

4 种山姜属植物的傅里叶变换红外光谱分析

刘 艳¹,司民真^{2*},李家旺²,张川云¹,张德清²,李 伦²,熊 洋² (1. 云南师范大学物理与电子信息学院,云南昆明 650500;
2. 楚雄师范学院光谱应用技术研究所,云南省高校分子光谱重点实验室,云南楚雄 675000)

摘要 利用傅里叶变换红外光谱仪测试了草豆蔻、红豆蔻、云南草蔻、长柄山姜的红外光谱图,分析比较其图谱的差异,再结合原始红外光谱,根据各种化学键和官能团振动所引起的吸收峰形状和强度对山姜属植物所含的化学成分以及药理活性进行分析,由此进一步探讨山姜属植物的功效。结果表明,4 种姜科植物的红外图谱峰形、峰位大体相似,化学物质大体相同,均有挥发油、强心苷、β-谷甾醇、二苯基庚烷、黄酮、鞣质、多糖、氨基酸等;但 1 600~1 400、1 300~1 000 cm⁻¹ 范围的峰形、峰强差异明显,利用此波段的二阶导数进行相关性分析,得出云南草蔻与草豆蔻的相关系数最大、关系最近。
关键词 傅里叶变换红外光谱;山姜属植物;吸光度;光谱差异
中图分类号 S567;O657.33 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)24-049-03

Study of Alpinia by Fourier Transform Infrared Spectroscopy
LIU Yan¹, SI Min-zhen^{2*}, LI Jia-wang² et al (1. School of Physics and Electronic Information, Yunnan Normal University, Kunming, Yunnan 650500; 2. Yunnan Key Laboratory of Universities for Molecular Spectrum, Institute of Spectral Application technology, Chuxiong Normal University, Chuxiong, Yunnan 675000)
Abstract By using the FTIR spectrometer on four species of Alpinia tested, *A. galanga* (L.) Willd, *A. blepharocalyx* K. Schum, *A. katsumadade* Hayata and *A. kwangsiensis* T. I. Wu & Senjen, analyses and compares the differences of infrared spectrum, combined with the original infrared spectroscopy, according to the absorption peak shape and intensity caused by various chemical bonds and functional groups of vibration, to make analysis on the chemical constituents of Alpinia and plants containing pharmacological activity. Four species of Alpinia IR peak shape, peak position similar, chemical substances are substantially the same, volatile oil, cardiac glycosides, β-sitosterol, diarylheptanoids, flavonoids, tannins, polysaccharide, amino acid, etc. But the 1 600-1 400, 1 300-1 000 cm⁻¹ peak shape, peak intensity difference is obvious. Correlation analysis was performed by using second derivative infrared spectra in this range, the results of correlation coefficient is obtained with the biggest is *A. blepharocalyx* K. Schum and *A. katsumadade* Hayata, closest.
Key words FTIR; Alpinia; Absorbance; Spectral difference

山姜属植物(*Alpinia*)是姜科姜亚科姜族的一大属,全世界约有 250 种植物,主要分布于亚热带地区。该属植物具有重要的药用价值,特殊的辛香气味,含有多钟有效成分,有散寒燥湿、消食止痛、暖胃止呕等传统功效,还具有抗癌、抗血栓、降血压血脂血糖、抗氧化等药理活性,临床上常用于脾胃寒证、胃寒呕吐、食积不化等症^[1]。红豆蔻(*A. galanga* (L.) Willd)、云南草蔻(*A. blepharocalyx* K. Schum)、草豆蔻(*A. katsumadade* Hayata)、长柄山姜(*A. kwangsiensis* T. I. Wu & Senjen)是姜科姜亚科山姜属植物,草豆蔻、红豆蔻等已被收录于中国药典。近年来对山姜属植物的研究多集中在药物化学成分、药理活性、单一化合物的提取等,所用到的方法有蒸馏法提取法、气相-质谱联用法(GC-MC)^[2]、高效液相色谱方法(HPLC)^[3]等。与研究药物生物活性的方法相比,傅里叶变换红外光谱法具有操作简单、灵敏度高、用样少、制样简单、重复性好等优点。笔者在此将利用傅里叶红外光谱法对草豆蔻、红豆蔻、云南草蔻、长柄山姜 4 种山姜属植物的红外光谱进行比较分析,为其合理的开发利用提供参考。

1 材料与方法

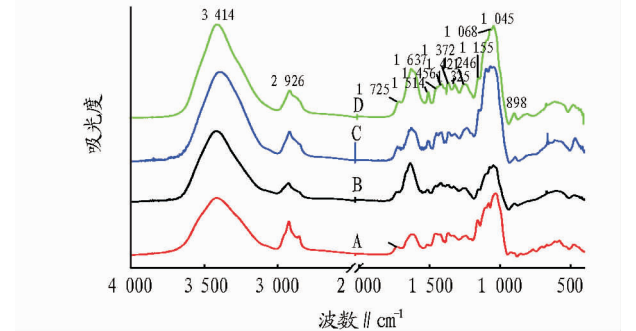
1.1 试验仪器 红外光谱仪为 Thermo Scientific Nicolet™ iS™ 5 spectrometer 傅里叶变换红外光谱仪,扫描范围 4 000~400 cm⁻¹,分辨率 4 cm⁻¹,扫描次数 16 次。

基金项目 国家自然科学基金(13064001,11064001,10864001)。
作者简介 刘艳(1990-),女,云南楚雄人,硕士研究生,研究方向:生物光谱学。*通讯作者,教授,博士,硕士生导师,从事拉曼和红外光谱研究。
收稿日期 2015-06-25

1.2 试材 草豆蔻、红豆蔻、云南草蔻、长柄山姜,采自于西双版纳。
1.3 样品制备、检测及数据处理 样品清洗后晾干,经粉碎后过 100 目筛,取适量进行研磨成粉末,按 1:100 加入溴化钾搅磨均匀,压片测红外光谱。同一种植物测 4 次,用于计算平均光谱。光谱均扣除溴化钾背景,光谱数据用 Omnic8.0 软件处理。

2 结果与分析

2.1 4 种山姜属植物的红外图谱 4 种山姜属植物的原始红外光谱图如图 1 所示,其各吸收峰的峰位及官能团振动方式以及归属如表 1 所示。为了进一步分析它们之间的异同,将 1 600~1 400、1 300~1 000 cm⁻¹ 波段进行二阶导数处理(图 2)。二阶导数谱最大的优势就是将原来重叠的峰区分开来,增加图谱分辨率,将原来重叠的特征峰分为多个吸收

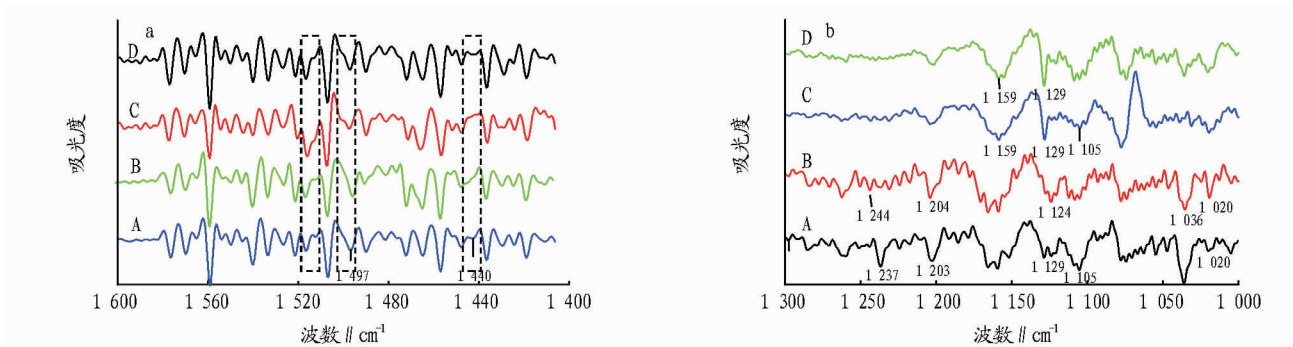


注:图中 A、B、C、D 分别代表云南草蔻、草豆蔻、长柄山姜、红豆蔻。

图 1 4 种植物的原始红外光谱图

表1 山姜属植物主要的吸收峰位置、振动方式及主要归属

波段//cm ⁻¹				基团	振动方式	归属
红豆蔻	草豆蔻	云南草蔻	长柄山姜			
2 926	2 927	2 924	2 925	CH ₂	不对称伸缩	脂类
2 855	2 854	2 854	2 857	CH ₂	对称伸缩	脂类
1 725	1 733	1 734	1 733	C = O	伸缩	鞣质类、黄酮类
1 637	1 636	1 624	1 635	N - H	弯曲	蛋白质的酰胺I带
1 514	1 516	1 508	1 516	C = C	伸缩	蛋白质、苯环骨架振动
1 456	1 457	1 465	1 457	C = C	伸缩	苯环骨架振动
1 421	1 419	1 418	1 420	C - H	弯曲	- CH ₃
1 396	1 397	1 397	1 397	C - H	弯曲	- C(CH ₃) ₂
1 372	1 369	1 367	1 369	C - H	对称变形	- CH ₃
1 326	1 327	1 322	1 327	C - H	弯曲	- CH ₃
1 246	1 253	1 243	1 241	C - O	伸缩	蛋白质
		1 213		C - O	伸缩	蛋白质
1 155	1 152	1 157	1 154	C - O	伸缩	糖
1 103	1 102	1 102	1 103	O - H	变角振动	糖
1 068	1 069	1 080	1 074	C - O	伸缩	糖 ^[4]
1 045	1 045		1 045	C - O	变角振动	糖
		1 029		C - O	伸缩	糖和脂的特征峰



注:a 图中的 A、B、C、D 分别代表长柄山姜、云南草蔻、红豆蔻、草豆蔻;b 图中的 A、B、C、D 分别代表草豆蔻、红豆蔻、云南草蔻、长柄山姜。

图2 在1 600~1 400 cm⁻¹(a)和1 300~1 000 cm⁻¹(b)波段4种植物的二阶导数光谱图

峰,使得图谱差异更为明显。

2.2 4种山姜属植物的红外光谱对比分析

2.2.1 相似性。从图1可以看出,4种药材在3 417、1 636、1 045 cm⁻¹附近有强峰出现,在2 927、1 733、1 516、1 457、1 419、1 397、1 369、1 327、1 253、1 152、1 102、1 069、898 cm⁻¹附近均有吸收峰出现。姜的主要化学成分复杂,有100多种^[5],根据近年来对该属植物化合物的研究,其主要的化学成分为挥发油类、黄酮类和二苯基庚烷类化合物等^[6],以此作为参考,由4种植物的红外光谱结合文献[5-14],对其物质成分及药理活性作如下分析:

(1)在3 000~2 800 cm⁻¹范围内是饱和烷烃的特征谱带,为亚甲基碳氢伸缩振动,是挥发油类特征的表现。4种植物在2 927、2 854 cm⁻¹附近有吸收峰出现,可推测含有挥发油。4种药材在1 733 cm⁻¹附近有C=O的吸收峰,在1 045~1 029 cm⁻¹附近有强度较强、峰形尖锐的吸收峰,均伴有1 102 cm⁻¹附近的肩峰,说明分子中含有大量C-O基团,表明山姜属植物中含有强心苷成分,有加强心肌收缩力的作用。在1 369、1 253 cm⁻¹附近有C-O键伸缩振动所导致的吸收峰,表明其中含有萜类物质,属于含氧衍生物。萜类化合物有溶血作用,能疏通血脉、祛除瘀血,这充分验证了药材已有的抗血栓药理活性。芳香杂环的骨架振动在1 600~1 500 cm⁻¹范围内^[9],四者均出现了1 516 cm⁻¹吸收峰,表明

山姜属植物含有芳香族化合物^[10]。在2 927、2 854、1 733 cm⁻¹附近四者均出现了脂类的红外特征峰,表明其含有脂肪族化合物。挥发油主要是由芳香族化合物、萜类化合物、脂肪族化合物组成的^[8],因此,植物中含有大量的挥发油。挥发油具有抑制血小板聚集、预防血栓形成的作用,能够改善局部血液循环。挥发油中的含氧衍生物大多有较强的香气和生物活性,是医药、化妆品工业的重要原料^[11]。

(2)图1中,4种植物在3 417、1 419、1 397、1 327、1 253、1 045 cm⁻¹附近的吸收峰有官能团羟基苯环的存在^[9]。结合图2可得,1 497、1 298、1 244、1 171、1 037 cm⁻¹附近有吸收峰出现,说明有甲氧基苯环的存在^[6]。898 cm⁻¹附近的吸收峰是苯环上取代基位置引起的。根据二苯基庚烷类化合物的结构式,以庚烷骨架为母核,芳基上的取代基为羟基或甲氧基^[12],因此可以推测这几个峰有可能是二苯基庚烷类化合物的特征峰。这类化合物是山姜属植物中的一大主要成分,药理作用广泛,有抗炎、镇痛、抗肿瘤、抗氧化的生物活性^[13]。二苯基庚烷类化合物的这些特征峰在红外图谱(图1~2)上出峰相对较强,在山姜属植物中的含量较高,这与安宁等研究的结论^[6]相吻合。对比四者图谱上的这些特征峰,红豆蔻相对较强,可以推测红豆蔻中二苯基庚烷类化合物含量最高,但对其药理作用强弱的影响还有待进一步深入研究。

(3)3 417、2 927、2 854、1 636、1 457、1 391、1 369和1 045

cm^{-1} 为 β -谷甾醇的红外指纹特征峰,这是山姜属植物含有的非挥发性物质 β -谷甾醇,具有降低血清胆固醇、抗炎防癌的功效^[12]。4 种植物在 $3\,417\text{ cm}^{-1}$ 附近的 $\text{O}-\text{H}$ 键的伸缩振动强宽峰及 $1\,200\sim 1\,000\text{ cm}^{-1}$ 区的 $\text{C}-\text{O}$ 伸缩振动,说明含有糖类物质。 898 cm^{-1} 附近有多糖成分 β -型糖苷键的吸收峰,因此说明 4 种植物含有多糖成分,且为 β -多糖^[13]。糖类有增强人体免疫的功能,与人类的生活息息相关。结合图 2b,4 种植物在 $1\,300\sim 1\,000\text{ cm}^{-1}$ 的峰位、峰形大不相同; $1\,204$ 、 $1\,159$ 、 $1\,124$ 、 $1\,105$ 、 $1\,075$ 、 $1\,037$ 、 $1\,021\text{ cm}^{-1}$ 附近的吸收峰有很大差异,这应该是多糖的种类和多少不同造成的。

(4) 在 $1\,636$ 、 $1\,516\text{ cm}^{-1}$ 附近的吸收峰,分别是酰胺 I 带、酰胺 II 带的特征峰,相应于 $3\,417\text{ cm}^{-1}$ 附近强宽峰中 $\text{N}=\text{H}$ 和 $\text{O}-\text{H}$ 振动吸收,说明 4 种植物中含有氨基酸。在 $1\,734\sim 1\,725\text{ cm}^{-1}$ 范围内的吸收峰归属为鞣质类、黄酮类等活性成分的 $\text{C}=\text{O}$ 伸缩振动^[9],对应于 $2\,925$ 、 $1\,045\text{ cm}^{-1}$ 附近的吸收峰,说明有鞣质成分,鞣质具有收敛止血的作用^[14]。如图 1,在 $1\,600\sim 1\,400\text{ cm}^{-1}$ 范围内出现多个吸收峰,峰形、峰位大体相似,是由苯环的骨架振动所引起的^[7];如图 2b,二阶导数 $1\,200\sim 1\,000\text{ cm}^{-1}$ 范围内有多个吸收峰,差异较大,它的强峰 $1\,203$ 、 $1\,159$ 、 $1\,129$ 、 $1\,078$ 、 $1\,037\text{ cm}^{-1}$ 所对应的是 $\text{C}-\text{O}$ 单键的伸缩振动, 898 cm^{-1} 附近的吸收峰是苯环上取代基位置引起的。由此可知,药材中含有羟基、羰基、不同位置取代的苯环、碳氧单键等官能团,可以确定含有大量的黄酮类化合物和少量的鞣质类,有抗肿瘤、抗氧化、抗炎镇痛、保肝、降压降脂的药理活性。

以上说明同属不同种植物的化学物质大体相同,4 种植物均具有挥发油、强心苷、 β -谷甾醇、二苯基庚烷、黄酮、鞣质、多糖、氨基酸等。

2.2.2.2 不同点。

2.2.2.2.1 峰位改变明显,出现多峰或缺峰现象。红豆蔻的吸收峰 $1\,725\text{ cm}^{-1}$ 相比其余三者羰基的吸收峰($1\,733\text{ cm}^{-1}$)而言,移了 8 个波数。云南草蔻在 $1\,508\text{ cm}^{-1}$ 附近有吸收峰,其余三者在 $1\,516\text{ cm}^{-1}$ 附近有吸收峰出现,移了 8 个波数。四者在 $1\,327\text{ cm}^{-1}$ 附近均出现了吸收峰,但相对强度明显不同,依次为红豆蔻 > 草豆蔻 > 长柄山姜,而云南草蔻的此峰极其微弱。红豆蔻、草豆蔻在 $1\,253\text{ cm}^{-1}$ 出现吸收峰,云南草蔻和长柄山姜分别出现在 $1\,243$ 、 $1\,241\text{ cm}^{-1}$,分别移了 10、12 个波数。四者对比,云南草蔻多了 $1\,213$ 、 $1\,029\text{ cm}^{-1}$ 附近的吸收峰。

2.2.2.2.2 峰形不同,种间药材的关系有远近,相关系数有差

异。在二阶导数 $1\,600\sim 1\,400$ 、 $1\,200\sim 1\,000\text{ cm}^{-1}$ 波段中,如图 2a 虚线框出的区域中, $1\,517\text{ cm}^{-1}$ 右边、 $1\,497\text{ cm}^{-1}$ 左边,肩峰形状以及有无肩峰不一致,说明所对应的化合物较复杂。同时,云南草蔻、红豆蔻缺 $1\,443\text{ cm}^{-1}$ 附近的峰。对比红外图 2a 和 2b 的峰,其中差异最大的是 $1\,200\sim 1\,000\text{ cm}^{-1}$,这个波段的峰主要来自于糖类的贡献,无论从峰形、峰位还是峰强来看,此波段差别最明显,说明 4 种植物中糖的种类以及相对含量不同。利用此波段进行相关性分析,相关系数越大的关系越近,相关系数越小的关系越远^[15]。从表 2 可看出,云南草蔻与草豆蔻的相关系数为 0.691,红豆蔻与草豆蔻的相关系数为 0.678,长柄山姜与草豆蔻和云南草蔻的相关系数为 0.622,长柄山姜与红豆蔻的相关系数为 0.204,云南草蔻与红豆蔻的相关系数为 0.183;相比之下,云南草蔻与草豆蔻的相关系数最大,关系最近,云南草蔻和红豆蔻的相关系数最小,关系最远。凭借着这些特征的差异性可以初步区分 4 种姜科植物。

表 2 4 种山姜属植物的相关系数

项目	草豆蔻	红豆蔻	云南草蔻	长柄山姜
草豆蔻	1.000	0.678	0.691	0.622
红豆蔻		1.000	0.183	0.204
云南草蔻			1.000	0.622
长柄山姜				1.000

2.2.2.2.3 有些峰强不同,说明它们含有相同的化学成分,但含量不同。由于化合物分子振动容易受到外部环境的影响,因此在 4 种植物中相差 5 cm^{-1} 以内的峰作为同一官能团振动的峰,选取其中一个代表峰来作分析。 $1\,734\sim 1\,725\text{ cm}^{-1}$ 归属为鞣质类、黄酮类等活性成分的 $\text{C}=\text{O}$ 伸缩振动, $1\,029\sim 1\,068\text{ cm}^{-1}$ 处为糖类成分 $\text{C}-\text{O}$ 伸缩振动^[14],用 4 种药材鞣质类、黄酮类特征峰($\text{C}=\text{O}$)与糖类成分特征峰($\text{C}-\text{O}$)的吸光度比值来表示鞣质、黄酮类化合物的相对含量。在红外图谱上,糖类、蛋白质具有明显的红外指纹特征,用吸光度比 A_{1045}/A_{2925} 和 A_{1635}/A_{2925} 分别表示 4 种植物中糖类和蛋白质的相对含量,由表 3 可知,糖类(A_4/A_1)相对含量依次为云南草蔻 > 草豆蔻 = 红豆蔻 > 长柄山姜,蛋白质(A_3/A_1)相对含量依次为草豆蔻 > 红豆蔻 > 云南草蔻 > 长柄山姜,鞣质类、黄酮类(A_2/A_3)相对含量依次为长柄山姜 > 云南草蔻 > 红豆蔻 > 草豆蔻。根据这些不同点,4 种植物的药理活性强弱也可能不同。相对来说,糖类的免疫活性中云南草蔻最强,蛋白质的活性中草豆蔻最强,鞣质、黄酮的收敛止血、保肝、抗氧化等活性中长柄山姜最强。

表 3 4 种山姜属植物代表峰的吸光度及吸光度比值

样品	CH_2 ($2\,925\text{ cm}^{-1}$, A_1)	$\text{C}=\text{O}$ ($1\,734\text{ cm}^{-1}$, A_2)	$\text{N}-\text{H}$ ($1\,635\text{ cm}^{-1}$, A_3)	$\text{C}-\text{O}$ ($1\,045\text{ cm}^{-1}$, A_4)	A_3/A_1	A_4/A_1	A_2/A_3
草豆蔻	0.047	0.005	0.121	0.028	2.574	0.596	0.041
红豆蔻	0.057	0.006	0.091	0.034	1.596	0.596	0.066
云南草蔻	0.144	0.007	0.102	0.132	0.708	0.917	0.069
长柄山姜	0.074	0.008	0.024	0.036	0.324	0.486	0.333

开发和利用提供了理论依据。但还有一些问题未解决,如葛属异黄酮化合物作用的生理底物、调控的分子机制、新药物的设计与开发等,这也是今后研究的方向与重点,为野葛异黄酮化合物的综合开发与利用开辟更广阔的前景。

参考文献

- [1] LI Z B, LI C F, LI J, et al. Molecular cloning and functional characterization of two divergent 4-coumarate:Coenzyme A ligases from kudzu (*Pueraria lobata*) [J]. Biol Pharm Bull, 2014, 37(1): 113–122.
- [2] RASTOGI S, KATARA A, PANDEY M M, et al. Physical Stability and HPLC Analysis of Indian Kudzu (*Pueraria tuberosa* Linn.) Fortified Milk [J]. Evid-Based Compl Alt, 2013, 2013: 368248–368254.
- [3] CHAUHAN N S, SHARMA V, THAKUR M, et al. *Pueraria tuberosa* DC extract improves androgenesis and sexual behavior via FSH LH cascade [J]. The Scientific World Journal, 2014, 2013: 780659–780667.
- [4] 刘启功, 王琳, 陆再英, 等. 葛根素抗心肌缺血及其机理的实验研究 [J]. 临床心血管病杂志, 1998, 14(5): 292–295.
- [5] 袁叶飞, 胡祥宇, 欧贤红. 葛根素磷酸钠与葛根素对大鼠急性心肌梗死的保护作用的比较研究 [J]. 时珍国医国药, 2011, 22(12): 2911–2912.
- [6] 雷碧霞, 侯小虎, 王建平. 野葛的抗脑缺血缺氧作用 [J]. 中国医院药学杂志, 2000, 20(1): 15–16.
- [7] 徐晓虹, 郑筱祥. 葛根素对氧糖剥夺大鼠海马神经细胞 Ca^{2+} 和 NO 的影响 [J]. 中国药理学杂志, 2008, 43(17): 1308–1312.
- [8] LIM D W, LEE C, KIM I H, et al. Anti-inflammatory effects of total isoflavones from *Pueraria lobata* on cerebral ischemia in rats [J]. Molecules, 2013, 18(9): 10404–10412.
- [9] 朱庆磊, 吕欣然, 何爱霞. 葛根素对氧自由基的清除和抗氧化性损伤作用 [J]. 解放军药理学学报, 2001, 17(1): 1–3.
- [10] 杨华, 石冠华, 方从兵, 等. 野葛愈伤组织提取物体外清除自由基活性的研究 [J]. 热带作物学报, 2011, 32(3): 398–402.
- [11] PANDEY N, TRIPATHI Y B. Antioxidant activity of tuberosin isolated from *Pueraria tuberosa* Linn [J]. J Inflamm, 2010, 7: 47.
- [12] 刘东梅, 张岫美, 姜凤兰. 乙酰葛根素对氧糖剥夺诱导海马神经元凋亡的影响 [J]. 中国药理学通报, 2013, 29(7): 981–984.
- [13] 黎荣, 徐灵源, 梁韬, 等. 葛根素对帕金森病大鼠黑质组织 BDNF, TrkB, caspase-3 表达的影响 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(3): 208–211.
- [14] 黎荣, 徐灵源, 梁韬, 等. 葛根素对 6-羟多巴胺致帕金森病模型大鼠黑质组织神经细胞的保护作用 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(2): 247–250.
- [15] 张晓丹, 赵风华, 张秀梅, 等. 葛根素通过线粒体途径诱导肺动脉平滑肌细胞凋亡 [J]. 中国中药杂志, 2011, 36(16): 2255–2258.
- [16] 李恒华, 陈国庆, 张毅, 等. 四乙酰葛根素抗炎作用及机制研究 [J]. 中

国实验方剂学杂志, 2012, 18(13): 177–180.

- [17] PANDEY N, YADAV D, PANDEY V, et al. Anti-inflammatory effect of *Pueraria tuberosa* extracts through improvement in activity of red blood cell anti-oxidant enzymes [J]. Ayu, 2014, 34(3): 297–301.
- [18] 马麟, 赵玉堂. 桂枝加葛根汤抗炎镇痛作用研究 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 7(18): 249–251.
- [19] 黄帧桢, 张培, 杨帆, 等. 葛根素对肾性高血压大鼠 apelin-12, AngII 及 NO 含量与血压的影响 [J]. 中国病理生理杂志, 2011, 27(12): 2323–2327.
- [20] 黄帧桢, 陈莉, 柏松, 等. 葛根素联合氯沙坦对肾性高血压大鼠心肌 MMP-1/TIMP-1 比值的影响 [J]. 中成药, 2014, 36(3): 462–467.
- [21] WU X D, WANG C, ZHANG Z Y, et al. Puerarin attenuates cerebral damage by improving cerebral microcirculation in spontaneously hypertensive rats [J]. Evid-Based Compl Alt, 2014, 2014: 408501–408508.
- [22] BAO L, ZHANG Y, WEI G, et al. Agula B. The anti-atherosclerotic effects of puerarin on induced-atherosclerosis in rabbits [J]. Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub, 2014, 157: 1–7.
- [23] 呼海涛, 张妍, 沈晓君, 等. 葛根通脉饮下调 NF- κ B 表达干预动脉粥样硬化 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(4): 179–182.
- [24] WOO K S, YIP THOMAS W C, CHOOK P, et al. Cardiovascular protective effects of adjunctive alternative medicine (*Salvia miltiorrhiza* and *Pueraria lobata*) in high-risk hypertension [J]. Evid-Based Compl Alt, 2013, 2013: 132912–132920.
- [25] HAN E B, CHANG B Y, KIM D S, et al. Melanogenesis inhibitory effect of aerial part of *Pueraria thunbergiana* in vitro and in vivo [J]. Arch Dermatol Res, 2014, 307(1): 57–72.
- [26] 董贵生. 葛根素联合辛伐他汀治疗冠状动脉粥样硬化性心脏病 65 例疗效观察 [J]. 中国医药指南, 2013, 11(24): 644–645.
- [27] 钟云, 王季平. 葛根汤合剂治疗风寒感冒疗效观察 [J]. 中医药临床杂志, 2014, 26(10): 1036–1038.
- [28] 张隽, 刘媛媛. 葛根素注射液治疗老年冠心病心绞痛疗效观察 [J]. 现代中西医结合杂志, 2015, 24(1): 55–57.
- [29] 杜秀娟, 李旭文. 低剂量葛根素注射液治疗糖尿病并发冠心病心绞痛临床观察 [J]. 临床合理用药杂志, 2014, 34(7): 10–11.
- [30] 王有龙, 李雪, 徐立. 葛根素治疗冠心病心绞痛临床观察 [J]. 大理学院学报, 2014, 13(4): 30–32.
- [31] 满伟, 李文丽, 刘丽. 葛根素注射液穴位注射治疗慢性咽炎疗效观察 [J]. 时珍国医国药, 2007, 18(9): 2324.
- [32] 周进. 葛根素注射液联合贝那普利对 35 例早期糖尿病肾病的影响 [J]. 安徽医药, 2013, 17(9): 1585–1586.
- [33] 王树国. 葛根素治疗 2 型糖尿病肾病 80 例临床研究 [J]. 中国伤残医学, 2011, 19(1): 18–20.
- [34] 李天星, 李新民. 中药葛根的研究进展 [J]. 湖南中医杂志, 2013, 29(8): 151–153.

(上接第 51 页)

3 结论

该研究对 4 种山姜属植物的红外光谱图进行对比, 分析比较其图谱的差异。结果表明, 4 种山姜属植物均有挥发油、二苯基庚烷、 β -谷甾醇、强心苷、糖苷、蛋白质、黄酮类及少量的鞣质等化合物; 不仅图谱峰形、峰位、峰强有所不同, 1 600~1 000 cm^{-1} 范围内的二阶导数差异较为明显, 且有些化合物的相对含量也不同。如云南草蔻的糖类相对含量较多, 草豆蔻的蛋白质较多, 鞣质、黄酮的相对含量四者相当。总结山姜属植物的药理活性, 有抗氧化、抗肿瘤、抗血栓、降血压血脂等, 推测其相关的官能团, 这为进一步加强姜科植物的生物活性研究以及开发与利用提供一个辅助。

参考文献

- [1] 秦华珍, 王晓倩, 柳俊辉, 等. 姜科山姜属中药药理作用的研究进展 [J]. 广西中医药, 2010, 33(5): 1–3.
- [2] 刘磊, 秦华珍, 刘颖, 等. 10 味山姜属植物挥发油成分的气相-质谱联用分析 [J]. 广西植物, 2012, 32(4): 561–566.
- [3] 乔春峰, 韩全斌, 宋景政, 等. HPLC 法分析山姜属植物中的 8 种活性成

分 [J]. 天然产物研究与开发, 2008, 20(3): 422–426.

- [4] 刘海静, 许长华, 李伟明, 等. 基于红外指纹图谱的螺旋藻品质分析和蛋白含量测定 [J]. 光谱学与光谱分析, 2013, 33(4): 977–981.
- [5] 卢传坚, 欧明, 王宁生. 姜的化学成分分析研究概述 [J]. 中药新药与临床药理, 2003, 14(3): 215–217.
- [6] 安宁, 杨世林, 徐丽珍, 等. 山姜属植物中双苯庚烷类化合物研究概况 [J]. 国外医药·植物药分册, 2006, 21(5): 185–189.
- [7] 柏爱春, 杨永安, 司民真. 续断和龟板的红外光谱研究 [J]. 光散射学报, 2010, 22(4): 391–394.
- [8] 刘朝兰, 司民真. 药用植物追风箭的红外光谱分析 [J]. 光散射学报, 2010, 22(1): 72–77.
- [9] 周立新. 现代中药鉴定技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [10] 吴明侠, 王晶娟, 张贵君, 等. 野菊花药材不同炮制品的红外鉴别研究 [J]. 时珍国医国药, 2011, 22(1): 211–212.
- [11] 肖崇厚. 中药化学 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1997: 426.
- [12] KIKUZAKI H. Cyclic diaryl heptanoids from rhizomes of zingiber officinale [J]. Phytochemistry, 1996, 43(1): 273.
- [13] 钱俊红, 许文林. 混合甾醇中 β -谷甾醇和豆甾醇的红外光谱法分析测定 [J]. 光谱学与光谱分析, 2003, 23(4): 692–696.
- [14] 孙仁爽, 金哲雄, 张哲鹏, 等. 牻牛儿苗科 11 种中药材红外光谱鉴定及聚类分析 [J]. 光谱学与光谱分析, 2013, 33(2): 371–375.
- [15] 赵帅群, 刘刚, 欧全宏, 等. 不同品种牡丹花的傅里叶变换红外光谱研究 [J]. 中国激光, 2014, 41(S1): 115002.