

doi:10.11751/ISSN.1002-1280.2022.06.05

# UFLC-MS/MS 法同时测定龙胆中 7 个活性成分的含量

关皎<sup>1</sup>, 舒欣洋<sup>1</sup>, 吴燕<sup>1</sup>, 张雯钰<sup>1</sup>, 娄云<sup>2</sup>, 范琢玉<sup>1</sup>,  
汤鑫淼<sup>1</sup>, 朱鹤云<sup>1</sup>, 崔悦<sup>1\*</sup>, 冯波<sup>1\*</sup>

(1. 吉林医药学院 药学院, 吉林吉林 132013; 2. 深圳技师学院, 广东深圳 518116)

[收稿日期] 2021-11-16 [文献标识码] A [文章编号] 1002-1280 (2022) 06-0031-09 [中图分类号] S859.79

**[摘要]** 建立可同时测定龙胆中 7 个活性成分(马钱苷酸、獐牙菜苦苷、6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷、龙胆苦苷、獐牙菜苷、异苈草苷和异牡荆素)含量的超快速液相色谱-串联质谱方法。流动相采用 0.1% 甲酸水溶液(A)-乙腈(B), 色谱柱 Shim-Pack XR-ODS(75 mm × 3.0 mm, 2.2 μm), 梯度洗脱; 采用三重四极杆串联质谱仪, 电喷雾电离源, 正离子模式监测。上述 7 个成分线性浓度范围分别为 2.5~100 μg · mL<sup>-1</sup> ( $r = 0.9996$ )、1~40 μg · mL<sup>-1</sup> ( $r = 0.9995$ )、1~40 μg · mL<sup>-1</sup> ( $r = 0.9995$ )、5~200 μg · mL<sup>-1</sup> ( $r = 0.9996$ )、0.1~4 μg · mL<sup>-1</sup> ( $r = 0.9995$ )、0.05~2 μg · mL<sup>-1</sup> ( $r = 0.9998$ ) 和 0.01~0.4 μg · mL<sup>-1</sup> ( $r = 0.9995$ )。6 批龙胆样品中上述 7 个成分的含量分别为 0.894%~1.072%、0.260%~0.285%、0.223%~0.268%、3.88%~4.05%、0.00726%~0.00898%、0.000840%~0.00195% 和 0.000779%~0.00104%。该方法灵敏、稳定, 可用于龙胆药材的质量控制。

**[关键词]** 龙胆; 环烯醚萜苷; 黄酮; 超快速液相色谱-串联质谱法

## Simultaneous Determination of Seven Active Components in Gentianae Radix Et Rhizoma by UFLC-MS/MS

GUAN Jiao<sup>1</sup>, SHU Xin-yang<sup>1</sup>, WU Yan<sup>1</sup>, ZHANG Wen-yu<sup>1</sup>, LOU Yun<sup>2</sup>, FAN Zhuo-yu<sup>1</sup>,  
TANG Xin-miao<sup>1</sup>, ZHU He-yun<sup>1</sup>, CUI Yue<sup>1\*</sup>, FENG Bo<sup>1\*</sup>

(1. School of Pharmacy, Jilin Medical University, Jilin 132013, China; 2. Shenzhen Institute of Technology, Shenzhen 518116, China)

Corresponding author: CUI Yue, E-mail: cuiyuecy002@163.com; FENG Bo, E-mail: fengbo10@126.com

**基金项目:** 国家自然科学基金项目(81703683); 吉林省科技厅项目(YDZJ202101ZYTS074); 吉林省教育厅课题(JJKH20210492KJ; JJKH20191071KJ); 吉林省中医药管理局项目(2021168; 2021169); 国家级大学生创新创业训练计划项目(202013706017)

**作者简介:** 关皎, 副教授, 博士, 研究方向为药效物质基础。

**通讯作者:** 崔悦, E-mail: cuiyuecy002@163.com; 冯波, E-mail: fengbo10@126.com

**Abstract:** To establish an ultra-fast liquid chromatography with tandem mass spectrometry (UFLC-MS/MS) method for simultaneous determination of seven active components (loganic acid, swertiamarin, 6'-O- $\beta$ -D-glucosylgentiopicoside, gentiopicoside, swertioside, isoorientin and isovitexin) in *Gentianae Radix Et Rhizoma*. Chromatographic separation was performed on Shim-Pack XR-ODS column (75 mm  $\times$  3.0 mm, 2.2  $\mu$ m). The mobile phase consisted of 0.1% formic acid in water (A) and acetonitrile (B). The seven analytes were determined with gradient elution. Detection was performed on 3200 QTRAP mass spectrometry equipped with electrospray ionization source in positive ionization mode. Quantification was performed using multiple reactions monitoring (MRM) mode. The linear ranges of the seven analytes were 2.5 ~ 100  $\mu$ g  $\cdot$  mL<sup>-1</sup> ( $r = 0.9996$ ), 1 ~ 40  $\mu$ g  $\cdot$  mL<sup>-1</sup> ( $r = 0.9995$ ), 1 ~ 40  $\mu$ g  $\cdot$  mL<sup>-1</sup> ( $r = 0.9995$ ), 5 ~ 200  $\mu$ g  $\cdot$  mL<sup>-1</sup> ( $r = 0.9996$ ), 0.1 ~ 4  $\mu$ g  $\cdot$  mL<sup>-1</sup> ( $r = 0.9995$ ), 0.05 ~ 2  $\mu$ g  $\cdot$  mL<sup>-1</sup> ( $r = 0.9998$ ) and 0.01 ~ 0.4  $\mu$ g  $\cdot$  mL<sup>-1</sup> ( $r = 0.9995$ ), respectively. The content ranges of seven components in six batches were 0.894% ~ 1.072%, 0.260% ~ 0.285%, 0.223% ~ 0.268%, 3.88% ~ 4.05%, 0.00726% ~ 0.00898%, 0.000840% ~ 0.00195% and 0.000779% ~ 0.00104%, respectively. The established method is sensitive and stable, and can provide a research method for the quality control of *Gentianae Radix Et Rhizoma*.

**Key words:** *Gentianae Radix Et Rhizoma*; iridoid glycosides; flavonoids; ultra-fast liquid chromatography-tandem mass spectrometry

龙胆为龙胆科植物条叶龙胆 *Gentiana manshurica* Kitag.、龙胆 *Gentiana scabra* Bge.、三花龙胆 *Gentiana triflora* Pall. 或坚龙胆 *Gentiana rifescens* Franch. 的干燥根和根茎。文献报道,其能抗抑郁、保肝、抗炎、抗氧化、保护心肌等<sup>[1-5]</sup>。在兽药领域,主治马、牛、驼、羊等兽类的湿热黄疸、目赤肿痛、湿疹瘙痒。兽药制剂如:龙胆泻肝散、龙胆碳酸氢钠片、复方龙胆酊等<sup>[6]</sup>中也有应用。因此,其质量控制方法研究对于控制龙胆药材以及含有龙胆的复方制剂具有重要意义。《中国兽药典》2015年版中收录的龙胆质量控制指标为龙胆苦苷。然而,龙胆中其他化学成分,如马钱苷酸、6'-O- $\beta$ -D-葡萄糖基龙胆苦苷、龙胆苦苷、獐牙菜苷和獐牙菜苦苷、异荛草苷和异牡荆素亦具有多种药理活性<sup>[7-12]</sup>。因此,对龙胆中的多种活性成分进行质量控制十分必要。课题组前期采用了 HPLC、UFLC 等多种分析技术建立了相关质量控制方法<sup>[13-14]</sup>,研究在此基础上,建立了 UFLC-MS/MS 方法,同时测定龙胆药材中的 7 个活性成分,可为龙胆药材的质量控制提供科学依据。

## 1 材料与方法

1.1 仪器 3200 QTRAP 质谱仪(美国 AB Sciex), Prominence UFLC 型超高快速液相色谱仪(日本岛津),FW80 型粉碎机(天津泰斯特),N-1300-WB 型旋转蒸发仪(日本 EYELA)。

1.2 试药 药品对照品,其中马钱苷酸(批号:111865-202005)、獐牙菜苦苷(批号:110785-201404)、龙胆苦苷(批号:110770-201918)和异荛草苷(批号:111974-201401)购自中国食品药品检定研究院,6'-O- $\beta$ -D-葡萄糖基龙胆苦苷(批号:180420)、獐牙菜苷(批号:140401)、异牡荆素(批号:18053107)购自成都普菲德生物技术有限公司,纯度均大于 98%。乙腈和甲醇为色谱纯(美国 Fisher)。龙胆药材购自吉林市吉林大药房,吉林医药学院李景华副教授鉴定为真品。

### 1.3 色谱与质谱条件

1.3.1 色谱条件 Shim-Pack XR-ODS 色谱柱(75 mm  $\times$  3.0 mm, 2.2  $\mu$ m),以 0.1% 甲酸水(A)-甲醇(B)为流动相;梯度洗脱(0 ~ 12 min, 10%  $\rightarrow$  30% B; 12 ~ 18 min, 30%  $\rightarrow$  55% B),流速为

0.5 mL · min<sup>-1</sup>, 柱温 35 °C, 进样量 5 μL。

1.3.2 质谱条件 采用的离子源为电喷雾离子源, 即 ESI 源, 正离子检测, 源喷雾电压和辅助加热气温度分别为 5500 V、550 °C, 多重反应监测 (MRM) 进行扫描, 检测的离子反应分别为  $m/z$  377.2 →  $m/z$  215.2 (马钱苷酸)、 $m/z$  375.2 →  $m/z$  195.2 (獐牙菜苦苷)、 $m/z$  519.2 →  $m/z$  195.2 (6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷)、 $m/z$  357.2 →  $m/z$  195.2 (龙胆苦苷)、 $m/z$  359.2 →  $m/z$  197.1 (獐牙菜苷)、 $m/z$  449.1 →  $m/z$  299.2 (异荛草苷) 和  $m/z$  433.2 →  $m/z$  283.2 (异牡荆素)。上述 7 个成分的碰撞能量 (CE) 分别为 13 eV、11 eV、20 eV、10 eV、12 eV、33 eV 和 35 eV。

#### 1.4 溶液的制备

1.4.1 对照品储备液 分别精密称取 7 个对照品适量并置于 5 mL 容量瓶中, 用甲醇配制成浓度为 1.0 mg · mL<sup>-1</sup> 的各成分对照品储备液。

1.4.2 供试品溶液 取龙胆药材粉末 0.1 g 于具塞锥形瓶中, 加入甲醇溶剂 20 mL, 超声提取 30 min, 滤过后取续滤液 1 mL, 离心后用 0.22 μm 微孔滤膜过滤, 所得即为供试品溶液。

1.5 线性关系考察 吸取上述各对照品溶液, 用甲醇配制成系列混合对照品溶液, 其中马钱苷酸浓度分别为 2.5、5、10、25、50 和 100 μg · mL<sup>-1</sup>, 獐牙菜苦苷浓度为 1、2、4、10、20 和 40 μg · mL<sup>-1</sup>, 6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷浓度为 1、2、4、10、20 和 40 μg · mL<sup>-1</sup>, 龙胆苦苷浓度为 5、10、20、25、50 和 100 μg · mL<sup>-1</sup>, 獐牙菜苷浓度为 0.1、0.2、0.4、1、2 和 4 μg · mL<sup>-1</sup>, 异荛草苷浓度为 0.05、0.1、0.2、0.5、1 和 2 μg · mL<sup>-1</sup>, 异牡荆素浓度分别为 0.01、0.02、0.04、0.1、0.2 和 0.4 μg · mL<sup>-1</sup>。将上述样品于 UFLC-MS/MS 联用仪中分析, 同时记录峰面积。回归方程的横坐标是对照品的浓度 (μg · mL<sup>-1</sup>), 纵坐标是峰面积积分值。

1.6 精密度试验 吸取上述混合对照品溶液, 并连续进样 6 次。

1.7 稳定性试验 取同一份供试品溶液于室温下

放置不同时间, 于不同时间点 (0、2、4、8、12、24 h) 分析。

1.8 重复性试验 取同一批龙胆样品 6 份, 按上述方法得到供试品溶液, 并分析测定, 计算待测成分的含量。

1.9 加样回收率试验 取已知含量的同一批次龙胆样品 9 份, 每份 0.05 g, 分别加入相当于样品中各测定成分含量 80%、100%、120% 的对照品溶液适量各 3 份, 并制备供试品溶液, 进样分析。

1.10 样品含量测定 称取 6 批龙胆样品并制备供试品溶液, 分析测定, 计算 7 个待测成分在龙胆中含量。

## 2 结果与分析

2.1 质谱与色谱图 7 种成分的产物离子扫描质谱图见图 1, 混合对照品和龙胆样品的 MRM 色谱图见图 2 和图 3。

2.2 线性关系考察 7 个成分的线性方程分别为:

$$Y = 5.716 \times 10^3 X + 1.677 \times 10^4 \quad r = 0.9996$$

$$Y = 2.088 \times 10^4 X + 1.520 \times 10^4 \quad r = 0.9995$$

$$Y = 1.441 \times 10^4 X + 1.637 \times 10^4 \quad r = 0.9995$$

$$Y = 2.221 \times 10^4 X + 1.283 \times 10^5 \quad r = 0.9996$$

$$Y = 3.574 \times 10^4 X - 3.155 \times 10^3 \quad r = 0.9995$$

$$Y = 2.462 \times 10^4 X + 1.121 \times 10^2 \quad r = 0.9998$$

$$Y = 5.731 \times 10^4 X - 2.823 \times 10^1 \quad r = 0.9995$$

以上结果说明, 上述 7 个成分分别在 2.5 ~ 100 μg · mL<sup>-1</sup>、1 ~ 40 μg · mL<sup>-1</sup>、1 ~ 40 μg · mL<sup>-1</sup>、5 ~ 200 μg · mL<sup>-1</sup>、0.1 ~ 4 μg · mL<sup>-1</sup>、0.05 ~ 2 μg · mL<sup>-1</sup> 和 0.01 ~ 0.4 μg · mL<sup>-1</sup> 具有良好的线性关系。

2.3 精密度试验 7 个成分峰面积 RSD 值分别为 2.8%、1.6%、1.4%、1.7%、2.6%、1.9% 和 2.5%, 即仪器精密度良好。

2.4 稳定性试验 7 个成分峰面积 RSD 分别为 2.0%、1.8%、2.4%、1.7%、1.7%、2.4% 和 2.6%, 表明供试品在 24 h 内稳定性良好。

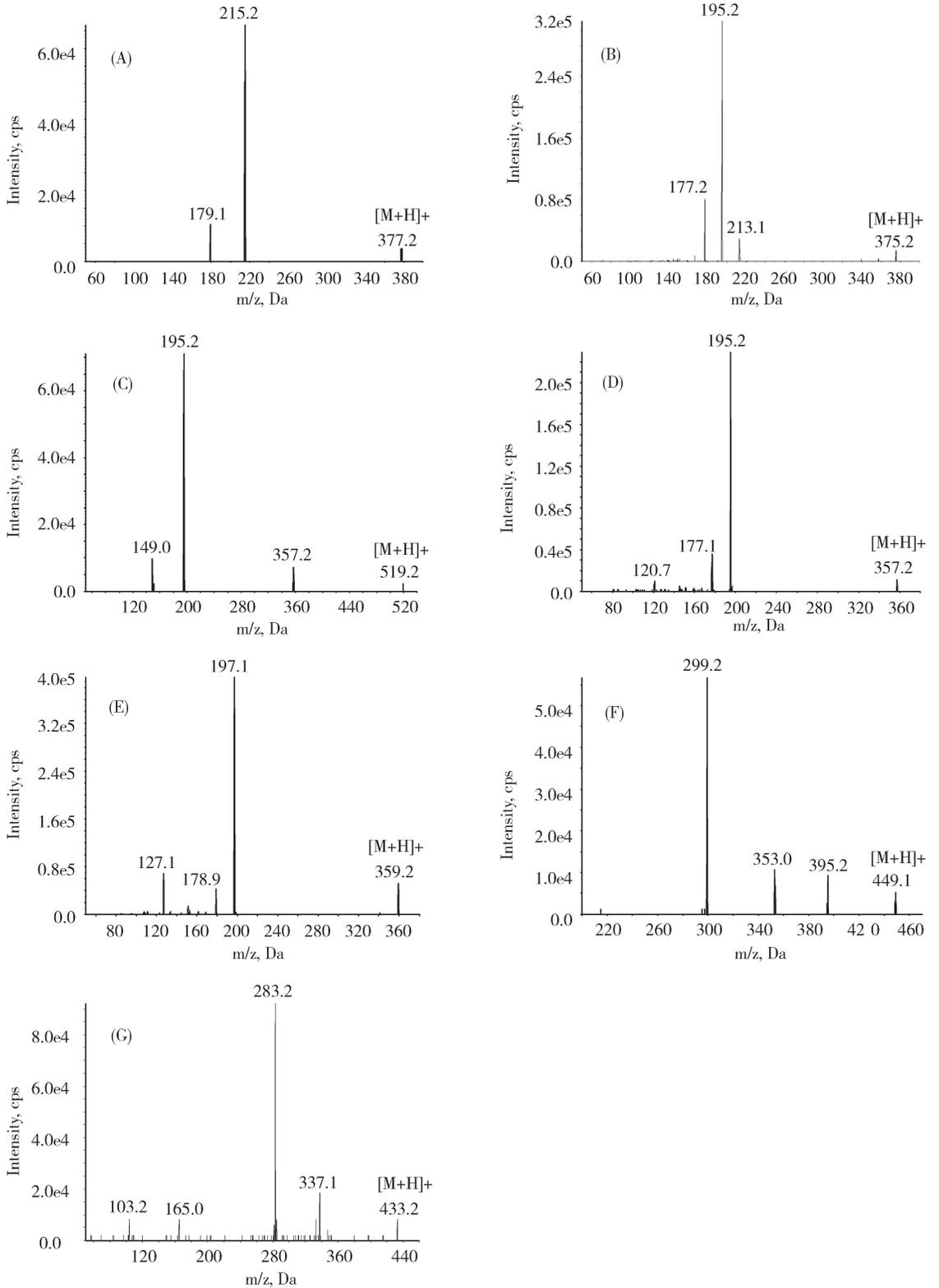
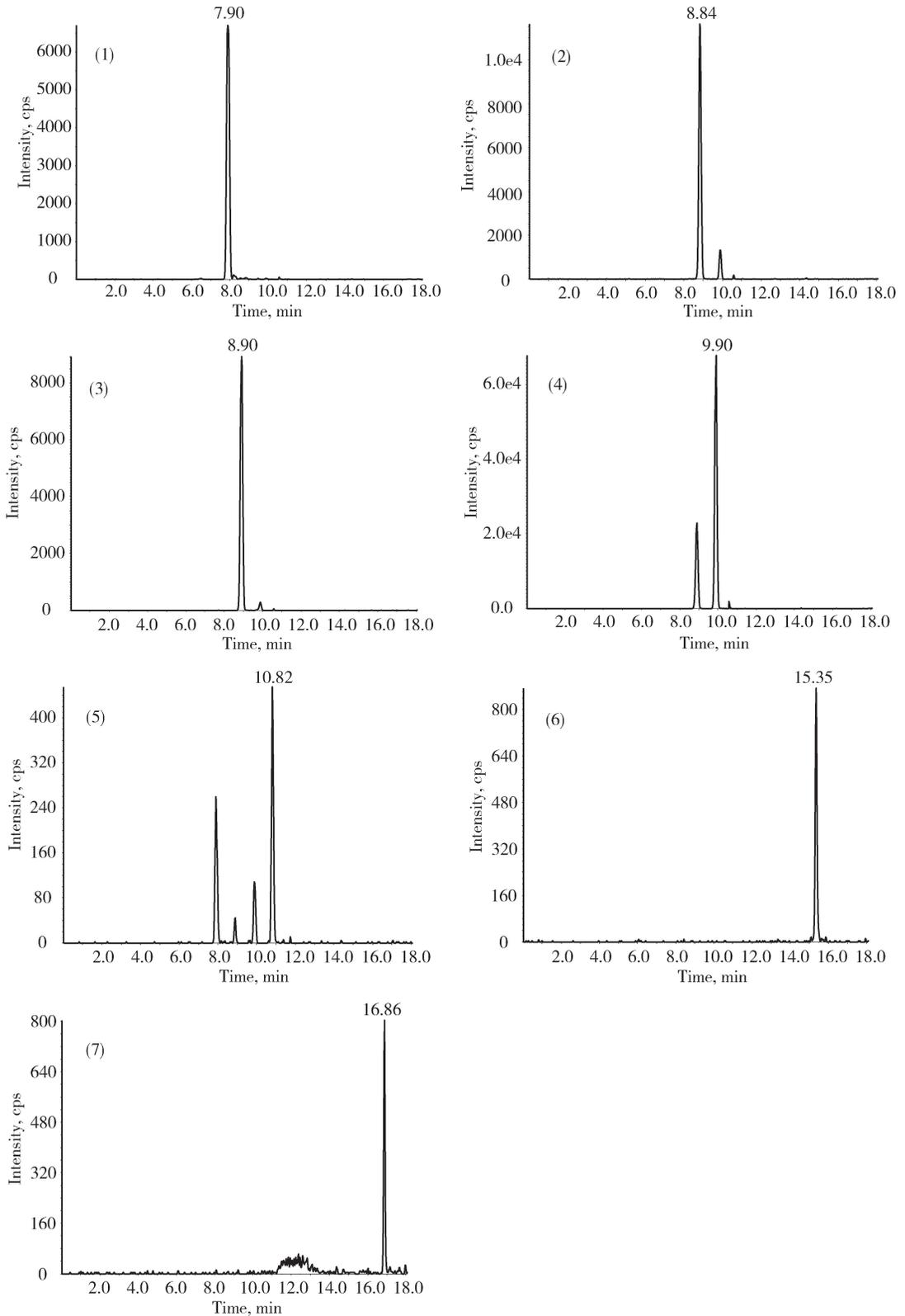


图1 马钱苷酸(A)、獐牙菜苦苷(B)、6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷(C)、龙胆苦苷(D)、獐牙菜苷(E)、异荛草素(F)、异牡荆素(G)的正离子产物离子扫描质谱图

Fig 1 Full scan product ion spectra of loganic acid (A) swertiamarin (B) 6'-O-β-D-glucosylgentiopicoside (C) gentiopicoside (D) swertioside (E) isoorientin (F) isovitexin (G) in positive ionization mode

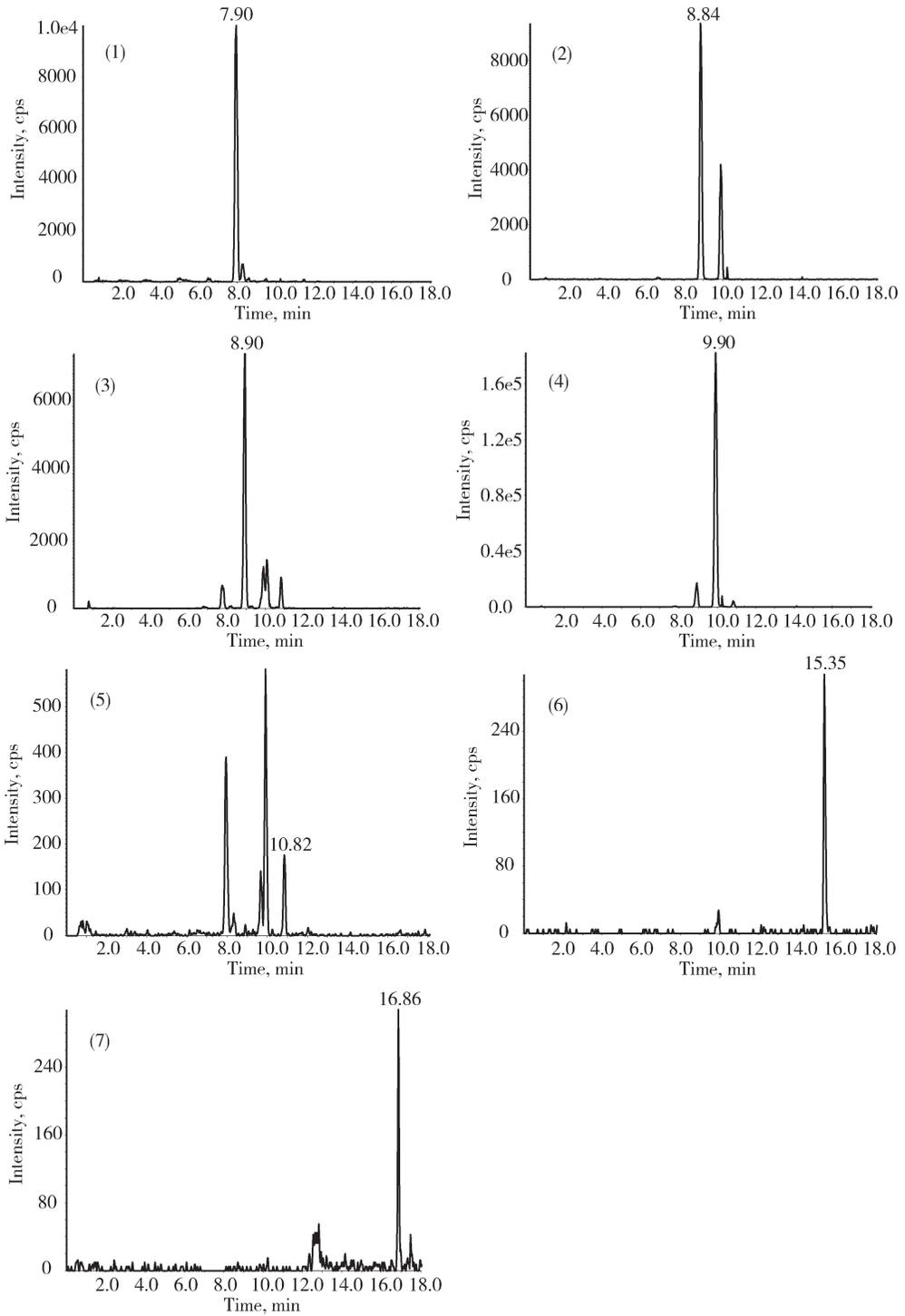


1. 马钱苷酸; 2. 獐牙菜苦苷; 3. 6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷; 4. 龙胆苦苷; 5. 獐牙菜苷; 6. 异荭草苷; 7. 异牡荆素

1. Loganic acid; 2. Swertiamarin; 3. 6'-O-β-D-glucosylgentiopicoside; 4. Gentiopicoside; 5. Swertioside; 6. Isoorientin; 7. isovitexin

图 2 混合对照品的 MRM 色谱图

Fig 2 MRM chromatograms of mixed reference substances



1. 马钱苷酸; 2. 獐牙菜苦苷; 3. 6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷; 4. 龙胆苦苷; 5. 獐牙菜苷; 6. 异莛草苷; 7. 异牡荆素  
 1. Loganic acid; 2. Swertiamarin; 3. 6'-O-β-D-glucosylgentiopicoside; 4. Gentiopicoside; 5. Swertioside; 6. Isoorientin; 7. isovitexin

图 3 龙胆样品的 MRM 色谱图

Fig 3 MRM chromatograms of Gentianae Radix Et Rhizoma sample

2.5 重复性试验 7 个成分含量的平均值和峰面积 RSD 分别为 0.644% (1.6%)、0.184% (1.9%)、

0.155% (2.3%)、3.24% (1.6%)、0.00610% (2.2%)、0.00101% (2.1%) 和 0.000576% (2.6%)，

即方法重复性符合要求。

2.7 含量测定 6 批样品测定结果见表 2。

2.6 加样回收率试验 结果见表 1。

表 1 龙胆样品中 7 个成分的回收率

Tab 1 Recoveries of seven analytes in Gentianae Radix Et Rhizoma

组分 Component	样品中含量 (original)/mg	加入量 (added)/mg	测得量 (measured)/mg	回收率 Recovery/%	RSD/%
马钱苷酸 Deoxyschizandrin	0.322	0.258	0.576	98.6	0.7
	0.322	0.322	0.639	98.4	1.3
	0.322	0.386	0.705	99.1	1.5
獐牙菜苦苷 Swertiamain	0.0920	0.0736	0.1650	99.2	1.5
	0.0920	0.0920	0.1830	98.9	1.3
	0.0920	0.1104	0.2000	97.8	1.0
6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷 6'-O-β-D-glucosylgentiopicoside	0.0775	0.0620	0.139	99.2	0.4
	0.0775	0.0775	0.154	98.7	0.2
	0.0775	0.0930	0.169	98.4	1.3
龙胆苦苷 Schisantherin A	1.62	1.30	2.912	99.7	0.8
	1.62	1.62	3.228	99.3	0.4
	1.62	1.94	3.560	99.8	1.6
獐牙菜苷 Swertioside	0.00305	0.00244	0.00545	98.4	1.8
	0.00305	0.00305	0.00604	98.0	1.2
	0.00305	0.00366	0.00668	99.2	0.9
异莛草苷 Isoorientin	0.000505	0.000404	0.000905	99.0	1.6
	0.000505	0.000505	0.001000	98.0	1.7
	0.000505	0.000606	0.001107	99.3	0.5
异牡荆素 Iisovitexin	0.000288	0.000230	0.000515	98.5	0.6
	0.000288	0.000288	0.000570	97.9	0.9
	0.000288	0.000346	0.000630	99.0	1.5

表 2 龙胆样品中 7 个成分的含量 (%)

Tab 2 The contents of seven analytes in Gentianae Radix Et Rhizoma (%)

批号 Lot No.	马钱苷酸 Loganic acid	獐牙菜苦苷 Swertiamarin	6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷 6'-O-β-D-glucosylgentiopicoside	龙胆苦苷 Gentiopicoside	獐牙菜苷 Swertioside	异莛草苷 Isoorientin	异牡荆素 Iisovitexin
2021001	1.072	0.267	0.268	3.96	0.00898	0.00195	0.00104
2021002	0.938	0.268	0.239	4.05	0.00726	0.00084	0.000784
2021003	0.937	0.285	0.249	3.91	0.00791	0.00146	0.000779
2021004	0.943	0.276	0.238	3.92	0.00866	0.00150	0.000814
2021005	0.894	0.278	0.245	4.07	0.00794	0.00121	0.000819
2021006	0.949	0.260	0.223	3.88	0.00797	0.000864	0.000796

### 3 讨论与结论

3.1 色谱和质谱条件的优化 实验中考察了不同种类的流动相组成,最终确定采用 0.1% 甲酸 - 乙

腈作为流动相。通过分析时间和流动相比率的调整,优化后的梯度洗脱程序为 0 ~ 12 min,10% → 30% B;12 ~ 18 min,30% → 55% B,此条件可将 7 个

待测物成功分离,获得较好的分离效果。7 个待测物在 ESI 源正离子模式响应较高。各待测成分主要形成的准分子离子均为  $[M + H]^+$  且信号稳定,具体质荷比如下:马钱苷酸为  $m/z$  377.2、獐牙菜苦苷为  $m/z$  375.2、6'-O- $\beta$ -D-葡萄糖基龙胆苦苷为  $m/z$  519.2、龙胆苦苷为  $m/z$  357.2、獐牙菜苷为  $m/z$  359.2、异荛草苷为  $m/z$  449.1、异牡荆素为  $m/z$  433.2,各离子灵敏度较高且信号较稳定。通过考察不同的碰撞能量(CE),最终确定上述各待测成分的 CE 值分别为 13 eV、11 eV、20 eV、10 eV、12 eV、33 eV 和 35 eV。本研究建立的 UFLC-MS/MS 分析方法同时测定龙胆中 7 个活性成分,与已有方法比较<sup>[13-14]</sup>,分析成分多、分离效果好、分析时间短、灵敏度高。

**3.2 龙胆指标成分的选择** 实验前期,为了能够较全面完整地龙胆的质量标准研究,对龙胆的指标成分进行了选择。龙胆的主要化学成分包括环烯醚萜苷类、黄酮类、三萜类、木脂素类、生物碱等<sup>[15-16]</sup>。《中国兽药典》2015 年版中仅以龙胆苦苷为考察指标,测定指标较为单一,且仅用一种成分控制龙胆药材的质量也有一定局限性。马钱苷酸、6'-O- $\beta$ -D-葡萄糖基龙胆苦苷、龙胆苦苷、獐牙菜苷和獐牙菜苦苷为龙胆中的环烯醚萜苷类成分,异荛草苷和异牡荆素为龙胆中的黄酮类成分。文献报道,马钱苷酸具有抗炎活性<sup>[7]</sup>,獐牙菜苦苷、獐牙菜苷具有保肝、降脂。促进细胞增殖等作用<sup>[8-10]</sup>。异荛草苷能够抗病毒<sup>[11]</sup>,异牡荆素具有降糖、抗菌等多种药理活性,近年来,有研究表明其对心肌细胞的瞬时外向钾电流亦具有明显的抑制作用<sup>[12]</sup>。因此,选择上述 7 个成分作为龙胆质量控制的指标成分。

**3.3 龙胆药材的含量测定** 本研究建立了 UFLC-MS/MS 方法对龙胆中的 7 个活性成分进行了含量测定,7 个活性成分的含量顺序由高到低依次为:龙胆苦苷、马钱苷酸、獐牙菜苦苷、6'-O- $\beta$ -D-葡萄糖基龙胆苦苷、异牡荆素、獐牙菜苷、异荛草苷。总体来看,环烯醚萜苷类含量要高于黄酮类成分。

**3.4 结论** 本研究首次建立了一种 UFLC-MS/MS 方法可同时测定龙胆中的 7 个环烯醚萜苷类和黄酮类活性成分的含量。该方法成功地测定了龙胆中上述成分的含量。本研究建立的 UFLC-MS/MS 方法具有分析时间短、分离效果好、灵敏度高等优点,可为龙胆在兽药领域的质量控制标准的提高提供参考。

#### 参考文献:

- [1] 孟繁昊. 尖叶假龙胆抗抑郁作用的研究[D]. 哈尔滨: 黑龙江中医药大学, 2017.  
Meng F H. Study on the antidepressant effect of *Gentiana acuta* [D]. Harbin: Heilongjiang University of traditional Chinese Medicine, 2017.
- [2] 孔令茜, 梁晓霞, 何敏, 等. 乌奴龙胆乙醇提取物不同极性部位体外抗氧化性研究[J]. 天然产物研究与开发, 2015, 27(4): 651-654.  
Kong L Q, Liang X X, He M, et al. Study on antioxidant activities of different polarity fractions of ethanol extract of *Gentiana uranula* H. Smith [J]. Nat Prod Res Dev, 2015, 27(4): 651-654.
- [3] 孙建之, 吕新, 徐士钊, 等. 龙胆酒制前后保肝作用研究[J]. 中华中医药学刊, 2018, 36(12): 2968-2971.  
Sun J Z, Lv X, Xu S L, et al. Effect of protecting liver by raw and wine-processed gentiana scabra Bge [J]. Chin Arch Tradit Chin Med, 2018, 36(12): 2968-2971.
- [4] 谢小倩, 李贺, 王亚乐, 等. 龙胆苦苷对佐剂性关节炎大鼠的抗炎作用[J]. 中国实验方剂学杂志, 2020, 26(6): 58-63.  
Xie X Q, Li H, Wang Y L, et al. Anti-inflammatory effect of gentiopicroside in adjuvant-induced arthritis rats [J]. Chin J Exp Tradit Med Form, 2020, 26(6): 58-63.
- [5] Wang Z B, Wu G S, Yu Y, et al. Xanthones isolated from *Gentiana acuta* and their protective effects against  $H_2O_2$ -induced myocardial cell injury [J]. Nat Prod Res, 2017, 32(18): 1-7.
- [6] 中国兽药典委员会. 中华人民共和国兽药典, 2015 版第二部[S].  
China Veterinary Pharmacopoeia Committee. People's Republic of China Veterinary Pharmacopoeia, 2015, version 2 [S].
- [7] Wang Y M, Xu M, Wang D, et al. Anti-inflammatory compounds of "Qin-Jiao", the roots of *Gentiana dahurica* (Gentianaceae) [J]. J Ethnopharmacol, 2013, 147(2): 341-348.

doi:10.11751/ISSN.1002-1280.2022.06.06

# 射频识别技术在牲畜电子耳标检测上的运用

张晶声,张旭,金闻名,张志轩,于遵波

(中国兽医药品监察所,北京 100081)

[收稿日期] 2022-01-05 [文献标识码] A [文章编号] 1002-1280(2022)06-0039-05 [中图分类号] TM93

**[摘要]** 简要概述了射频识别的原理,对比了超高频电子耳标引用的国际标准 ISO/IEC18000-6C 和国家标准 GB/T29768,对其中频率范围、编码方式等 8 个技术指标进行说明,对检测中的频点选择、链接时间  $T_1$  的计算和识读距离等项目进行解释,以期对超高频电子耳标检测提供参考。

**[关键词]** 射频识别技术;牲畜电子耳标;超高频

**作者简介:** 张晶声,硕士,副研究员,从事兽医器械质量监测工作。E-mail:1003959824@qq.com

(上接 38 页)

- [8] Tian C, Zhang T, Wang L, *et al.* The hepatoprotective effect and chemical constituents of total iridoids and xanthenes extracted from *Swertia mussotii* Franch[J]. *J Ethnopharmacol*, 2014, 154(1): 259-266.
- [9] Patel T P, Rawal K, Soni S, *et al.* Swertiamarin ameliorates oleic acid induced lipid accumulation and oxidative stress by attenuating gluconeogenesis and lipogenesis in hepatic steatosis[J]. *Biomed Pharmacother* 2016, 83: 785-791.
- [10] Sun H, Li L, Zhang A, *et al.* Protective effects of sweroside on human MG-63 cells and rat osteoblasts[J]. *Fitoterapia*, 2013, 84(3): 174-179.
- [11] 朱秀珍,申文伟,龚翠莹,等. 异荭草苷体内外抗呼吸道合胞病毒活性研究[J]. *中山大学学报(医学科学版)*, 2015, 36(3): 352-359.
- Zhu XZ, Shen W W, Gong C Y, *et al.* Antiviral activity of isoorientin against respiratory syncytial virus in vitro and in vivo[J]. *J Sun Yat-sen University (Medical Sciences)*, 2015, 36(3): 352-359.
- [12] 任静娜,饶本龙,马宏昕,等. 异牡荆素对大鼠心室肌细胞瞬时效外向钾电流的影响[J]. *中国中药杂志*, 2017, 42(24): 4864-4869.
- Ren J N, Rao B L, Ma H X, *et al.* Effects of isovitexin on transient outward potassium current of ventricular myocytes in rats[J]. *Chinese Pharm J*, 2017, 42(24): 4864-4869.
- [13] 朱鹤云,关皎,郭小存,等. RP-HPLC 法同时测定龙胆中 3 种活性成分的含量[J]. *药物分析杂志*, 2011, 31(12): 2298-1304.
- Zhu H Y, Guan J, Guo X C, *et al.* RP-HPLC simultaneous determination of three active components in *Radix Gentianae*[J]. *Chin J Pharm Anal*, 2011, 31(12): 2298-1304.
- [14] 关皎,朱鹤云,郝乘仪,等. UFLC 法同时测定龙胆中 3 种环烯醚萜苷的含量[J]. *中药新药与临床药理*, 2017, 28(1): 81-84.
- Guan J, Zhu H Y, Hao C Y, *et al.* Simultaneous determination of three iridoid glycosides in *Radix Gentianae* by UFLC[J]. *Tradit Chin Drug Res Clin Pharmacol*, 2017, 28(1): 81-84.
- [15] 刘越,孙晓,杨瑞端,等. 六叶龙胆化学成分研究[J]. *中国药学杂志*, 2020, 55(21): 1780-1786.
- Liu Y, Sun X, Yang R R, *et al.* Chemical constituents from *Gentiana hexaphylla* Maxim. ex Kusnez[J]. *Chinese Pharm J*, 2020, 55(21): 1780-1786.
- [16] 匡海学,王斌,吴倩倩,等. 尖叶假龙胆化学成分的研究[J]. *中成药*, 2017, 39(12): 2546-2550.
- Kuang H X, Wang B, Wu Q Q, *et al.* Chemical constituents from *Gentianaella acuta*[J]. *Chin Tradit Pat Med*, 2017, 39(12): 2546-2550.

(编辑:陈希)