

感冒清热颗粒中藏柴胡检查方法的研究

殷世宁, 卢京光, 宿曼筠, 袁航, 尹丽华, 吴爱英 (青岛市食品药品检验研究院 国家药品监督管理局海洋中药质量研究与评价重点实验室, 青岛 266071)

摘要 目的: 建立感冒清热颗粒中藏柴胡的检查方法, 考察柴胡的掺伪情况。方法: 采用液相色谱-串联质谱法, 选择Agilent Poroshell 120 EC-C₁₈ (100 mm × 3.0 mm, 2.7 μm) 色谱柱, 以乙腈-0.1% 甲酸溶液为流动相, 梯度洗脱, 流速 0.3 mL · min⁻¹, 柱温 35 °C, 进样量 5 μL; 采用电喷雾离子源 (ESI), 选择 m/z 943.5→797.5、 m/z 943.5→781.2和 m/z 943.5→635.5为尼泊尔柴胡皂苷K检测离子对, 以多反应监测 (MRM) 模式进行测定。结果: 尼泊尔柴胡皂苷K质量浓度在0.049~4.866 μg · mL⁻¹范围内线性关系良好 ($r=0.9999$), 精密度、重复性良好 (RSD分别为1.42%、2.24%)。以0.8 μg · mL⁻¹为掺伪判定浓度, 220批感冒清热颗粒中有17批样品溶液尼泊尔柴胡皂苷K的浓度为1.2~3.5 μg · mL⁻¹, 判定为检出藏柴胡, 不合格率7.7%。结论: 建立的方法准确、可靠, 可用于感冒清热颗粒中柴胡的掺伪检查及市场监管。

关键词: 感冒清热颗粒; 柴胡; 藏柴胡; 尼泊尔柴胡皂苷K; 高效液相色谱-串联质谱

中图分类号: R917 文献标识码: A 文章编号: 1002-7777(2023)04-0461-08

doi:10.16153/j.1002-7777.2023.04.013

Study on the Inspection Method of *Bupleurum marginatum* var. *stenophyllum* in Ganmao Qingre Granules

Yin Shining, Lu Jingguang, Su Manyun, Yuan Hang, Yin Lihua, Wu Aiyong (Qingdao Institute for Food and Drug Control, NMPA Key Laboratory for Quality Research and Evaluation of Traditional Marine Chinese Medicine, Qingdao 266071, China)

Abstract Objective: To establish the inspection method of *Bupleurum marginatum* var. *stenophyllum* in Ganmao Qingre granules and investigate the adulteration of Bupleuri Radix. **Methods:** The high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry method was performed on Agilent Poroshell 120 EC-C₁₈ (100 mm×3.0 mm, 2.7 μm) column, with mobile phase consisting of acetonitrile and 0.1% aqueous formic acid in gradient elution mode. The flow rate was 0.3 mL · min⁻¹, the column temperature was set at 35 °C and the injection volume was 5 μL. The electrospray ionization source was used as detector, m/z 943.5→797.5, m/z 943.5→781.2 and m/z 943.5→635.5 were selected as the ion pairs and multiple reaction monitoring (MRM) mode was performed for the determination of Nepesaikosaponin K. **Results:** Nepesaikosaponin K showed good linear relationship in the range of 0.049-4.866 μg · mL⁻¹ ($r=0.9999$), the precision and repeatability were good, RSD were 1.42% and 2.24%, respectively, taking 0.8 μg · mL⁻¹ as the determination concentration for adulteration, the concentration of Nepesaikosaponin K was between 1.2 and 3.5 μg · mL⁻¹ of 17 samples in 220 batches of Ganmao

Qingre granules, judged as the detection of *Bupleurum marginatum* var. *stenophyllum*, and the unqualified rate was 7.7%. **Conclusion:** The established method is accurate and reliable, and can be applied to adulteration detection of Bupleuri Radix in Ganmao Qingre granules and market regulation.

Keywords: Ganmao Qingre granules; Bupleuri Radix; *Bupleurum marginatum* var. *stenophyllum*; Nepesaikosaponin K; HPLC-MS/MS

感冒清热颗粒, 收载于《中华人民共和国药典》(以下简称《中国药典》) 2020年版一部等标准中, 由荆芥穗、薄荷、防风、柴胡、紫苏叶、葛根、桔梗、苦杏仁、白芷、苦地丁、芦根共11味中药组成, 有疏风散寒, 解表清热的功效^[1]。处方中的臣药柴胡, 来源为伞形科柴胡属植物柴胡*Bupleurum chinense* DC.或狭叶柴胡*Bupleurum scorzonerifolium* Willd.的干燥根。现在市场中存在1种柴胡的混淆品——藏柴胡, 来源为伞形科柴胡属植物窄竹叶柴胡*Bupleurum marginatum* Wall. ex DC. var. *stenophyllum* (Wolff) Shan et Y. Li的干燥根, 收录于《贵州省中药材、民族药材质量标准》中^[2], 其性状与柴胡相近, 而且资源量大, 价格低, 常冒充柴胡使用^[3]。感冒清热颗粒现行标准中柴胡的鉴别专属性不强, 不能与藏柴胡相区分^[4]。有报道通过近紫外光谱法、气相色谱-离子迁移谱法、ITS2条形码技术等鉴别藏柴胡^[5-7], 但这些方法易受辅料、其他药材等因素干扰, 不适用于中成药中藏柴胡的掺

伪检查。本文以藏柴胡的特征性成分尼泊尔柴胡皂苷K为基础^[8-9], 建立感冒清热颗粒中藏柴胡掺伪的检查方法, 并对市场中感冒清热颗粒是否存在藏柴胡掺伪情况进行筛查。该方法简单可行, 专属性强, 不受基质及处方中其他药味等干扰, 可用于探索制剂中是否存在以藏柴胡混淆柴胡投料的问题, 为中成药市场监管提供技术支持。

1 仪器与试剂

Agilent 1260 Prime-G6470A高效液相色谱串联质谱仪(安捷伦公司); XS-205DU电子天平(梅特勒-托利多仪器上海有限公司); 超声波清洗器(天津奥特赛恩斯仪器有限公司)。

尼泊尔柴胡皂苷K对照品(上海诗丹德标准技术服务有限公司, 批号 7285, 纯度 98.9%), 分子结构见图1。乙腈(色谱纯, Merck公司), 甲酸(质谱纯, CNW公司), 甲醇(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司), 水(杭州娃哈哈集团有限公司)。

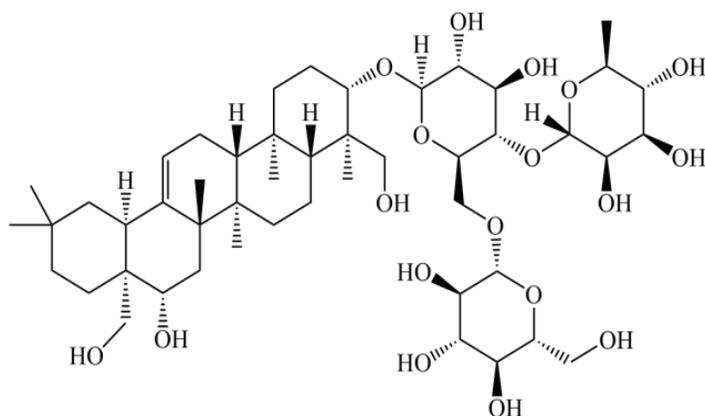


图1 尼泊尔柴胡皂苷K分子结构图

220批感冒清热颗粒为2021年国家药品抽检样品；10批柴胡样品（产地均为山西，序号C1~C10）和4批藏柴胡样品（1批次产地山西，序号Z1；3批次产地甘肃，序号Z2~Z4），经青岛市食品药品检验研究院主任药师吴爱英鉴定，柴胡为伞形科植物柴胡*Bupleurum chinense* DC.的干燥根，藏柴胡为伞形科植物窄竹叶柴胡*Bupleurum marginatum* Wall. ex DC. var. *stenophyllum* (Wolff)

Shan et Y. Li的干燥根。

2 方法与结果

2.1 色谱条件及质谱条件

色谱条件：采用Agilent Poroshell 120 EC-C₁₈ (3.0 mm × 100 mm, 2.7 μm) 色谱柱；以乙腈为流动相A，以0.1%甲酸溶液为流动相B，按表1程序进行梯度洗脱，流速 0.3 mL · min⁻¹，柱温 35 °C，进样量 5 μL。

表1 梯度洗脱程序

时间 /min	比例 /%	
	流动相 A	流动相 B
0	30	70
2	30	70
5	45	55
6	30	70
10	30	70

质谱条件：采用电喷雾离子源负离子 (ESI⁻)，多反应监测 (MRM) 模式；干燥气温度 300 °C；干燥气流速 5 L · min⁻¹；雾化气压力

310 kPa；毛细管电压 3500 V；鞘气温度 250 °C；鞘气流速 11 L · min⁻¹。优化出尼泊尔柴胡皂苷K的离子对、碎裂电压及碰撞能量，见表2。

表2 尼泊尔柴胡皂苷 K 离子对、碎裂电压及碰撞能量

母离子 <i>m/z</i>	子离子 <i>m/z</i>	碎裂电压 /V	碰撞能量 /V
	797.5*	320	40
943.5	781.2	320	40
	635.5	320	50

注：“*”表示定量离子。

2.2 溶液的制备

2.2.1 对照品储备液

取对照品适量，精密称定，加甲醇制成质量浓度为9.731 μg · mL⁻¹的溶液，即得。

2.2.2 供试品溶液

取本品适量，混匀，研细，取约8 g（无蔗糖4 g），精密称定，置具塞锥形瓶中，精密加入含5%浓氨试液的甲醇溶液25 mL，密塞，称量，超声处理（功率300 W，频率40 kHz）30 min，取出，

放冷，再称量，用含5%浓氨试液的甲醇溶液补足缺失的量，摇匀，滤过，即得。

2.2.3 阴性样品溶液

按感冒清热颗粒处方比例及工艺配制缺柴胡的阴性样品，按“2.2.2”项下方法制备阴性样品溶液。

2.2.4 模拟掺伪样品溶液

用藏柴胡替代柴胡，按感冒清热颗粒处方比例及工艺，制备模拟掺伪样品，按“2.2.2”项下方

法制备模拟掺伪样品溶液。

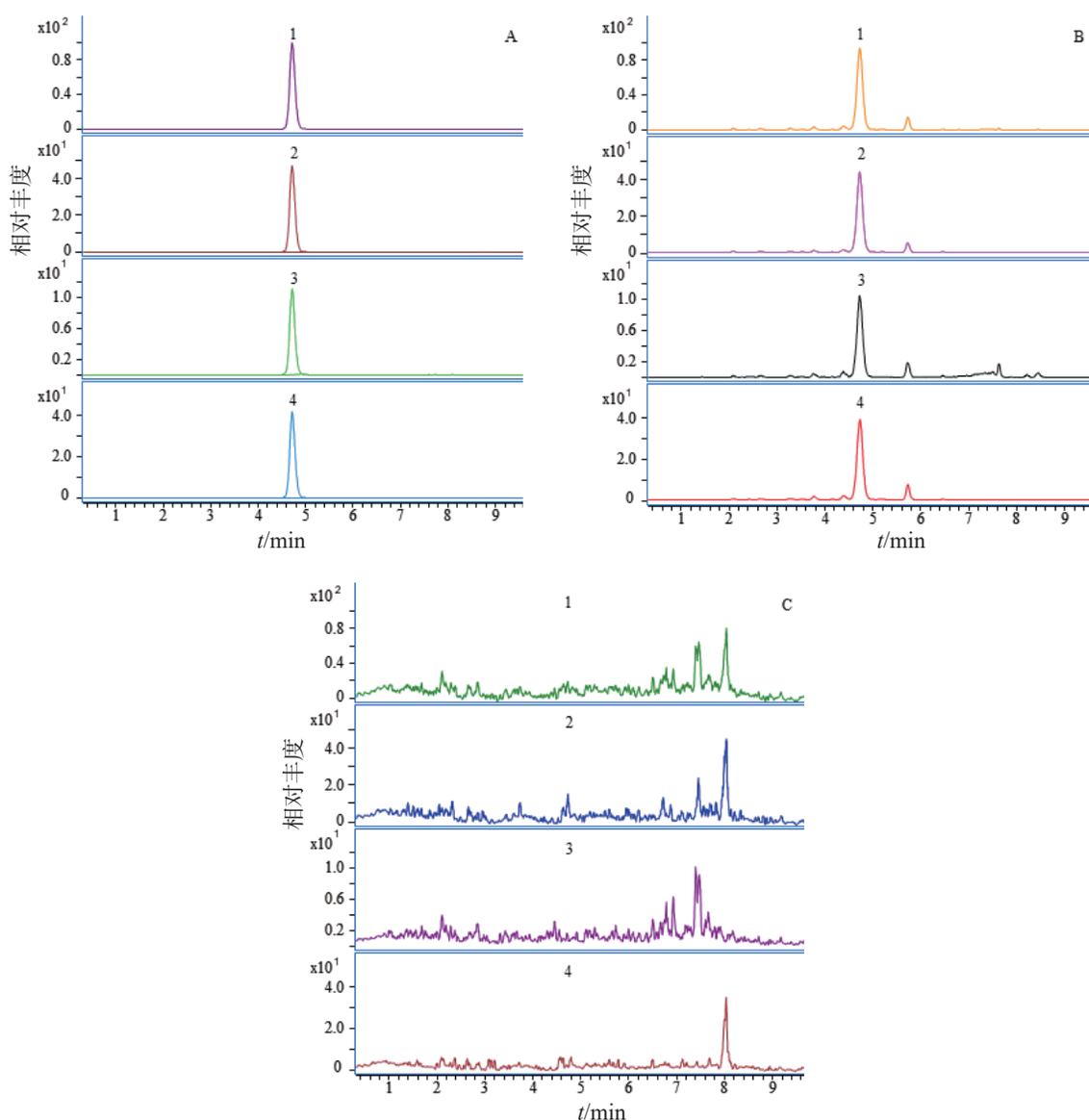
2.2.5 基质加标储备液

取对照品适量，精密称定，用阴性样品溶液制成质量浓度为 $8.526 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的基质加标储备液。

2.3 专属性考察

取质量浓度为 $0.097 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的对照品溶液、“2.2.4”项下模拟掺伪样品溶液及“2.2.3”项下阴性样品溶液，按“2.1”项下条件进样分析。结

果，模拟掺伪样品溶液提取离子流色谱中，在相同的保留时间处，同时出现与对照品溶液色谱相应的色谱峰；阴性样品溶液提取离子流色谱中，在相同的保留时间处，未出现与对照品溶液色谱相应的色谱峰，表明感冒清热颗粒处方中的其他药味对尼泊尔柴胡皂苷K的测定无干扰，专属性良好。见图2。



A. 对照品溶液；B. 模拟掺伪样品溶液；C. 阴性样品溶液；1. TIC 图；2. 提取 m/z 943.5 \rightarrow 781.2 离子流色谱图；3. 提取 m/z 943.5 \rightarrow 635.5 离子流色谱图；4. 提取 m/z 943.5 \rightarrow 797.5 离子流色谱图。

图2 专属性考察 TIC 图及提取离子流色谱图

2.4 线性关系考察

精密量取“2.2.1”项的对照品储备液，用甲醇逐级稀释制成质量浓度分别为4.866、1.946、0.973、0.487、0.097、0.049 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的系列梯度对照品溶液，按“2.1”项下方法进样分析。以尼泊尔柴胡皂苷K定量离子 (m/z 797.5) 的峰面积 (y) 为纵坐标，质量浓度 (x) 为横坐标，进行线性回归。回归方程： $y=2968.3x+119.8$ ， $r=0.9999$ 。结果表明，尼泊尔柴胡皂苷K质量浓度在0.049~4.866 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 范围内呈良好的线性关系。

2.5 检出限及定量限测定

取对照品储备液，多级稀释后按“2.1”项下条件进样分析，当 m/z 943.5→635.5离子对的信噪比=3时，尼泊尔柴胡皂苷K的质量浓度为0.48 $\text{ng} \cdot \text{mL}^{-1}$ ，即为检出限；当 m/z 943.5→797.5离子对的信噪比=10时，尼泊尔柴胡皂苷K的质量浓度为0.69 $\text{ng} \cdot \text{mL}^{-1}$ ，即为定量限。

2.6 精密度试验

精密吸取质量浓度为0.097 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的对照品溶液，按“2.1”项下条件连续进样6针进行分析，记录峰面积。结果，峰面积的RSD ($n=6$) 为1.42%，表明仪器精密度良好。

2.7 重复性试验

取同一样品，平行制备6份供试品溶液，按“2.1”项下条件进样分析，记录峰面积，计算含量。结果，样品中尼泊尔柴胡皂苷K平均含量为7.9 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ ，RSD ($n=6$) 为2.24%，表明方法重复性良好。

2.8 稳定性试验

取同一供试品溶液，分别于制备后0、2、4、8、12、24 h，按“2.1”项下条件进样分析，记录峰面积。结果，峰面积的RSD为1.33%，表明供试品溶液在24 h内基本稳定。

2.9 基质效应考察

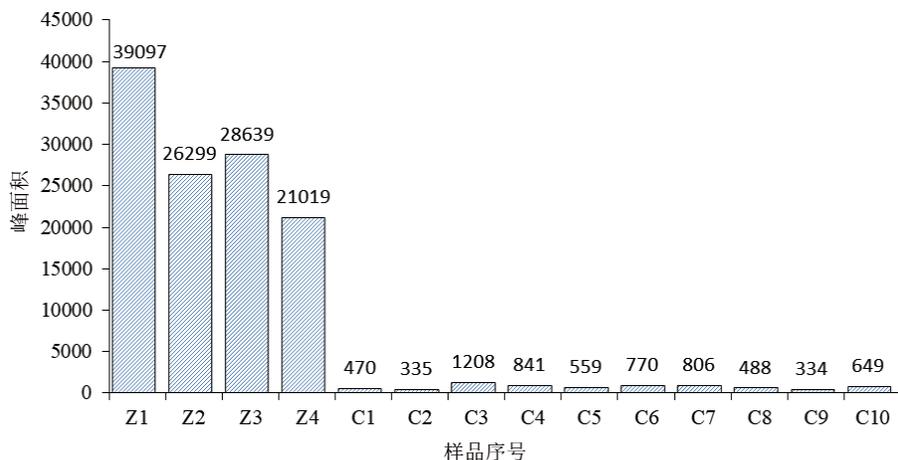
取“2.2.5”项下的基质加标储备液，用阴性样品溶液稀释成质量浓度分别为4.263、1.705、0.853、0.426、0.085、0.043 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的系列梯度空白基质加标溶液，按“2.4”项下方法进行线性回归，计算空白基质匹配标准曲线斜率，再与“2.4”项下用甲醇溶液配制而得到的标准曲线斜率进行比较，以评价基质效应。结果，采用空白基质加标溶液得到的回归方程为 $y=2785.7x+130.2$ ， $r=0.9998$ ，计算得出基质效应绝对值为6.15%，表明无明显基质效应，即样品基质对尼泊尔柴胡皂苷K的测定无干扰。基质效应计算公式如下：

$$\text{基质效应} = \left(\frac{\text{空白基质匹配标准曲线斜率}}{\text{纯溶剂配制标准曲线斜率}} - 1 \right) \times 100\%$$

2.10 限度制定

2.10.1 药材中尼泊尔柴胡皂苷K的测定

取不同批次的柴胡及藏柴胡药材各0.5 g，精密称定，分别按“2.2.2”项下方法制备柴胡及藏柴胡药材溶液，按“2.1”项下条件进样分析，记录峰面积。结果表明，柴胡及藏柴胡中均含有尼泊尔柴胡皂苷K，但藏柴胡中尼泊尔柴胡皂苷K的峰面积是柴胡的17~117倍。见图3。



Z1~Z4. 藏柴胡样品；C1~C10. 柴胡样品。

图3 不同批次柴胡及藏柴胡样品中尼泊尔柴胡皂苷K峰面积对比图

2.10.2 掺伪比例与峰面积的线性关系考察

取1批柴胡,分别以含藏柴胡0%、5%、10%、20%、50%的比例制备不同掺伪比例的柴胡原料,按感冒清热颗粒处方比例及工艺制备模拟掺伪样品,按“2.2.2”项下的方法制备溶液,按“2.1”项下条件进样分析。以尼泊尔柴胡皂苷K定量离子(m/z 797.5)的峰面积(y)为纵坐标,掺伪比例(x)为横坐标,进行线性回归,计算回归方程。其回归方程为 $y=14930.9x+84.3$, $r=0.9996$ 。结果表明,藏柴胡掺伪比例与尼泊尔柴胡皂苷K峰面积响应呈良好的线性关系。

2.10.3 掺伪判定浓度的拟定

取1批柴胡和4批藏柴胡,以含藏柴胡10%的比例制备掺伪的4份柴胡原料,按“2.10.2”项下的方法制备模拟掺伪样品及其溶液,进样分析,根据“2.4”项下回归方程计算尼泊尔柴胡皂苷K的浓度。结果,模拟掺伪样品溶液中尼泊尔柴胡皂苷K质量浓度为 $0.557\sim 0.796 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$,拟定感冒清热颗粒样品溶液中尼泊尔柴胡皂苷K的浓度不得高于 $0.8 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$,并以此浓度作为检查感冒清热颗粒中是否存在藏柴胡掺伪的判定浓度。

2.11 样品测定

2.11.1 判定原则的制定

根据尼泊尔柴胡皂苷K离子对的检出情况,制定如下判断原则:(1)供试品溶液的提取离子流色谱中,未同时出现与质量浓度为 $0.8 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的对照品溶液色谱相应的色谱峰,视为未检出;

(2)供试品溶液的提取离子流色谱中,同时出现与质量浓度为 $0.8 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的对照品溶液色谱相应的色谱峰,且供试品溶液色谱中 m/z 943.5 \rightarrow 797.5离子对的色谱峰面积值不大于该对照品溶液中相应的峰面积值者,视为未检出;(3)供试品溶液的提取离子流色谱中,同时出现与质量浓度为 $0.8 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的对照品溶液色谱相应的色谱峰,且供试品溶液色谱中 m/z 943.5 \rightarrow 797.5离子对的色谱峰面积值大于该对照品溶液中相应的峰面积值者,视为检出。

2.11.2 样品测定结果

按拟定的检测方法、掺伪判定浓度及3种判定原则,对53家生产企业的220批样品进行研究。结果显示,其中6家生产企业的17批感冒清热颗粒样品符合判定原则(3)的情况,视为检出藏柴胡,判定感冒清热颗粒样品不合格,不合格率7.7%。结果表明,感冒清热颗粒中存在以藏柴胡混入柴胡投料问题。17批感冒清热颗粒样品测定结果详见表3。

表3 17批感冒清热颗粒样品测定结果

样品编号	生产企业	批号	尼泊尔柴胡皂苷K 峰面积	尼泊尔柴胡皂苷K 质量浓度/ $(\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1})$	结论
S1	企业A	3190906	4886	1.6	不合格
S2	企业A	3210213	6416	2.1	不合格
S3	企业A	3210204	5603	1.8	不合格
S4	企业A	3210206	5723	1.9	不合格
S5	企业B	1020076	9421	3.1	不合格
S6	企业C	20201202	9139	3.0	不合格
S7	企业C	20210304	10393	3.5	不合格
S8	企业C	20210303	10035	3.3	不合格
S9	企业C	20210301	10380	3.5	不合格
S10	企业C	20210302	8858	2.9	不合格

续表 3

样品编号	生产企业	批号	尼泊尔柴胡皂苷 K 峰面积	尼泊尔柴胡皂苷 K 质量浓度 / ($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	结论
S11	企业 D	2011122	3753	1.2	不合格
S12	企业 D	2011120	3620	1.2	不合格
S13	企业 E	190904	8227	2.7	不合格
S14	企业 F	20201213	5656	1.9	不合格
S15	企业 F	191286	7261	2.4	不合格
S16	企业 F	20201063	4977	1.6	不合格
S17	企业 F	200161	5932	2.0	不合格

注：尼泊尔柴胡皂苷 K 的峰面积及质量浓度，为感冒清热颗粒样品按拟定方法制备的供试品溶液的测定结果。

3 讨论

3.1 柴胡属药材及含柴胡中成药的现状

柴胡属药用植物较多，地方标准收录的柴胡种类又各不相同，导致柴胡的使用较为混乱^[10]。目前，含柴胡的中成药有500多种，而《中国药典》等国家标准中多用柴胡（北柴胡）对照药材或柴胡皂苷a、柴胡皂苷d对照品进行定性、定量检验，但是，由于对照药材及对照品的专属性不足，不能有效地用于柴胡的质量控制，导致多种问题产生，如藏柴胡中柴胡皂苷a和柴胡皂苷d的含量较高，但现行标准无藏柴胡的检查项，不法企业会利用漏洞以藏柴胡替代柴胡投料^[11-13]。

3.2 优选液相色谱-串联质谱法测定尼泊尔柴胡皂苷K

尼泊尔柴胡皂苷K为藏柴胡中的特征性成分，但含量较低，薄层色谱、蒸发光或紫外检测等灵敏度低，易受其他成分干扰，难以实现准确分析^[14]。高效液相色谱-串联质谱法灵敏度高，检测限低，尤其适用于成分复杂的中成药的研究，经过方法学验证，结果说明可以用于感冒清热颗粒中尼泊尔柴胡皂苷K的测定。

3.3 优化尼泊尔柴胡皂苷K的质谱条件

对尼泊尔柴胡皂苷K进行一级质谱及二级质谱分析发现，二级质谱碎片离子 m/z 797.5丰度高，稳定性好，无其他碎片干扰，所以选择 m/z 943.5→797.5离子对作为定量离子对；二级质谱 m/z

781.2和 m/z 635.5的碎片离子丰度较高，不受其他离子碎片干扰，所以选择 m/z 943.5→781.2和 m/z 943.5→635.5离子对作为定性离子对。碰撞能量、碎裂电压等参数影响尼泊尔柴胡皂苷K的测定，所以以分子离子峰及二级碎片离子峰的丰度为指标，考察碎裂电压280、300、320、350 V及碰撞能量38、40、42、48、50、52 V，优化出尼泊尔柴胡皂苷K的碎裂电压为320 V， m/z 797.5和 m/z 781.2二级碎片离子的碰撞能量为40 V， m/z 635.5二级碎片离子的碰撞能量为50 V。

3.4 感冒清热颗粒中藏柴胡掺伪的判定

研究发现，尼泊尔柴胡皂苷K并非藏柴胡中的专属性成分，其含量是柴胡的几十到几百倍。考虑实际采收、加工等过程中可能会有少量藏柴胡误混入柴胡中，同时为了防止制定的限度过低，造成假阳性结果，所以通过模拟掺伪，以柴胡中含藏柴胡10%的比例，按处方工艺制备了4批次模拟掺伪样品溶液，测得尼泊尔柴胡皂苷K的浓度最高值为 $0.8 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ，作为掺伪判定浓度，用该浓度对照品的峰面积与感冒清热颗粒样品溶液中尼泊尔柴胡皂苷K的峰面积相比较，以判定藏柴胡的掺伪情况。

3.5 感冒清热颗粒的质量分析

对检验结果进行分析发现，220批次感冒清热颗粒样品中有17批次样品的尼泊尔柴胡皂苷K超出限度，多家企业不同批次样品中尼泊尔柴胡皂苷K的含量高低差异较大，1家企业提供的柴胡原料药

材中检出大比例的藏柴胡。一方面说明企业在感冒清热颗粒柴胡原料药的质量把控上存在不足,另一方面也反映出感冒清热颗粒现行标准的不完善,所建立的柴胡鉴别方法专属性不足,此方法的建立为感冒清热颗粒的市场监管提供强有力的技术支持。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国药典:一部[S]. 2020: 1796-1797.
- [2] 贵州省药品监督管理局. 贵州省中药材、民族药材质量标准[S]. 2003: 165.
- [3] 王惠, 刘霞. 藏柴胡的研究进展[J]. 世界最新医学信息文摘, 2019, 19(20): 110-113.
- [4] 沈倩, 沈晓燕, 刘晓瑜. 感冒清热颗粒中4种成分的LC-MS/MS定性分析及HPLC含量测定[J]. 中国现代应用药学, 2021, 38(18): 2245-2249.
- [5] 席啸虎, 夏召弟, 王世伟, 等. 藏柴胡和北柴胡定性及3种成分定量的近红外光谱技术快速分析[J]. 时珍国医国药, 2022, 33(2): 382-386.
- [6] 樊洪利, 刘亚雄, 乔莉, 等. 基于顶空-气相色谱-离子迁移谱的北柴胡与藏柴胡鉴别[J]. 广州中医药大学学报, 2022, 39(2): 417-421.
- [7] 夏召弟, 刘霞, 冯玛莉, 等. 基于ITS2条形码鉴定藏柴胡及其易混品[J]. 中草药, 2020, 51(23): 6062-6069.
- [8] 赵丹彤, 高一军, 毕天琛, 等. 感冒清热颗粒中藏柴胡掺伪检测方法的建立及掺伪限度拟定[J]. 中国药房, 2022, 33(20): 2454-2459.
- [9] 赵丹彤, 高一军, 毕天琛, 等. 柴胡属饮片中藏柴胡掺伪检测方法研究[J]. 药学研究, 2022, 41(10): 653-658, 663.
- [10] 潘琪, 傅颖, 毕琳丽, 等. 上海中药市场北柴胡的真伪鉴别[J]. 光明中医, 2022, 37(3): 381-383.
- [11] 刘潇潇, 陈馥, 林锦锋, 等. 含柴胡中成药的质量控制方法探讨[J]. 中国药学杂志, 2019, 54(17): 1452-1456.
- [12] 王惠, 刘霞. 柴胡属药用植物的鉴别研究[J]. 中国药事, 2019, 33(5): 503-512.
- [13] 杨印军, 郑伟, 郭佳琪, 等. 北柴胡、竹叶柴胡、藏柴胡与小叶黑柴胡化学成分比较研究[J]. 中国中药杂志, 2019, 44(2): 332-337.
- [14] 丁锤, 徐莹, 马孝熙, 等. 柴胡属5种易混药材的鉴别研究[J]. 中药材, 2016, 39(9): 1975-1981.

(收稿日期 2022年7月8日 编辑 郑丽娥)