

# HPLC 测定葶苈子炮制前后 5 个成分的含量变化

罗寒燕<sup>1</sup>, 于现阔<sup>1</sup>, 张晓<sup>1,2</sup>, 鲁亚奇<sup>1,2</sup>, 郭日新<sup>1</sup>, 唐力英<sup>1\*</sup>, 王祝举<sup>1\*</sup>

(1. 中国中医科学院 中药研究所, 北京 100700; 2. 河南中医药大学 药学院, 郑州 450046)

**[摘要]** 目的: 建立葶苈子中 5 个指标成分的 HPLC 含量测定方法, 研究炮制前后葶苈子中 5 个成分的含量变化规律。  
**方法:** 采用 HPLC 同时测定槲皮素-3-*O*- $\beta$ -*D*-葡萄糖-7-*O*- $\beta$ -*D*-龙胆双糖苷(QGG), 芥子酸, 槲皮素-3-*O*- $\beta$ -*D*-吡喃葡萄糖苷(QG), 异鼠李素-3-*O*- $\beta$ -*D*-吡喃葡萄糖苷(IG)和 1,2-*O*-二-芥子酰基- $\beta$ -*D*-吡喃葡萄糖苷(SG)共 5 个成分的含量, 分析炮制前后的含量变化规律及其原因。色谱条件为 Waters Symmetry<sup>®</sup> C<sub>18</sub> 色谱柱(4.6 mm × 250 mm, 5  $\mu$ m), 流动相乙腈(A)-1% 乙酸水溶液(B)梯度洗脱(0~5 min, 5%~10% A; 5~15 min, 10%~13% A; 15~23 min, 13%~20% A; 23~43 min, 20%~25% A; 43~46 min, 25% A; 46~55 min, 25%~40% A; 55~60 min, 40% A), 流速 1 mL·min<sup>-1</sup>, 检测波长 265 nm, 进样量 10  $\mu$ L, 柱温 30  $^{\circ}$ C。  
**结果:** 上述 5 个成分炮制前的质量分数分别为 0.114 3%, 0.041 6%, 0.036 2%, 0.022 6%, 0.097 6%; 炮制后的质量分数分别为 0.107 4%, 0.011 3%, 0.034 2%, 0.021 9%, 0.058 9%; 5 个成分的质量分数分别下降了 6.04%, 72.84%, 5.52%, 3.10%, 39.65%。  
**结论:** 葶苈子中所含的这 5 个成分含量经炮制后均有不同程度的降低, 其中苯丙素类成分炮制后含量明显下降, 而黄酮苷类成分的含量变化则不明显。

**[关键词]** 葶苈子; 含量测定; 变化规律; 芥子酸; 黄酮苷类; 苯丙素类; 清炒法

**[中图分类号]** R22; R943.1; R28; O657.7 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2019)10-0115-06

**[doi]** 10.13422/j.cnki.syfjx.20190201

**[网络出版地址]** <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20181031.0718.006.html>

**[网络出版时间]** 2018-11-02 09:48

## Determination of Contents of Five Components in Descurainiae Semen Before and After Being Processed by HPLC

LUO Han-yan<sup>1</sup>, YU Xian-kuo<sup>1</sup>, ZHANG Xiao<sup>1,2</sup>, LU Ya-qi<sup>1,2</sup>, GUO Ri-xin<sup>1</sup>,  
TANG Li-ying<sup>1\*</sup>, WANG Zhu-ju<sup>1\*</sup>

(1. Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China;  
2. College of Pharmacy, Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou 450046, China)

**[Abstract]** **Objective:** HPLC for the determination of five components in Descurainiae Semen was established to investigate the change rule of contents of five components in the herb before and after being processed. **Method:** The contents of quercetin-3-*O*- $\beta$ -*D*-glucose-7-*O*- $\beta$ -*D*-gentiobioside (QGG), sinapic acid, quercetin-3-*O*- $\beta$ -*D*-glucopyranoside (QG), isorhamnetin-3-*O*- $\beta$ -*D*-glucopyranoside (IG) and 1, 2-di-*O*-sinapoyl- $\beta$ -*D*-glucopyranose (SG) was determined simultaneously by HPLC, the change rule of contents of these components before and after processing and its reasons were analyzed. Waters Symmetry<sup>®</sup> C<sub>18</sub> column (4.6 mm × 250 mm, 5  $\mu$ m) was employed, and the mobile phase was acetonitrile (A) -1% acetic acid aqueous solution (B) for gradient elution (0-5 min, 5%-10% A; 5-15 min, 10%-13% A; 15-23 min, 13%-20% A; 23-43 min, 20%-25% A; 43-46 min, 25% A; 46-55 min, 25%-40% A; 55-60 min, 40% A). The flow rate was

**[收稿日期]** 20180803(002)

**[基金项目]** 国家自然科学基金面上项目(81673602)

**[第一作者]** 罗寒燕, 在读硕士, 从事饮片化学成分及炮制原理研究, Tel:010-64087609, E-mail:Lhanyan7@163.com

**[通信作者]** \*唐力英, 副研究员, 从事饮片化学成分及炮制原理研究, Tel:010-64087609, E-mail:bjtangliying@163.com;

\*王祝举, 研究员, 从事饮片化学成分及炮制原理研究, Tel:010-64087609, E-mail:wangzhuju@sina.com

1 mL · min<sup>-1</sup>. The detection wavelength was set at 265 nm, the injection volume was 10 μL, and the column temperature was 30 °C. **Result:** Contents of the above five components before processing were 0.114 3%, 0.041 6%, 0.036 2%, 0.022 6% and 0.097 6%; after processing, the contents of these five components turn into 0.107 4%, 0.011 3%, 0.034 2%, 0.021 9% and 0.058 9%; among them, the contents of these five components decreased by 6.04%, 72.84%, 5.52%, 3.10% and 39.65%, respectively. **Conclusion:** The contents of these five components in *Descurainiae Semen* is reduced to varying degrees after processing. The contents of phenylpropanoids decrease significantly, while the contents of flavonoid glycosides do not change significantly.

**[Key words]** *Descurainiae Semen*; determination; change rule; sinapic acid; flavonoid glycosides; phenylpropanoids; stir-fried method

葶苈子始载于《神农本草经》<sup>[1]</sup>, 味苦、辛, 性大寒, 归肺、膀胱经, 具有泻肺平喘、行水消肿的功效<sup>[2-3]</sup>, 其主要含有黄酮类、芥子苷类、苯丙素类、有机酸类、异硫氰酸类、硫苷类等成分<sup>[4-7]</sup>。现代药理研究表明, 葶苈子具有改善心血管<sup>[8-10]</sup>、强心<sup>[11]</sup>、止咳<sup>[12-13]</sup>、利尿<sup>[10]</sup>、抗癌<sup>[14-15]</sup>、调血脂<sup>[16]</sup>等作用。

葶苈子入药生用或炒用, 2015年版《中国药典》收录了葶苈子和炒葶苈子<sup>[2]</sup>。葶苈子性大寒, 生用力峻, 泄肺力强, 炒制之后药性缓和, 免伤肺气; 同时炒后种子外壳受热破裂, 有助于药效成分煎出; 此外, 炒制还能达到杀酶保苷的作用<sup>[17-18]</sup>。研究表明炮制前后葶苈子中3个黄酮苷元和芥子碱硫氰酸盐的含量均有不同程度的升高<sup>[19-20]</sup>。且南葶苈子经过炮制后, 脂肪油的提取率是生品的2倍以上, 炮制品中不饱和脂肪油成分比例升高, 同时产生了一些新成分或一些成分溶出率升高<sup>[21]</sup>。但目前关于葶苈子炮制前后黄酮苷及苯丙素类成分含量变化方面的研究极少。葶苈子中黄酮苷类成分具有广泛的生物活性和药理作用<sup>[4, 22-24]</sup>, 2015年版《中国药典》中以槲皮素-3-*O*-β-*D*-葡萄糖-7-*O*-β-*D*-龙胆双糖苷的含量对葶苈子的质量进行评价和控制。葶苈子中还含有一些苯丙素类成分, 其中芥子酸在植物界广泛存在, 具有广泛的生物活性<sup>[25]</sup>; 芥子酸类似物在葶苈子中含量较大<sup>[26]</sup>, 但其潜在的生物活性有待研究。为了进一步研究葶苈子的炮制原理, 本实验选取葶苈子中3个含量相对较高又具有代表性的黄酮苷类成分以及2个苯丙素类成分(槲皮素-3-*O*-β-*D*-葡萄糖-7-*O*-β-*D*-龙胆双糖苷、芥子酸、槲皮素-3-*O*-β-*D*-吡喃葡萄糖苷、异鼠李素-3-*O*-β-*D*-吡喃葡萄糖苷和1, 2-*O*-二-芥子酰基-β-*D*-吡喃葡萄糖苷)为考察指标, 建立HPLC同时测定五者的含量, 比较这些成分炮制前后的含量变化, 探讨炮制对葶苈子中这两类成分的影响。

## 1 材料

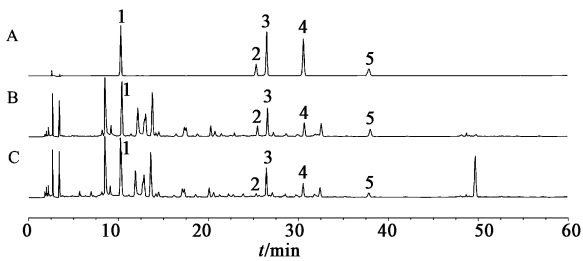
U-3000型高效液相色谱仪(戴安中国有限公司), DFT-50A型手提式高速万能粉碎机(温岭市林大机械有限公司), CPA225D型1/10万电子分析天平[赛多利斯科学仪器(北京)有限公司], FA1004型1/1万电子分析天平(上海衡平仪器仪表厂)。

槲皮素-3-*O*-β-*D*-葡萄糖-7-*O*-β-*D*-龙胆双糖苷(QGG)和芥子酸对照品(成都埃法生物科技有限公司, 批号分别为AF8050810, AF7062102, 纯度均>98%), 槲皮素-3-*O*-β-*D*-吡喃葡萄糖苷(QG)对照品(成都克洛玛生物科技有限公司, 批号CHB160912, 纯度≥98%), 异鼠李素-3-*O*-β-*D*-吡喃葡萄糖苷(IG)和1, 2-*O*-二-芥子酰基-β-*D*-吡喃葡萄糖苷(1, 2-di-*O*-sinapoyl-β-*D*-glucopyranose, SG)对照品(自制, 纯度均≥98%), 水为娃哈哈纯净水, 冰乙酸、乙腈、甲醇为色谱纯, 其他试剂均为分析纯。葶苈子生品饮片购于安宁市蔺氏药材有限责任公司(批号201708010), 经河南中医药大学陈随清教授鉴定为十字花科播娘蒿*Descurainia sophia*的干燥成熟种子, 习称“南葶苈子”。炒葶苈子为本实验室照清炒法[2015年版《中国药典》(四部)通则0213]炮制, 取葶苈子生品6份, 每份约250 g, 照清炒法操作, 文火炒至有爆声, 微鼓起, 表面颜色稍加深, 有香气, 即得; 炮制过程中, 入锅前锅底温度250 °C, 出锅时饮片温度160 °C, 炒制时间5 min。

## 2 方法与结果

**2.1 色谱条件** Waters Symmetry® C<sub>18</sub>色谱柱(4.6 mm × 250 mm, 5 μm), 流动相乙腈(A)-1%乙酸水溶液(B)梯度洗脱(0~5 min, 5%~10% A; 5~15 min, 10%~13% A; 15~23 min, 13%~20% A; 23~43 min, 20%~25% A; 43~46 min, 25% A; 46~55 min, 25%~40% A; 55~60 min, 40% A), 流速1 mL · min<sup>-1</sup>, 检测波长265 nm, 进样量10 μL, 柱温

30 ℃。见图 1。



A. 混合对照品; B. 生品; C. 清炒品; 1. QGG; 2. 芥子酸; 3. QG; 4. IG; 5. SG

图 1 葶苈子的 HPLC 色谱

Fig. 1 HPLC chromatograms of Descurainiae Semen

**2.2 对照品溶液制备** 精密称取 QGG, 芥子酸, QG, IG, SG 对照品适量, 置于 10 mL 量瓶中, 分别加 50% 甲醇配成质量浓度为 0.248, 0.337, 0.326, 0.334, 0.637 g·L<sup>-1</sup> 的混合对照品溶液, 备用。

**2.3 供试品溶液的制备** 取葶苈子生品或炮制品粉末(过三号筛, 下同)约 2.0 g, 精密称定, 置锥形瓶中, 精密移取 50% 甲醇 25 mL, 摇匀后称重, 回流提取 1 h, 放至室温, 加 50% 甲醇补足失重, 摇匀后用 0.45 μm 微孔滤膜过滤, 取续滤液, 即得。

#### 2.4 方法学考察

**2.4.1 线性关系** 用 50% 甲醇分别将上述混合对照品溶液稀释 5, 10, 20, 40, 400 倍, 按 2.1 项下色谱条件测定, 以峰面积为纵坐标, 进样量为横坐标, 利用加权最小二乘法计算, 得 QGG, 芥子酸, QG, IG, SG 的回归方程分别为  $Y = 15.154X - 0.001$  ( $r = 0.9999$ ),  $Y = 6.976X + 0.059$  ( $r = 0.9999$ ),  $Y = 20.013X - 0.016$  ( $r = 0.9999$ ),  $Y = 20.380X - 0.008$  ( $r = 0.9999$ ),  $Y = 3.536X - 0.006$  ( $r = 0.9999$ ), 线性范围分别为 0.006 2 ~ 2.48, 0.008 4 ~ 3.37, 0.008 2 ~ 3.26, 0.008 4 ~ 3.34, 0.015 9 ~ 6.37 μg。

**2.4.2 精密度考察** 取葶苈子生品粉末适量, 按 2.3 项下方法制备供试品溶液, 按 2.1 项下色谱条件连续进样 6 次, 计算 QGG, 芥子酸, QG, IG, SG 峰面积的 RSD 分别为 0.8%, 0.4%, 0.2%, 1.8%, 1.0%, 表明仪器精密度良好。

**2.4.3 重复性考察** 取葶苈子生品粉末, 称取 6 份, 按 2.3 项下方法制备供试品溶液, 按 2.1 项下条件测定, 计算样品中 QGG, 芥子酸, QG, IG, SG 的质量分数分别为 0.114 3%, 0.041 6%, 0.036 2%, 0.022 6%, 0.097 6%, RSD 分别为 1.5%, 1.2%, 1.9%, 1.1%, 1.7%, 说明该方法的重复性良好。

**2.4.4 稳定性考察** 取葶苈子生品粉末的供试品

溶液, 分别于制备后 0, 1, 2, 4, 8, 16, 24 h 按 2.1 项下色谱条件测定, 计算 QGG, 芥子酸, QG, IG, SG 峰面积的 RSD 分别为 0.8%, 1.8%, 1.7%, 1.9%, 1.1%, 表明供试品溶液在 24 h 内的稳定性良好。

**2.4.5 加样回收试验** 取葶苈子生品粉末约 1 g, 精密称定, 共 6 份, 分别精密加入混合对照品溶液 25 mL (QGG, 芥子酸, QG, IG, SG 质量浓度分别为 74.4, 16.1, 8.4, 13.3, 42.6 mg·L<sup>-1</sup>), 按 2.3 项下方法制备供试品溶液, 按 2.1 项下色谱条件测定, 计算平均加样回收率和 RSD。结果显示 5 个成分的平均加样回收率处于 98.19% ~ 101.74%, RSD 均 ≤ 1.7%, 见表 1。

**2.5 样品测定** 分别取葶苈子生品和炮制品粉末各 6 份, 每份约 2.0 g, 精密称定, 按 2.3 项下方法制备供试品溶液, 按 2.1 项下色谱条件测定, 计算各成分的含量, 见表 2。结果表明炮制后芥子酸和 SG 的含量均明显下降, 而 QGG, QG 和 IG 的含量变化则不明显。

### 3 讨论

**3.1 炮制对葶苈子中 5 个成分含量的影响** 葶苈子炮制后, 芥子酸和 SG 含量均明显下降, 前者质量分数下降 72.84%, 后者下降 39.65%。由图 2 可知, 炮制后芥子酸的含量下降十分明显, 几乎全部消失, 而在保留时间约 50 min 处出现了 1 个新的色谱峰, 具有很高的响应值。为验证 50 min 处出现的这个色谱峰是否为芥子酸转化而成的新成分, 笔者对芥子酸对照品单体加热前后的变化进行了研究。将芥子酸对照品在 150 ℃ 条件下加热 15 min, 用甲醇溶解后按 2.1 项下色谱条件进行检视, 发现芥子酸对热不稳定, 色谱峰响应值下降, 而 50 min 处色谱峰的响应值急剧增加, 故可以推测 50 min 处的色谱峰是芥子酸加热后生成的产物。经过查阅文献, 发现菜籽油中的芥子酸在加热条件下会发生脱羧, 生成菜籽多酚 (canolol), 菜籽多酚具有更强的氧化活性<sup>[27-29]</sup>。因此可以推测, 葶苈子中的芥子酸在炮制过程中也可能发生了类似的反应。

被测成分中的 SG 具有与芥子酸类似的结构, 见图 3, 又具有糖苷键, 故加热后 SG 可能发生糖苷键断裂, 生成芥子酸, 并发生与芥子酸类似的化学反应, 因而含量下降。笔者也采用单体加热的方式对前面的推论进行初步验证, 将 SG 对照品在 150 ℃ 下进行加热, 加热时间 15 min, 见图 4。结果发现 SG 中的苷键部分断裂, 生成了芥子酸, 因此含量下降。至于生成的芥子酸在受热条件下将继续发生何种

表 1 葶苈子中 5 个指标成分含量测定的加样回收试验

Table 1 Recovery test of determination of five index components in Descurainiae Semen

成分	称样量 /g	样品中量/mg	加入量 /mg	测得量 /mg	回收率 /%	平均值 /%	RSD /%	
QGG	1.000 1	1.143 0	1.860 0	2.926 0	95.86	98.97	1.7	
	1.000 7	1.144 0	1.860 0	2.998 0	99.68			
	1.000 2	1.143 0	1.860 0	2.995 0	99.57			
	1.000 5	1.144 0	1.860 0	3.016 0	100.6			
	1.000 8	1.144 0	1.860 0	2.999 0	99.73			
	1.000 7	1.144 0	1.860 0	2.973 0	98.33			
	芥子酸	1.000 1	0.416 0	0.402 5	0.828 1	102.39	101.71	0.7
		1.000 7	0.416 3	0.402 5	0.824 9	101.52		
1.000 2		0.416 1	0.402 5	0.822 1	100.87			
1.000 5		0.416 2	0.402 5	0.827 4	102.16			
1.000 8		0.416 3	0.402 5	0.828 2	102.34			
1.000 7		0.416 3	0.402 5	0.822 7	100.97			
QG		1.000 1	0.362 0	0.210 0	0.577 5	102.62	100.18	1.7
		1.000 7	0.362 3	0.210 0	0.575 5	101.52		
	1.000 2	0.362 1	0.210 0	0.569 5	98.76			
	1.000 5	0.362 2	0.210 0	0.572 3	100.05			
	1.000 8	0.362 3	0.210 0	0.572 4	100.05			
	1.000 7	0.362 3	0.210 0	0.568 3	98.10			
	IG	1.000 1	0.226 0	0.332 5	0.568 7	103.07	101.74	1.4
		1.000 7	0.226 2	0.332 5	0.563 0	101.29		
1.000 2		0.226 0	0.332 5	0.566 1	102.29			
1.000 5		0.226 1	0.332 5	0.562 9	101.29			
1.000 8		0.226 2	0.332 5	0.569 3	103.19			
1.000 7		0.226 2	0.332 5	0.556 5	99.34			
SG		1.000 1	0.976 1	1.066 0	2.031 0	98.96	98.19	0.9
		1.000 7	0.976 7	1.066 0	2.017 0	97.59		
	1.000 2	0.976 2	1.066 0	2.022 0	98.10			
	1.000 5	0.976 5	1.066 0	2.030 0	98.82			
	1.000 8	0.976 8	1.066 0	2.031 0	98.89			
	1.000 7	0.976 7	1.066 0	2.008 0	96.74			

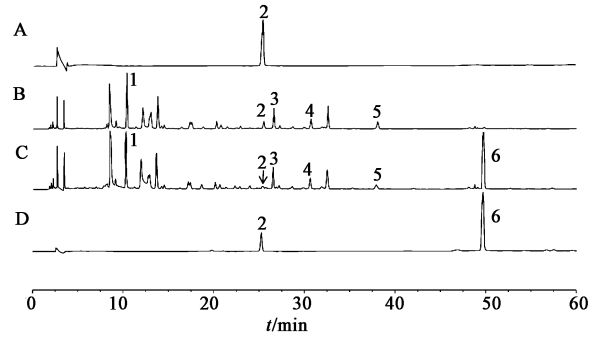
变化,生成什么物质,温度具体如何影响 SG 的含量,笔者后续会进一步研究确认。

此外,葶苈子炮制后,QGG,QG,IG 的质量分数分别下降了 6.04%,5.52%,3.10%。黄酮苷类成分含量虽均有下降的趋势,但是变化都不明显。笔者推测黄酮苷类成分对热较稳定,故经过炮制后含量变化不明显。采用加热单体的方法对葶苈子中这 3 个黄酮苷类成分受温度影响的变化程度进行了初

表 2 葶苈子中 5 个成分炮制前后的质量分数变化 (n=6)

Table 2 Contents of five components in Descurainiae Semen before and after processing (n=6) %

成分	生品	清炒品	下降率
QGG	0.114 3	0.107 4	6.04
芥子酸	0.041 6	0.011 3	72.84
QG	0.036 2	0.034 2	5.52
IG	0.022 6	0.021 9	3.10
SG	0.097 6	0.058 9	39.65



A. 对照品;B. 葶苈子生品;C. 葶苈子清炒品;D. 对照品在 150 °C 下加热 15 min 的样品;1. QGG;2. 芥子酸;3. QG;4. IG;5. SG;6. 新产生的色谱峰

图 2 不同样品的 HPLC 色谱

Fig. 2 HPLC chromatograms of different samples

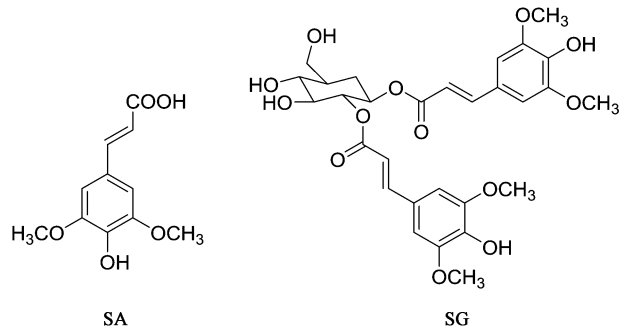
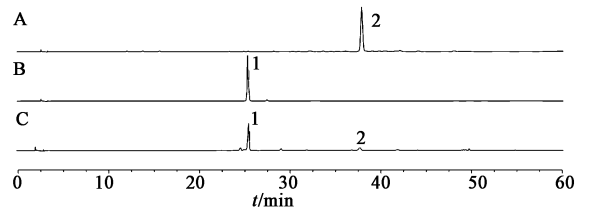


图 3 芥子酸 (SA) 和 SG 的化学结构式

Fig. 3 Chemical structures of sinapic acid and SG



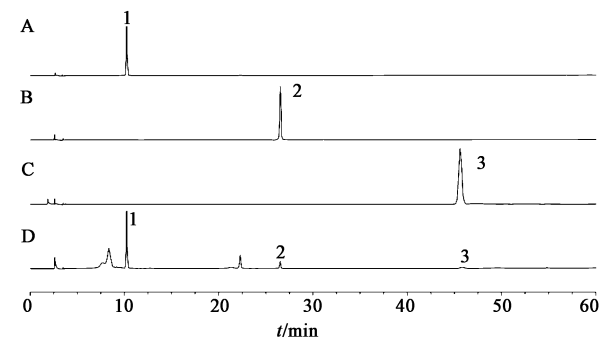
A, B. 对照品;C. 供试品;1. 芥子酸;2. SG

图 4 SG 在 150 °C 加热后的 HPLC 色谱

Fig. 4 HPLC chromatograms of SG heated at 150 °C

步考察,结果发现这 3 个黄酮苷类成分在 150 °C 下加热 15 min 时,色谱峰并未出现明显的变化;随着

加热时间延长到 1 h, 指标成分的含量下降较为明显。将 QGG 对照品单体在 150 ℃ 下加热, 用甲醇溶解后按 2.1 项下色谱条件进行检识, 结果发现 QGG 加热后分解产生了 QG 以及少量的槲皮素, 导致 QGG 含量下降, 见图 5。说明 QGG 含量下降可能是由于在炮制过程中受热使得苷键断裂, 失去糖, 生成二糖苷、单糖苷甚至是苷元。而炮制的过程温度较高, 但时间较短, 因此对 QGG 的含量影响不大。炮制过程中 QGG, QG 和 IG 这 3 个成分含量的增加或者减少可能与炒制过程的火候与时间关系密切, 可能升高、可能降低也可能不变, 按照目前的一般炮制要求操作, 黄酮苷类成分含量的变化均不显著, 属于炒制操作误差范围内。至于温度对黄酮苷类成分的变化是如何起作用的, 该过程中是否存在其他因素的作用, 还需要进一步的研究。



A, B, C. 对照品; D. 供试品; 1. QGG; 2. QG; 3. 槲皮素

图 5 QGG 在 150 ℃ 下加热的 HPLC 色谱

Fig. 5 HPLC chromatograms of QGG heated at 150 °C

基于上述 5 个被测成分在炒制加热条件下的含量变化情况, 笔者发现葶苈子中的苯丙素类成分在炒制过程中含量变化十分明显, 可能与其热稳定性较差有关; 而黄酮苷类成分的含量变化不明显, 则可能存在 2 个方面的原因: ① 黄酮苷类成分对热较为稳定; ② 在加热过程中存在多糖苷苷键断裂生成低一级糖苷的现象, 导致较低级黄酮苷含量有升有降, 最终表现为含量变化不明显。后续实验还将继续围绕葶苈子炮制过程中的各个主要化学成分的变化进行深入探索, 明确其主要药效成分在炒制过程中的变化趋势及变化原因, 从而进一步研究葶苈子的炮制机制。

**3.2 提取方法的考察**<sup>[30]</sup> 本实验中比较了超声法和回流法对葶苈子中 5 个成分提取率的影响, 发现这 2 种提取方法的结果差别不大, 但回流法结果的稳定性较超声法结果好, 故选择回流法作为葶苈子中 5 个成分的提取方法。还考察了不同体积分数

(0, 10%, 30%, 50%, 70%, 90%, 100%) 甲醇作为提取溶剂时对葶苈子中 5 个成分提取效果的影响。结果显示 50% 甲醇回流提取对 5 个被测成分均具有更好的提取效果, 可能是由于所测的 5 个成分中有 4 个为苷类成分, 1 个具有羧基, 具有较大的极性, 故选用 50% 甲醇作为溶剂能够较好地药材中的化学成分提取出来。此外, 本实验还考察了不同提取时间(0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3 h), 结果发现提取时间 > 1 h 时, 对各成分的提取量变化不大, 故确定葶苈子的提取时间为 1 h。

[参考文献]

[1] 佚名. 神农本草经[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2008: 401-403.  
[2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 333-334.  
[3] 高学敏. 中药学[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2007: 375.  
[4] 周喜丹, 唐力英, 周国洪, 等. 南北葶苈子的最新研究进展[J]. 中国中药杂志, 2014, 39(24): 4699-4708.  
[5] 李红伟, 郑晓珂, 弓建红, 等. 独行菜和播娘蒿化学成分及药理作用研究进展[J]. 药物评价研究, 2013, 36(3): 235-240.  
[6] 赵海誉, 范妙璇, 石晋丽, 等. 北葶苈子化学成分研究[J]. 中草药, 2010, 41(1): 14-18.  
[7] 王爱芹, 王秀坤, 李军林, 等. 南葶苈子化学成分的分 离与结构鉴定[J]. 药学学报, 2004, 39(1): 46-51.  
[8] 张国顺, 白义萍, 王小兰, 等. 葶苈子抗心衰有效组分 筛选及其作用机制分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(4): 118-125.  
[9] 郭娟, 陈长勋, 沈云辉. 葶苈子水提液对动物实验性 心室重构的影响[J]. 中草药, 2007, 38(10): 1519-1523.  
[10] 张晓丹, 范春兰, 余迎梅, 等. 葶苈子水提液对 CHF 大 鼠利尿作用的影响[J]. 中国现代应用药学, 2010, 27(3): 210-213.  
[11] 吴晓玲, 杨裕忠, 黄东亮. 葶苈子水提物对狗左心室 功能的作用[J]. 中药材, 1998, 21(5): 243-245.  
[12] 杨云, 赫金丽, 孙亚萍, 等. 葶苈子化学拆分组分止 咳祛痰平喘作用研究[J]. 世界科学技术—中医药现代 化, 2015, 17(3): 514-519.  
[13] 柏正平, 郑兵, 卜献春, 等. 复方葶苈子胶囊止咳祛痰 作用的实验研究[J]. 湖南中医药导报, 2000, 6(5): 41-42.  
[14] 马梅芳, 李芳. 葶苈子对昆明种小鼠移植 H<sub>22</sub> 肝癌移 植瘤抑瘤作用的研究[J]. 中华中医药学刊, 2014, 32(2): 385-386.

- [15] 马梅芳,李洁. 葶苈子对 S<sub>180</sub> 荷瘤小鼠动物模型的影响[J]. 中华中医药学刊,2014,32(1):157-158.
- [16] 刘忠良. 南葶苈子提取物调血脂作用的实验研究[J]. 药学实践杂志,2000,18(1):15-17.
- [17] 陆兔林,胡昌江. 中药炮制学[M]. 北京:中国医药科技出版社,2014:36-39.
- [18] 龚千锋. 中药炮制学[M]. 北京:中国中医药出版社,2003:22-25.
- [19] 马梅芳,吕文海. 高效液相色谱法测定南葶苈子饮片中芥子碱硫氰酸盐含量[J]. 中国药业,2008,17(5):14-15.
- [20] 马梅芳,吕文海. HPLC 法同时测定南葶苈子饮片中槲皮素、山奈酚及异鼠李素的含量[J]. 中国药事,2009,23(1):65-67.
- [21] 李红伟,司金光,石延榜,等. 采用 GC-MS 法分析炮制对南葶苈子脂肪油成分的影响[J]. 中国新药杂志,2015,24(24):2868-2872.
- [22] 吴伟,金鸣,李金荣,等. 葶苈子黄酮对血小板激活因子的拮抗作用[J]. 中草药,2006,37(10):1539-1541.
- [23] SUN K,LI X,LI W, et al. Two new lactones and one new aryl-8-oxa-bicyclo [ 3, 2, 1 ] oct-3-en-2-one from *Descurainia sophia* [J]. Chem Pharm Bull (Tokyo), 2004,52(12):1483-1486.
- [24] 孙凯,李铤. 南葶苈子的化学成分[J]. 沈阳药科大学学报,2003,20(6):419-421.
- [25] 马丛丛,许继取,韩领,等. 芥子酸及其生物活性研究进展[J]. 中国油脂,2016,41(5):75-79.
- [26] 周喜丹. 葶苈子化学成分及饮片鉴别研究[D]. 北京:中国中医科学院,2015.
- [27] Koski A, Pekkarinen S, Hopia A, et al. Processing of rapeseed oil: effects on sinapic acid derivative content and oxidative stability[J]. Eur Food Res Technol,2003,217(2):110-114.
- [28] Wakamatsu D, Morimura S, Rahaman M, et al. Isolation, identification, and structure of a potent alkyl-peroxyl radical scavenger in crude canola oil, canolol[J]. Biosci Biotechnol Biochem,2005,69(8):1568-1574.
- [29] Spielmeyer A, Wagner A, Jahreis G. Influence of thermal treatment of rapeseed on the canolol content[J]. Food Chem,2009,112(4):944-948.
- [30] 李进冉,郭宝林,陈安家,等. 炒南葶苈子饮片的质量标准研究[J]. 中国实验方剂学杂志,2010,16(8):35-37.

[责任编辑 刘德文]