

鹿药的质量标准研究^Δ

崔誉文^{1*}, 刘银环², 热萨莱提·图尔孙², 毛昭琦², 宋小妹^{2#} (1. 西安医学院药学院, 西安 710021; 2. 陕西中医药大学药学院, 陕西 咸阳 712046)

中图分类号 R284.1 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2018)20-2786-05
DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2018.20.11

摘要 目的: 建立鹿药的质量标准。方法: 从原植物形态、性状特征、显微特征、薄层色谱(TLC)等方面对药材进行定性鉴别; 测定药材的水分、灰分、浸出物; 采用高效液相色谱法测定药材中(25S)-17 α -羟基-5 α -螺甾烷-9-烯-3 β -O- β -D-葡萄糖吡喃糖基-(1 \rightarrow 2)-[β -D-木吡喃糖基(1 \rightarrow 3)]- β -D-葡萄糖吡喃糖基(1 \rightarrow 4)- β -D-半乳吡喃糖苷(SJ-13)的含量, 色谱柱为 Waters SunFire C₁₈, 流动相为乙腈-水(35:65, V/V), 流速为 1.0 mL/min, 检测波长为 203 nm, 柱温为 20 $^{\circ}$ C, 进样量为 10 μ L。结果: 原植物为多年生草本植物, 高 30~60 cm; 药材表面呈棕色至棕褐色, 具皱纹; 显微特征为表皮 1 列细胞; 药材粉末呈灰黄色, 含大量草酸钙针晶。药材样品的 TLC 图斑点大部分清晰, 分离度好; 药材中水分 5.26%~8.88%, 总灰分 4.60%~28.86%, 酸不溶性灰分 1.56%~23.39%, 水浸出物 23.84%~51.26%, 醇浸出物 22.65%~57.36%; SJ-13 检测进样量线性范围为 8.92~31.22 μ g ($r=0.9999$), 精密度、稳定性、重复性试验的 RSD 均小于 1%, 加样回收率为 97.0%~99.2% (RSD=0.8%, $n=6$), 耐用性试验的 RSD 均小于 1%, 10 批药材样品中 SJ-13 的含量范围为 4.40~29.80 mg/g。结论: 初步拟定鹿药药材中水分不得过 11%, 总灰分不得过 35%, 酸不溶性灰分不得过 28%, 水浸出物不得少于 19%, 醇浸出物不得少于 18%, SJ-13 含量不得少于 4.40 mg/g; 该试验所建标准可用于鹿药的质量控制。

关键词 鹿药; 质量标准; 显微特征; 薄层色谱法; 含量测定; 高效液相色谱法

Study on Quality Standard of *Smilacina japonica*

CUI Yuwen¹, LIU Yinhan², Resalaiti·TUERSUN², MAO Zhaoqi², SONG Xiaomei² (1. School of Pharmacy, Xi'an Medical University, Xi'an 710021, China; 2. College of Pharmacy, Shaanxi University of TCM, Shaanxi Xianyang 712046, China)

ABSTRACT OBJECTIVE: To establish the quality standard of *Smilacina japonica*. METHODS: *S. japonica* was identified qualitatively in respects of original plant morphology, character, microscopic identification, TLC, etc. The moisture, ash and extract of medicinal materials were determined. The content of (25S)-17 α -hydroxy-5 α -spirostane-9-ene-3 β -O- β -D-glucopyranoyl-(1 \rightarrow 2)-[β -D-xylanosyl(1 \rightarrow 3)]- β -D-glucopyranoyl(1 \rightarrow 4)- β -D-galactopyranoside (SJ-13) was determined by HPLC. The determination was performed on Waters SunFire C₁₈ column with mobile phase consisted of acetonitrile-water(35:65, V/V) at the flow rate of 1.0 mL/min. The detection wavelength was set at 203 nm and the column temperature was 20 $^{\circ}$ C. The sample size was 10 μ L. RESULTS: The original plant was perennial herbar, with height of 30-60 cm. The surface of the medicinal material was brown to brownish brown, with wrinkle and 1 row cells in epidermis. The powder of medicinal material was grayish yellow and contained large amount of acicular crystal. TLC spots were clear and well-separated. The content of moisture was 5.26%-8.88%; the content of total ash was 4.60%-28.86%; the acid-insoluble ash was 1.56%-23.39%, water extract was 23.84%-51.26% and alcohol extract was 22.65%-57.36%. The linear range of SJ-13 were 8.92-31.22 μ g ($r=0.9999$). RSDs of precision, stability and reproducibility tests were all lower than 1%. The average recoveries were 97.0%-99.2% (RSD=0.8%, $n=6$). RSD of durability test was lower than 1%. The content of SJ-13 was 4.40-29.80 mg/g in 10 batches of medicinal samples. CONCLUSIONS: The content of water, total ash, acid insoluble components should not exceed 11%, 35%, 28%; the content of water extract, alcohol extract and SJ-13 should not be less than 19%, 18% and 4.40 mg/g, respectively. Established standard can be used for the quality control of *S. japonica*.

KEYWORDS *Smilacina japonica*; Quality standard; Microscopic identification; TLC; Content determination; HPLC

鹿药为百合科鹿药属多年生草本植物鹿药(*Smilacina japonica* A. Gray)的干燥根及根茎, 俗称偏头七, 分布于我国西北、西南、东北和华北等地, 资源较丰富^[1-4]。该药材气微, 性温, 微甘、苦, 具有祛风除湿、补气益肾、活

血调经等功效, 民间常用于治疗偏正头痛、痹伤、月经不调、阳痿、跌打损伤、风湿疼痛、乳痈等症^[5]。鹿药主要成分包括甾体皂苷、黄酮类化合物及其他微量成分^[6-8], 具有抗肿瘤、抗氧化等药理作用^[9-11]。近年来, 有关鹿药的化学成分、含量测定及生物活性的研究较少。因此, 本试验从原植物形态、性状特征、显微特征、薄层色谱(TLC)等方面对鹿药药材进行了定性鉴别, 并对其水分、灰分、浸出物等常规检测项目进行了考察, 同时测定了其中含量较

^Δ 基金项目: 陕西省教育厅重点实验室科研计划项目(No.17JS030)
* 博士研究生。研究方向: 天然药物化学成分及活性。E-mail: 317364327@qq.com

通信作者: 教授, 硕士生导师。研究方向: 中药药效物质基础及中药炮制。E-mail: songxiaom@126.com

高的甾体皂苷化合物(25S)-17 α -羟基-5 α -螺甾烷-9-烯-3 β -O- β -D-葡萄糖吡喃糖基-(1 \rightarrow 2)-[β -D-木吡喃糖基(1 \rightarrow 3)]- β -D-葡萄糖吡喃糖基(1 \rightarrow 4)- β -D-半乳吡喃糖苷(SJ-13)的含量,旨在为建立和完善其质量标准提供参考。

1 材料

1.1 仪器

1100型高效液相色谱仪,包括二极管阵列检测器(美国Agilent公司);101型电热鼓风干燥箱(北京科伟永鑫实验仪器设备厂);GB204型十万分之一电子分析天平(瑞士Mettler-Toledo公司);SB-3200D型超声波清洗机(宁波新芝生物科技股份有限公司);DFY-200A型高速万能粉碎机(上海比朗仪器有限公司);HH-2型数显恒温水浴锅(常州国华电器有限公司);SHB-III型循环水式多用真空泵(郑州长城科工贸有限公司);OSB-2100型旋转蒸发器(上海爱朗仪器有限公司);SX2-4-10型马弗炉(天津玛福尔科技有限公司);硅胶G薄层板(青岛海洋化工厂)。

1.2 试剂

SJ-13对照品(本课题组自制;对照文献[12],经碳谱、氢谱验证其结构;经高效液相色谱法测定,纯度为98%);乙腈为色谱纯,其余试剂为分析纯,水为纯化水。

1.3 药材

10批鹿药药材样品收集于陕西省境内太白山地区(详见表1),经陕西中医药大学药学院生药教研室王继涛高级实验师鉴定为真品。

表1 鹿药药材来源

Tab 1 Different sources of *S. japonica*

样品编号	收集地点	时间
S1	太白山大树沟瀑布	2014年7月
S2	太白山凉水井	2014年7月
S3	太白山秦岭渠	2014年8月
S4	太白山鸳鸯沟	2014年8月
S5	太白山火镜沟	2014年10月
S6	太白山马台沟	2014年10月
S7	太白县龙王水库	2014年9月
S8	太白山鳌山	2014年9月
S9	太白山河沟	2014年11月
S10	太白山刘秀寨	2014年11月

2 方法与结果

2.1 原植物形态

原植物为多年生草本植物,高30~60 cm。根茎横走,多为圆柱状,直径6~10 mm,有时具膨大结节。茎中部以上具粗伏毛。叶互生,4~9枚;叶柄长3~15 mm;叶片纸质,卵状椭圆形、椭圆形或长圆形,长6~13 cm,宽3~7 cm,先端短渐尖,基部圆形,两面疏被粗毛或近无毛。圆锥花序长3~6 cm,具粗短毛;花单生,花梗长2~6 mm,花被片6,分离或仅基部稍合生,长圆形或长圆状倒卵形,长约3 mm,白色;雄蕊6,花丝基部贴生于花被片上,花药小;子房3室,花柱与子房近等长,柱头几不裂。浆果近球形,直径5~6 mm,熟时红色,具

1~2颗种子。花期5~6月,果期8~9月。原植物形态见图1。



图1 原植物形态图

Fig 1 Original plant morphology

2.2 性状特征

药材干燥根茎略呈结节状,稍扁,长6~15 cm,直径0.5~1 cm。表面棕色至棕褐色,具皱纹,先端有一至数个茎基或芽基,周围密生多数须根。硬,不易折断;断面不平,白色或类白色。须根细长,达8 cm,直径至1 mm,表面黄白色,可见小绒毛,质脆,易断,断面类白色或白色。气微,味甜,嚼之黏牙。以根茎粗壮、断面白色、粉性足者为佳。药材外观见图2。

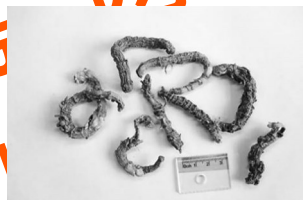


图2 药材外观图

Fig 2 Appearance of medicinal materials

2.3 显微特征

2.3.1 根横切面 表皮为1列淡黄色扁圆形或长圆形细胞,径向排列,外壁稍厚,微木化,有的形成根毛。皮层宽广,约占根的3/4,由13~17列大小不等的薄壁细胞组成,细胞圆形或类圆形,胞间隙明显。皮层散有大型黏液细胞,内含草酸钙针晶,有的薄壁细胞中含草酸钙方晶,内皮层明显。中柱约占根的1/4,木质部束6~9个,韧皮部与木质部交互排列,髓部为多角形薄壁细胞,详见图3。

2.3.2 根茎横切面 表皮为1列棕黄色或黄色细胞,排列紧密,外壁加厚,微木化,内含淡黄色物。皮层较窄,约占横切面的1/5,由13~15列薄壁细胞组成,散有较大型的黏液细胞,内含草酸钙针晶,部分薄壁细胞中含草酸钙方晶。内皮层明显。中柱约占4/5,由圆形或类圆形薄壁细胞组成,散有大型黏液细胞,内含草酸钙针晶;维管束散在,周木型或外韧型,在内皮层内侧排列成一圈,详见图4。

2.3.3 须根横切面 表皮为1列扁圆形排列紧密细胞,外被角质层。皮层占根面积大部分。内皮层1列细胞排列紧密整齐。初生木质部为多束,呈星角状,和初生韧

皮部相间,排列成辐射维管束,详见图5。

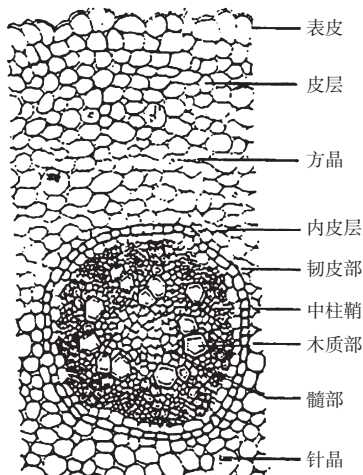


图3 根横切面显微特征图

Fig 3 Microscopic features of transverse section of the root

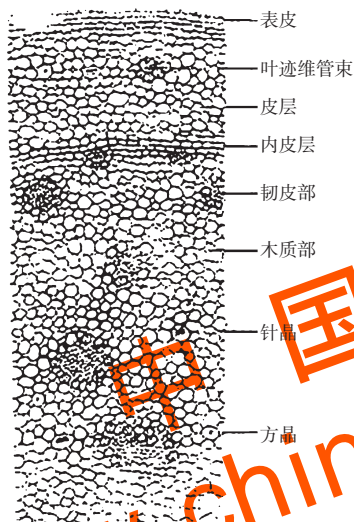


图4 根茎横切面显微特征图

Fig 4 Microscopic features of transverse section of the rhizome

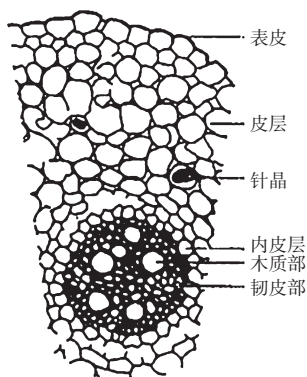


图5 须根横切面显微特征图

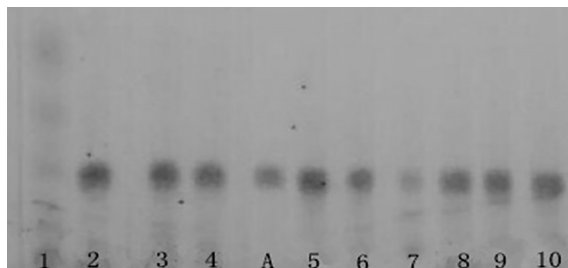
Fig 5 Microscopic features of transverse section of fibrous root

2.3.4 粉末 灰黄色。草酸钙针晶随处可见,散在或成

束存在于类圆形或长圆形黏液细胞中,针晶束长约10.5~64 μm,直径约3 μm,少数稍粗。导管主要为螺纹导管,也有具缘纹孔导管、孔纹导管,直径8~25 μm。薄壁细胞随处可见,类圆形或长圆形,近无色。淀粉粒单粒呈类球形,脐点点状。复粒由2~3个分粒组成。

2.4 TLC鉴别

称取药材样品粉末1 g,加70%乙醇溶液20 mL,回流提取1.5 h,滤过,滤液蒸干,残渣加70%乙醇溶液1 mL使溶解,静置,取上清液作为供试品溶液。取SJ-13对照品10 mg,加甲醇10 mL使溶解,制成对照品溶液。按2015年版《中国药典》(四部)TLC法^[13]试验,吸取上述2种溶液各10 μL,分别点于同一硅胶G薄层板上,以三氯甲烷-甲醇-水(6.5:3.5:1, V/V/V)为展开剂,展开,取出,晾干,喷以10%硫酸乙醇溶液,于105 °C加热至斑点显色清晰,置日光下检视。结果,供试品色谱中,在与对照品色谱相应位置上10批药材样品均出现相同颜色斑点,颜色深浅不一,大部分清晰,分离度好,说明不同地点收集的药材样品该成分含量存在一定差异,详见图6。



注:1~10供试品;A.对照品

Note: 1-10. test samples; A. substance control

图6 薄层色谱图

Fig 6 TLC chromatograms

2.5 水分测定

分别取10批药材样品粉末适量,精密称定,按2015年版《中国药典》(四部)通则0832水分测定法的第二法(烘干法)^[13]测定其中水分,每批平行测定3次,结果见表2。结果表明,药材样品中水分为5.26%~8.88%,平均值为6.46%。初步拟定鹿药药材水分不得过11%。

表2 药材样品水分、灰分和浸出物测定结果(n=3,%)

Tab 2 Content determination of moisture, ash and extract in *S. japonica* (n=3, %)

编号	水分	总灰分	酸不溶性灰分	水浸出物	醇浸出物
S1	8.88	5.89	1.56	38.20	35.05
S2	7.52	6.94	3.94	51.26	57.36
S3	8.07	7.08	3.73	46.03	47.63
S4	6.69	28.86	23.39	23.84	22.65
S5	6.08	15.88	12.05	49.81	49.15
S6	5.48	23.66	11.95	50.78	50.49
S7	5.52	4.60	1.57	48.05	51.62
S8	5.26	24.59	21.22	35.61	37.04
S9	5.68	22.68	18.35	38.51	38.09
S10	5.39	15.94	12.62	49.67	49.05
平均值	6.46	15.61	11.04	43.18	43.81

2.6 灰分测定

分别取10批药材样品粉末适量,精密称定,按2015年版《中国药典》(四部)通则2302灰分测定法^[13]测定其中总灰分和酸不溶性灰分,每批平行测定3次,详见表2。结果表明,药材样品中总灰分为4.60%~28.86%,平均值为15.61%,酸不溶性灰分为1.56%~23.39%,平均值为11.04%。初步拟定鹿药药材总灰分不得过35%,酸不溶性灰分不得过28%。

2.7 浸出物测定

分别取10批药材样品粉末适量,精密称定,按2015年版《中国药典》(四部)通则2201浸出物测定法^[13]测定其中水浸出物和醇浸出物,每批平行测定3次,结果见表2。结果显示,药材样品中水浸出物为23.84%~51.26%,平均值为43.18%;醇浸出物为22.65%~57.36%,平均值为43.81%。初步拟定鹿药药材水浸出物不得少于19%,醇浸出物不得少于18%。

2.8 含量测定

2.8.1 色谱条件 色谱柱:Waters SunFire C₁₈(150 mm×4.6 mm, 5 μm);流动相:乙腈-水(35:65, V/V);流速:1.0 mL/min;检测波长:203 nm;柱温:20 ℃;进样量:10 μL。

2.8.2 对照品溶液的制备 精密称取SJ-13对照品8.92 mg,置于10 mL量瓶中,加甲醇溶解并定容,摇匀,即得。

2.8.3 供试品溶液的制备 称取药材样品粉末2 g,精密称定,置于具塞锥形瓶中,精密加入70%乙醇溶液20 mL,密塞,摇匀,称定质量,100 ℃下加热回流提取1.5 h,放冷,再次称定质量,用70%乙醇溶液补足减少的质量,摇匀,滤过,取续滤液,即得。

2.8.4 系统适用性试验 取上述对照品溶液、供试品溶液各适量,按“2.8.1”项下色谱条件进样测定,记录色谱图,详见图7。结果,理论板数按SJ-13峰计不低于5 000;基线分离良好,分离度大于1.5。

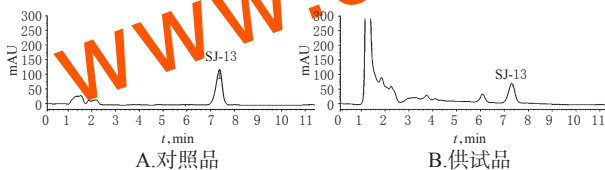


图7 高效液相色谱图

Fig 7 HPLC chromatograms

2.8.5 线性关系考察 分别精密量取“2.8.2”项下对照品溶液10、15、20、25、30、35 μL,按“2.8.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积。以SJ-13进样量(x, μg)为横坐标、峰面积(y)为纵坐标进行线性回归,得回归方程 $y=41\ 312x-42\ 107$ ($r=0.999\ 9$)。结果表明,SJ-13检测进样量线性范围为8.92~31.22 μg。

2.8.6 精密度试验 取“2.8.2”项下对照品溶液适量,按“2.8.1”项下色谱条件连续进样测定6次,记录峰面积。结果,SJ-13峰面积的RSD为0.39%($n=6$),表明仪器精密度良好。

2.8.7 稳定性试验 取“2.8.3”项下供试品溶液(编号:

S3)适量,分别于室温下放置0、2、4、8、10、12 h时按“2.8.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积。结果,SJ-13峰面积的RSD为0.37%($n=6$),表明供试品溶液在室温下放置12 h内基本稳定。

2.8.8 重复性试验 精密称取药材样品(编号:S3)粉末适量,共6份,按“2.8.3”项下方法制备供试品溶液,再按“2.8.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积并计算药材样品含量。结果,SJ-13含量平均值为29.60 mg/g, RSD为0.30%($n=6$),表明本方法重复性良好。

2.8.9 加样回收率试验 取已知含量药材样品(编号:S6)粉末适量,共6份,分别加入一定质量浓度的SJ-13对照品溶液适量,按“2.8.3”项下方法制备供试品溶液,再按“2.8.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积并计算加样回收率。结果,加样回收率为97.0%~99.2%(RSD=0.8%, $n=6$),详见表3。

表3 加样回收率试验结果($n=6$)

Tab 3 Results of recovery tests($n=6$)

取样量,g	样品含量,mg	加入量,mg	测得量,mg	加样回收率,%	平均加样回收率,%	RSD,%
2.092 5	12.35	10.02	22.29	99.2		
2.091 1	11.97	10.11	21.78	97.0		
2.089 5	11.90	10.08	21.74	98.0		
2.076 7	11.51	10.14	21.29	98.4	98.1	0.8
2.083 4	11.72	10.06	21.64	98.6		
2.088 7	11.86	10.02	21.62	97.4		

2.8.10 耐用性试验 (1)色谱柱考察。精密称取药材样品(编号:S4)粉末适量,按“2.8.3”项下方法制备供试品溶液,再按“2.8.1”项下色谱条件[色谱柱分别设置为Waters SunFire C₁₈(150 mm×4.6 mm, 5 μm)、Inertsil ODS-3 C₁₈(250 mm×4.6 mm, 5 μm)、Hypersil ODS-2 C₁₈(250 mm×4.6 mm, 5 μm)]进样测定,记录峰面积并计算药材样品含量,结果见表4。结果表明,色谱柱发生一定程度变化时,本方法能满足试验要求,耐用性良好。(2)流动相考察。精密称取药材样品(编号:S4)粉末适量,按“2.8.3”项下方法制备供试品溶液,再按“2.8.1”项下色谱条件[流动相乙腈-水比例(V/V)分别设置为21:79、35:65、45:55]进样测定,记录峰面积并计算药材样品含量,结果见表4。结果表明,流动相发生一定程度变化时,本方法能满足试验要求,耐用性良好。(3)流速考察。精密称取药材样品(编号:S5)粉末适量,按“2.8.3”项下方法制备供试品溶液,再按“2.8.1”项下色谱条件(流速分别设置为0.8、1.0、1.2 mL/min)进样测定,记录峰面积并计算药材样品含量,结果见表4。结果表明,流速发生一定程度变化时,本方法能满足试验要求,耐用性良好。(4)检测波长考察。精密称取药材样品(编号:S5)粉末适量,按“2.8.3”项下方法制备供试品溶液,再按“2.8.1”项下色谱条件(检测波长分别设置为198、200、203 nm)进样测定,记录峰面积并计算药材样品含量,结果见表4。结果表明,检测波长发生一定程度变化时,本方法能满足试验要求,耐用性良好。(5)柱温考察。精密

称取药材样品(编号:S5)粉末适量,按“2.8.3”项下方法制备供试品溶液,再按“2.8.1”项下色谱条件(柱温分别设置为20、25、30℃)进样测定,记录峰面积并计算药材样品含量,结果见表4。结果表明,柱温发生一定程度变化时,本方法能满足试验要求,耐用性良好。

表4 耐用性试验结果

色谱条件	设置	含量,mg/g	平均值,mg/g	RSD,%
色谱柱	Waters SunFire C ₁₈	19.12	19.19	0.35
	Inertsil ODS-3 C ₁₈	19.25		
	Hypersil ODS-2 C ₁₈	19.21		
流动相	乙腈-水(21:79, V/V)	18.75	18.68	0.37
	乙腈-水(35:65, V/V)	18.68		
	乙腈-水(45:55, V/V)	18.61		
流速	0.8 mL/min	19.07	19.14	0.31
	1.0 mL/min	19.18		
	1.2 mL/min	19.16		
检测波长	198 nm	19.05	19.14	0.31
	200 nm	19.17		
	203 nm	19.19		
柱温	20℃	18.94	18.68	0.37
	25℃	18.89		
	30℃	18.82		

2.8.11 药材样品含量测定 取10批药材样品粉末各适量,分别按“2.8.3”项下方法制备供试品溶液,再按“2.8.1”项下色谱条件进样测定,平行测定3次,记录峰面积并计算药材样品含量,结果见表5。由表5可知,10批药材样品中SJ-13含量在4.40~29.80 mg/g之间,平均含量为17.43 mg/g。考虑到不同产地、不同采收期采集的药材样品的含量差异,暂定鹿药药材按干燥品计算含SJ-13不得少于4.40 mg/g。

表5 药材样品含量测定结果(n=3)

Tab 5 Results of content determination of samples (n=3)

编号	SJ-13, mg/g
S1	26.25
S2	29.80
S3	28.87
S4	19.19
S5	19.55
S6	7.93
S7	4.40
S8	12.54
S9	15.92
S10	9.80
平均含量	17.43

3 讨论

本试验参考相应标准^[13]对样品药材的水分、灰分和浸出物进行了检测。根据检测结果,建议鹿药药材按干燥品计算水分不得过11%,总灰分不得过35%,酸不溶性灰分不得过28%,水浸出物不得少于19%,醇浸出物不得少于18%。

有文献表明,SJ-13在鹿药药材中含量较高,建议在

标准中采用SJ-13作为主要指标,进行TLC鉴别和含量测定^[14-15]。本试验结果表明,以SJ-13为对照品进行TLC鉴别,其色谱分离度好、方法可行;SJ-13含量测定的方法学验证均符合要求。在SJ-13含量测定的预试验中,笔者曾考察了不同波长下甲醇-水、乙腈-水、甲醇-0.2%磷酸溶液、乙腈-2%磷酸溶液作为流动相对SJ-13含量测定的影响,发现采用203 nm波长、流动相为乙腈-水(35:65, V/V)测定SJ-13时,分离度好、有较强紫外吸收。根据检测结果,建议鹿药药材按干燥品计算含SJ-13不得少于4.40 mg/g。

综上所述,本试验所建标准可用于鹿药的质量控制。

参考文献

- [1] 傅立国. 中国高等植物:第十三卷[M]. 青岛:青岛出版社,2002:191.
- [2] 李萍,任红莉. 陕西地产“七药”[J]. 世界最新医学信息文摘,2003,3(2):682.
- [3] 葛宝福,张绪成,苏峰,等. 集安市山野菜植物名录[J]. 中国园艺文摘,2011(9):56.
- [4] 宋小妹,刘海静. 太白七药研究与应用[M]. 北京:人民卫生出版社,2011:239-244.
- [5] 吉海旺.“七”药在风湿类疾病治疗中的应用[C]//首届中国中西医结合风湿病西北学术会议暨培训班论文汇编,2011:41.
- [6] 赵淑杰,韩梅,韩忠明,等. 高速逆流色谱分离与鉴定鹿药中黄酮类化合物[J]. 分析化学研究简报,2009,37(9):1345-1347.
- [7] 安晓云,慈嘉,申琼. 鹿药组织培养的研究[J]. 中国园艺文摘,2010(10):14.
- [8] 赵淑杰,韩忠明,李彦颖,等. 鹿药提取物清除羟基自由基的研究[J]. 华南农业大学学报,2010,31(2):59-62.
- [9] 赵淑杰,洪波,韩忠明,等. 鹿药化学成分及其抗肿瘤活性[J]. 中成药,2016,38(2):332-335.
- [10] 宋小妹,刘海静. 太白七药研究与应用[M]. 北京:人民卫生出版社,2011:269-273.
- [11] 平华. HPLC法同时测定生脉散中4种人参皂苷类成分的含量[J]. 中国药房,2016,27(12):1702-1704.
- [12] LIU X, ZHANG H, NIU XF, et al. Steroidal saponin from *Smilacina Japonica*[J]. *Fitoterapia*, 2012, 83(4):812-816.
- [13] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:四部[S]. 2015年版. 北京:中国医药科技出版社,2015:57、103、202、204.
- [14] 赵淑杰,杨利民. 鹿药中总黄酮含量的测定[J]. 安徽农业科学,2010,38(33):18756-18758.
- [15] 刘霞,岐琳,李延,等. 大孔吸附树脂纯化鹿药总皂苷和总黄酮的研究[J]. 西北药学杂志,2012,27(6):516-519.

(收稿日期:2017-12-12 修回日期:2018-03-06)

(编辑:张 静)