

HPLC 波长切换技术对葛根中 8 种成分的测定及指纹图谱研究

尤春雪, 张振秋*, 李 峰, 侯学智, 杨 超

辽宁中医药大学药学院, 辽宁 大连 116600

摘要: **目的** 建立高效液相色谱波长切换技术同时测定葛根中 3'-羟基葛根素、葛根素、大豆苷、染料木苷、大豆苷元、染料木素、芒柄花素、鹰嘴豆芽素 A 8 种成分的量, 并建立了葛根的特征指纹图谱, 为葛根质量的全面评价提供了科学依据。**方法** 采用 Agilent Zorbax SB-C₁₈ 色谱柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm), 流动相为乙腈-0.1%磷酸水溶液, 梯度洗脱, 体积流量 1 mL/min, 柱温 30 °C, 进样量 10 μL。**结果** 3'-羟基葛根素、葛根素、大豆苷、染料木苷、大豆苷元、染料木素、芒柄花素、鹰嘴豆芽素 A 的质量浓度分别在 16.10~161.00、103.8~1 038.0、19.82~198.20、2.788~27.880、4.112~41.120、0.258 4~2.584 0、0.336 2~3.362 0、0.080 5~0.805 0 mg/L 内与色谱峰峰面积呈良好的线性关系, 平均回收率均在 98.0%~99.4%, RSD 均小于 3.0% (n=6); 在指纹图谱研究中, 以葛根素为参照峰, 标定了 27 个共有峰, 指认其中 7 个峰, 分析 10 个产地的葛根与共有模式之间具有良好的相似性, 相似度均在 0.97 以上。**结论** 建立的测定方法及指纹图谱分析方法简便、准确、重复性好、专属性强, 为葛根质量的全面评价提供了科学依据。

关键词: 葛根; 高效液相色谱; 波长切换; 指纹图谱; 葛根素

中图分类号: R286.022 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2013)05-0616-06

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2013.05.023

Determination and fingerprint analysis of eight constituents in *Puerariae Radix* by HPLC wavelength switching

YOU Chun-xue, ZHANG Zhen-qiu, LI Feng, HOU Xue-zhi, YANG Chao

Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, Dalian 116600, China

Key words: *Puerariae Radix*; HPLC; wavelength switching; fingerprint; puerarin

葛根为豆科植物野葛 *Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi 的干燥根, 收载于《中国药典》2010 年版。具有解肌退热、生津止渴、透疹、通经活络等功效。临床用于外感发热头痛、项背强痛、麻疹不透、胸痹心痛等^[1]。现代药理研究证明, 葛根素、大豆苷等异黄酮类物质具有降低血压、减缓心率、抑制动脉硬化、抗肿瘤、神经组织保护作用^[2]。

《中国药典》2010 年版葛根项下对葛根素进行了测定。目前已有报道采用高效液相色谱法同时测定葛根中葛根素、大豆苷、染料木苷、大豆素、染料木素的量, 检测波长为 250 nm^[3-6]。但还未见采用 HPLC 波长切换技术^[7-8]同时测定葛根中 8 种成分的研究报道, 因此本实验采用高效液相波长切换技术同时测定了葛根中 3'-羟基葛根素、葛根素、大豆苷等 8 种成分的量, 并建立了葛根的特征指纹图谱,

首次标定了 27 个共有峰, 并且指认了其中的 7 个峰。此方法简便、准确、稳定、重复性好、专属性强, 为葛根质量的全面评价提供了科学依据。

1 仪器与材料

Agilent 1100 高效液相色谱仪 (配置四元梯度泵, 在线脱气机, VWD 检测器, 安捷伦 HP—1100 工作站); AS3120A 超声提取器 (天津奥特赛恩斯仪器有限公司); AR2140 电子分析天平 (上海奥豪斯公司); Mettler AB135—S 十万分之一电子天平 (瑞士); U—3010 紫外-可见分光光度计 (日立公司); 101 型电热鼓风干燥箱 (北京市永光明医疗仪器厂); 中药色谱指纹图谱相似度评价系统 2004A (国家药典委员会); SPSS 14.0 统计软件。

葛根素 (批号 752-9002)、大豆苷 (批号 111738-200501)、染料木苷 (批号 111709-200501)、

收稿日期: 2012-08-19

基金项目: 辽宁省教育厅课题——中药材品质评价体系研究 (2008S145)

作者简介: 尤春雪 (1987—), 女, 辽宁凤城人, 辽宁中医药大学研究生, 研究方向为中药质量控制。Tel: 13841542716 E-mail: youchunxue@163.com

*通信作者 张振秋 Tel: (0411)87586058 E-mail: zhangzhenqiu@sina.com

大豆苷元(批号 1502-200101)、染料木素(批号 111704-200501)、芒柄花素(批号 111703-200602)、鹰嘴豆芽素 A(批号 111708-200501)对照品均购于中国食品药品检定研究院; 3'-羟基葛根素(批号 101103, 经 HPLC 归一化法测定, 质量分数为 98.5%) 购于四川省维克奇生物科技有限公司。葛根经辽宁中医药大学李峰教授鉴定为豆科植物野葛 *Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi 的干燥根, 来源见表 1。乙腈、甲醇为色谱纯, 水为纯净水, 其他试剂均为分析纯。

表 1 样品来源信息

Table 1 Sources of samples

编号	来源	收集时间
1	辽宁	2010-03
2	北京	2010-07
3	广西	2010-07
4	上海	2010-07
5	河北	2010-07
6	山东	2010-08
7	浙江	2010-08
8	江苏	2010-08
9	吉林	2010-03
10	黑龙江	2010-03

2 方法与结果

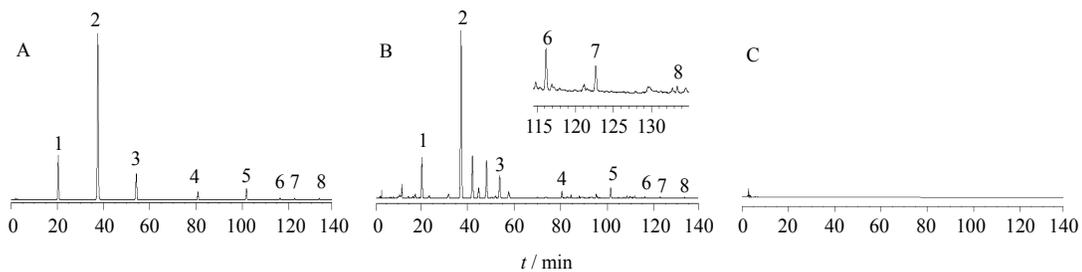
2.1 色谱条件

色谱柱: Agilent Zorbax SB-C₁₈ (250 mm×4.6 mm, 5 μm), 流动相: 乙腈(A)-0.1%磷酸水溶液(B), 梯度洗脱 0~3 min, 5% A; 3~25 min, 9% A; 25~50 min, 12% A; 50~65 min, 13% A; 65~75 min, 16% A; 75~100 min, 22% A; 100~110 min, 32% A; 110~125 min, 42% A; 125~140 min, 60% A; 体积流量 1 mL/min; 柱温 30 °C, 进样量 10 μL, 检测波长: 247 nm (0~25 min, 3'-羟基葛根素)、250 nm (25~47 min, 葛根素)、259 nm (47~56 min, 大豆苷)、261 nm (56~90 min, 染料木苷)、248 nm (90~110 min, 大豆苷元)、261 nm (110~120 min, 染料木素)、248 nm (120~125 min, 芒柄花素)、261 nm (125~140 min, 鹰嘴豆芽素 A)。指纹图谱检测波长除了 (25~47 min) 改为 280 nm 外, 其他同测定条件。在上述色谱条件下, 理论塔板数以葛根素色谱峰计不低于 25 000, 分离度 > 1.5。混合对照品溶液、供试品溶液、空白溶剂色谱图见图 1。

2.2 对照品溶液的制备

2.2.1 对照品储备液的制备

分别精密称取 3'-羟基



1-3'-羟基葛根素 2-葛根素 3-大豆苷 4-染料木苷 5-大豆苷元 6-染料木素 7-芒柄花素 8-鹰嘴豆芽素 A
1-3'-hydroxypterarin 2-pterarin 3-daidzin 4-genistin 5-daidzein 6-genistein 7-formononetin 8-biochanin A

图 1 混合对照品溶液 (A)、葛根供试品溶液 (B) 和空白溶剂 (C) 色谱图

Fig. 1 Chromatograms of mixed reference solution (A), sample solution of *Puerariae Radix* (B), and blank solvent (C)

基葛根素、葛根素对照品适量, 加 30% 甲醇分别制成含 0.805 mg/mL 3'-羟基葛根素、1.298 mg/L 葛根素的对照品储备液; 精密称取大豆苷、染料木苷、大豆苷元、染料木素、芒柄花素、鹰嘴豆芽素 A 对照品适量, 加甲醇分别制成含大豆苷、染料木苷、大豆苷元、染料木素、芒柄花素、鹰嘴豆芽素 A 0.708 0、0.398 4、0.875 0、0.184 6、0.186 8、0.016 1 mg/mL 的对照品储备液。

2.2.2 混合对照品溶液的制备

分别精密量取上述

对照品储备液适量, 加水制成含 3'-羟基葛根素、葛根素、大豆苷、染料木苷、大豆苷元、染料木素、芒柄花素、鹰嘴豆芽素 A 分别为 80.5、519.0、99.1、13.94、20.56、1.292、1.681、0.402 5 μg/mL 的混合对照品溶液。

2.3 供试品溶液的制备

取葛根 0.5 g (粉碎, 过 40 目筛), 精密称定, 置 100 mL 圆底烧瓶中, 精密加入 70% 乙醇 20 mL, 称定质量, 回流提取 2 次, 每次 2 h, 放冷, 再称

定质量,用 70%乙醇补足减失的质量,摇匀,滤过;精密量取 5 mL,置 10 mL 量瓶中,加 30%乙醇至刻度,摇匀,过 0.45 μm 微孔滤膜,取续滤液,即得。

2.4 定量测定

2.4.1 线性关系考察

分别取“2.2.2”项下的混合

对照品溶液用甲醇稀释成 6 个不同质量浓度的对照品溶液,每个质量浓度平行测定 3 次,以质量浓度为横坐标 (X),峰面积为纵坐标 (Y),绘制标准曲线,计算回归方程,结果见表 2。

2.4.2 精密度试验 精密吸取葛根样品的供试品溶液 10 μL ,连续进样 6 次,测得 3'-羟基葛根素、葛

表 2 8 个成分的线性回归方程、相关系数和线性范围

Table 2 Linear regression equations, correlation coefficients, and linear ranges of eight constituents

成分	线性回归方程	r	线性范围 / ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)
3'-羟基葛根素	$Y=60.39 X+58.23$	0.999 2	16.10~161.00
葛根素	$Y=44.91 X-1\ 009.70$	0.999 4	103.8~1\ 038.0
大豆苷	$Y=37.02 X-188.65$	0.999 4	19.82~198.20
染料木苷	$Y=56.31 X-45.10$	0.999 4	2.788~27.880
大豆苷元	$Y=67.37 X-81.90$	0.999 4	4.112~41.120
染料木素	$Y=80.12 X-4.87$	0.999 2	0.258 4~2.584 0
芒柄花素	$Y=63.17 X-7.31$	0.999 4	0.336 2~3.362 0
鹰嘴豆芽素 A	$Y=66.23 X-1.18$	0.999 3	0.080 5~0.805 0

根素、大豆苷、染料木苷、大豆苷元、染料木素、芒柄花素、鹰嘴豆芽素 A 峰面积的 RSD 分别为 1.8%、1.6%、2.0%、2.3%、2.0%、2.4%、2.9%、2.7%。结果表明,仪器精密度良好。

2.4.3 重复性试验 取 1 号样品 6 份(粉碎,过 40 目筛),每份约 0.5 g,精密称定,按“2.3”项下方法平行制备成供试品溶液,分别进样 10 μL 进行测定。结果 3'-羟基葛根素、葛根素、大豆苷、染料木苷、大豆苷元、染料木素、芒柄花素、鹰嘴豆芽素 A 量的平均值 ($n=6$) 分别为 3.840、29.32、4.519、0.707 7、1.012、0.103 4、0.090 3、0.017 70 mg/g; RSD 分别为 2.2%、1.8%、2.0%、2.2%、2.1%、2.6%、2.8%、2.9%。

2.4.4 稳定性试验 取 1 号样品的供试品溶液,在室温下放置,分别在 0、2.5、5.0、7.5、12.0、24.0 h 进样 10 μL ,测得 3'-羟基葛根素、葛根素、大豆苷、染料木苷、大豆苷元、染料木素、芒柄花素、鹰嘴豆芽素 A 峰面积的 RSD($n=6$) 分别为 1.9%、1.6%、1.9%、2.5%、1.9%、2.5%、2.8%、2.8%。结果表明,供试品溶液中上述 8 个成分在 24 h 内稳定性良好。

2.4.5 加样回收率试验 取已知测定的 1 号样品 6 份(粉碎,过 40 目筛),每份约 0.25 g,精密称定,分别置圆底烧瓶中。精密加入 3'-羟基葛根素、葛根素、大豆苷、染料木苷、大豆苷元、染料木素、芒柄花素、鹰嘴豆芽素 A 的对照品储备液各 1.2、3.0、1.6、0.45、0.30、0.14、0.12、0.28 mL,按“2.3”

项下的方法制备供试溶液,在上述色谱条件下分别进样 10 μL 进行测定,计算回收率,8 个成分的平均回收率分别为 98.1%、98.9%、98.0%、99.2%、99.4%、98.8%、98.4%、98.5%,RSD 分别为 1.7%、1.6%、1.5%、2.2%、1.6%、2.2%、2.7%、2.6%。

2.4.6 样品测定 取各产地葛根 0.5 g(粉碎,过 40 目筛),精密称定,按“2.3”项下的方法制备供试品溶液,在上述色谱条件下分别进样 10 μL 进行测定,外标法计算样品中 8 种成分的量,结果见表 3。

2.4.7 样品测定结果分析 采用 HPLC 波长切换方法对 10 个不同产地的葛根进行了定量测定。3'-羟基葛根素的量为 3.118~7.561 mg/g,葛根素的量为 27.65~43.34 mg/g,大豆苷的量为 4.399~9.130 mg/g,染料木苷的量为 0.653 4~0.947 0 mg/g,大豆苷元的量为 0.624 8~1.267 0 mg/g,染料木素的量为 0.050 20~0.110 40 mg/g,芒柄花素的量为 0.042 46~0.103 00 mg/g,鹰嘴豆芽素 A 的量为 0.006 289~0.042 240 mg/g。《中国药典》2010 年版规定葛根中葛根素的量大于 2.4%,结合本实验研究数据表明,不同产地的葛根中葛根素量均符合药典要求。根据葛根素量的高低,不同产地葛根质量排序为上海>浙江>北京>广西>河北>山东>江苏>辽宁>黑龙江>吉林。但其他 7 个指标性成分的量差异较大,只用葛根素量高低不能准确评价葛根的质量,所以本实验通过加权系数综合评分法、灰关联度法和聚类分析法对测定结果进行综合分析,以

表3 不同产地葛根中8个成分测定结果

Table 3 Determination of eight constituents in *Puerariae Radix* from different habitats

编号	质量分数 / (mg·g ⁻¹)							
	3'-羟基葛根素	葛根素	大豆苷	染料木苷	大豆苷元	染料木素	芒柄花素	鹰嘴豆芽素 A
1	4.121	30.31	4.704	0.724 3	1.047 0	0.110 40	0.091 10	0.017 920
2	6.475	39.05	7.523	0.829 0	0.788 0	0.076 38	0.103 00	0.009 530
3	7.352	36.80	7.868	0.723 6	0.910 0	0.064 60	0.064 73	0.042 240
4	7.561	43.34	9.130	0.947 0	0.624 8	0.050 20	0.042 46	0.006 289
5	3.118	35.72	5.354	0.701 0	1.267 0	0.067 73	0.097 70	0.010 970
6	5.520	33.55	6.642	0.772 6	1.072 0	0.079 92	0.074 36	0.009 510
7	6.670	41.72	8.950	0.892 0	0.984 0	0.067 45	0.050 08	0.008 430
8	4.230	32.09	4.596	0.653 4	1.021 0	0.090 90	0.066 81	0.012 050
9	3.698	27.65	4.399	0.713 4	0.910 0	0.073 47	0.087 80	0.014 930
10	3.846	28.41	4.418	0.687 7	0.971 0	0.101 60	0.079 19	0.017 800

全面评价葛根的质量。

加权系数综合评分法：每个成分的权重系数均设为 0.125，10 个不同产地葛根（1~10）综合评分依次如下 0.707 4、0.749 6、0.797 6、0.688 6、0.673 5、0.695 5、0.730 2、0.632 1、0.619 0、0.657 2。根据综合评分，不同产地葛根质量排序为广西>北京>浙江>辽宁>山东>上海>河北>黑龙江>江苏>吉林。

灰关联度法：通过测定不同产地葛根中 8 个指标性分量，采用灰关联度法^[9]，以定义的相对关联度为测度，构建质量评价模型。10 个不同产地葛根相对关联度 r_i 依次如下：0.472 1、0.535 5、0.546 3、0.500 0、0.454 6、0.471 3、0.532 3、0.352 9、0.375 0、0.407 0。 r_i 值愈大，评价单元愈佳，因此根据各评价单元 r_i 的大小，不同产地葛根质量排序为广西>北京>浙江>上海>辽宁>山东>河北>黑龙江>吉林>江苏。

聚类分析法：以上述 8 个指标性成分的量为一组变量，得到 10×8 阶原始数据矩阵，运用 SPSS 14.0 统计软件进行聚类分析研究。采用分层聚类分析（hierarchical cluster analysis）方法，以欧式距离（euclidean distance）作为样品间的相似性测度，采用组间联结（between groups linkage）方法，对 10 个产地葛根进行聚类分组，结果见图 2。若将 10 个不同产地葛根分为两类，由图可知，辽宁、河北、山东、江苏、吉林、黑龙江的为的一类，北京、广西、上海、浙江的为的一类。

综上所述，单纯以葛根素量高低评价葛根的质量，与以葛根中 8 个指标性成分为指标，运用加权系数综合评分法、灰关联度法综合评价葛根质量的结果差别很大，加权系数综合评分法和灰关联度法

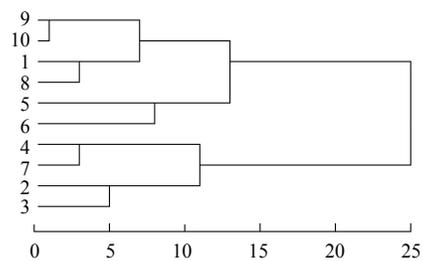


图2 不同产地葛根 8 个指标性成分聚类分析图
Fig. 2 Cluster analysis for eight constituents in *Puerariae Radix* from different habitats

评价葛根质量的结果只是中间 3 个产地质量排序不统一。结合聚类分析法，可以看出灰关联度法更加合理，若将 10 个产地葛根分为两类，恰好是灰关联度法中前 4 位为一类，后 6 位为一类，即大体可将 10 个产地的葛根分为质量好和质量稍差两类。

2.5 指纹图谱研究

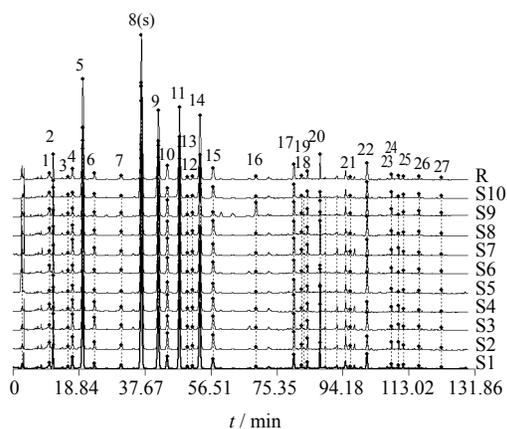
2.5.1 精密度试验 精密吸取 1 号样品的供试品溶液 10 μL，连续进样 5 次，以葛根素为参照峰，计算共有峰的相对保留时间和相对峰面积的 RSD 值。结果显示，各共有色谱峰的相对保留时间的 RSD 均小于 1%，相对峰面积的 RSD 均小于 3%，表明精密度良好。

2.5.2 重复性试验 取 1 号样品 5 份（粉碎，过 40 目筛），每份约 0.5 g，精密称定，按“2.3”项下方法平行制备成供试品溶液，分别进样 10 μL 进行测定，以葛根素为参照峰，计算共有峰的相对保留时间和相对峰面积的 RSD 值。结果显示，各共有色谱峰的相对保留时间的 RSD 均小于 1%，相对峰面积的 RSD 均小于 3%，表明方法重复性良好。

2.5.3 稳定性试验 取 1 号样品的供试品溶液，在

室温下放置, 分别在 0、2.5、5.0、7.5、12.0、24.0 h 进样 10 μ L, 以葛根素为参照峰, 计算共有峰相对保留时间和相对峰面积的 RSD 值。结果显示, 各共有色谱峰的相对保留时间的 RSD 均小于 1%, 相对峰面积的 RSD 均小于 3%, 表明供试品溶液在 24 h 内稳定性良好。

2.5.4 葛根指纹图谱共有模式的建立 精密吸取不同产地葛根供试品溶液各 10 μ L, 注入液相色谱仪, 按上述色谱条件进行测定, 运用药典委员会中药色谱指纹图谱相似度评价系统 2004A 进行分析, 将实验数据导入中药色谱指纹图谱相似度评价软件, 设定参照图谱, 将各色谱峰匹配, 然后生成对照图谱。见图 3。共标定 27 个共有峰, 指认其中 7 个峰。



5-3'-羟基葛根素 8-葛根素 14-大豆苷 17-染料木苷 22-大豆苷元 26-染料木素 27-芒柄花素
5-3'-hydroxypterarin 8-pterarin 14-daidzin 17-genistin
22-daidzein 26-genistein 27-formononetin

图 3 10 个产地样品指纹图谱

Fig. 3 Fingerprints of *Puerariae Radix* from 10 different habitats

2.5.5 指纹图谱相似度分析 10 个不同产地葛根指纹图谱与葛根指纹图谱共有模式比较, 其相似度依次为 0.999、0.998、0.987、0.995、0.972、0.993、0.994、0.996、0.989、0.992, 均大于 0.97, 所以 10 个产地葛根生成的共有模式指纹图谱可作为葛根的特征指纹图谱。

2.5.6 指纹图谱聚类分析 将 10 个不同产地的葛根指纹图谱的 27 个共有峰的相对峰面积作为变量, 得到 10×27 阶原始数据矩阵, 运用 SPSS 14.0 软件进行聚类分析研究。采用的聚类分析方法同“2.4.7”项, 对 10 个不同产地葛根进行聚类分组, 结果见图 4。若将 10 个不同产地葛根分为两类, 由图可知, 河北、山东、江苏、吉林、黑龙江的为—类, 辽宁、

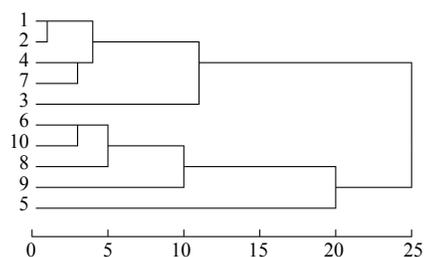


图 4 不同产地样品的聚类分析图

Fig. 4 Cluster analysis of *Puerariae Radix* from different habitats

北京、广西、上海、浙江的为—类, 与“2.4.7”中不同产地葛根 8 个指标性成分聚类分析结果大体一致。

3 讨论

将 8 种对照品溶液于 200~400 nm 波长内进行 UV 全波长扫描, 测定其最大吸收波长分别为 3'-羟基葛根素 247 nm、葛根素 250 nm、大豆苷 259 nm、染料木苷 261 nm、大豆苷元 248 nm、染料木素 261 nm、芒柄花素 248 nm、鹰嘴豆芽素 A 261 nm。基于葛根中 8 种成分的最大吸收波长不同, 为保证各成分在最大吸收波长处检测, 提高灵敏度, 减少干扰, 本实验采用 HPLC 波长切换技术测定葛根中 8 种成分的量。

建立的指纹图谱中, 在 25~47 min 的检测波长分别为 250、280 nm, 结果表明, 25~47 min 的检测波长为 250 nm 时, 葛根素峰太高, 与其他峰比例不适宜, 共标定 23 个共有峰; 25~47 min 的检测波长为 280 nm 时, 各峰高低比例适宜, 共标定 27 个共有峰。所以指纹图谱 25~47 min 的检测波长选为 280 nm, 在此条件下图谱清晰, 各峰高比例适宜, 共有峰数目多, 灵敏度高, 干扰少。

在提取溶剂的选择上, 分别考察了甲醇、乙醇、丙酮、水, 结果表明乙醇的提取效果最好; 在提取方法的选择上, 分别考察了索氏、回流、超声 3 种提取方式, 结果发现, 回流提取的提取效果最好。在此基础上, 采用 $L_9(3^4)$ 正交试验法, 选择乙醇浓度、溶剂倍量、提取时间、提取次数 4 个因素, 进行 3 水平考察, 以葛根中 8 个成分的量作为评价指标, 采用加权系数综合评分法进行数据分析, 最终确定葛根的最佳提取工艺为 70%乙醇, 40 倍量, 回流提取 2 次, 每次 2 h。

单以葛根素量高低来评价葛根质量的方法不准确, 葛根的药效物质不只是葛根素一个成分, 而是多种成分的综合作用, 本实验采用高效液相色谱波

长切换技术同时测定葛根中 3'-羟基葛根素、葛根素、大豆苷、染料木苷、大豆苷元、染料木素、芒柄花素、鹰嘴豆芽素 A 8 种成分的量, 并建立了葛根的特征指纹图谱。建立的定量测定及指纹图谱分析方法简便、准确、重复性好、专属性强, 既考察了葛根中多个指标性成分的量, 又考察了其指纹图谱整体相似度, 为葛根质量的全面评价提供了科学依据。

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2010.
- [2] 尹丽红, 李艳枫, 孟繁琳. 葛根的化学成分、药理作用和临床应用 [J]. 黑龙江医药, 2010, 23(3): 371-372.
- [3] 朱丽华, 贺浪冲. 葛根中有效部位及有效成分的高效液相色谱分析 [J]. 西安交通大学学报: 医学版, 2005, 26(3): 216-219.
- [4] 裴莉昕, 陈随清, 纪宝玉, 等. 不同产地葛根药材的质量分析 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2009, 15(10): 24-26.
- [5] 吴向阳, 仰玲玲, 仰榴青, 等. RP-HPLC 法同时测定野葛的根、茎和叶中葛根素、大豆苷和大豆苷元的含量 [J]. 食品科学, 2009, 30(14): 248-252.
- [6] 赖红梅, 邢君宇. HPLC 法同时测定食品中葛根素, 大豆苷, 染料木苷, 大豆素, 染料木素的含量 [J]. 中国卫生检验杂志, 2010, 20(8): 1899-1901.
- [7] 周 翠, 杨艳云, 张振秋, 等. 波长切换 HPLC 法同时测定甘草及其炮制品中 7 个物质的含量 [J]. 药物分析杂志, 2011, 31(11): 2067-2072.
- [8] 李伟铭, 赵月然, 杨燕云, 等. HPLC 波长切换法同时测定白芍饮片中 9 个成分的含量 [J]. 药物分析杂志, 2011, 31(12): 2208-2212.
- [9] 李 峰, 张振秋, 康廷国. 灰关联度法评价鹿鞭药材质量研究 [J]. 中药材, 2008, 31(2): 189-192.