

新疆乌头属植物高效薄层色谱指纹图谱研究

赵翡翠¹, 李杰², 刘淑敏², 聂继红^{1*} (1. 新疆医科大学附属中医医院, 乌鲁木齐 830000; 2. 新疆医科大学中医学院, 乌鲁木齐 830011)

摘要:目的 建立新疆乌头属植物薄层色谱指纹图谱, 并进行分析, 评价其相似程度及亲缘性。方法 采用高效硅胶 G 薄层板, 以正己烷-乙酸乙酯-甲醇(6.4:3.6:1)为展开剂, 以稀碘化铋钾溶液显色, 获得其显色后的薄层指纹图谱, 经 ChemPattern 化学指纹图谱分析系统解决方案软件生成共有模式, 进行相似度分析、聚类分析和主成分分析。结果 筛选和优化薄层色谱条件, 斑点清晰, 分离度好; 建立了新疆乌头属植物薄层色谱指纹图谱共有模式, 由 6 个特征峰组成。相似度分析结果表明, 新疆乌头属植物不同种之间化学成分有一定差异, 大致可分为 3 类。其中白喉乌头、空茎乌头与草乌、川乌相似度较高。结论 建立的薄层色谱指纹图谱, 为新疆乌头属药用植物指纹图谱的研究奠定了方法学基础, 白喉乌头是与已有国家法定药材标准的川乌、草乌相似度较高、具有潜在药用价值的品种, 值得进一步深入研究。

关键词:新疆乌头属植物; 薄层色谱指纹图谱; 相似度分析; 聚类分析; 主成分分析

doi:10.11669/cpj.2013.07.006 **中图分类号:**R284 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-2494(2013)07-0512-06

HPTLC Fingerprint Analysis of *Aconitum* Herbals in Xinjiang

ZHAO Fei-cui¹, LI Jie², LIU Shu-min², NIE Ji-hong^{1*} (1. *Affiliated Traditional Chinese Medical Hospital, Xinjiang Medical University, Urumqi 830000, China*; 2. *Institute of Traditional Chinese Medical, Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, China*)

ABSTRACT; OBJECTIVE To establish the HPTLC fingerprint of *Aconitum* plants in Xinjiang and to carry out similarity comparison, cluster analysis and principal component analysis. **METHODS** Using high performance thin layer silica gel G plate, *n*-hexane-ethyl acetate-methanol(6.4:3.6:1) as developer, diluted bismuth potassium iodide solution as colour-developing agent, of the HPTLC fingerprints were obtained. The common pattern was explored by chemical fingerprint analysis system software. Similarity analysis, cluster analysis and principal component analysis were carried out. **RESULTS** The conditions for thin layer chromatography were optimized, the spots were clear, and the separation was good; similarity analysis showed that Xinjiang *Aconitum* had some differences in chemical composition between different plant species, which can be broadly divided into three categories. *Aconitum leucostomum* Worosch. and *Aconitum apetalum* (Huth) B. Fedtsch. had high similarity with *Aconitum carmichaelii* Debx. and *Aconitum kusnezoffii* Reichb. **CONCLUSION** The established thin-layer chromatographic fingerprints have laid the methodological foundation for the study of the fingerprint of Xinjiang *Aconitum* plants. *Aconitum leucostomum* Worosch., which is a widely distributed and abundantly reserved *Aconitum* species in Xinjiang, has potential medicinal value and similarity with *Aconitum carmichaelii* Debx. and *Aconitum kusnezoffii* Reichb. Which have national quality standard, and is worthy of further studies.

KEY WORDS: Xinjiang *Aconitum*; TLC fingerprint; similarity analysis; cluster analysis; principle component analysis (PCA)

乌头属植物多具有逐风寒湿邪、温经止痛, 回阳救逆, 补火助阳之功效^[1], 主治关节疼痛、心腹冷痛、寒湿痹痛、亡阳虚脱、肢冷脉微、阴寒水肿、阳虚外感等症^[2-4]。乌头属植物的主要有效成分和毒性成分是生物碱, 多具有显著的生理活性, 至今已从 30 余种乌头属植物中分离出已定结构的生物碱有 90 多个, 其中主要为 C₁₉ 的二萜类双酯型生物碱, 如乌头碱 (aconitine)、中乌头碱 (新乌头碱, mesaconitine)、次乌头碱 (下乌头碱, hyaconitine)、去氧乌头碱 (deoxyaconitine) 等。目前, 乌头属植物已广泛应

用于各类疾病的临床治疗中, 收到了较好的治疗效果, 具有较高的药用价值和开发前景^[5]。

新疆位于我国西北高寒地域, 降雨稀少, 干旱高寒, 生态环境恶劣。这种自然环境, 使风湿类疾病成为新疆地区多发病, 且缠绵难愈, 危害性大, 往往给患者带来莫大的痛苦。尤其是风湿性关节炎、类风湿性关节炎、强直性脊柱炎等疾病严重影响患者生活质量。据文献记载, 新疆产乌头属植物有 10 种 5 变种, 其根大多具有镇痛、镇痉、祛风湿和解热等功效, 在治疗风湿类疾病方面, 有其独特的优势^[6-7]。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(81060328)

作者简介:赵翡翠, 女, 硕士, 副主任中药师 研究方向: 中药资源及质量标准 * **通讯作者:**聂继红, 女, 教授 研究方向: 中药新药及资源研究 Tel/Fax: (0991)5810646 E-mail: xjnjh411@163.com

近年来,新疆伊犁河谷气候变化异常,降水偏少,干旱加剧,草场产草量下降,加之牲畜过度啃食,可食用草很难长高,一些毒害草却出现疯长的状况,而这种毒害草就是在新疆北疆地区比较常见的乌头属植物白喉乌头和准噶尔乌头。上述毒害草均为乌头属植物,已严重影响草场质量,致使有些草场无法继续放牧。因此,如何充分利用乌头属植物的药用价值,变毒为宝,是减轻毒害草危害的重要途径之一。

但是,近几年针对新疆乌头属植物与《中国药典》收录的川乌、草乌化学成分的亲缘关系未见报道,因此,本实验采用薄层指纹图谱方法,评价新疆乌头属不同种植物间以及与《中国药典》收录川乌、草乌类药材的亲缘关系,在新疆乌头属植物中初步筛查出与《中国药典》收录川乌、草乌类药材的亲缘关系近,具有潜在药用价值的品种,为新疆乌头属植物资源合理开发利用提供理论依据。

1 材料与仪器

1.1 材料

本实验于2010年7月至2011年7月分别前往新疆疆地区(奇台、木垒、巴里坤、伊吾、哈密、鄯善、吐鲁番)、伊犁地区(尼勒克、新源、特克斯、昭苏、巩留)、乌鲁木齐南山、达坂城等14个地县实地调查,采集标本,并经新疆医科大学附属中医医院药研室李永和主任中药师鉴定为白喉乌头、准噶尔乌头、林地乌头、伊犁乌头、空茎乌头5种,具体分别为:1号:空茎乌头[*Aconitum apetalum* (Huth) B. Fedtsch.],伊犁特克斯县,经度81.75°,纬度42.87°,海拔2037 m,采集时间2010年7月;2号:伊犁乌头[*Aconitum talassium* var. *villosuum* W. T. Wang],哈密地区巴里坤县,经度93.66°,纬度43.32°,海拔2009 m,采集时间2010年6月;3号:伊犁乌头[*Aconitum talassium* var. *villosuum* W. T. Wang],塔城地区托里县,经度83.28°,纬度45.12°,海拔1985 m,采集时间2010年8月;4号:林地乌头[*Aconitum nemorum* M. Pop],乌鲁木齐南山西白杨沟,经度87.08°,纬度43.28°,海拔1850 m,采集时间2010年9月;5号:准噶尔乌头[*Aconitum soongaricum* Stapf.],伊犁地区尼勒克,经度84.00°,纬度43.70°,海拔1943 m,采集时间2010年6月;6号:准噶尔乌头[*Aconitum soongaricum* Stapf.],伊犁地区新源,经度83.90°,纬度43.20°,海拔1967 m;7号,采集时间2011年7月:准噶尔乌头[*Aconitum soongaricum* Stapf.],伊犁地区巩留,

经度81.95°,纬度42.80°,海拔1892 m,采集时间2011年6月;8号:白喉乌头[*Aconitum leucostomum* Worosch.],伊犁地区尼勒克,经度83.03°,纬度43.70°,海拔1962 m,采集时间2010年7月;9号:白喉乌头[*Aconitum leucostomum* Worosch.],伊犁地区新源,经度83.90°,纬度43.20°,海拔1967 m,采集时间2011年7月;10号:川乌[*Aconitum carmichaelii* Debx.],购置于新疆奇康哈博维药有限公司(批号:20100320,产地:四川);11号:草乌[*Aconitum kusnezoffii* Reichb.],购置于新疆奇康哈博维药有限公司(批号:20100602,产地:四川)。均经新疆医科大学附属中医医院中药药理学实验室李永和主任中药师鉴定分别为毛茛科植物乌头(*Aconitum carmichaeli* Debx.)、北乌头(*Aconitum kusnezoffii* Reichb.)的干燥母根。

1.2 仪器与试剂

电子天平(BS600+,上海友声衡器有限公司);高效薄层色谱仪(Camag Linomat 5点样仪,Camag TLC Scanner 3薄层色谱扫描仪,Camag Reprostar 3薄层色谱摄影仪,Camag TLC Plate Heater III薄层板加热器,瑞士CAMAG);超声波清洗仪(200 W,40 kHz,昆山市超声仪器有限公司);高效薄层硅胶GF₂₅₄板(20 cm×20 cm;厚度:0.20~0.25 mm,青岛海洋化工厂);高效薄层硅胶GF₂₅₄板(20 cm×20 cm;厚度:0.20~0.25 mm,德国Merck公司);ChemPattern 2.0化学指纹图谱分析系统解决方案软件[科迈恩(北京)科技有限公司,软件开发者田润涛]。

对照品:乌头碱(批号:110720-200410)、新乌头碱(批号:110799-200404)和次乌头碱(批号:110798-200404)均购于中国药品生物制品检定所;准噶尔乌头碱(北京伊普瑞斯科技有限公司,批号S5201);一枝蒿庚素(深圳美荷生物科技有限公司,批号E-0265)、草乌甲素(国家标准物质网,批号A0403)。

试剂:甲醇、正己烷、乙酸乙酯、二氯甲烷、三氯甲烷、氨水、乙醚、异丙醇、乙酸乙酯、冰醋酸、醋酸铵、三乙胺、四氢呋喃均为分析纯;稀碘化铋钾溶液的配制方法:取碱式硝酸铋0.85 g,加冰醋酸10 mL与水40 mL溶解后,即得。临用前取5 mL,加碘化钾溶液(4→10)5 mL,再加入冰醋酸20 mL,用水稀释至100 mL,即得。

2 方法

2.1 对照品溶液制备

取对照品乌头碱、次乌头碱和新乌头碱适量,加

异内醇-二氯甲烷(1:1)溶解并制成每1 mL含1 mg的溶液,作为对照品溶液。

2.2 供试品溶液制备

取样品约500 mg,精密称定,置具塞锥形瓶中,加氨水适量,使药材湿润,精密加入乙醚20 mL,超声处理(功率200 W,频率40 kHz;水温在25 ℃以下)30 min,放冷,再称定重量,用乙醚补足减失的重量,放置过夜,滤过,并用30 mL乙醚分5次洗涤药渣,合并滤液,置40 ℃水浴挥干,残渣用2 mL二氯甲烷溶解,摇匀,取续滤液,即得。

2.3 薄层色谱条件的优化

2.3.1 展开剂的考察 本实验依据文献[8],按照展开剂的极性、比例不同,考查了以下6种展开系统:(1)乙醚-三氯甲烷-甲醇体积分数为1:2:1;(2)三氯甲烷-甲醇-水体积分数为80:20:2;(3)三氯甲烷-乙酸乙酯-氨水体积分数为15:20:1;(4)石油醚-乙醚体积分数为1:10;(5)石油醚-乙酸乙酯-二乙胺体积分数为14:4:1;(6)正丁醇-乙酸乙酯-甲醇体积分数为6.4:3.6:1;结果只有展开剂3、展开剂6这2种展开剂,展开后,斑点比较清晰,分离效果较好,故本实验选此2种作为本实验的展开剂。

2.3.2 展距的考察 按照2010年版《中国药典》规定,高效薄层板展开距离为5~8 cm,但在预实验时发现,此范围无法清晰分辨样本的各斑点,故本实验对于同一厂家的不同规格的薄层板考察了展距:分别选取展距为8、10、12、15、16 cm,照“2.3.1”项下确定的展开剂(3)、展开剂(6)对样品和对照品展开,结果样品仅在展距为15、16 cm时,充分展开,故确定展距为15 cm。

2.3.3 氨蒸气饱和时间的考察 由于乌头属植物的主要活性成分是生物碱,故有必要考察氨蒸气饱和时间对其色谱行为的影响。本实验分别选取不同的氨蒸气饱和时间(0、5、10、15、20、30 min)以展开剂(3)、展开剂(6)分别展开,结果表明,氨蒸气饱和时间以15~20 min为宜。展开剂(3)对氨蒸气的饱和时间较敏感,即使饱和时间在15 min至20 min之间,样品的色谱行为为差异也较大;而以展开剂(6)展开,氨蒸气饱和时间对样品色谱行为的影响则较小,且饱和时间在15~20 min内样品斑点清晰、分离效果较好。故本实验最终选用展开剂(6),即正丁醇-乙酸乙酯-甲醇体积分数为6.4:3.6:1。

2.3.4 温湿度的考察 温度和湿度也是影响样品色谱行为的重要因素。本实验在新疆医科大学附属医院中医医院中药药理学实验室、自治区药品食品检验所

中药室、新疆医科大学分析测试中心的不同温度、不同湿度条件下测试,表明温度在18~28 ℃,相对湿度在45%~65%时,其色谱行为相对稳定。

2.3.5 点样量的考察 取“2.2”项下的样品溶液,以不同点样量(5、15、30 μL)点样,结果表明,当点样量增至30 μL时,样品分离度下降且拖尾现象严重,而用5和10 μL点样时斑点不清晰;15、20、25 μL点样时,其显色效果差异不大。故点样量确定为15 μL。

2.3.6 显色方式的考察 由于乌头属植物多含有生物碱,本实验分别采用置紫外灯下显色、氨蒸气饱和后以碘蒸气熏显色、稀碘化铋钾溶液的显色方式,结果以稀碘化铋钾溶液显色后薄层板整体色泽较均匀,斑点较晰;另外又分别采用喷射法和浸渍法,以稀碘化铋钾溶液为显色剂对薄层板进行显色,结果浸渍法显色时斑点清晰、均匀,故采用稀碘化铋钾溶液浸渍法显色。

2.4 对照品的选择

本实验选择药典收载草乌、川乌、附子等药材的主要检测指标乌头碱(aconitine)、中乌头碱(新乌头碱,mesaconitine)、次乌头碱(下乌头碱,hyaconitine)作为对照品。同时,选取文献[9-10]中报道的乌头属植物可能含有的准噶尔乌头碱、一枝蒿庚素和草乌甲素作为对照品。结果表明,新疆乌头属植物样品与乌头碱、新乌头碱、次乌头碱3种对照品在相同位置有相同的斑点,在准噶尔乌头碱、一枝蒿庚素、草乌甲素对照品的相同位置未见斑点。故本实验暂定乌头碱、新乌头碱、次乌头碱3种双酯型生物碱作为对照品。

2.5 方法学考察

2.5.1 精密度实验 取白喉乌头(尼勒克)样品,按“2.1”项下方法制备供试品溶液,在同一薄层板上重复点样5次,点样量15 μL,进行板内精密度实验,RSD为2.7%,表明精密度符合要求。

2.5.2 重复性实验 取白喉乌头(尼勒克)样品,按“2.1”项下方法制备供试品溶液5份,分别点样15 μL,进行重复性实验。结果RSD为3.5%,表明重复性好。

2.5.3 稳定性实验 取白喉乌头(尼勒克)样品,按“2.1”项下方法制备供试品溶液,精密吸取供试品溶液15 μL,点于同一薄层板上,按“2.3.1”项下优选的薄层色谱条件展开、显色,在不同时间(0,1,2,3,4 h)扫描测定,结果表明,斑点峰面积在4 h内基本稳定。

2.6 薄层色谱条件

最终确定薄层色谱条件为:采用自动点样仪,将对照品及供试液适量(混合对照品和样品各 15 μL)条带点样于高效硅胶 G 薄层板(20 cm \times 20 cm),条带长 5 mm,间距 10 mm,点样速度为 10 $\mu\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$ 。展开剂:正己烷-乙酸乙酯-甲醇体积分数为 6.4:3.6:1,氨蒸气饱和 20 min 后展开,点样量:15 μL 。用稀碘化铋钾溶液采用浸渍法显色,浸渍完全后置薄层板加热器 60 $^{\circ}\text{C}$ 烘干,显色后(立即加盖玻璃板密封)在可见光下检视并拍照,用薄层扫描仪(双波长扫描,扫描波长分别为 366,545 nm)扫描。

3 结果

3.1 薄层色谱图的直观比较

取新疆乌头属药用植物样品,按“2.6”方法获得新疆乌头属植物薄层色谱图,见图 1A 和三维轮廓图,见图 1B。由图 1B 可见,新疆乌头属植物各样本和 1、2 号(草乌、川乌)样本在与乌头碱对照品相应的位置上有相同颜色的斑点。空茎乌头、白喉乌头在乌头碱、新乌头碱、次乌头碱对照品相应的位置上有相同颜色的斑点。

3.2 薄层色谱共有指纹峰的标定及共有模式建立

将获得的薄层色谱图导入 ChemPattern 化学指纹图谱分析系统解决方案软件,生成灰度扫描图并积分,采用中位数法以峰高从样本数据中确定特征峰,用均数法计算特征值,共指认 6 个特征色谱峰,平均相对位移为 0.11,0.18,0.34,0.53,0.73,0.91,构成了新疆乌头属植物的薄层色谱指纹图谱共有模

式,比照 4 号样本(混合对照品)可以得出,3 号峰为新乌头碱,4 号峰为乌头碱,6 号峰为次乌头碱。结果见图 2。

3.3 薄层色谱指纹图谱的相似度分析^[11-14]

3.3.1 相似度分析 将各个样本的薄层指纹图谱数据与新疆乌头属植物薄层色谱指纹图谱共有模式相比,计算夹角余弦相似度,1、2、10、11、12 号样本和共有模式的夹角余弦均高于 0.90,有较高的相似度,而 4、5、6、7 号样本则与共有模式相似度一般;其余样本则与共有模式相似度低。同时,新疆乌头属植物不同种与共有模式之间的相似度有一定的差异,其中 10、11、12 号样本和 1、2 号样本与共有模式相似度较高。说明白喉乌头、空茎乌头、草乌、川乌之间可能有较近的亲缘性。结果见图 3。

3.3.2 聚类分析 利用指纹图谱解决方案软件中的相似度分析功能,对所有样经本标准化后的数据进行聚类分析,结果见图 4,样本共聚为 3 大类,第 I 类包括序号为 9、8、3 号样本共 3 个样本,其中 8、9 号样本和 3 号样本又分别聚为 2 小类,这也验证其为不同的种;第 II 类包括序号为 6、7、5、4 号样本共 4 个样本,这 4 个样本聚为一类的原因可能是这 3 种不同产地的准噶尔乌头可能均含有双酯型生物碱;第 III 类包括 10、11、12、2、1 号共 5 个样本,与新疆乌头属植物共有模式 S 被归为一类,从图 4 中直观观察到第 III 类又分为 10 号与 11、12 号以及 1、2 号样本 3 个小类。这可能是因为他们 3 个不同的种。可见,新疆乌头属植物共有模式的相似度分

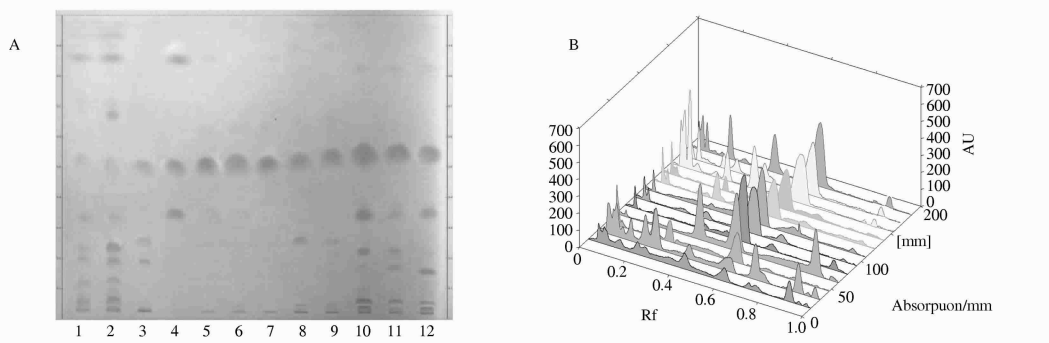


图 1 新疆乌头属植物薄层色谱图(稀碘化铋钾溶液显色)

A - 薄层色谱图;B - 色谱三维图;1 - 草乌;2 - 川乌;3 - 林地乌头(特克斯);4 - 对照品(以 Rf 值从低到高依次为:新乌头碱;乌头碱;次乌头碱);5 - 准噶尔乌头(新源);6 - 准噶尔乌头(巩留);7 - 准噶尔乌头(尼勒克);8 - 伊犁乌头(塔城);9 - 伊犁乌头(巴里坤);10 - 空茎乌头(特克斯);11 - 白喉乌头(尼勒克);12 - 白喉乌头(新源)

Fig. 1 TLC Chromatograms of Xinjiang Aconitum Herbs

A - TLC chromatograms; B - 3D chromatograms; 1 - *Aconitum kusnezoffii* Reichb.; 2 - *Aconitum carmichaeli*; 3 - *Aconitum nemorum* M. Pop (Tex); 4 - reference substance (according on Rf from low to high in turn: mesaconitine, aconitine, hypaconitine); 5 - *Aconitum soongaricum* Stapf. (Xinyuan); 6 - *Aconitum soongaricum* Stapf. (Gonglu); 7 - *Aconitum soongaricum* Stapf. (Nileke); 8 - *Aconitum talassium* var. *villosum* W. T. Wang (Tacheng); 9 - *Aconitum talassium* var. *villosum* W. T. Wang (Barkol); 10 - *Aconitum apetalum* (Huth) B. Fedtsch. (Tex); 11 - *Aconitum leucostomum* Worosch. (Nileke); 12 - *Aconitum leucostomum* Worosch. (Xinyuan)

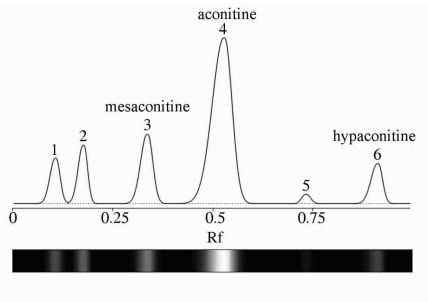


图2 新疆乌头属植物薄层色谱指纹图谱共有模式

Fig. 2 Common pattern of the TLC chromatograms of Xinjiang *Aconitum* Herbs

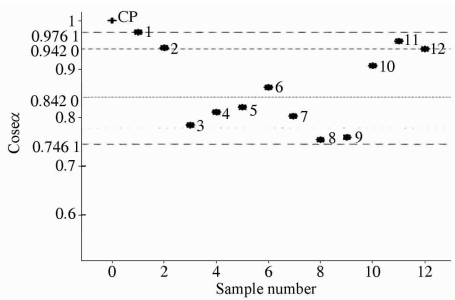


图3 新疆乌头属植物相似度分析图

Fig. 3 Graph of similarity analysis of Xinjiang *Aconitum* Herbs

析和聚类分析对于新疆乌头属植物的种属鉴定提供一定的参考依据。

3.3.3 主成分分析 利用指纹图谱解决方案软件中的相似度分析功能,对所有样本经标准化后的数据进行主成分分析,结果见表1。结果表明,第1列中1、2、3、4、5、6号色谱峰所指的6个化合物,是说明这6个化合物在pc1中占主要地位,并且呈负相关关系。而在第2列中,3、4、6号色谱峰所指的3个化合物呈负相关关系,而且3、4、6号色谱峰正是新乌头碱、乌头碱、次乌头碱这三个对照品的峰,可作为种属的鉴别依据。

分析新疆乌头属植物的主成分分析投影图,见图5,可以直观地观察到样本基本聚为3大类。其中第I类与第II、III类相对独立,说明其主成分可能差异较大;而第II类与第III类则有交叉的地方,说明这2类主成分可能具有较近的亲缘关系。

4 讨论

本实验通过新疆乌头属植物的薄层指纹图谱可以直观反映新疆乌头属植物各样品间的相似性和远近关系,依据样本在性质上的亲疏程度在没有先验知识的情况下进行初步分类。通过与新疆乌头属植

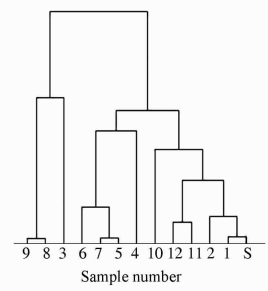


图4 新疆乌头属植物聚类分析图

Fig. 4 Graph of cluster analysis of Xinjiang *Aconitum* Herbs

表1 新疆乌头属植物主成分分析

Tab. 1 Principle component analysis of Xinjiang *Aconitum* Herbs

Peak No.	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
Cumulative variances	0.477 1	0.852 4	0.897 9	0.983 6	0.988 3	1.000 0
1	-0.608 0	0.404 1	-0.391 0	0.552 8	0.076 6	0.052 1
2	-0.344 6	0.514 1	0.673 1	-0.318 9	0.159 8	0.191 6
3	-0.535 3	-0.600 6	0.412 9	0.205 0	-0.321 2	-0.192 5
4	-0.036 7	-0.133 1	-0.102 9	-0.046 4	-0.392 5	0.902 3
5	-0.230 9	0.241 2	-0.318 5	-0.538 5	-0.631 9	-0.312 7
6	-0.412 8	-0.368 5	-0.334 0	-0.508 4	0.558 7	0.107 6

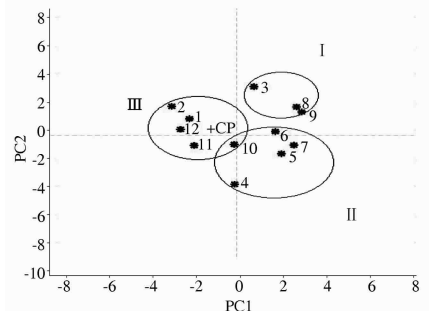


图5 新疆乌头属植物主成分分析投影图

Fig. 5 Graph of principle components analysis of Xinjiang *Aconitum* Herbs

物共有模式的比较,初步验证了新疆乌头属植物的分类归属。相似度分析、聚类分析和主成分分析结果与新疆乌头属植物的种属有一定的关联性,新疆乌头属植物的化学物质有一定程度差异,并且不同种、不同地区的新疆乌头属植物之间化学成分的含量也有一定差异。初步筛选出空茎乌头、白喉乌头、准噶尔乌头与草乌、川乌具有一定的亲缘性,值得进一步深入研究。由于课题时间所限,本实验仅针对新疆伊犁地区、东疆(塔城、哈密)地区、乌鲁木齐周边进行了资源调查,仅发现5种乌头属植物,因而新疆乌头属植物的全面系统研究仍有待于进一步深入探讨。