10.07
12	L-天冬氨酸	0.05	24	对羟基苯甲酸	0.41

以上结果看出,通过 TMS 衍生,GC-MS 测定,可以鉴定并确定其中 19 个物质的含量,占该部位重量的 34.72%,其中 5 个糖类物质含 22.62%,9 个有机酸占 11.81%,5 个其他成分占 0.29%。已检测到的 19 个物质以 D-(+) -葡萄糖含量最高,其次是 3-羟基-3-甲基戊二酸、D-果糖和麦芽糖。

3 讨论

本实验山豆根非生物碱部位物质极性较大,传统柱色谱层析法费力、耗时。而运用 TMS 衍生 GC-MS 测定的方法确定了其中 35% 左右的化学成分。

文献中多报道山豆根生物碱以及黄酮、三萜等的研究^[3,7]。本方法适合测定植物体内一些小分子的初生代谢物,特别是能被衍生的物质,在检测到的 19 种物质只有香草酸和对羟基苯甲酸在文献中曾有报道分离得到^[3],其他成分还未曾有报道从山豆根中分离得到。

运用衍生后进行 GC-MS 测定的方法,避免了对含有复杂成分的植物进行系统分离、鉴定的繁琐,可以便捷的定性、定量其中的一些小分子物质。而对于未能鉴定的物质,尚需要通过其二级裂解质谱以

及与标准品对照的方法进一步确定。

【参考文献】

- [1] 丁佩兰,陈道峰. 中药山豆根及其制剂的药理作用、临床应用与不良反应[J]. 中国临床药学杂志, 2003, 12 (5) : 315.
- [2] 尹龙萍. 中药山豆根降酶护肝活性部位研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2007: 14.
- [3] 邓放. 山豆根中黄酮类成份的研究[D]. 成都: 成都中医药大学, 2002: 8.
- [4] 尹龙萍, 邓毅, 贾伟, 等. 山豆根粗多糖最优化提取工艺研究[J]. 中药材, 2007, 3(36) : 351.
- [5] 刘言. 色谱技术在中药质量控制中的应用[J]. 中草药, 2006, 37(10) : 11.
- [6] Yunping Q, Guoxiang C, Mingming S, et al. Serum metabolite profiling of human colorectal cancer using GC-TOFMS and UPLC-QTOFMS[J]. J Proteome Res, 2009, 8: 4844.
- [7] 李行诺, 闫海霞, 庞晓雁, 等. 山豆根中黄酮化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(3) : 282.

Analysis of non-alkaloids from Radix Sophorae Tonkinensis by GC-MS

ZHU Lu¹, QI Xin¹, GAO Yueqiu², ZHAO Aihua^{1*}, JIA Wei¹

(1. School of Pharmacy, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China;

2. Shuguang Hospital Affiliated to Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200021, China)

【Abstract】 **Objective:** To analyze the chemical compositions and their contents in non-alkaloids fraction from Radix Sophorae Tonkinensis. **Method:** The non-alkaloids from Radix Sophorae Tonkinensis were analyzed by gas chromatography/mass spectrometry after trimethylsilyl derivatization. The chemical compositions were identified by comparison of the authentic sample and NIST database; the contents of 19 identified components were determined by linear regression equation. **Result:** 19 compounds constituting 34.72% of the non-alkaloids were identified. The major components were saccharides (5 compounds constituting 22.62%), organic acid (9 compounds constituting 11.81%), and others (5 compounds constituting 0.29%). **Conclusion:** The GC-MS is a simple, rapid and sensitive method to investigate the complex primary metabolites in plants.

【Key words】 Radix Sophorae tonkinensis; non-alkaloid; GC-MS

doi: 10.4268/cjcmm20110420

【责任编辑 王亚君】