

北苍术苍术素、苍术酮、 β -桉叶醇测定及特征图谱研究

李万娟^{1,2}, 郭艳玲², 商春丽², 宋佳^{1,2}, 李云霞^{2*}

1. 承德医学院, 河北 承德 067000

2. 颈复康药业集团有限公司, 河北 承德 067000

摘要: **目的** 研究北苍术药材中苍术素、苍术酮和 β -桉叶醇的 GC 测定及特征图谱研究方法, 为科学评价其质量提供依据。**方法** 采用 GC 色谱法, 以 Agilent HP-5 毛细管色谱柱, 载气为氮气, FID 检测器, 程序升温, 分流进样, 进样口温度 250 °C, 检测器温度 250 °C, 柱温 130 °C; 外标法, 测定承德与其他市场采购的 25 批北苍术样品中苍术素、苍术酮和 β -桉叶醇的量; 建立特征图谱并利用中药色谱指纹图谱评价系统进行相似度分析。**结果** 建立了北苍术药材苍术素、苍术酮和 β -桉叶醇量测定和 GC 特征图谱研究方法, 指认了 9 个特征峰; β -桉叶醇线性范围 20.00~406.10 $\mu\text{g/mL}$ ($r=0.999\ 9$), 平均加样回收率为 100.75%, RSD 为 1.17%, 最低检测限 0.12 ng; 苍术酮线性范围 35.00~348.70 $\mu\text{g/mL}$ ($r=0.999\ 5$), 平均加样回收率为 99.84%, RSD 为 1.29%, 最低检测限 0.04 ng; 苍术素线性范围在 16.46~329.30 $\mu\text{g/mL}$ ($r=0.999\ 6$), 平均加样回收率为 100.12%, RSD 为 0.88%, 最低检测限 0.06 ng。**结论** 建立的苍术素、苍术酮、 β -桉叶醇定量测定和特征图谱方法简便、灵敏、稳定性和重复性良好, 测定结果准确可靠。

关键词: 北苍术; 气相色谱法; β -桉叶醇; 苍术酮; 苍术素; 特征图谱

中图分类号: R286.023 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2016)02-0330-06

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2016.02.024

Determination of atractylodin, atractylon, and β -eudesmol and study on characteristic spectrum of *Atractylodis Rhizoma*

LI Wan-juan^{1,2}, GUO Yan-ling², SHANG Chun-li², SONG Jia^{1,2}, LI Yun-xia²

1. Chengde Medical College, Chengde 067000, China

2. Jingfukang Pharmaceutical Group Co., Ltd., Chengde 067000, China

Abstract: **Objective** To study the content determination of atractylodin, atractylon, and β -eudesmol in *Atractylodis Rhizoma* by GC and characteristic spectrum in order to provide a scientific basis for the quality control. **Methods** Using GC and Agilent HP-5 capillary column, taking nitrogen as carrier gas, FID as detector, temperature programming, split ratio, injection port temperature: 250 °C, detector temperature: 250 °C, column temperature: 130 °C; The contents of atractylodin, atractylon and β -eudesmol of 25 samples between Chengde and purchased from other markets were determined by external standard method. The characteristic spectrum was set up and the similarity was analyzed by Estimating System of Similarity on the Chinese Medicine Fingerprint Chromatogram. **Results** The determination method and characteristic spectrum by GC for atractylodin, atractylon, and β -eudesmol in *Atractylodis Rhizoma* were established. Nine characteristic peaks were identified; The linear range of β -eudesmol was 20.00 – 406.10 $\mu\text{g/mL}$ ($r = 0.999\ 9$), and the average recovery was 100.75%, RSD = 1.17% ($n = 6$), and the limit of detection was 0.12 ng. The linear range of atractylon was 35.00 – 348.70 $\mu\text{g/mL}$ ($r = 0.999\ 5$), and the average recovery was 99.84%, RSD = 1.29% ($n = 6$), and the limit of detection was 0.04 ng; The linear range of atractylodin was 16.46 – 329.30 $\mu\text{g/mL}$ ($r = 0.999\ 6$), and the average recovery was 100.12%, RSD = 0.88% ($n = 6$), and the limit of detection was 0.06 ng. **Conclusion** The content determination and characteristic spectrum method of atractylodin, atractylon, and β -eudesmol established by this study are sensitive, simple, stability, which could make the determination result accurate and reliable.

Key words: *Atractylodis Rhizoma*; gas chromatography; β -eudesmol; atractylon; atractylodin; characteristic spectrum

收稿日期: 2015-09-13

作者简介: 李万娟, 硕士在读, 从事承德产北苍术药材质量研究。Tel: 18232271382 E-mail: liwanjuan2013@163.com

*通信作者 李云霞, 硕士, 正高级工程师, 硕士生导师, 长期从事中药生产工艺技术及质量管理、中药质量标准研究。

Tel: (0314)2292066 E-mail: cdjfk-lyx@163.com

苍术 *Atractylodes Rhizoma* 为我国常用中药材, 药用历史悠久, 始载于东汉《神农本草经》, 被列为上品。目前收载于《中国药典》2010 年版。其来源为菊科 (Compositae) 苍术属 *Atractylodes* DC. 植物北苍术 *Atractylodes chinensis* (DC.) Koidz. 或茅苍术 *Atractylodes lancea* (Thunb.) DC. 的干燥根茎^[1]。具有燥湿健脾、祛风散寒之功效, 用于湿阻中焦、脘腹胀满、泄泻、水肿、脚气痿蹇、风湿痹痛、风寒感冒、夜盲、眼目昏涩等证。现代药理研究表明苍术具有抗溃疡、抗心律失常、降血压、利尿、保肝、抗炎、抗菌、抗肿瘤等作用^[2]。

北苍术分布于我国北京、河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、安徽等省、市、自治区; 朝鲜、日本等国也有分布。承德是北苍术的产地之一, 而且承德产北苍术苍术素量多于内蒙古、辽宁所产^[2], 其中颈复康药业集团有限公司已获得国家工信部批准的《北苍术规模化、规范化生产示范基地建设》-2013 年中药材种植扶持项目。

目前,《中国药典》2010 年版项下关于苍术的质量控制^[1]是以显微、鉴别、水分、总灰分和苍术素的测定为指标进行的。王迪等^[3]对大兴安岭产苍术建立了 HPLC 指纹图谱, 陈佳等^[4]对几个道地产区茅苍术建立了指纹图谱及苍术素测定。但目前北苍术药材中苍术素、苍术酮和 β -桉叶醇的 GC 量测定及特征图谱综合研究, 尚未见文献报道, 本实验采集了承德地区及其他市场采购的北苍术药材, 并建立了苍术素、苍术酮和 β -桉叶醇 3 个主要成分的 GC 测定及特征图谱方法。同时, 为科学评价北苍术质量及北苍术的规范化、规模化种植提供依据。

1 材料、仪器与试剂

1.1 材料

25 批北苍术样品经颈复康药业集团有限公司中药材、中药饮片高级鉴别师商春丽鉴定为北苍术 *Atractylodes chinensis* (DC.) Koidz. 的干燥根茎, 见表 1。

1.2 仪器与试剂

Agilent7890A、Agilent6890 N、岛津 2010 气相色谱仪 (FID 检测器); Agilent HP-5 气相毛细管色谱柱 (30 m $\times$ 0.32 mm, 0.25 μ m), DB-1701 (30 m $\times$ 0.32 mm, 0.25 μ m) 毛细管柱, HP-INNOWAX (30 m $\times$ 0.32 mm, 0.25 μ m) 气相毛细管柱 (安捷伦公司), AG245 型电子分析天平 (瑞士梅特勒-托利多集团); KQ-500DE 型数控超声仪 (昆山市超声仪器

表 1 样品信息

Table 1 Information of samples

编号	产地	来源
C1	河北 (承德)	产地采挖
C2	河北 (承德)	产地采挖
C3	河北 (承德)	产地采挖
C4	河北 (承德)	市场采购
C5	河北 (承德)	市场采购
C6	河北 (承德)	市场采购
C7	河北 (承德)	市场采购
C8	河北 (承德)	市场采购
C9	河北 (承德)	市场采购
C10	河北 (承德)	市场采购
C11	河北 (承德)	市场采购
C12	河北 (承德)	市场采购
C13	河北 (承德)	市场采购
C14	河北 (承德)	市场采购
C15	河北 (承德)	市场采购
C16	河北 (承德)	市场采购
C17	河北 (承德)	市场采购
N1	内蒙古	市场采购
N2	内蒙古	市场采购
S1	山西	市场采购
J1	吉林	市场采购
H1	黑龙江	市场采购
L1	辽宁 (凤城)	市场采购
L2	辽宁 (海城)	市场采购
L3	辽宁 (清源)	市场采购

有限公司); 苍术素对照品, 中国食品药品检定研究院, 批号 111924-201303; 苍术酮对照品, 成都普菲德生物技术有限公司, 批号 140607; β -桉叶醇对照品, 成都普菲德生物技术有限公司, 批号 140626; 甲醇、醋酸乙酯、三氯甲烷都为国产分析纯, 正己烷为进口分析纯。

2 方法与结果

2.1 定量测定

2.1.1 色谱条件 Agilent7890A 气相色谱仪, HP-5 石英毛细管柱, 配备 FID 检测器; 进样口温度 250 $^{\circ}$ C, 检测器温度 250 $^{\circ}$ C, 柱温 130 $^{\circ}$ C, 载气为高纯氮气, 进样量 2 μ L, 分流比 10:1; 升温程序: 初始温度 130 $^{\circ}$ C, 保持 8 min, 以 5 $^{\circ}$ C/min 的速率升温至 145 $^{\circ}$ C, 保持 8 min, 以 10 $^{\circ}$ C/min 的速率升温至 190 $^{\circ}$ C, 保持 1 min, 再以 5 $^{\circ}$ C/min 的速率升温至 230 $^{\circ}$ C, 保持 13 min。色谱图见图 1。

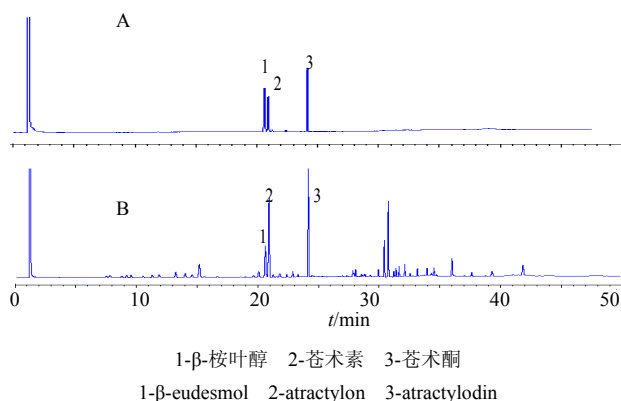


图 1 混合对照品 (A) 和北苍术药材 (B) GC 图谱
Fig. 1 GC of mixed reference substances (A) and *Atractylodis Rhizoma* (B)

2.1.2 对照品溶液的制备 精密称取苍术素、苍术酮、β-桉叶醇对照品适量，分别置棕色量瓶中，加正己烷，制成含苍术素 39.516 μg/mL、苍术酮 41.844 μg/mL、β-桉叶醇 48.732 μg/mL 的混合对照品储备液。

2.1.3 供试品溶液的制备 取北苍术药材粉末 0.5 g，置于棕色量瓶中，精密加正己烷 15 mL，密塞，称定质量，超声（功率 500 W，频率 40 kHz）30 min，放冷，再称定质量，用正己烷补足减失的质量，摇匀，滤过，取续滤液，即得。

2.1.4 线性关系考察 取“2.1.2”项下各对照品母液，按苍术素和苍术酮分别自动进样 0.1、0.5、1.0、1.5、2 μL，β-桉叶醇自动进样 0.1、0.2、0.3、0.5、1.0、2.0 μL，在“2.1.1”项色谱条件下测定，记录色谱峰面积，然后以进样量质量浓度为横坐标（X）对峰面积（Y）进行回归处理，计算得线性回归方程、相关系数及线性范围，结果见表 2。

表 2 对照品标准曲线、相关系数及线性范围

Table 2 Criteria curves, correlation coefficients, and linearity ranges of reference substances

对照品	标准曲线	<i>r</i>	线性范围/(μg·mL ⁻¹)
β-桉叶醇	$Y=2\,787.5X+18.827$	0.999 9	20.00~406.10
苍术酮	$Y=2\,535.9X-2.689\,6$	0.999 5	35.00~348.70
苍术素	$Y=3\,028X-5.314$	0.999 6	16.46~329.30

2.1.5 精密度试验 精密称取北苍术药材 1 份，按照“2.1.3”项方法制备供试品溶液，在“2.1.1”项色谱条件下重复进样 6 次，每次 2 μL，记录各色谱峰面积，结果苍术素、苍术酮、β-桉叶醇峰面积的 RSD 值分别为 0.67%、0.62%、0.39%，表明精密度良好。

2.1.6 重复性试验 平行称取样品 6 份，制备供试品溶液，于“2.1.1”项下条件测定，记录色谱峰面积，结果苍术素、苍术酮、β-桉叶醇质量分数的 RSD 值分别为 1.40%、1.30%、1.21%，表明重复性良好。

2.1.7 稳定性试验 取按照“2.1.3”项方法制备供试品溶液 1 份，分别于 0、2、4、6、8 h 共进样 5 次，记录各色谱峰面积，计算 8 h 内苍术素、苍术酮、β-桉叶醇峰面积的 RSD 值分别为 1.94%、2.71%、0.85%，表明供试品溶液在 8 h 内基本稳定。

2.1.8 加样回收率试验 精密称取 6 份已测定的北苍术药材粉末 0.25 g，分别加入混合对照品溶液适量，按“2.1.3”项下方法制备供试品溶液，按“2.1.1”项下条件进行测定，以样品溶液中绝对质量分数计算加样回收率，结果苍术素平均回收率为 100.12%，RSD 为 0.88%；苍术酮平均回收率为 99.84%，RSD 为 1.29%；β-桉叶醇平均回收率为 100.75%，RSD 为 1.17%；表明回收率良好。

2.1.9 检测限 3 种对照品，分别取其标准曲线工作液中最低质量浓度的溶液稀释，按“2.1.1”项色谱条件进样，记录各色谱峰面积，当信噪比值为 3:1 时，取其峰面积与之相对应的进样质量浓度为检测限质量浓度。结果苍术素的检测限为 0.06 ng；苍术酮的检测限为 0.04 ng；β-桉叶醇的检测限为 0.12 ng。

2.1.10 定量限 按“2.1.1”项色谱条件，取已稀释的对照品溶液进样，并记录色谱峰面积和信噪比，当信噪比为 10:1 时，取其峰面积与之相对应的进样质量浓度为定量限质量浓度。结果苍术素的定量限为 0.16 ng；苍术酮的定量限为 0.14 ng；β-桉叶醇的定量限为 0.20 ng；

2.1.11 样品测定 精密称取 25 批北苍术样品，分别按“2.1.3”项下方法制备供试品溶液，按“2.1.1”项下色谱条件测定，测定结果见表 3。25 批北苍术药材 3 种成分量差异明显；承德与山西样品 β-桉叶醇量最高，内蒙古与黑龙江样品次之，辽宁与吉林样品中 β-桉叶醇未检出；承德与黑龙江样品苍术酮量最高，内蒙古与辽宁（清源）样品量次之，山西、吉林与辽宁（凤城、海城）样品量最低；承德样品苍术素量最高，其余依次是吉林、内蒙古、辽宁、山西和黑龙江；6 个不同产地 3 种成分量总体分析，承德地区 β-桉叶醇、苍术酮、苍术素 3 种成分量均高于其他产地，尤其苍术素量更加明显。

表 3 25 批北苍术药材 3 种成分测定结果

Table 3 Determination of three constituents in 25 batches of *Atractylodis Rhizoma*

编号	β -桉叶醇/(mg·g ⁻¹)	苍术酮/(mg·g ⁻¹)	苍术素/(mg·g ⁻¹)
C1	3.158 2	0.884 0	4.041 6
C2	5.718 3	0.769 6	4.392 0
C3	2.759 4	1.499 5	3.852 4
C4	3.313 9	4.029 0	2.942 2
C5	2.165 0	5.938 7	2.801 4
C6	0.611 7	0.494 4	5.894 6
C7	1.309 9	1.556 1	3.009 5
C8	0.765 1	2.835 3	7.303 2
C9	1.253 4	3.203 5	4.051 4
C10	0.872 1	2.185 1	3.242 3
C11	4.113 0	3.472 4	3.973 7
C12	5.517 3	1.034 5	3.559 0
C13	7.456 5	1.796 0	3.337 0
C14	11.227 5	1.741 1	7.867 2
C15	1.238 4	3.191 8	3.033 3
C16	0.420 0	4.500 1	6.216 9
C17	2.209 9	2.397 5	2.757 2
N1	0.844 1	1.800 8	4.006 5
N2	0.231 2	3.390 9	3.179 6
S1	10.696 3	0.385 1	3.548 3
J1	0	0.246 9	4.106 3
H1	0.728 2	6.344 8	3.253 2
L1	0	0.259 1	3.986 7
L2	0	0.441 7	4.002 1
L3	0	3.900 6	3.780 1

2.2 特征图谱分析

2.2.1 色谱条件 同“2.1.1”项。

2.2.2 对照品溶液制备 同“2.1.2”项。

2.2.3 供试品溶液制备 同“2.1.3”项。

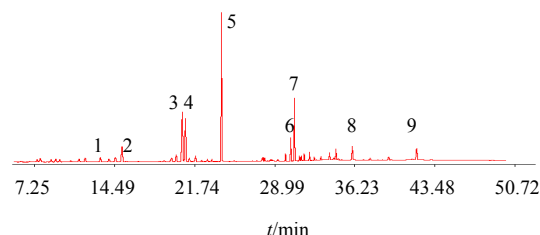
2.2.4 精密度试验 精密称取北苍术药材 1 份，按照“2.1.3”项下方法制备供试品溶液，在“2.1.1”项色谱条件下重复进样 6 次，每次 2 μ L，记录色谱图，以苍术素（5 号峰）作为参照峰，色谱图中 9 个特征峰的相对保留时间和相对峰面积的 RSD 分别在 0.001 3%~0.007 9%和 0.501 6%~3.229 1%，表明仪器精密度良好。

2.2.5 重复性试验 取同一批样品，按照“2.1.3”项下方法制备供试品溶液 6 份，将其按“2.1.1”项下色谱条件进样，记录色谱图，以苍术素（5 号峰）作为参照物，色谱图中 9 个特征峰的相对保留时间

和相对峰面积的 RSD 分别在 0.008 1%~0.051 9%和 0.087 7%~2.576 1%，表明仪器重复性良好。

2.2.6 稳定性试验 取按照“2.1.3”项方法制备供试品溶液 1 份，分别于 0、2、4、6、8 h 共进样 5 次，记录色谱图，以苍术素（5 号峰）作为参照峰，色谱图中 9 个特征峰的相对保留时间和相对峰面积的 RSD 分别在 0.001 0%~0.019 1%和 0.913 8%~2.082 9%，表明供试品溶液在 8 h 内基本稳定。

2.2.7 北苍术药材 GC 特征图谱的建立 取承德与其他市场采购的 25 批北苍术药材，按照“2.1.3”项方法制备供试品溶液，在“2.1.1”项色谱条件下依次进行测定，记录色谱图。根据色谱图可知，苍术素（5 号峰）的色谱峰分离良好，峰形稳定，且各样品中均含有此峰，选择苍术素（5 号峰）作为参照峰。采用国家药典委员会“中药色谱指纹图谱相似度评价系统软件（2004A 版）”，对 25 批北苍术药材生成对照图谱，结果见图 2 和图 3。



1-石竹烯 2- γ -榄香烯 3- β -桉叶醇 4-苍术酮 5-苍术素
6-1,2,3,4,5,6,7,8-八氢-9,10-二甲蒽萜 7-4,5,6,7-四氢-3,6-二甲基- α -亚甲基-6-乙烯基-5-苯并呋喃乙酸甲酯 8- β -香树脂醇 9-2,5-双(1-甲基-1-硅环丁基)-对-二甲苯
1-caryophyllene 2- γ -elemene 3- β -eudesmol 4-atractylon 5-atractylodin
6-1,2,3,4,5,6,7,8-octahydro-9,10-dimethylantracene 7-4,5,6,7-tetrahydro-3,6-dimethyl- α -methylene-6-ethenyl-5-benzofuranacetic acid methyl ester
8- β -amyrin 9-2,5-bis(1-methyl-1-silacyclobutyl)-*p*-xylene

图 2 北苍术药材对照图谱

Fig. 2 Reference map of *Atractylodis Rhizoma*

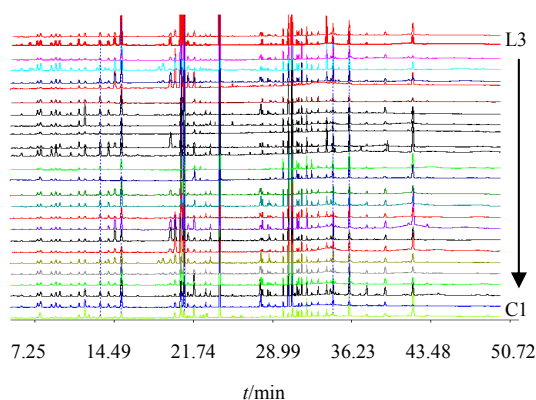


图 3 25 批北苍术药材指纹图谱

Fig. 3 Fingerprint of 25 batches of *Atractylodis Rhizoma*

经承德与其他市场采购的 25 批北苍术药材色谱图比较后,从成分中选定了相对量较高的 9 个色谱峰作为特征峰。特征峰中的 3、4、5 号峰经与对照品对照,确定 3 号峰为 β -桉叶醇,4 号峰为苍术酮,5 号峰为苍术素,其余 1、2、6、7、8、9 号峰是由 GC-MS 联用技术结合 NIST11 谱库匹配被指认出,1 号峰为石竹烯,2 号峰为 γ -榄香烯,6 号峰为 1,2,3,4,5,6,7,8-八氢-9,10-二甲基蒽,7 号峰为 7,4,5,6,7-四氢-3,6-二甲基- α -亚甲基-6-乙基-5-苯并呋喃乙酸甲酯,8 号峰为 β -香树脂醇,9 号峰为 2,5-双(1-甲基-1-硅环丁基)-对-二甲苯。

2.2.8 北苍术药材 GC 特征图谱相似度分析 根据“2.1.7”项下生成的特征图谱,所得各批次样品的相似度见表 4。从表 4 的北苍术药材相似度可以看出,承德地区第 3、7、9、11 号样品相似度最高,大于 0.95;内蒙古第 1 号和承德第 1、4、10、14~17 号样品相似度次之,在 0.90 以上;内蒙古第 2 号和承德第 2、5、6、8、12、13 号样品相似度在 0.80 以上;吉林、黑龙江、辽宁样品相似度在 0.75 以上;山西样品的相似度最低 0.68。

表 4 北苍术药材相似度

Table 4 Similarity of *Atractylodis Rhizoma*

编号	相似度	编号	相似度	编号	相似度	编号	相似度
C1	0.914	C8	0.894	C15	0.947	H1	0.774
C2	0.896	C9	0.954	C16	0.903	L1	0.763
C3	0.977	C10	0.934	C17	0.945	L2	0.776
C4	0.921	C11	0.958	N1	0.907	L3	0.796
C5	0.826	C12	0.844	N2	0.839		
C6	0.821	C13	0.824	S1	0.683		
C7	0.953	C14	0.900	J1	0.768		

3 讨论

3.1 提取方法考察

(1) 提取溶剂:考察了甲醇、三氯甲烷、正己烷和醋酸乙酯,以成分个数和质量分数为依据,结果表明正己烷提取成分多,相对量高于甲醇、三氯甲烷和醋酸乙酯;(2) 提取方法:对加热回流、提取挥发油和超声 3 种不同提取方式进行了比较,结果显示超声提取的结果最佳;(3) 提取溶剂用量:考察提取溶剂用量(10、15、20、25 mL),经比较得出,15 mL 的提取量高于 10 mL 的提取量,而 15 mL 的提取量与 20、25 mL 的提取量无明显差别;因此,以 15 mL 正己烷超声提取。(4) 超声时间:考察了超声时间 20、30、45、60 min,结果表明超

声时间 30 min 的提取量略高于 20 min 的提取量,而 30 min 的提取量与 45、60 min 的提取量相当,因此确定提取的超声时间为 30 min。(5) 超声温度:考察了超声不同温度段水温(12~15、18~24、27~30 $^{\circ}\text{C}$),经比较得出,18~24 $^{\circ}\text{C}$ 的提取量略高于其余 2 个温度段的提取量,并且该温度段温度易控制,确定超声提取温度为 18~24 $^{\circ}\text{C}$ 。

3.2 色谱条件的选择

选用 GC 测定是在苍术文献报道^[4-9]的基础上,经多次重复验证和筛选对比以及北苍术自身所含化学成分的性质(挥发性、不稳定、避光)等综合考虑而确定的。所用 GC 色谱条件也是在文献报道^[10-12]的基础上经过多次筛选、优化而确定的。其中,比较了不同的程序升温、载气流量、柱温、分流比及不同极性色谱柱等的影响,结果表明,本实验所建立的色谱条件出峰个数较多,且各峰间的分离度较好。

3.3 不同实验室与仪器的考察

对所建立的色谱条件在不同实验室和不同仪器(Agilent7890A、Agilent6890N、岛津 2010)上做了考察,结果表明在不同实验室和不同仪器上所测样品量和整体色谱图无明显差异。

3.4 定量测定与特征图谱结果分析

由承德与其他市场采购的 25 批北苍术药材 3 个主要成分测定结果,对 6 个不同产地 3 种成分量总体分析,承德地区 β -桉叶醇、苍术酮、苍术素 3 种成分量要高于其他产地,其中苍术素量尤为显著,平均值在其他 5 个产地苍术素量以上;通过方法学研究 with 样品测定结果表明,本实验建立的北苍术药材特征图谱方法可行,其中各样品间特征峰相对保留时间具有较好的重现性(RSD 值:0.01%~0.05%);通过承德与其他市场采购的 25 批北苍术药材特征图谱相似度比较,承德地区 17 批样品平均相似度在 0.90 以上,高于其他市场采购的北苍术样品。综上,承德地区北苍术药材质量优于其他 5 个产地。

北苍术药材测定和 GC 特征图谱测定方法简便,精密度高,结果准确可靠,能为北苍术药材的规范化、规模化种植提供依据。另外,本实验收集的山西、辽宁、吉林、黑龙江、内蒙古的北苍术样品来源于市场采购、药材批次有限,还有待产地深挖更多批次的样品验证。

参考文献

[1] 中国药典 [S]. 一部. 2010.

- [2] 李云霞, 李沈明, 商春丽. 承德发展苍术种植的可行性分析 [J]. 中草药, 2013, 44(9): 1215-1218.
- [3] 王 迪, 夏永刚, 杨炳友, 等. 大兴安岭产苍术 HPLC 指纹图谱研究 [J]. 中医药学报, 2013, 41(3): 14-16.
- [4] 陈 佳, 谢小霞, 刘合刚, 等. 几个道地产区茅苍术指纹图谱及苍术素含量测定研究 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(10): 125-127.
- [5] 葛晓郡, 张亚中, 黄丽丹, 等. 苍术药材 HPLC 特征指纹图谱研究 [J]. 山西中医学院学报, 2011, 12(5): 19-22.
- [6] 姚 佳, 刘玉强, 才 谦, 等. GC 法测定不同来源苍术饮片中茅术醇和 β -桉叶醇的含量 [J]. 中国药房, 2014, 25(3): 246-248.
- [7] 张贝贝, 方 婧, 许海玉, 等. HPLC 测定道地产地和主产地茅苍术中 β -桉叶醇及其他成分的含量 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(8): 116-118.
- [8] 刘佳鑫, 李古月, 才 谦, 等. 苍术麸炒后增量成分研究 [J]. 中国医药导报, 2014, 11(5): 105-108.
- [9] 张 铮. 不同产地苍术中茅术醇含量测定 [J]. 中国药事, 2011, 25(10): 1033-1034.
- [10] 张金龙, 秦昆明, 徐自升, 等. 南北苍术炮制前后特征图谱及苍术素含量研究 [J]. 科学技术与工程, 2011, 11(20): 4843-4847.
- [11] 冯维希, 谷 巍, 孔令婕, 等. 不同产地茅苍术 HPLC 指纹图谱研究 [J]. 南京中医药大学学报, 2010, 26(6): 434-435.
- [12] 付梅红, 方 婧, 王祝举, 等. 气相色谱法测定苍术中茅苍术醇含量的方法学研究 [J]. 时珍国医国药, 2008, 19(4): 994-995.