

松贝中生物碱含量测定及清洗加工方式评价

艾光丽, 梁恒兴, 李 及, 罗 霄, 代 琪*

(成都市药品检验研究院 国家药品监督管理局中药材质量监测评价重点实验室, 四川 成都 610045)

摘要:目的:同时测定松贝中西贝母碱苷和西贝母碱的含量,考察不同清洗加工方式对松贝中西贝母碱苷和西贝母碱含量的影响。方法:采用 UPLC-MS/MS 法,流动相为乙腈-0.1%甲酸溶液(含 10 mmol/L 甲酸铵)梯度洗脱,流速 0.4 mL/min,柱温 35℃,质谱采用 ESI⁺离子源,动态多反应监测模式检测。结果:松贝中 2 种生物碱成分在一定浓度范围内线性关系良好,所用方法精密度、重复性、稳定性良好,平均回收率为 90.48% 和 93.60%,RSD<3%。不同产地松贝中西贝母碱苷和西贝母碱含量差异较大;不同清洗加工方式处理后松贝中西贝母碱和西贝母碱苷的含量具有一定差异。结论:所用方法能全面、准确地测定松贝中 2 种生物碱成分的含量。该研究可为松贝的质量控制、临床应用和综合评价提供参考依据。

关键词:松贝;超高效液相色谱—串联质谱法;西贝母碱苷;西贝母碱

DOI:10.11954/ytctyy.202408016

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

中图分类号:R284.1

文献标识码:A

文章编号:1673-2197(2024)08-0077-04



Determination the Content of Alkaloids in *Fritillaria Cirrhosa* and Evaluation of Cleaning and Processing Methods

Ai Guangli, Liang Hengxing, Li Ji, Luo Xiao, Dai Qi*

(Chengdu Municipal Institute for Drug Control, NMPA Key Laboratory for Quality Monitoring and Evaluation of Traditional Chinese Materia Medicine, Chengdu 610045, China)

Abstract; Objective: Simultaneous determination of sipeimine-3 β -D-glucoside and Sipeimine in *Fritillaria cirrhosa*, and to investigate the effects of different cleaning and processing methods. **Methods:** UPLC-MS/MS was used with gradient elution of acetonitrile-0.1% formic acid solution (containing 10mmol/L ammonium formate) as mobile phase at a flow rate of 0.4mL/min and column temperature was 35℃. The mass spectrometry parameters were electrospray ionization (ESI⁺) and dynamic multiple reaction monitoring mode (DMRM). **Results:** The results showed that good linearity was achieved in their ranges and fine determination coefficient. The accuracy, repeatability and stability of the method were good. The average recoveries were 90.48% and 93.60%, RSD was less than 3%. The contents of sipeimine-3 β -D-glucoside and Sipeimine in *Fritillaria cirrhosa* from different regions were different. After different cleaning and processing methods, the contents of sipeimine-3 β -D-glucoside and Sipeimine in *Fritillaria cirrhosa* had certain differences. **Conclusion:** The method can be used to determine the content of alkaloids in 2 in *Fritillaria cirrhosa* comprehensively and accurately. It provides a scientific reference for quality control, clinical application and comprehensive assessment for *Fritillaria cirrhosa*.

Keywords: *Fritillaria Cirrhosa*; UPLC-MS/MS; Sipeimine-3 β -D-Glucoside; Sipeimine

松贝是川贝母的一种,药用历史悠久,具有清热润肺、化痰止咳、散结消痈的功效^[1]。现代药理研究证实,其主要活性成分为生物碱、皂苷类等^[2]。川贝母是贝母类药材中药用价值较高的一个复合群,随

着市场需求的快速增长以及过度采挖,导致川贝母资源日益短缺,川贝母中的松贝因为产量少,市场价格较高。商家为了卖出的松贝更美观,常在采挖后或已干燥后进行清洗,除了用水,还常用洗洁精、洗

收稿日期:2024-01-23

基金项目:国家重点研发计划—中医药现代化专项(2023YFC3504100);中国药品监管科学行动计划第二批重点项目(NMPAJGKX-2023-074)

作者简介:艾光丽(1989—),女,硕士,成都市药品检验研究院初级药师,研究方向为中药新制剂、新剂型、新技术研发。

通讯作者:代琪(1979—),女,硕士,成都市药品检验研究院副主任中药师,研究方向为中药鉴定及中药质量标准控制。

E-mail:6719089@qq.com

衣粉等化学物质增加清洗力度。经市场调研发现,松贝洗涤后有效成分流失,造成有效成分含量偏低。本研究拟对松贝清洗方式进行考察,并在实验室模拟加工,掌握清洗前后有效成分的变化情况。在此基础上,对产地、药材市场、饮片生产企业等不同流通环节中使用的松贝进行调查取样。采用 UPLC-MS/MS 法同时测定松贝中西贝母碱和西贝母碱苷的含量^[3-11],并对收集的 45 批样品进行测定并考察不同的清洗加工方式^[12-16]对西贝母碱和西贝母碱苷的影响,为松贝的产地加工、质量控制、临床应用和综合评价提供参考依据。

1 仪器与试药

仪器:Agilent 1290-6470 液相色谱—三重四极杆质谱仪(美国安捷伦科技有限公司);ME204E 和 XPE26 电子天平(瑞士梅特勒—托利多公司);移液枪(Eppendorf, Germany)等。试剂:乙腈、甲醇(美国 Thermo Fisher Scientific 公司,色谱级);甲酸、甲酸铵、乙酸铵(fisher 公司,质谱级);实验用水为超纯水。对照品:西贝母碱(110767-202111,百分含量为 99.4%,供含量测定用),西贝母碱苷(111917-201202,百分含量为 96.4%,供含量测定用),均由中国食品药品检验研究院提供。样品:编号 S1~S15 为松贝药材(产地为四川、青海、西藏),S16~S30 为松贝饮片(厂家为各地饮片企业),S31~S45 为新鲜松贝药材(产地为四川松潘)。

2 方法与结果

2.1 西贝母碱和西贝母碱苷含量测定

2.1.1 色谱条件 Agilent poroshell 120 SB-C₁₈ 色谱柱(2.1 mm×100 mm, 2.7 μm);以 0.1% 甲酸溶液(含 10 mmol/L 甲酸铵)为流动相 A,以乙腈为流动相 B,按表 1 进行梯度洗脱;流速 0.4 mL/min,柱温为 40℃,进样体积为 1 μL。

表 1 流动相梯度洗脱程序

时间(min)	流动相 A(%)	流动相 B(%)
0~1	95→85	5→15
1~7	85→75	15→25
7~9	75→40	25→60
9~9.5	40→95	60→5
9.5~10	95	5

2.1.2 质谱条件 采用电喷雾离子源(electron spray ionization, ESI);动态多反应监测模式(Dynamic multiple reaction monitoring mode, DMRM);正离子扫描模式。相关参数:离子源温度:325℃,喷雾电压:4 000(+),雾化气流速:7 L/min;鞘气温度:350℃,气帘气压:35 psi。各化合物的监测离子对、碰撞电压(CE),见表 2。

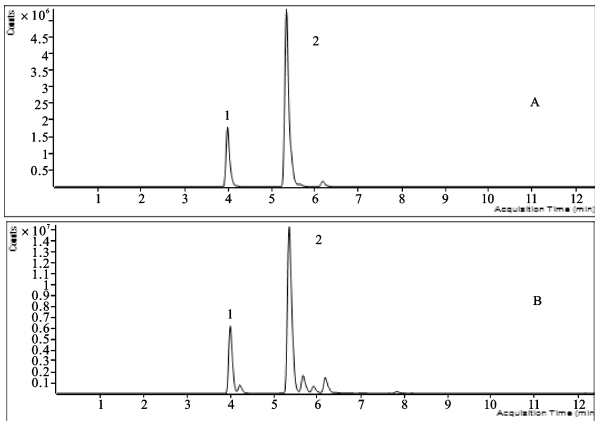
表 2 监测离子对、碰撞电压 (CE)

名称	母离子(m/z)	子离子(m/z)	裂解电压(V)	CE(V)
西贝母碱	430.3	138	127	60
西贝母碱苷	592.4	138	166	72

2.1.3 对照品溶液制备 精密称取西贝母碱和西贝母碱苷对照品适量,加甲醇制成每 1 mL 各含 10 μg 的溶液。分别精密量取上述对照品储备液适量,得到系列浓度为每 1 mL 含西贝母碱 0.984 2、3.937 2、15.748 7、62.994 8、251.979 0、1 007.916 0 ng,西贝母碱苷 0.831 0、3.323 9、13.295 5、53.182 0、212.728 0、850.912 0 ng,6 个梯度浓度的混合标准系列溶液。

2.1.4 供试品溶液制备 取本品细粉 0.5 g,置具塞锥形瓶中,加浓氨试液 2 mL,浸润 1 h,加入三氯甲烷—甲醇(4:1)25 mL,80℃水浴中加热回流 2 h,冷却至室温,滤过,用 10 mL 分次洗涤锥形瓶和滤纸,滤液和洗涤液置蒸发皿中蒸干,残渣用甲醇溶解并定容至 10 mL,摇匀,滤过,取续滤液,作为供试品溶液。

2.1.5 专属性试验考察 分别精密吸取对照品溶液和供试品溶液各 1 μL,注入液相色谱串联质谱仪,即得总离子流图,见图 1。



注:西贝母碱苷(1);西贝母碱(2)。

图 1 对照品溶液(A)和供试品溶液(B)总离子流

2.1.6 线性关系考察 精密吸取“2.1.3”项下系列混合对照溶液 1 μL 进样,按“2.1.1”和“2.1.2”项下条件进行分析。以目标化合物的浓度为横坐标(X),定量离子对峰面积为纵坐标(Y)绘制标准曲线,结果显示各目标化合物的相关系数 R 均>0.999,表明西贝母碱和西贝母碱苷在相应范围内呈良好的线性关系。以最低浓度计算方法检出限、定量限。结果见表 3。

2.1.7 精密度试验 取“2.1.3”项下混合对照品溶液(西贝母碱浓度为 15.748 7 ng/mL、西贝母碱苷浓度为 13.295 5 ng/mL)连续进样 6 针,记录浓度,计算 RSD。结果显示西贝母碱和西贝母碱苷 RSD 分别

表 3 线性关系

名称	线性方程	线性范围(μg/L)	R	检出限(μg/kg)	定量限(μg/kg)
西贝母碱	$y=30\ 014x-186\ 235$	0.984 3~1 007.916 0	0.999 7	0.03	0.09
西贝母碱苷	$y=14\ 122x-54\ 043$	0.831 0~850.912 0	0.999 8	0.01	0.02

为 0.6%和 0.60%,*RSD* 均<1.0%,表明仪器精密
度良好。

2.1.8 重复性试验 取同一份供试品 6 份(S-22),
按“2.1.4”项下方法制备供试品溶液,采用标准曲线
法计算含量,计算 *RSD*。测定结果显示西贝母碱和
西贝母碱苷含量的 *RSD* 分别为 2.98%和 2.48%,表
明所用方法重复性良好。

2.1.9 稳定性考察 取“2.1.3”项下混合对照品溶
液(西贝母碱浓度 15.748 7 ng/mL、西贝母碱苷浓度
为 13.295 5 ng/mL),分别于 0、8、10、13、16、19、23、
34 h 进行测定,记录各成分浓度,计算 *RSD*。测定结

果显示西贝母碱和西贝母碱苷含量的 *RSD* 分别为
2.20%和 2.84%,表明供试品溶液在 34 h 内稳定。

2.1.10 准确度试验 取供试品(S-22)6 份
(0.25 g),分别精密加入混合对照品溶液(西贝母碱浓
度 0.252 0 μg/mL、西贝母碱苷浓度 0.212 3 μg/mL)
1 mL,按“2.1.4”项下方法制备供试品溶液,计算含量
和回收率。结果显示,西贝母碱回收率为 90.48%,
RSD 为 2.33%;西贝母碱苷回收率为 93.60%,*RSD*
为 2.74%,表明本方法准确度良好。准确度试验结
果,见表 4。

表 4 准确度试验结果

名称	样品取样量(g)	样品含量(μg)	加入量(μg)	测得量(μg)	回收率(%)	平均回收率(%)	<i>RSD</i> (%)
西贝母碱	1	0.259 9	0.256 1	0.252 0	0.477 9	88.01	2.33
	2	0.257 1	0.253 4	0.252 0	0.489 2	93.58	
	3	0.257 2	0.253 5	0.252 0	0.486 2	92.33	
	4	0.258 6	0.254 9	0.252 0	0.482 0	90.16	
	5	0.247 8	0.244 2	0.252 0	0.468 1	88.85	
	6	0.244 7	0.241 2	0.252 0	0.467 8	89.96	
西贝母碱苷	1	0.259 9	0.206 4	0.212 3	0.399 2	90.82	2.74
	2	0.257 1	0.204 2	0.212 3	0.409 5	96.69	
	3	0.257 2	0.204 3	0.212 3	0.407 0	95.48	
	4	0.258 6	0.205 4	0.212 3	0.403 1	93.10	
	5	0.247 8	0.196 8	0.212 3	0.398 6	95.03	
	6	0.244 7	0.194 4	0.212 3	0.386 4	90.47	

2.2 清洗加工方式考察

2.2.1 未清洗考察 将收集的新鲜松贝样品在常
温下阴干 3 个月,按“2.1.4”项下方法制备供试品溶
液,依法测定计算西贝母碱和西贝母碱苷的含量。
测定结果,见表 5。

2.2.2 洗涤方式考察 取样品适量,分别加 500
倍量的清水、洗衣粉水溶液、洗洁精水溶液,浸泡
15 min,用清水洗涤 3 次,在 40℃烘 40 h,按“2.1.4”
项下方法制备供试品溶液,依法测定计算西贝母碱

和西贝母碱苷的含量。测定结果,见表 6。

表 5 未清洗含量结果 (μg/g)

名称	西贝母碱	西贝母碱苷
	未清洗	未清洗
S-1	1.716 0	1.828 1
S-2	1.529 4	1.368 7
S-3	1.306 9	1.619 5
S-4	0.560 8	0.103 3
S-5	1.087 4	0.725 9

表 6 洗涤方式含量测定结果 (μg/g)

名称	西贝母碱			西贝母碱苷		
	清水	洗衣粉水溶液	洗洁精水溶液	清水	洗衣粉水溶液	洗洁精水溶液
S-1	1.701 5	1.458 4	1.635 3	1.780 0	1.580 6	1.659 7
S-2	1.538 6	1.462 3	1.477 6	1.350 3	1.273 2	1.312 2
S-3	1.240 6	1.194 7	1.213 6	1.514 3	1.465 5	1.465 4
S-4	0.514 7	0.479 1	0.506 2	0.089 8	0.089 1	0.088 1
S-5	1.042 0	0.886 5	0.890 1	0.686 2	0.657 6	0.641 9

2.2.3 洗涤时间考察 取样品适量,分别加 500
倍量的清水,分别浸泡 15、30、60 min,用清水洗涤 3
次,40℃烘 40 h,按“2.1.4”项下方法制备供试品溶

液,依法测定,计算西贝母碱和西贝母碱苷的含量。
测定结果,见表 7。

表 7 洗涤时间考察结果 (μg/g)						
名称	西贝母碱			西贝母碱苷		
	15 min	30 min	60 min	15 min	30 min	60 min
S-1	1.701 5	1.663 2	1.731 4	1.780 0	1.773 4	1.803 6
S-2	1.538 6	1.528 2	1.519 1	1.350 3	1.316 7	1.324 4
S-3	1.240 6	1.245 7	1.263 1	1.514 3	1.497 0	1.445 6
S-4	0.514 7	0.531 5	0.508 4	0.089 8	0.094 6	0.089 8
S-5	1.042 0	0.932 5	0.882 2	0.686 2	0.653 4	0.659 1

2.2.4 干燥温度考察 取样品适量,分别加 500 倍量的清水,浸泡 60 min,用清水洗涤 3 次,分别在 40、50、60℃烘 40、35、30 h,按“2.1.4”项下方法制备供试品溶液,依法测定和计算西贝母碱和西贝母碱苷的含量。测定结果,见表 8。

表 8 干燥温度含量测定结果 (μg/g)						
名称	西贝母碱			西贝母碱苷		
	40℃	50℃	60℃	40℃	50℃	60℃
S-1	1.701 5	1.660 6	1.678 1	1.780 0	1.728 3	1.678 7
S-2	1.538 6	1.445 3	1.464 9	1.350 3	0.756 3	1.265 1
S-3	1.240 6	1.184 7	1.203 9	1.514 3	1.427 3	1.442 5
S-4	0.514 7	0.575 5	0.486 8	0.089 8	0.087 1	0.089 1
S-5	1.042 0	0.862 6	0.843 7	0.686 2	0.585 0	0.627 4

2.2.5 不同清洗加工方式对特征成分的影响 由结果可知,不同清洗加工方式处理后松贝药材中西贝母碱和西贝母碱苷含量具有一定差异。综上所述,选择用清水浸泡 15 min,用清水洗涤 3 次,40℃烘 40 h 的清洗加工方式考察新鲜松贝中西贝母碱和西贝母碱苷的含量。

2.3 样品测定

将搜集的 45 批松贝样品按“2.1.4”项下方法制备供试品溶液,按上述色谱、质谱条件同时测定西贝母碱和西贝母碱苷的含量。测定结果,见表 9。

表 9 样品含量测定结果 (μg/g)					
序号	西贝母碱	西贝母碱苷	序号	西贝母碱	西贝母碱苷
S-1	1.167 0	0.656 9	S-24	12.794 5	7.437 2
S-2	0.664 2	0.819 4	S-25	6.926 8	2.641 1
S-3	1.057 4	0.289 6	S-26	0.547 8	0.527 5
S-4	0.468 1	0.682 2	S-27	1.704 9	0.671 6
S-5	0.870 6	0.776 9	S-28	13.835 2	14.133 1
S-6	0.864 7	0.387 8	S-29	1.097 3	0.909 5
S-7	0.829 9	0.906 4	S-30	1.622 1	1.392 5
S-8	1.286 5	1.389 9	S-31	1.760 2	1.799 8
S-9	3.544 8	0.596 7	S-32	1.969 5	1.756 6
S-10	0.686 9	4.560 2	S-33	1.366 8	1.353 6
S-11	41.003 4	0.381 6	S-34	0.668 4	0.090 6
S-12	0.636 3	0.702 0	S-35	1.896 6	1.066 4
S-13	1.090 7	0.648 5	S-36	1.214 9	0.671 9
S-14	1.225 3	19.995 4	S-37	0.921 6	0.714 8
S-15	45.545 7	0.700 2	S-38	0.678 3	0.643 6
S-16	1.662 1	3.364 3	S-39	0.618 3	0.279 1
S-17	5.539 8	2.735 2	S-40	0.893 4	0.651 9
S-18	7.248 0	5.04 22	S-41	0.379 4	0.036 0

(续表 9) (μg/g)					
序号	西贝母碱	西贝母碱苷	序号	西贝母碱	西贝母碱苷
S-19	9.956 4	1.338 6	S-42	0.744 5	0.395 7
S-20	1.652 2	0.393 6	S-43	0.885 2	0.449 6
S-21	1.258 1	0.656 9	S-44	0.957 3	0.512 2
S-22	0.985 5	0.794 3	S-45	0.602 3	0.201 1
S-23	46.931 0	50.687 6			

3 讨论

3.1 西贝母碱和西贝母碱苷含量测定

常见方法有紫外分光光度法、高效液相色谱—蒸发光散射检测器法、高效液相色谱—电雾式检测器法和超高效液相色谱—串联质谱法等。2020 年版《中华人民共和国药典》中“川贝母”项下是采用紫外分光光度法测定总生物碱的含量,灵敏度较低,且无特征成分的含量测定方法。松贝中生物碱成分含量普遍较低,通过前期实验发现,采用 HPLC-ELSD 和 HPLC-CAD 未检测出特征成分,故选择专属性强、灵敏度高的 UPLC-MS/MS 技术,对松贝中西贝母碱和西贝母碱苷的含量进行测定。

3.2 清洗加工方式考察

本研究发现,清洗加工后有效成分含量偏低,不同洗涤剂、洗涤时间和烘干温度对松贝的外观性状无明显影响,对特征成分的含量有一定影响。因清洗加工前后有效成分含量差异不大,且经过清洗加工后,与传统晒干方法相比,不仅能在一定程度上保证药材的外观性状,还能提高干燥效率、减少干燥时间,为产地规模化生产节约了时间成本。

综上所述,不同产地松贝中西贝母碱和西贝母碱苷含量差异较大,不能仅仅以单一成分含量来衡量松贝的质量,应进一步建立更具专属性的质量标准来控制松贝的质量,保障用药安全。后续研究将着重于建立松贝与其他贝母类药材的检测方法,并制定更具专属性的松贝质量控制方法。

参考文献:

[1] 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,2020:38-39.
[2] 颜晓燕,彭成. 川贝母药理作用研究进展[J]. 中国药房,2011,22(31):2963-2965.
[3] 王曙,徐小平,李涛. 川贝母与其他贝母类药材总生物碱和总皂苷的含量测定与比较[J]. 中国中药杂志,2002,27(5):342-344.
[4] 顾健,李婧,谭睿. 不同基源川贝母的总皂甙含量以及抗炎作用比较研究[J]. 西南民族大学学报,2012,38(2):252-254.
[5] 钱敏,彭锐,马鹏. 太白贝母生物碱、生物碱苷和总生物碱含量测定[J]. 重庆中草药研究,2012,16(1):27-30.
[6] 林丽君,钟燕珠,雷旭. 西藏林芝地区川贝母(瓦布贝母)总生物碱含量研究[J]. 中国中医药现代远程教育,2016,14(14):146-147.

强力玛得土力阿亚特丸指纹图谱及多成分含量测定研究

孟文全¹,康汶铨¹,祝 婕¹,王贺伟¹,尹 强^{1,2*},穆丹丹²

(1. 石河子大学 药学院, 新疆 石河子 832002; 2. 新疆维吾尔药业有限责任公司, 新疆 乌鲁木齐 830026)

摘要:目的:建立强力玛得土力阿亚特丸高效液相色谱(HPLC)指纹图谱,并同时测定6种有效成分的含量,为其质量评价提供参考依据。**方法:**采用 YMC-Triart C₁₈ 色谱柱(4.6 mm×150 mm, 5 μm),以乙腈—0.1%磷酸水溶液为流动相进行梯度洗脱,流速 1.2 mL/min,柱温 30℃,检测波长 280 nm;采用中药色谱指纹图谱相似度评价系统(2012 版)对 15 批强力玛得土力阿亚特丸 HPLC 指纹图谱进行相似度评价及共有峰指认,并进行 6 种有效成分的含量测定。**结果:**15 批强力玛得土力阿亚特丸 HPLC 指纹图谱获得 13 个共有峰,指认出 6 个成分,相似度均>0.99;没食子酸、柯里拉京、鞣花酸、桂皮醛、6-姜辣素、胡椒碱含量分别为 2.318~3.862、1.039~1.917、0.537~1.560、0.089~0.256、0.243~0.486、4.252~5.399 mg/g,平均回收率为 95.45%~103.78%,RSD 为 0.46%~2.4%。**结论:**该方法操作简便,系统适用性强,为强力玛得土力阿亚特丸质量提升与质量控制标准的建立提供了参考依据。

关键词:强力玛得土力阿亚特丸;高效液相色谱;指纹图谱;含量测定

DOI:10.11954/ytctyy.202408017

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

中图分类号:R284.3

文献标识码:A

文章编号:1673-2197(2024)08-0081-05



Study on Fingerprinting and Determination of Multi-Component Content of Qiangli Madetuli Ayate Pills

Meng Wenquan¹, Kang Wenxuan¹, Zhu Jie¹, Wang Hewei¹, Yin Qiang^{1,2*}, Mu Dandan²

(1. School of Pharmacy, Shihezi University, Shihezi 832002, China; 2. Xinjiang Uygur Pharmaceutical Co., Ltd., Urumqi 830026, China)

Abstract; Objective: To establish the HPLC fingerprints of Qiangli Madetuli Ayate pills, determine the content of 6 active components simultaneously, and provide references for its quality evaluation. **Methods:** The analysis was performed on an YMC-Triart C₁₈ Column (4.6 mm×150mm, 5 μm) with the mobile phase of acetonitrile—0.1% aqueous phosphoric acid in a gradient elution, at a flow rate of 1.2 mL/min, a column temperature of 30℃ and a detection wavelength of 280nm. The similarity evaluation of the HPLC fingerprints of 15 batches of Qiangli Madetuli Ayate pills and

- [7] 宋福坤,赵勤.湖北贝母与川贝母总生物碱含量的比较[J].药学进展,1998,22(1):49-50.
- [8] 金丽鑫,耿昭,苟琰,等. UPLC-MS/MS 法测定湖北贝母药材中的 6 种生物碱[J]. 华西药学杂志,2020,35(4):428-431.
- [9] 蒋士鹏,赵静芳,沈子博,等. UPLC-MS/MS 法检查川贝清肺糖浆中掺加的川贝母伪品[J]. 中国现代应用药学,2022,39(7):922-926.
- [10] 袁杨秀,钟英,周云峰. UPLC-MS/MS 法测定橘红颗粒中贝母素甲与贝母素乙的含量[J]. 药品评价,2022,19(14):865-868.
- [11] 赵一擎,王艳伟,杨元,等. UPLC-MS/MS 法同时测定乳核内消液中的贝母素甲、贝母素乙、西贝母碱和湖贝甲素[J]. 华西药学杂志,2023,38(2):181-184.
- [12] 种叶敏,李巧,杨转珍,等. 响应面法优化栽培川贝母热风干燥工艺[J]. 天然产物研究与开发,2023,35(5):95-107.
- [13] 李瑞琦,徐靓,吴翠,等. 川贝母采收后加工贮藏包装环节的调查[J]. 中国实验方剂学杂志,2018,24(23):64-68.
- [14] 李巧,种叶敏,陈颖馨,等. 不同干燥方法对栽培川贝母外观性状及内在质量的影响[J]. 天然产物研究与开发,2022,34(7):916-924.
- [15] 李巧,王梅,万子玉,等. 贝母类药材采收和产地加工的历史沿革及研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志,2022,28(13):269-276.
- [16] 江云,柳莹,王曙. 川贝母的产地加工技术和干燥条件的优化[J]. 华西药学杂志,2011,26(1):65-66.

(编辑:陈湧涛)

收稿日期:2023-11-13

基金项目:新疆维吾尔自治区重点研发专项(2022B03007-3)

作者简介:孟文全(1996—),女,石河子大学硕士研究生,研究方向为新疆特色植物药、民族药制备新技术及质量控制。

通讯作者:尹强(1981—),男,博士,新疆维吾尔药业有限责任公司高级工程师,博士生导师,研究方向为民族药。

E-mail:yinqing@renfu.com.cn