

中红外光谱法评价6家企业生产的黄柏、茯苓和熟地黄配方颗粒的质量

阎 姝¹, 夏亚飞¹, 杨 艳¹, 曹丽娟², 李天祥³

1. 天津市南开医院 药学部, 天津 300100

2. 天津盛实百草药业有限公司, 天津 300301

3. 天津中医药大学, 天津 300193

摘要: **目的** 用中红外光谱技术对6家企业生产的黄柏、茯苓及熟地黄3种配方颗粒进行质量考察, 分析了不同企业配方颗粒的一致性。**方法** 以峰位、峰形、相对峰强度或主要标准峰个数等为考察指标, 对不同企业生产的同一品种的配方颗粒与标准药材及自制提取物的谱图进行对比, 分析三者之间的差异(相似度)。**结果** 6家企业的黄柏配方颗粒在1 604、1 507 cm⁻¹处特征峰的相对峰高的变化不同, 其原药材质量可能存在差异; 茯苓配方颗粒因采用辅料种类不一, 中红外光谱图差异明显; 熟地黄配方颗粒因原药材投料比不同, 随着辅料含量的增加, 与熟地黄提取物的相关系数降低。**结论** 中红外光谱具有操作简单、快速、专属性强、不需要对样品进行分离等优点, 尤其是揭示不同企业的同一种配方颗粒因采用原药材的品质、辅料不同等因素所造成质量差异, 因此, 中红外光谱技术为保证配方颗粒的均一性提供了客观的分析手段和数据支撑。

关键词: 中红外光谱法; 黄柏配方颗粒; 茯苓配方颗粒; 熟地黄配方颗粒; 质量分析

中图分类号: R917 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-6376(2018)11-2005-06

DOI: 10.7501/j.issn.1674-6376.2018.11.013

Quality evaluation of *Phellodendron*, *Poria Cocos* and *Rehmannia glutinosa* different formula granules from six enterprises by mid-infrared spectroscopy

YAN Shu¹, XIA Yafei¹, YANG Yan¹, CAO Lijuan², LI Tianxiang³

1. Tianjin Nankai Hospital, Tianjin, 300100, China

2. China Medico Corporation, Tianjin 300301, China

3. Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 300193, China

Abstract: Objective The quality investigation on *Phellodendron*, *Poria Cocos* and *Rehmannia glutinosa* formula granules by mid-infrared spectroscopy, which analyzes different enterprises of formula particles of consistency. **Methods** In the peak position, peak shape, relative peak intensity or the number of the main standard peaks as the investigation index, the spectrogram of formula granules from the six enterprises in the same variety were compared with crude drug and self-made extract, analyzed the differences between the three of them(similarity). **Results** The differences in the relative absorption peak heights at 1 604 cm⁻¹ and 1 507 cm⁻¹ are different, and the quality of the original medicinal materials may be different. The types of accessories of *Poria* formula particles were different, the mid-infrared spectroscopy of them were significantly different. *Rehmannia glutinosa* formula granule because of the different dosing ratio of raw materials, the correlation coefficient for *Rehmannia glutinosa* extract was decreased with the increase in the amount of excipients. **Conclusions** Mid-infrared spectroscopy has the advantages of simple operation, rapidity, high specificity and no separation of samples, especially to revealed the quality difference of the same formula particles from different enterprises was because of the quality of raw materials, processing methods, extraction technology, different accessories and other factors, in order to ensure the consistency and stability of granule, it provides an objective analysis method and data support.

Key words: Mid-infrared spectroscopy; *Phellodendron* formula granules; *Poria Cocos* formula granules; *Rehmannia glutinosa* formula granules; quality analysis

收稿日期: 2018-04-24

基金项目: 天津市科技计划项目(16ZXZYN00060, 15YDLJSY00100)

第一作者: 阎 姝, 女, 主任药师, 研究方向为中药学。Tel: 13389989966 E-mail: 13389989966@126.com

*通信作者: 李天祥, 男, 教授, 研究方向为中药资源开发。Tel: (022)59596292 E-mail: itianxiang612@sina.com

中药配方颗粒是近年来发展的一种新型中药饮片剂型,以中药饮片为原料,采用现代技术煎煮、提取、浓缩、干燥、制粒、包装而成的单味颗粒^[1-4]。相对于传统的中药饮片,中药配方颗粒具有利于提

高临床疗效、便于运输储存、服用方便等特点^[5-6]。当前通过国家GMP认证并被批准的中药配方颗粒试点的生产企业有6家,但不同企业生产的中药配方颗粒的质量标准、生产工艺、产品规格不同,质量差异较大。因此,建立统一的质量标准和生产质量管理规范是目前亟待解决的关键问题^[7-9]。本研究以《天津市中药配方颗粒质量标准(暂行)》(第一册)的50个品种中常用的、最具代表的3个品种茯苓、熟地黄及黄柏为研究对象,基于红外光谱技术,以峰位、峰形和相对峰强度或主要标准峰个数等为考察指标,对6家企业生产的同品种的中药配方颗粒与标准药材、自制提取物的谱图进行分析,揭示三者之间的差异(相似度),探究6家企业配方颗粒质量的一致性、稳定性,为保证中药配方颗粒在临床应用中稳定、安全、有效,提供客观的数据支撑。

1 材料

1.1 仪器与试剂

Spectrum GX FTIR 光谱仪(Perkin-Elmer公司);FA2104电子天平(上海菁海仪器有限公司)。KBr为光谱纯(国药集团化学试剂有限公司);水为纯净水(杭州娃哈哈集团有限公司)。

1.2 标准药材及标准品

盐酸小檗碱(110713-201212)由中国食品药品检定研究院提供。标准药材黄柏 *Phellodendron chinensis* Schneid. (121510 - 201105)、茯苓 *Poria cocos* (Schw.) Wolf (121117 - 201308)、熟地黄 *Rehmannia glutinosa* Libosch. (121196-01105)均购自天津市药品检验研究院。

1.3 中药饮片

中药饮片黄柏(150401)、茯苓(150801)均购自天津市兴达药业有限公司,熟地黄(1508034)购自天津市中药饮片厂有限公司,经天津中医药大学中药学院李天祥教授鉴定为黄柏 *Phellodendron chinensis* Schneid.、茯苓 *Poria cocos* (Schw.) Wolf和熟地黄 *Rehmannia glutinosa* Libosch.,均符合药典要求。

1.4 中药配方颗粒

提供样品的6个配方颗粒生产厂家分别为三九医药股份有限公司(简称企业1,下同)、江阴制药有限公司(企业2)、广东一方制药有限公司(企业3)、四川新绿色药业科技股份有限公司(企业4)、北京

康仁堂药业有限责任公司(企业5)、培力(南宁)药业有限公司(企业6)。

3种配方颗粒均由企业A~F提供,黄柏配方颗粒批号分别为1207001H、1308133、403117L、13120205、130801、A1302107;茯苓配方颗粒批号分别为1308001H、1405164、403264L、13070132、130802、A1302209;熟地黄配方颗粒批号分别为1304001S、1403002、403359L、13090010、15021941、A1300067。

2 方法

2.1 3种药材提取物的制备

2.1.1 黄柏、茯苓提取物的制备 将中药饮片50 g置于煎锅内,加水至超过药物表面3~5 cm,浸泡60 min后开始煎煮,先武火等水沸腾后改为文火,保持微沸状态,第1次煎煮20~25 min后过滤;第2次煎煮可超过药渣表面1~2 cm,煎煮15~20 min过滤,合并2次滤液,浓缩得干浸膏,待用。

2.1.2 熟地黄提取物的制备 将饮片50 g置于煎锅内,加水至超过药物表面3~5 cm,浸泡60 min后开始煎煮,先武火等水沸腾后改为文火,保持微沸状态,第1次煎煮30~35 min后过滤;第2次煎煮可超过药渣表面1~2 cm,煎煮20~25 min过滤,合并2次滤液,浓缩得干浸膏,待用。

2.2 红外光谱检测样品的制备

分别取上述标准药材(为原药材)、药材提取物和不同厂家的配方颗粒适量(1~2 mg),加入约100 mg在120 °C干燥4 h的KBr粉末,在研钵中研磨、混匀,转移到模具中,以约30 MPa的压力,经1~2 min将样品压成透明的薄片^[10]。压片厚度1~2 mm。

2.3 红外光谱测定

将上述样品置于傅里叶变换红外光谱仪(DTGS检测器,光谱分辨率4 cm⁻¹,扫描信号累加32次,扫描时即时去除水和CO₂的干扰)中,测定光谱范围在4 000~400 cm⁻¹的红外光谱图,每个样品重复2次。应用PerkinElmer公司的Spectrum One软件进行分析;二阶导数谱的获得采用Savitzky-Golay方法,滑点数为13点。

2.4 共有峰的确定方法

对于1组吸收峰,若组内吸收峰的最大波数差异显著小于其与相邻组之间的平均波数差,则确定该组峰是1组共有峰。

3 结果

3.1 不同企业黄柏配方颗粒的质量分析

3.1.1 黄柏配方颗粒与黄柏标准药材(HB-Y)、黄柏

提取物(HB-T)的关系在 $1\ 800\sim 1\ 200\ \text{cm}^{-1}$ 区域,不同企业生产的配方颗粒红外光谱图与HB-Y的相关系数在 $0.81\sim 0.89$,与HB-T的相关系数在 $0.92\sim 0.99$;见表1;前者的相关系数值明显低于后者的,可见不同企业配方颗粒的红外光谱图与HB-T的谱图更相近。

表1 不同企业配方颗粒与黄柏标准药材、黄柏提取物相关系数

Table 1 Correlation coefficient of different enterprise of *Phellodendron* formula granules and *Phellodendron* original medicine, *Phellodendron* extract

生产企业	相关系数($1\ 800\sim 1\ 200\ \text{cm}^{-1}$)	
	黄柏标准药材	黄柏提取物
1	0.888 4	0.946 7
2	0.837 5	0.985 4
3	0.816 9	0.987 7
4	0.853 0	0.949 3
5	0.850 0	0.932 7
6	0.839 3	0.925 3

3.1.2 HB-Y与HB-T的光谱特征 HB-Y与盐酸小檗碱的共有峰为 $1\ 508/1\ 505$ 、 $1\ 424/1\ 422$ 、 $1\ 387/1\ 389$ 、 $1\ 365/1\ 363$ 、 $1\ 270/1\ 271\ \text{cm}^{-1}$,共5组;HB-T与盐酸小檗碱的共有峰为 $1\ 602/1\ 598$ 、 $1\ 508/1\ 505$ 、 $1\ 480/1\ 480$ 、 $1\ 422/1\ 422$ 、 $1\ 388/1\ 389$ 、 $1\ 364/1\ 363$ 、 $1\ 271/1\ 271\ \text{cm}^{-1}$,共7组峰,光谱图见图1、2。HB-T的共有峰的峰型、峰位与盐酸小檗碱标准品的谱图更接近,说明HB-T中盐酸小檗碱的含量较丰富。

3.1.3 常用辅料对指标峰的干扰 淀粉的特征峰为 $1\ 154$ 、 $1\ 079$ 、 $1\ 018$ 、 860 、 $766\ \text{cm}^{-1}$ 等;蔗糖的特征峰在 $3\ 600\sim 2\ 800$ 、 $1\ 400\sim 700\ \text{cm}^{-1}$ 两个区域;HB-T的特征峰为 $1\ 602$ 、 $1\ 508$ 、 $1\ 480$ 、 $1\ 422$ 、 $1\ 388$ 、 $1\ 364$ 、 $1\ 271\ \text{cm}^{-1}$;淀粉与HB-T的吸收峰无干扰,但蔗糖的 $1\ 476$ 、 $1\ 388$ 、 $1\ 366\ \text{cm}^{-1}$ 吸收峰,与HB-T的 $1\ 480$ 、 $1\ 422$ 、 $1\ 388$ 、 $1\ 364$ 、 $1\ 271\ \text{cm}^{-1}$ 存在干扰。见图3。最终黄柏配方颗粒的特征峰波数确定为 $1\ 602$ 、 $1\ 508\ \text{cm}^{-1}$ 。

3.1.4 不同厂家黄柏配方颗粒的红外图谱特征峰

6家企业黄柏配方颗粒在两个特征峰处的相对峰高的变化趋势存在差异,表明各配方颗粒中所含的成分含量差异较大,其中最高与最低峰高相差约3倍,说明各企业生产的配方颗粒的质量差异较大、均一性差,可能因为原药材质量不同造成的。见表

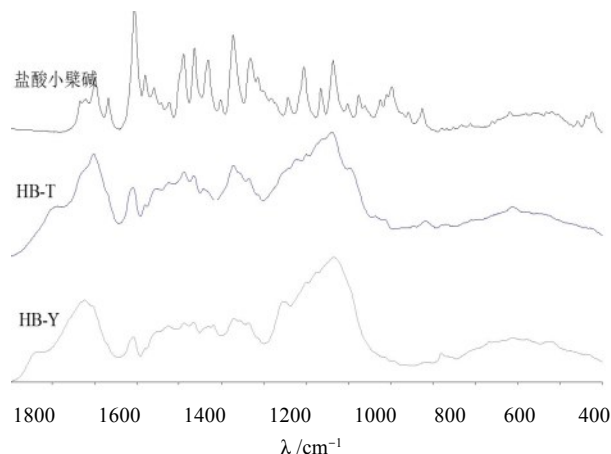


图1 黄柏标准药材、提取物、盐酸小檗碱标准品红外谱图
Fig. 1 IR spectra in *Phellodendron* original medicine, *Phellodendron* extract, berberine hydrochloride standard

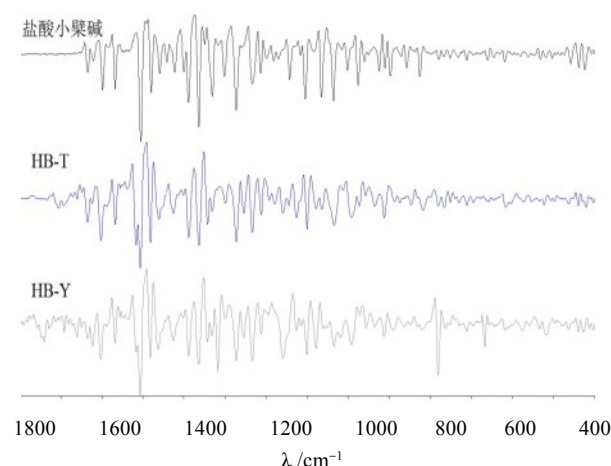


图2 黄柏标准药材、提取物、盐酸小檗碱标准品二阶导数谱
Fig. 2 Second derivative spectra in *Phellodendron* original medicine, *Phellodendron* extract, berberine hydrochloride standard

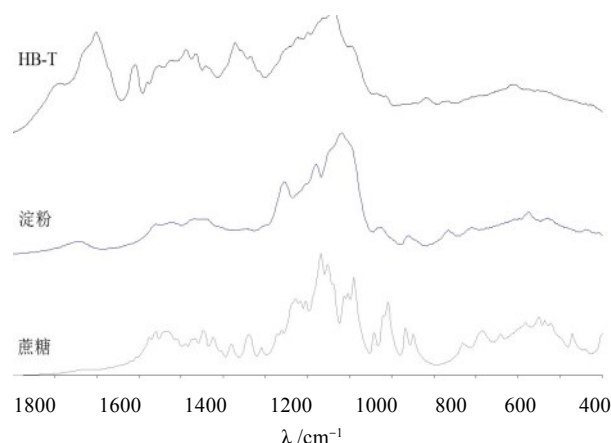


图3 蔗糖、淀粉、黄柏提取物的红外光谱图
Fig. 3 IR spectra of sucrose, starch and *Phellodendron* extract

2、图4。

3.2 不同企业茯苓配方颗粒的质量分析

3.2.1 茯苓标准药材(FL-Y)及茯苓提取物(FL-T)的红外表征 茯苓的红外光谱图中, $3\,421\text{ cm}^{-1}$ 的为O-H伸缩振动吸收峰; $2\,890\text{ cm}^{-1}$ 附近为亚甲基C-H反对称伸缩振动吸收峰; $1\,648\text{ cm}^{-1}$ 附近主要为O-H弯曲振动吸收峰; $1\,450\text{ cm}^{-1}$ 为C-H的弯曲振动吸收峰;在 $1\,300\text{ cm}^{-1}$ 以下的 $1\,163$ 、 $1\,076$ 和 $1\,034\text{ cm}^{-1}$ 等是C-O伸缩振动吸收峰,这组峰为多糖类吸收峰; 950 cm^{-1} 以下,为糖环骨架振动吸收的指纹特征峰。见图5。茯苓主要成分为多糖类物质,经水提取后,在 $2\,932$ 、 $1\,641$ 、 $1\,197$ 、 $1\,079\text{ cm}^{-1}$ 的峰形变尖锐,说明其水溶性多糖得到富集。

3.2.2 不同企业茯苓配方颗粒与蔗糖、淀粉的相关性 6家生产企业所用辅料不同,C、D、E、F企业的

配方颗粒与淀粉的相关系数在 $0.90\sim 0.99$,说明其所含辅料为淀粉,但是各企业所含辅料的比例存在差异,其中企业6的含淀粉量最高;企业2的配方颗粒与FL-Y的相关系数为 $0.937\,9$,说明该企业的配方颗粒是用原药材加工而成,且茯苓的含量较高;企业1所用辅料与其他企业均不同,因此红外谱图的差异较大,企业1与乳糖相关系数 $0.923\,6$,且吸收峰的峰型与乳糖一致,可知企业1生产的茯苓配方颗粒所使用的辅料为乳糖。见表3。

3.3 不同企业熟地黄配方颗粒的质量分析

3.3.1 熟地黄标准药材及熟地黄提取物的红外表征 熟地黄的红外光谱中, $3\,381\text{ cm}^{-1}$ 为O-H伸缩振动吸收峰; $2\,926\text{ cm}^{-1}$ 为亚甲基C-H反对称伸缩振动吸收峰; $1\,632\text{ cm}^{-1}$ 同时包含芳香环骨架振动及共轭

表2 6家企业黄柏配方颗粒的相对峰高
Table 2 Relative peak height of *Phellodendron* formula granules from the six enterprises

生产企业	相对峰高	
	1604 cm^{-1}	1507 cm^{-1}
1	0.807 0	0.490 3
2	0.791 7	0.560 0
3	0.831 5	0.538 1
4	0.988 5	0.598 8
5	0.352 4	0.244 5
6	0.375 3	0.268 7

表3 不同企业茯苓配方颗粒与蔗糖、淀粉的相关系数
Table 3 Correlation coefficient between *Poria cocos* formula particles, sucrose and starch in different enterprises

生产企业	相关系数($1\,800\sim 800\text{ cm}^{-1}$)				
	淀粉	蔗糖	乳糖	茯苓标准药材	茯苓提取物
1	0.465 2	0.157 2	0.923 6	0.454 8	0.366 9
2	0.723 9	0.248 0	0.491 3	0.937 9	0.514 2
3	0.927 6	0.296 6	0.366 7	0.749 1	0.577 5
4	0.904 3	0.318 2	0.319 8	0.569 1	0.587 8
5	0.973 6	0.335 1	0.314 6	0.632 8	0.524 2
6	0.984 0	0.343 6	0.327 5	0.655 4	0.491 3

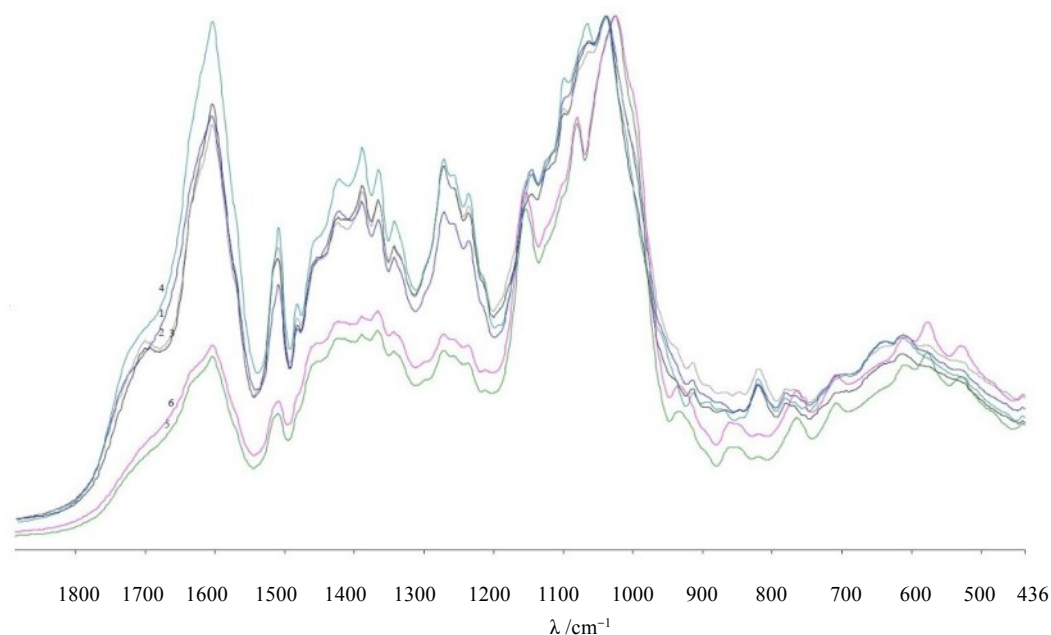


图4 6家企业黄柏配方颗粒的红外图谱

Fig. 4 IR spectra of *Phellodendron* formula granules from the six enterprises

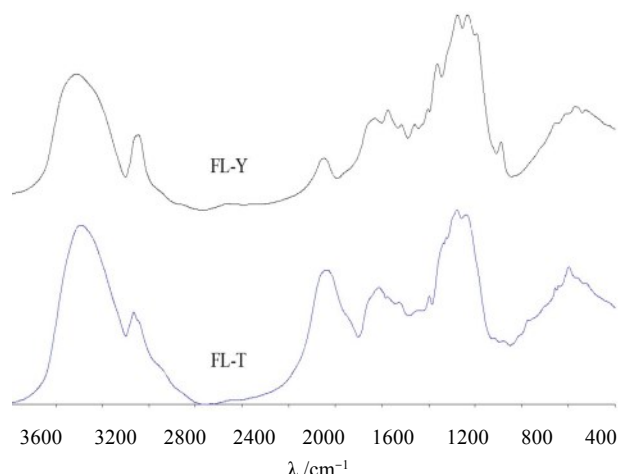


图5 茯苓标准药材及提取物的红外光谱图

Fig. 5 IR spectra in *Poria cocos* original medicine, *Poria cocos* extract

羰基的伸缩振动吸收峰, $1\,430\sim1\,400\text{ cm}^{-1}$ 为 C-H 的弯曲振动吸收峰以及 (O)C-O 伸缩振动吸收, 在 $1\,300\text{ cm}^{-1}$ 以下, $1\,148$ 、 $1\,060\text{ cm}^{-1}$ 和 $1\,030\text{ cm}^{-1}$ 等是 C-O 伸缩振动吸收峰, 这组峰为多糖类吸收峰; 950 cm^{-1} 以下, 为糖环骨架振动吸收的指纹特征峰。经水提取后, $3\,326$ 、 $1\,660$ 、 $1\,603$ 、 919 cm^{-1} 的峰型变尖锐, 说明其水溶性多糖得到富集。熟地黄的红外图谱见图6。

3.3.2 熟地黄配方颗粒与蔗糖、淀粉的相关性 6

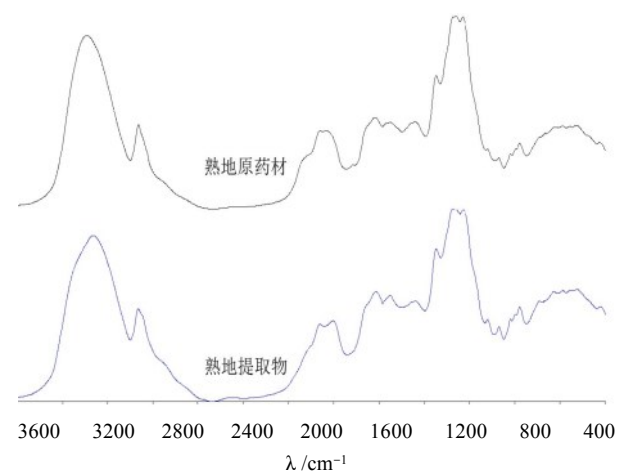


图6 熟地黄标准药材及提取物的红外光谱图

Fig. 6 IR spectra in *rehmannia glutinosa* original medicine, *Rehmannia glutinosa* extract

家企业的配方颗粒与熟地黄标准药材及提取物的相关系数分别为 $0.73\sim0.85$ 、 $0.77\sim0.91$, 见表4。说明配方颗粒与熟地黄提取物的组成更相近; 配方颗粒在 $1\,200\sim800\text{ cm}^{-1}$ 的峰型与淀粉的一致, 说明其辅料为淀粉, 根据不同厂家熟地黄配方颗粒分别与淀粉、熟地黄提取物的相关系数可知, 淀粉的相关

系数越高, 配方颗粒中淀粉的含量越高, 相应药材有效成分含量越低, 与原药材投料所占的相对比例有关; 其中, 厂家1的有效成分最高, 厂家5的有效成分最低。

表4 不同企业熟地黄配方颗粒与蔗糖、淀粉的相关系数

Table 4 Correlation coefficient between *Rehmannia glutinosa* formula particles, sucrose and starch in different enterprises

生产 企业	相关系数($1\,800\sim1\,200\text{ cm}^{-1}$)			
	淀粉	蔗糖	熟地标准药材	熟地提取物
1	0.608 5	0.234 4	0.843 9	0.905 1
2	0.766 3	0.334 8	0.754 6	0.809 0
3	0.742 3	0.280 2	0.792 5	0.846 8
4	0.819 3	0.331 7	0.752 7	0.809 0
5	0.870 2	0.316 1	0.737 1	0.775 8
6	0.847 9	0.307 4	0.765 1	0.790 9

4 讨论

4.1 红外光谱法在中药分析中的应用

红外光谱法具有分辨率高、准确度好、简便快捷、无污染的优点^[11-14]。与高效液相色谱法相比, 红外光谱法能够对中药的全组分进行测定, 其多组分化学信息可在红外光谱上获得比较完整的表达, 避免了目前中药研究一般只测定中药中某种有效成分的做法, 符合中医辨证思维的整体观^[15-16]。本研究基于红外光谱技术对不同企业生产的黄柏、茯苓及熟地黄配方颗粒进行较全面的考察和分析, 通过比较不同企业的同品种配方颗粒的红外光谱特征图谱的峰数、峰位、峰形和峰强度, 可以全面、快速、客观地评价不同企业配方颗粒的质量, 揭示造成质量差异的原因。研究结果表明不同企业由于使用原材料(基原)不同、添加辅料的的不同, 生产工艺流程不同等因素都会造成同一品种的配方颗粒存在较大的差异。

本研究使用的红外仪器稳定性好, 在实验开始前已用黄柏药材和自制的黄柏配方颗粒进行方法考察, 所以每个样品未进行重复实验。红外吸收区域 $1\,800\sim1\,000\text{ cm}^{-1}$ 是有效成分的特征吸收区, 可显示有效成分官能团的吸收特征, 故本研究重点选择该区域进行分析。

4.2 配方颗粒的原药材或者工艺可能不同

由于制备的原材料不同, 其配方颗粒的红外光谱图差别较大。本次研究的3种配方颗粒的原植物均为单一植物来源。

通过分析配方颗粒的红外光谱图的差异,可以推测原料药材的不同炮制加工方法。熟地黄主要含有糖类、氨基酸、梓醇、地黄素、地黄苷(A、B、D)、毛蕊花糖苷以及微量元素等多种化学成分^[16]。熟地黄在炮制过程中,地黄还原糖含量呈增长趋势,加工成熟地黄后,其增加约3倍,而总糖含量基本保持不变。熟地黄中水苏糖含量较生地黄中明显降低,在炮制过程中水苏糖发生水解,得到半乳糖、果糖、葡萄糖,并在 778 cm^{-1} 处有强吸收峰,因此,可用 778 cm^{-1} 附近的吸收峰作为熟地黄与地黄药材两者的鉴别标识特征峰^[17]。制剂是添加的多糖类辅料在 $1\,200\sim 700\text{ cm}^{-1}$ 范围内有强吸收,干扰熟地黄在此区域的峰型,但辅料在 $780\sim 770\text{ cm}^{-1}$ 附近无吸收,故6家企业中,仅企业1和企业3生产的配方颗粒在 777 cm^{-1} 附近有吸收峰,说明其原料药材为熟地黄,其余4家企业所用的原料可能为生地黄。

4.3 配方颗粒添加的辅料不同

由于添加辅料的的不同,不同厂家生产的配方颗粒红外光谱也存在不同。企业1与乳糖的相关系数为0.923 6,其制备辅料为乳糖,与5家生产企业有所不同。企业2、3、4、5的配方颗粒与淀粉的相关系数均较高,说明其所含辅料为淀粉,但是各企业所含辅料的的比例存在差异。因此,各企业所用的辅料不同,配方颗粒的红外光谱图也变化较大。

4.4 本研究尚待提高之处

黄柏的有效成分是黄酮类,通过比较有效成分的差异可以对配方颗粒的质量进行评价;而茯苓和熟地黄有效成分为多糖,配方颗粒里常用的辅料在 $1\,200\sim 700\text{ cm}^{-1}$ 范围内有强吸收,与茯苓、熟地黄多糖类物质的吸收峰重叠,故本研究未按照黄柏配方颗粒的比较方法对茯苓和熟地黄配方颗粒进行评价。对于辅料不同的两种配方颗粒如何进行质量评价,有待于进一步寻找适合的方法进行深入研究。

参考文献

- [1] 张松英. 中药饮片与中药配方颗粒的比较 [J]. 山西职工医学院学报, 2016, 26(4): 53-55.
- [2] 叶殷殷, 曾元儿, 曹 骋, 等. 中药配方颗粒的研究进展 [J]. 临床医学工程, 2011, 18(5): 807-809.
- [3] 王坤玲, 卫 威, 董 苏. 中药配方颗粒在我院的使用情况分析 [J]. 中国处方药, 2017, 15(1): 42-43.
- [4] 牛 超, 石典花, 孙立靖, 等. 新型中药饮片研究进展 [J]. 药学研究, 2015, 34(2): 100-102.
- [5] 陈培胜, 朱月信. 中药配方颗粒行业标准研究思路 [J]. 中医杂志, 2012, 53(6): 469-472.
- [6] 张 岳, 罗文汇, 孙冬梅. 红外光谱技术在中药配方颗粒中的研究进展 [J]. 中医药导报, 2014, 20(2): 99-101.
- [7] 张红梅, 宋景政, 谭红胜, 等. 从汤剂到颗粒剂: 中药配方颗粒20年回顾与展望 [J]. 世界科学技术: 中医药现代化, 2012, 14(4): 1740-1753.
- [8] 严 丹, 陶兴宝, 张 超, 等. 采用SWOT分析法探讨中药配方颗粒的发展趋势 [J]. 中国药房, 2017, 28(1): 1-5.
- [9] 张斐姝, 蔡舒婷, 舒 忻, 等. 中药配方颗粒的临床运用概况与未来趋势 [J]. 中国医药导报, 2016, 13(16): 70-73.
- [10] 毕晓黎, 罗文汇, 谭志灿. 红外光谱对广藿香配方颗粒的鉴别研究 [J]. 中国医药指南, 2011, 9(9): 177-177.
- [11] 张仁霞, 朱德全, 刘丽萍, 等. 阿胶配方颗粒及其辅料的红外光谱鉴别 [J]. 中医药导报, 2016, 22(4): 60-62.
- [12] 周 群, 李 静, 孙素琴, 等. 中药配方颗粒红外光谱法的快速鉴别 [J]. 分析化学, 2003, 31(3): 292-295.
- [13] 汤俊明, 孙素琴, 袁子民, 等. 中药配方颗粒红外指纹图谱的无损快速鉴别研究 [J]. 广西师范大学学报: 自然科学版, 2004, 24(5): 554-556.
- [14] 田进国, 朱文荣, 任 健, 等. 中药配方颗粒红外指纹图谱的研究 [J]. 中成药, 2003, 25(12): 949-953.
- [15] 毕晓黎, 谭志灿, 李素梅, 等. 大黄与酒大黄配方颗粒红外光谱研究 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(12): 86-88.
- [16] 李鹏飞, 苗明三. 熟地黄的现代研究及应用现状分析 [J]. 中医学报, 2014, 29(2): 252-254.
- [17] 孙素琴, 周 群, 陈建波. 中药红外光谱分析与鉴定 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2010: 171-178.