

不同炮制方法对浙贝母药材 3 种生物碱含量的影响

王路伟, 沈晨薇, 张水利, 俞冰, 李石清, 范慧艳, 睢宁, 张春椿* (浙江中医药大学, 杭州 310053)

摘要: 目的 建立一种同时测定浙贝母饮片中贝母素甲、贝母素乙和贝母辛含量的方法, 并比较不同产地及炮制方法对其含量的影响。方法 Hypersil C₁₈ 色谱柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm), 柱温为 30 °C, 流动相为乙腈-0.05%三乙胺水溶液, 梯度洗脱, 流速为 1.0 mL·min⁻¹, 采用 ELSD 检测, 漂移管温度 55 °C, 载气 40 psi, 增益 10。结果 3 种成分的峰面积对数值与浓度对数值的线性关系良好($R^2 \geq 0.999$), 贝母素甲、贝母素乙和贝母辛的平均回收率($n=9$)分别为 100.1%, 100.1%, 96.9%; 不同炮制方法处理的浙贝母商品以无硫护色组贝母素甲和贝母素乙总含量最高(0.082%~0.24%, 平均为 0.15%), 生晒处理组次之(0.058%~0.23%, 平均为 0.13%), 硫熏处理组又次之(0.032%~0.12%, 平均为 0.092%), 贝壳灰法组含量最低(0.040%~0.12%, 平均为 0.072%)。结论 所建立的方法简单、准确、重复性好, 可作为评价和控制浙贝母饮片质量的依据; 不同炮制方法对浙贝母药材 3 种生物碱含量有影响, 硫熏和贝壳灰法处理会降低浙贝母饮片生物碱的含量。

关键词: 浙贝母; 高效液相色谱-蒸发光散射检测; 硫熏; 贝母素甲; 贝母素乙; 贝母辛; 中药材炮制

中图分类号: R285.4

文献标志码: B

文章编号: 1007-7693(2018)01-0080-05

DOI: 10.13748/j.cnki.issn1007-7693.2018.01.018

引用本文: 王路伟, 沈晨薇, 张水利, 等. 不同炮制方法对浙贝母药材 3 种生物碱含量的影响[J]. 中国现代应用药学, 2018, 35(1): 80-84.

Effects of Different Processing Methods on the Contents of 3 Alkaloids in *Fritillaria Thunbergii* Bulbus

WANG Luwei, SHEN Chenwei, ZHANG Shuili, YU Bing, LI Shiqing, FAN Huiyan, SUI Ning, ZHANG Chunchun* (Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou 310053, China)

ABSTRACT: OBJECTIVE To establish a method for simultaneous determination of peimine, peiminine and peimisine in *Fritillaria Thunbergii* Bulbus, and compare the contents of different origin and processing methods. **METHODS** Hypersil C₁₈ column(250 mm×4.6 mm, 5 μm) was used, the temperature of column was maintained at 30 °C, using acetonitrile(A)-0.05% triethylamine water solution (B) as the mobile phase by gradient elution at the flow rate of 1.0 mL·min⁻¹. Using ELSD detection and the temperatures of drift tube were maintained at 55 °C, the carrier gas flow rate was 40 psi, gain was 10. **RESULTS** All the constituents showed good linearity($R^2 \geq 0.999$) in the range of the tested concentration. The average recoveries ($n=9$) of peimine, peiminine and peimisine were 100.1%, 100.1% and 96.9%, respectively. Compared the contents of different origin and processing methods, the content of peimine and peiminine in the non-sulfur-resistant group was the highest(0.082%–0.24%, average 0.15%), followed by raw sun treatment group (0.058%–0.23%, average 0.13%), followed by sulfur fumigation treatment group (0.032%–0.12%, average 0.092%), shell ash group was the lowest (0.040%–0.12%, average 0.072%). **CONCLUSION** The validated method has the advantages of simplicity, good precision and reliability, allowing the comprehensive quality control of *Fritillaria Thunbergii* Bulbus. Different processing methods have effects on the content of 3 alkaloids in *Fritillaria Thunbergii* Bulbus. Sulfur fumigation and shell ash treatment will reduce the content of alkaloid.

KEY WORDS: *Fritillaria Thunbergii* Bulbus; HPLC-ELSD; sulfur fumigation; peimine; peiminine; peimisine; Chinese herbal medicine processing

浙贝母为百合科植物浙贝母 (*Fritillaria thunbergii* Miq.) 的干燥鳞茎, 是浙江道地药材“浙八味”之一。浙贝母味苦、性寒, 归肺心经, 具有清热化痰、开郁散结之功效^[1-2]。目前浙贝母商品规格主要划分为元宝贝、珠贝、浙贝片 3 类, 其规格复杂, 虽有优选品、大统货、小统货, 但

无标准等级划分, 价格参差不齐, 使得优质商品难露头角, 而关于现有浙贝母商品规格划分标准科学内涵的研究极少, 对浙贝母不同炮制方法的研究也很少。浙贝母主要成分为生物碱和皂苷, 其中贝母素甲和贝母素乙的含量是中国药典 2015 年版规定检测的指标成分, 贝母辛在近来研究中

基金项目: 国家公益性行业科研专项项目(201407002); 浙江省重中之重学科中药学开放基金项目(Yao2016012); 浙江省中医药科技计划重点研究项目(2014ZZ001)

作者简介: 王路伟, 男, 硕士生 Tel: 13957194484 E-mail: 1020309664@qq.com *通信作者: 张春椿, 男, 讲师 Tel: (0571)86613576 E-mail: 10928485@qq.com

发现其具有很好的平喘作用^[3]。本研究采用 HPLC-ELSD 测定不同产地及不同炮制方法的浙贝母类药材中贝母素甲、贝母素乙、贝母辛的含量^[4-8]，比较产地、炮制、商品规格对浙贝母生物碱含量的影响，对浙贝母生产加工有指导意义，也为浙贝母药材的质量评价、商品规格划分提供参考依据。

1 材料

1.1 试剂

对照品贝母素甲(批号: ST00370120MG)、贝母素乙(批号: ST00380120MG)、贝母辛(批号: ST07720120MG)均购自上海诗丹德生物技术有限公司, 纯度均 $\geq 98\%$; 甲醇和乙腈为色谱纯; 氯仿、氨水为分析纯; 实验用水为娃哈哈纯净水。

1.2 仪器

Waters 1525 高效液相色谱仪(美国 Waters, 含 Empower 2 色谱工作站、Waters 2424 蒸发光散射检测器); KQ2200DA 型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司); AR224CN 型电子分析天平(奥豪斯仪器有限公司); B-220 型电热恒温水浴锅(上海亚荣生化仪器厂)。

1.3 药材

浙贝母样品为生长年限 1 年以上, 5~6 月份采收的 10 个产区(浙江磐安、宁波, 江苏海门等)的原药材, 经浙江中医药大学张水利教授鉴定为百合科植物浙贝母(*Fritillaria thunbergii* Miq.)的干燥鳞茎, 并按照中国药典操作规程采用 4 种不同炮制方法进行炮制加工。

2 方法与结果

2.1 色谱条件

采用 Hypersil C₁₈ 色谱柱(250 mm \times 4.6 mm, 5 μ m), 柱温为 30 $^{\circ}$ C, 流动相为乙腈(A)-0.05%的三乙胺(B), 梯度洗脱程序如下: 0 min, 55%A, 5 min, 55%A, 7 min, 75%A, 18 min, 85%A。流速为 1.0 mL \cdot min⁻¹, 采用 ELSD 检测, 漂移管温度为 55 $^{\circ}$ C, 载气 40 psi, 增益 10。进样量均为 20 μ L。

2.2 供试品溶液的制备

根据中国药典 2015 年版中浙贝母提取方法稍加改进制备供试品溶液。分别取自然干燥和硫熏浙贝母粉末(过四号筛)2 g, 精密称定, 置烧瓶中, 加浓氨水 4 mL 浸润 30 min, 精密加入氯仿-甲醇(4:1)的混合溶剂 40 mL, 称定, 混匀, 超声 1 h,

再称定, 加上述混合溶剂, 补足质量, 滤过, 精密量取续滤液 10 mL, 置蒸发皿中蒸干, 残渣加甲醇溶解并转移至 10 mL 量瓶中, 加甲醇稀释至刻度, 摇匀, 即得, 备用。

2.3 对照品溶液的制备

取贝母素甲、贝母素乙和贝母辛对照品适量, 精密称定, 加甲醇制成含贝母素甲、贝母素乙、贝母辛浓度分别为 0.221, 0.257, 0.123 mg \cdot mL⁻¹的混合对照品溶液。

2.4 方法学考察

2.4.1 线性关系考察 分别准确吸取已配制的对照品溶液适量, 以甲醇稀释定容, 得到 7 个不同浓度的混合对照品溶液(贝母素甲浓度分别为 0.221, 0.110 5, 0.066 3, 0.044 2, 0.035 36, 0.026 52, 0.017 68 mg \cdot mL⁻¹, 贝母素乙浓度分别为 0.257, 0.128 5, 0.077 1, 0.051 4, 0.041 12, 0.030 84, 0.020 56 mg \cdot mL⁻¹, 贝母辛浓度分别为 0.123, 0.061 5, 0.036 9, 0.024 6, 0.019 68, 0.014 76, 0.009 84 mg \cdot mL⁻¹)。按“2.1”项下色谱条件, 分别进样 20 μ L 测定。以 lgS 为纵坐标(y), lgC 为横坐标(x)作图, 得贝母辛、贝母素甲和贝母素乙的回归方程, 见表 1。

表 1 3 种生物碱的线性方程、相关系数及线性范围

Tab. 1 The linear equation, correlation coefficient and linear range of three alkaloids

对照品	线性方程	R ²	线性范围/mg \cdot mL ⁻¹
贝母辛	y=0.920 2x+5.319 6	0.999 3	0.009 84~0.123
贝母素甲	y=1.195 2x+5.592 7	0.999 2	0.017 68~0.221
贝母素乙	y=1.194 2x+5.489 2	0.999 1	0.020 56~0.257

2.4.2 仪器精密度考察 精密吸取混合对照品溶液 20 μ L, 按“2.1”项下色谱条件, 连续进样 5 次测定, 以样品的峰面积为指标, 得出贝母辛、贝母素甲和贝母素乙的相对标准偏差(RSD)分别为 1.74%, 1.46%, 2.31%。表明仪器精密度良好。

2.4.3 稳定性考察 取已制备的样品溶液, 分别在 0, 2, 4, 6, 8, 12, 24 h 时, 按“2.1”项下色谱条件测定贝母辛、贝母素甲、贝母素乙的峰面积, 计算 RSD 分别为 0.83%, 2.95, 2.35%。表明样品溶液在 24 h 内稳定。

2.4.4 重复性考察 平行称取浙贝母药材粉末 5 份, 按照“2.2”项下方法制备供试品溶液。按“2.1”项下色谱条件测定贝母辛、贝母素甲及贝母素乙的峰面积, 计算 RSD 分别为 2.89%, 2.23%, 2.60%。

结果表明方法重复性良好。

2.4.5 加样回收考察 精密称取已知含量的浙贝母样品粉末 2.0 g, 加入浓氨溶液 4 mL, 浸润 30 min 后, 置于 100 mL 具塞锥形瓶中, 精密加入氯仿-甲醇(4:1)混合溶液 40 mL。取用以上样品, 分别加入含贝母辛对照品 0.08, 0.1, 0.12 mg, 含贝母素甲对照品 0.8, 1.0, 1.2 mg, 含贝母素乙对照品 0.8, 1.0, 1.2 mg 的对照品溶液, 每个质量平行 3 份, 继续按“2.2”项下方法制得供试品溶液, 据标准曲线计算得出平均回收率, 结果见表 2。

表 2 浙贝母 3 种生物碱加样回收结果(n=9)

Tab. 2 Sampling recovery results of three alkaloids in *Fritillaria Thunbergii* Bulbus (n=9)

生物碱	含量/ mg·mL ⁻¹	对照品加 入量/mg	测得量/ mg	回收率/ %	平均回 收率/%	RSD/ %
贝母素甲	1.025	0.800 0	1.782	0.98	100.1	3.02
		0.800 0	1.760	0.96		
		0.800 0	1.892	1.04		
		1.000 0	2.024	1.00		
		1.000 0	1.958	0.97		
		1.000 0	2.090	1.03		
		1.200 0	2.178	0.98		
		1.200 0	2.244	1.01		
		1.200 0	2.310	1.04		
		贝母素乙	0.029	0.800 0		
0.800 0	1.386			0.96		
0.800 0	1.430			0.99		
1.000 0	1.584			0.97		
1.000 0	1.606			0.98		
1.000 0	1.694			1.03		
1.200 0	1.848			1.00		
1.200 0	1.958			1.06		
1.200 0	1.848			1.00		
贝母辛	0.129			0.080 0	0.195	0.93
		0.080 0	0.207	0.99		
		0.080 0	0.191	0.91		
		0.100 0	0.220	0.96		
		0.100 0	0.220	0.96		
		0.120 0	0.246	0.99		
		0.120 0	0.242	0.97		
0.120 0	0.247	0.99				

2.5 样品含量测定

分别取不同处理的浙贝母样品粉末, 精密称定 2.0 g, 分别按“2.2”项下方法制备供试品溶液,

测定贝母素甲、贝母素乙和贝母辛含量。结果见图 1 及表 3。

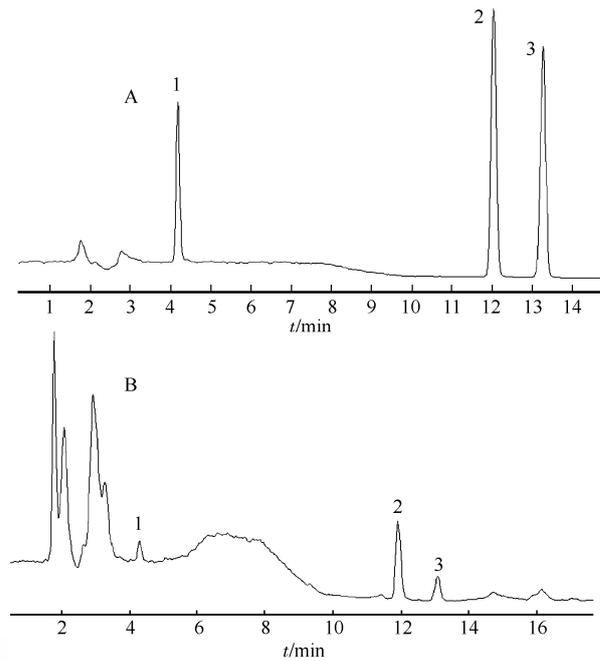


图 1 高效液相色谱图

A-混合对照品; B-供试品溶液; 1-贝母辛; 2-贝母素甲; 3-贝母素乙。

Fig. 1 HPLC chromatograms

A-mixed standard; B-standard solution; 1-peimine; 2-peiminine; 3-peimisine.

60 批浙贝母样品贝母素甲和贝母素乙总含量为 0.032%~0.24%, 其中 S8、S21、S27、S32~S38、S41、S47、S52~S58 共 19 组含量低于中国药典 2015 年版要求的最低限量(0.08%), 其余 41 组均符合中国药典 2015 年版要求的最低限量(0.08%)。不同炮制方法处理的浙贝母商品以无硫护色组贝母素甲和贝母素乙总含量最高(0.082%~0.24%, 平均 0.15%), 生晒处理组次之(0.058%~0.23%, 平均 0.13%), 硫熏处理组次之(0.032%~0.12%, 平均 0.092%), 贝壳灰法组含量最低(0.040%~0.12%, 平均 0.072%)。不同产地的浙贝母药材中含贝母素甲和贝母素乙的总量从高到低依次为磐安县仁川镇、金华市浦江县、江苏省海门县、磐安县方前镇、宁波市章水镇、宁波市鄞县鄞江镇、丽水市缙云县、磐安县新渥镇、丽水市云和县、磐安县冷水镇。实验结果表明不同产地、不同炮制方法浙贝母中生物碱含量不同, 可能跟其独特的地理环境、气候及药农的种植经验等有关。结果见表 3(编号 S1~S40 为实地采收、炮制的浙贝片, S41~S60 是实地采收、炮制的珠子)。

表 3 浙贝母药材 3 种生物碱含量(n=3)

Tab. 3 The content of three alkaloids in *Fritillaria Thunbergii* Bulbus (n=3)

编号	产地	炮制方法	贝母辛/%	贝母素甲/%	贝母素乙/%	贝母素甲、乙总含量/%	编号	产地	炮制方法	贝母辛/%	贝母素甲/%	贝母素乙/%	贝母素甲、乙总含量/%
S1	磐安县新渥镇	生晒处理	0.007 7	0.094	0.030	0.12	S31	磐安县新渥镇	贝壳灰法	0.011	0.057	0.029	0.086
S2	磐安县仁川镇	生晒处理	0.022	0.16	0.075	0.23	S32	磐安县仁川镇	贝壳灰法	0.004 4	0.045	0.032	0.077
S3	磐安县冷水镇	生晒处理	0.009 9	0.068	0.025	0.093	S33	磐安县冷水镇	贝壳灰法	0.006 6	0.025	0.014	0.040
S4	磐安县方前镇	生晒处理	0.007 7	0.091	0.025	0.12	S34	磐安县方前镇	贝壳灰法	0.004 4	0.037	0.019	0.056
S5	宁波市鄞县鄞江镇	生晒处理	0.015	0.11	0.051	0.16	S35	宁波市鄞县鄞江镇	贝壳灰法	0.007 7	0.030	0.021	0.051
S6	宁波市章水镇	生晒处理	0.011	0.089	0.042	0.13	S36	宁波市章水镇	贝壳灰法	0.005 5	0.036	0.023	0.059
S7	丽水市云和县	生晒处理	0.011	0.068	0.032	0.10	S37	丽水市云和县	贝壳灰法	0.006 6	0.036	0.023	0.059
S8	丽水市缙云县	生晒处理	0.003 3	0.039	0.020	0.059	S38	丽水市缙云县	贝壳灰法	0.007 7	0.045	0.033	0.078
S9	金华市浦江县	生晒处理	0.006 6	0.070	0.037	0.11	S39	金华市浦江县	贝壳灰法	0.007 7	0.056	0.032	0.088
S10	江苏省海门县	生晒处理	0.012	0.10	0.042	0.14	S40	江苏省海门县	贝壳灰法	0.013 2	0.073	0.046	0.12
S11	磐安县新渥镇	无硫护色	0.009 9	0.056	0.026	0.082	S41	磐安县新渥镇	硫熏处理	0.005 5	0.048	0.030	0.078
S12	磐安县仁川镇	无硫护色	0.021	0.11	0.061	0.17	S42	磐安县仁川镇	硫熏处理	0.003 3	0.068	0.047	0.12
S13	磐安县冷水镇	无硫护色	0.014	0.086	0.037	0.12	S43	磐安县冷水镇	硫熏处理	bd	0.056	0.039	0.095
S14	磐安县方前镇	无硫护色	0.021	0.13	0.064	0.19	S44	磐安县方前镇	硫熏处理	0.006 6	0.068	0.040	0.11
S15	宁波市鄞县鄞江镇	无硫护色	0.013	0.090	0.041	0.13	S45	宁波市鄞县鄞江镇	硫熏处理	0.006 6	0.054	0.037	0.091
S16	宁波市章水镇	无硫护色	0.020	0.097	0.061	0.16	S46	宁波市章水镇	硫熏处理	0.005 5	0.064	0.044	0.11
S17	丽水市云和县	无硫护色	0.017	0.095	0.061	0.16	S47	丽水市云和县	硫熏处理	bd	0.020	0.012	0.032
S18	丽水市缙云县	无硫护色	0.022	0.11	0.059	0.17	S48	丽水市缙云县	硫熏处理	0.006 6	0.048	0.034	0.082
S19	金华市浦江县	无硫护色	0.020	0.16	0.085	0.24	S49	金华市浦江县	硫熏处理	bd	0.080	0.036	0.12
S20	江苏省海门县	无硫护色	0.011	0.074	0.045	0.12	S50	江苏省海门县	硫熏处理	bd	0.065	0.039	0.10
S21	磐安县新渥镇	硫熏处理	0.004 4	0.044	0.024	0.068	S51	磐安县新渥镇	贝壳灰法	0.009 9	0.061	0.030	0.091
S22	磐安县仁川镇	硫熏处理	0.005 5	0.063	0.042	0.10	S52	磐安县仁川镇	贝壳灰法	0.006 6	0.043	0.031	0.074
S23	磐安县冷水镇	硫熏处理	bd	0.056	0.037	0.093	S53	磐安县冷水镇	贝壳灰法	bd	0.026	0.013	0.039
S24	磐安县方前镇	硫熏处理	0.006 6	0.066	0.039	0.10	S54	磐安县方前镇	贝壳灰法	0.004 4	0.037	0.017	0.054
S25	宁波市鄞县鄞江镇	硫熏处理	0.007 7	0.055	0.039	0.094	S55	宁波市鄞县鄞江镇	贝壳灰法	0.004 4	0.030	0.023	0.053
S26	宁波市章水镇	硫熏处理	0.004 4	0.059	0.042	0.10	S56	宁波市章水镇	贝壳灰法	0.005 5	0.036	0.023	0.059
S27	丽水市云和县	硫熏处理	bd	0.021	0.014	0.035	S57	丽水市云和县	贝壳灰法	0.007 7	0.039	0.025	0.064
S28	丽水市缙云县	硫熏处理	0.005 5	0.047	0.037	0.084	S58	丽水市缙云县	贝壳灰法	0.009 9	0.044	0.032	0.076
S29	金华市浦江县	硫熏处理	0.006 6	0.078	0.037	0.12	S59	金华市浦江县	贝壳灰法	0.005 5	0.062	0.035	0.097
S30	江苏省海门县	硫熏处理	0.004 4	0.065	0.039	0.10	S60	江苏省海门县	贝壳灰法	0.014	0.075	0.048	0.12

注: bd-含量低于检测限。

Note: bd-below detection.

2.6 方差分析

将 S1~S40 浙贝片分为生晒处理、无硫护色、硫熏处理、贝壳灰法处理 4 个组, 采用 SPSS 20.0 统计软件对 4 组数据(浙贝片贝母素甲和贝母素乙总含量)进行完全随机设计的方差分析, 结果表明 4 组数据多个样本均数的两两比较, 除生晒处理和无硫护色差异无显著性意义, 硫熏处理和贝壳灰法处理差异无显著性意义, 其他各样本间的差异均有统计学意义($P < 0.05$), 结果见表 4。结果提示

不同炮制方法对浙贝母药材 3 种生物碱含量有影响, 硫熏和贝壳灰法处理会降低浙贝母饮片生物碱的含量。贝壳灰法处理生物碱含量低可能是加工过程中擦去外皮, 使得浙贝母浆汁流出, 造成有效成分的流失。

分别对硫熏处理的浙贝片和珠贝、贝壳灰法处理的浙贝片和珠贝进行 SPSS 分析, 珠贝和浙贝片各生物碱含量无显著性差异, 提示不同商品规格对浙贝母生物碱含量影响不大。

表 4 浙贝片贝母素甲和贝母素乙总含量方差分析结果

Tab. 4 The analysis results of *Fritillaria* tablets in peimine and peiminine content of total variance

样品(I)	样品(J)	均值差(I-J)	标准误	显著性
生晒处理	无硫护色	-0.027 10	0.015 91	0.097
	硫熏处理	0.036 60 ¹⁾	0.015 91	0.027
	贝壳灰法	0.054 80 ¹⁾	0.015 91	0.001
无硫护色	生晒处理	0.027 10	0.015 91	0.097
	硫熏处理	0.063 70 ¹⁾	0.015 91	0.000
	贝壳灰法	0.081 90 ¹⁾	0.015 91	0.000
硫熏处理	生晒处理	-0.036 60 ¹⁾	0.015 91	0.027
	无硫护色	-0.063 70 ¹⁾	0.015 91	0.000
	贝壳灰法	0.018 20	0.015 91	0.260
贝壳灰法	生晒处理	-0.054 80 ¹⁾	0.015 91	0.001
	无硫护色	-0.081 90 ¹⁾	0.015 91	0.000
	硫熏处理	-0.018 20	0.015 91	0.260

注: ¹⁾P<0.05。

Note: ¹⁾P<0.05.

分别对浙贝母中贝母素甲、贝母素乙和贝母辛的含量变化进行分析,发现贝母素甲和贝母素乙含量变化均为无硫护色组>生晒处理组>硫熏处理组>贝壳灰法组,这和浙贝母生物碱总含量的变化趋势是一致的,而贝母辛的含量变化为无硫护色组>生晒处理组>贝壳灰法组>硫熏处理组,提示浙贝母经硫磺熏蒸后,贝母辛下降较为严重,在 S23、S27、S43、S47、S49、S50 和 S53 这 7 个批次的浙贝母药材中贝母辛含量低于检测限,未检出,而这 7 个批次除了 S53 为贝壳灰法处理以外,其余 6 个均为硫熏处理。由此可见,硫熏可导致浙贝母生物碱含量降低,尤其是贝母辛含量的降低,进而影响其药效。

国家已明令禁止硫熏浙贝母,而本实验结果

显示硫熏和贝壳灰法处理会降低浙贝母饮片生物碱的含量,并且这 2 种炮制方法生物碱含量无明显差异,对于浙贝母的采收加工,不建议用贝壳灰处理。

3 结论

所建立的方法可同时测定浙贝母饮片中的贝母素甲、贝母素乙和贝母辛,且该方法稳定、可靠、简便,适用于浙贝母的质量控制。不同炮制方法对浙贝母药材 3 种生物碱含量有影响,硫熏和贝壳灰法处理会降低浙贝母饮片生物碱的含量。

REFERENCES

- [1] 中国药典. 一部[S]. 2015: 292.
- [2] GAO X M. Traditional Chinese Pharmacology(中药学)[M]. Beijing: China Press of Traditional Chinese Medicine, 2005: 417.
- [3] ZHAO Y, ZHU W F, LIU H N, et al. Antiasthmatic mechanism of peimisine in *Fritillaria monantha* [J]. Chin Tradit Herb Drugs(中草药), 2009, 40(4): 597-601.
- [4] 刘玉明, 路熹, 蒋玉虎, 等. HPLC-ELSD 同时测定新疆贝母中贝母辛和贝母素乙的含量[J]. 中药材, 2014, 37(5): 826-828.
- [5] ZOU H P, PENG T, KOU J C, et al. Determination of peimisine in Beimu from different growing areas by HPLC [J]. Pharm Clin Chin Mater Med(中药与临床), 2014, 5(3): 4-5, 16.
- [6] 沈秋, 周洁, 王卓琼, 等. 不同产地和品种对浙贝母主成分与生理生化特性的影响[J]. 中药材, 2011, 34(10): 1503-1508.
- [7] QIN J P, LI J C, WU J X, et al. Zhen-zhong quality evaluation of *Fritillariae Thunbergii* Bulbus by HPLC fingerprint [J]. Chin J Exp Tradit Med Form(中国实验方剂学杂志), 2015, 21(19): 34-36.
- [8] 张舒娜, 张浩, 马琳, 等. 近红外光谱法测定平贝母中总生物碱含量[J]. 医药导报, 2016, 35(增刊): 111-113.

收稿日期: 2017-08-02

(本文责编: 蔡珊珊)