

四川不同产地淫羊藿中无机元素的分析测定^{*}罗莉¹ 李燕¹ 杨瑞武¹ 张利¹ 周永红² 丁春邦^{1**}

(1. 四川农业大学生命科学与理学院 雅安 625014; 2. 四川农业大学作物基因资源与遗传改良教育部重点实验室 温江 611130)

摘要 目的: 建立淫羊藿无机元素的测定方法, 并对四川不同产地淫羊藿中 16 种无机元素进行比较研究。方法: 用火焰原子吸收光谱法 (FAAS) 测定 K、Na、Se、Hg、As、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn 的含量, 用石墨炉原子吸收光谱法 (GFAAS) 测定 Mo、Pb、Cd、Cr 和 Co 的含量。结果: 所有样品中均含有 16 种无机元素, 其中 K、Na、Ca、Mg、Fe、Mn 等 6 种元素的平均含量较高。FAAS 法测定 K、Na、Se、Hg、As、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn 的回收率为 99.0% ~ 103.9%, RSD 为 0.56% ~ 1.8%; GFAAS 法测定 Mo、Pb、Cd、Cr 和 Co 的回收率为 99.4% ~ 101.5%, RSD 为 0.21% ~ 2.5%; 各元素的相关系数为 0.9990 ~ 1.0000。结论: 该方法快速、简便、准确; 测定结果为制订淫羊藿重金属元素及有害元素限量标准提供一定参考, 同时为其合理用药和规范化栽培基地的选择提供依据。

关键词: 中药材; 淫羊藿; 原子吸收光谱法; 无机元素

中图分类号: R917

文献标识码: A

文章编号: 0254-1793(2011)06-1045-05

Determination and analysis of inorganic elements in *Epimedium* species from different regions of Sichuan province^{*}LUO Li¹ , LI Yan¹ , YANG Rui - wu¹ , ZHANG Li¹ ,
ZHOU Yong - hong² , DING Chun - bang^{1**}

(1. College of Biology and Science, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China;

2. Key Laboratory of Crop Genetic Resources and Improvement, Ministry of Education, Sichuan Agricultural University, Wenjiang 611130, China)

Abstract Objective: To establish the determination method of inorganic elements in *Epimedium* species and study the distribution of inorganic elements in *Epimedium* species from different regions of Sichuan province. **Method:** K, Na, Se, Hg, As, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu and Zn were determined by flame atomic absorption spectrometry (FAAS) and Mo, Pb, Cd, Cr and Co were determined by graphite furnace atomic absorption spectrometry (GFAAS). **Result:** There were 16 inorganic elements in all materials. The contents of K, Na, Ca, Mg, Fe and Mn in *Epimedium* species were higher than that of other elements. When the FAAS was used, the recovery was 99.0% - 103.9% with RSD of 0.56% - 1.8%. When the GFAAS was used, the recovery was 99.4% - 101.5% with RSD of 0.21% - 2.5%. Correlation coefficient of each element was 0.9990 - 1.0000. **Conclusion:** The method is simple, rapid, accurate and applicable for the content determination of inorganic elements in *Epimedium* species. The results provide valuable data for quality assessment, medicinal use and the cultivation base choices of *Epimedium* species.

Key words: traditional Chinese medicine; *Epimedium*; atomic absorption spectrometry; inorganic element

淫羊藿是小檗科 (Berberidaceae) 淫羊藿属 (*Epimedium*) 多年生草本植物的统称, 其叶为主要的药用部位, 为我国传统补肾壮阳的中药材, 能改善心脑血管系统功能、提高性机能、增强免疫能力、抗骨质疏松和延缓衰老, 同时具有抗肿瘤、抑菌抗炎、镇咳祛痰、抗抑郁等作用^[1~3], 为最具开发潜力的中

药材之一, 受到国内外学者的高度重视, 成为现代医学研究的热点。我国有 48 种, 全国各地均有分布, 以西南各省区种类和资源最为丰富^[4~6]。除 2010 年版中国药典中所收载的箭叶淫羊藿 (*E. sagittatum*)、柔毛淫羊藿 (*E. pubescens*)、朝鲜淫羊藿 (*E. kore-*

* 教育部长江学者和创新团队发展计划 (IRT0453); 四川省科技厅应用基础项目 (2008JY0094-2)

** 通讯作者 Tel: 13628151199; E-mail: dcb@sicau.edu.cn

arum) 和淫羊藿 (*E. brevicornu*) 4 个正品外^[7], 其他多数种类均可供药用, 是一类极具药用价值的植物。

现代医学已经证明, 中药疗效不仅与有机成分有关, 而且与无机元素的种类和含量也有密切的联系^[8]。目前对淫羊藿的有机化学成分和药理药效研究较多, 但对其无机元素的研究报道较少。本研究采用原子吸收光谱法测定了四川不同产地共 8 种 18 份野生淫羊藿干燥叶的 K、Na、Co、Se、Hg、As、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn、Mo、Pb、Cd 和 Cr 16 种无机

元素的含量, 为淫羊藿的合理用药提供理论依据, 同时为制订淫羊藿重金属元素及有害元素限量标准和淫羊藿规范化栽培基地的选择提供参考。

1 材料、仪器与试剂

1.1 供试材料 实验材料于 2009 年 8~9 月采集于四川各地, 每份样品均取自 5 株或以上成熟植株叶以保证代表性, 所有样品均有凭证标本, 藏于本实验室, 由四川农业大学丁春邦教授鉴定(表 1)。

表 1 供试材料

Tab 1 Materials used in this study

编号(No.)	材料名称(species)	采集地(locality)	海拔(altitude)/m
1	粗毛淫羊藿(<i>E. acuminatum</i>)	上里(Shangli)	800
2	粗毛淫羊藿(<i>E. acuminatum</i>)	峨眉山(Emei mountain)	1300
3	粗毛淫羊藿(<i>E. acuminatum</i>)	望鱼(Wangyu)	1000
4	粗毛淫羊藿(<i>E. acuminatum</i>)	蒙顶山(Mengding mountain)	1200
5	粗毛淫羊藿(<i>E. acuminatum</i>)	天全(Tianquan)	1300
6	柔毛淫羊藿(<i>E. pubescens</i>)	上里(Shangli)	800
7	柔毛淫羊藿(<i>E. pubescens</i>)	金凤寺(Jinfeng temple)	1000
8	柔毛淫羊藿(<i>E. pubescens</i>)	峨眉山(Emei mountain)	1150
9	柔毛淫羊藿(<i>E. pubescens</i>)	南江(Nanjiang)	950
10	宝兴淫羊藿(<i>E. davidii</i>)	宝兴(Baoxing)	1650
11	宝兴淫羊藿(<i>E. davidii</i>)	夹金山(Jiajin mountain)	1200
12	宝兴淫羊藿(<i>E. davidii</i>)	陇东(Longdong)	1100
13	宝兴淫羊藿(<i>E. davidii</i>)	盐井(Yanjing)	1050
14	天全淫羊藿(<i>E. flavum</i>)	天全(Tianquan)	2000
15	绿药淫羊藿(<i>E. chlorandrum</i>)	宝兴(Baoxing)	1200
16	无距淫羊藿(<i>E. ecalcaratum</i>)	宝兴(Baoxing)	1300
17	巫山淫羊藿(<i>E. wushanense</i>)	南江(Nanjiang)	1000
18	强茎淫羊藿(<i>E. rhizomatousum</i>)	彭洲(Pengzhou)	950

1.2 仪器与试剂 岛津 AA-6300 原子吸收分光光度计, 电热板(河北新兴仪器厂), 艾柯超纯水机(成都康宁实验专用纯水设备厂), 电子天平(Sartorius)。K、Na、Co、Se、Hg、As、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn、Mo、Pb、Cd 和 Cr 16 种元素的标准溶液(北京有色金属研究总院), 使用时按需要逐级稀释, HNO₃, HClO₄, 10% 抗坏血酸(VC), 10% NH₄H₂PO₄, 超纯水(18.2 MΩ), 试剂均为优级纯。

2 方法与结果

2.1 仪器工作条件 火焰原子吸收光谱法(FAAS) 测定 K、Na、Se、Hg、As、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn 的含量, 选择积分时间 5 s, 空气流量 15 L·min⁻¹, 其他工作参数见表 2。石墨炉原子吸收光谱法(GFAAS) 测定 Mo、Pb、Cd、Cr 和 Co 的含量, 选择干燥温度 150℃, 干燥 20 s 后, 再于温度 250℃ 进一步干燥 10 s, 其他工作参数见表 3。

表 2 FAAS 法仪器工作条件

Tab 2 Operating parameters of instrument in FAAS

元素 (element)	狭缝宽 (slit width) /nm	波长 (wavelength) /nm	灯电流 (lamp current) /mA	乙炔流量 (C ₂ H ₂ flow) /L·min ⁻¹
K	0.7	766.5	10	2.0
Na	0.2	589.0	10	2.0
Se	0.3	196.0	3	1.4
Hg	0.4	253.6	8	1.8
As	0.3	193.7	3	1.4
Ca	0.7	422.7	10	2.0
Mg	0.7	285.2	8	1.8
Fe	0.2	248.3	12	2.2
Mn	0.2	279.5	10	2.0
Cu	0.7	324.7	6	1.8
Zn	0.7	213.9	8	2.0

表3 GFAAS 法仪器工作条件
Tab 3 Operating parameters of instrument in GFAAS

元 素 (element)	狭缝宽 (slit width) /nm	波长 (wavelength) /nm	灯电流 (lamp current) /mA	灰化(pyrolysis)		原子化(atomization)	
				温度 (temperature) / °C	t/s	温度 (temperature) / °C	t/s
Mo	0.7	313.3	10	1000	23	2600	3
Pb	0.7	283.3	10	700	23	2300	2
Cd	0.5	228.8	8	900	23	1800	2
Cr	0.7	257.9	10	800	23	2400	2
Co	0.2	240.7	8	9000	23	2400	2

2.2 供试品溶液的制备 将材料的新鲜叶清洗干
净,再用超纯水冲洗 3~4 次,60~70 °C 烘干,粉碎,
过 80 目筛,于 105 °C 烘至恒重,精确称取 0.5 g 各 3
份,分别置于 100 mL 聚四氟乙烯烧杯中。加入
HNO₃-HClO₄ (4:1) 25 mL,盖上表面皿,浸泡过
夜,电热板上加热消解至澄清透明近干为止,冷却后
转移至 50 mL 量瓶中,用超纯水定容,同法做样品空

白。

2.3 标准工作曲线 按表 2 和表 3 的仪器工作条
件,对系列标准溶液进行测定,以各元素标准溶液的
浓度为横坐标,吸光度为纵坐标进行线性回归,得到
回归方程、线性范围及相关系数(表 4)。结果表明,
各元素的相关系数为 0.9990~1.0000,在本工作范
围内各元素线性关系良好。

表 4 16 种无机元素的线性回归方程、检出限、相关系数、精密度及回收率
Tab 4 Linear regression equation, correlation coefficient, relation standard deviation(RSD) and
recovery frequency of 16 inorganic elements

元素 (element)	线性回归方程 (linear regression equation)	线性范围 (linear range) /μg · mL ⁻¹	检出限 (detection limit) /μg · mL ⁻¹	<i>r</i>	RSD (<i>n</i> = 5) /%	回收率 (recovery) /%
K	$Y = 0.035900X + 0.1187$	0.234 ~ 2.4	0.234	0.9993	1.1	101.5
Na	$Y = 0.423618X + 0.0006$	0.080 ~ 2.5	0.080	0.9991	0.65	103.7
Se	$Y = 0.076317X + 0.0034$	0.060 ~ 3.6	0.060	0.9990	0.98	100.0
Hg	$Y = 0.137605X + 0.0230$	0.015 ~ 1.5	0.015	0.9996	1.1	101.2
As	$Y = 0.235690X + 0.1123$	0.040 ~ 1.4	0.040	0.9998	1.4	102.6
Ca	$Y = 0.036114X + 0.0111$	0.254 ~ 3.0	0.254	1.0000	1.2	102.3
Mg	$Y = 0.416808X - 0.1063$	0.031 ~ 2.0	0.031	0.9990	0.8	103.9
Fe	$Y = 0.044042X + 0.0037$	0.145 ~ 2.6	0.145	1.0000	1.5	100.1
Mn	$Y = 0.119600X - 0.0004$	0.027 ~ 2.8	0.027	0.9999	1.8	100.0
Cu	$Y = 0.066317X + 0.0024$	0.030 ~ 1.5	0.030	0.9990	0.56	99.0
Zn	$Y = 0.187905X + 0.0195$	0.010 ~ 1.7	0.010	0.9999	1.6	99.4
Mo	$Y = 0.009495X - 0.0073$	0.032 ~ 1.6	0.032	0.9997	1.1	101.5
Pb	$Y = 0.018760X - 0.0051$	0.072 ~ 1.4	0.072	0.9999	2.5	100.0
Cd	$Y = 0.147605X + 0.0220$	0.049 ~ 1.2	0.049	0.9999	2.3	99.4
Cr	$Y = 0.046752X + 0.0865$	0.002 ~ 1.1	0.002	0.9999	0.2	101.0
Co	$Y = 0.056752X + 0.0875$	0.071 ~ 1.2	0.071	0.9992	0.87	100.0

2.4 检出限 采用空白的对照溶液,按 10 次测得
的吸光度标准偏差的 3 倍与工作曲线斜率的比值进
行计算。结果表明,利用 FAAS 法测定 K、Na、Se、
Hg、As、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu 和 Zn 的检出限为 0.010
~ 0.254 μg · mL⁻¹; 利用 GFAAS 法测定 Mo、Pb、
Cd、Cr 和 Co 的检出限为 0.002 ~ 0.072 μg · mL⁻¹
(表 4)。

2.5 精密度试验 随机取 7#样品的供试品溶液,
重复进样 5 次,记录吸光度。利用 FAAS 法测定 K、
Na、Se、Hg、As、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu 和 Zn 的 RSD 为
0.56% ~ 1.8%; 利用 GFAAS 法测定 Mo、Pb、Cd、Cr
和 Co 的 RSD 为 0.21% ~ 2.5%(表 4)。

2.6 加样回收试验 在 7#样品的供试品溶液加入
适量的已知质量浓度的标准溶液,连续测定 5 次,

利用 FAAS 法测定 K、Na、Se、Hg、As、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu 和 Zn 的回收率为 99.0% ~ 103.9%; 利用 GFAAS 法测定 Mo、Pb、Cd、Cr 和 Co 的回收率为 99.4% ~ 101.5% (表 4)。

2.7 稳定性试验 取 7[#]样品的供试品溶液, 分别于 0.2、4、6、8、16、24 h 重复测定, 利用 FAAS 法测定 K、Na、Se、Hg、As、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu 和 Zn 的 RSD 为 0.60% ~ 2.3%; 利用 GFAAS 法测定 Mo、Pb、Cd、Cr 和 Co 的 RSD 为 0.23% ~ 2.1%。结果表明供试品溶液在 24 h 内测定结果稳定。

表 5 18 份野生淫羊藿药材中 16 种无机元素的含量 ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, $n=5$)
Tab 5 Assay results of 16 inorganic elements in 18 wild *Epimedium* species

编号(No.)	K	Na	Se	Hg	As	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Mo	Pb	Cd	Cr	Co
1	5730	3221	23.02	0.08	1.92	30770	3510	273.5	264.7	17.52	51.10	2.13	2.92	0.13	45.12	40.12
2	1372	4488	29.14	0.09	1.87	43800	6973	728.3	678.5	19.93	95.40	2.21	4.40	0.15	49.78	39.75
3	7951	1531	20.13	0.07	3.87	14090	5035	299.4	256.8	7.42	57.34	1.87	8.03	0.08	26.29	26.28
4	2820	4572	30.15	0.06	1.56	41530	5824	584.1	458.7	10.43	63.40	1.98	3.50	0.12	45.67	34.64
5	3994	1784	28.12	0.18	1.96	17910	4727	448.4	412.6	11.49	54.73	1.67	6.96	0.14	37.87	31.87
6	8006	2207	29.78	0.17	1.45	14200	5283	805.4	786.5	13.00	63.78	1.78	3.98	0.20	44.93	33.12
7	1300	1700	28.76	0.13	3.56	15680	3972	388.7	342.4	18.73	76.28	1.87	7.35	0.12	35.62	31.62
8	7334	1534	36.45	0.09	1.89	20350	6165	801.8	786.9	14.81	64.25	1.67	4.54	0.11	54.12	40.12
9	6578	2207	29.43	0.17	1.56	15060	4717	386.4	352.6	12.09	66.33	1.56	4.56	0.20	34.67	31.61
10	6447	2038	24.79	0.16	1.89	12250	4412	328.9	312.5	11.79	64.15	1.46	4.30	0.18	37.42	27.42
11	8348	2039	31.65	0.25	2.98	19550	6057	408.9	387.6	9.68	72.18	1.86	4.48	0.28	45.34	35.34
12	7326	1193	29.98	0.36	1.95	17790	4838	229.5	213.7	13.00	42.01	1.65	3.95	0.40	36.88	31.88
13	8918	3221	31.67	0.41	3.75	17770	5608	331.9	312.8	29.13	75.43	1.15	7.75	0.53	35.58	35.58
14	9345	1953	25.45	0.34	2.15	12037	4788	360.7	345.8	24.76	70.69	2.13	5.15	0.48	33.57	33.57
15	9134	3052	37.76	0.09	1.89	31370	3906	589.1	513.7	11.49	98.40	2.16	4.63	0.16	45.88	40.88
16	6298	3474	28.44	0.13	1.45	15090	3927	360.7	342.6	10.88	57.76	1.34	3.66	0.15	45.67	38.67
17	4675	1193	27.34	0.16	1.62	23960	4433	400.2	387.9	12.69	54.41	1.14	2.62	0.11	38.67	30.67
18	4600	2376	24.13	0.45	3.12	33350	5952	815.8	785.3	11.49	55.26	1.25	9.73	0.91	38.98	28.98
平均值(average)	6120	2432	28.68	0.19	2.24	22030	5007	474.5	441.2	14.46	65.22	1.72	5.17	0.24	40.67	34.01

3 讨论

3.1 本实验所用 18 份不同产地的淫羊藿药材, 均在淫羊藿采收季节 8~9 月内采集, 每份样品均取自 5 株或以上成熟植株叶片以保证代表性, 因而, 保证了测定结果的可比性。

3.2 本实验采用的 FAAS 法测定 K、Na、Se、Hg、As、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu 和 Zn 的回收率介于 99.0% ~ 103.9%, RSD 介于 0.56% ~ 1.8%; 利用 GFAAS 法测定 Mo、Pb、Cd、Cr 和 Co 的回收率介于 99.4% ~ 101.5%, RSD 介于 0.21% ~ 2.5%; 各元素的相关系数介于 0.9990 ~ 1.0000。表明该方法准确度高, 重现性好, 数据结果可靠, 操作简单, 可作为淫羊藿药材中无机元素含量的测定方法。

3.3 淫羊藿药材中无机元素的含量较为丰富, 各元

2.8 重现性试验 制备 7[#]样品的供试品溶液 6 份, 连续测定 5 次, 利用 FAAS 法测定 K、Na、Se、Hg、As、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu 和 Zn 的 RSD 为 0.55% ~ 2.1%; 利用 GFAAS 法测定 Mo、Pb、Cd、Cr 和 Co 的 RSD 为 0.25% ~ 2.4%。

2.9 淫羊藿药材中无机元素的测定结果 按表 2 和表 3 的工作条件测定来自不同产地 18 份样品的 16 种无机元素的含量, 测定 Pb、Cd 时加 10% $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 作为机体改进剂, 测定 Cr 时加 10% 的抗坏血酸(VC)作为机体改进剂。结果见表 5。

素的平均含量由高到低依次为 Ca ($22030 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)、K ($6120 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)、Mg ($5007 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)、Na ($2432 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)、Fe ($474.5 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)、Mn ($441.2 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)、Zn ($65.22 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)、Cr ($40.67 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)、Co ($34.01 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)、Se ($28.68 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)、Cu ($14.46 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)、Pb ($5.17 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)、As ($2.24 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)、Mo ($1.72 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)、Cd ($0.24 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)、Hg ($0.19 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)。临床及实验研究指出: Se 元素为人体微量元素中的“抗癌之王”; 中医“肾”的功能与 Ca、Mg、Zn、Mn、Co 等元素有十分重要或较为明显的联系; Zn、Fe、Cu 等元素与人体免疫系统功能密切相关; Cr 是葡萄糖耐量因子(GTF)的主要活性部分, 参与维持体内正常的糖代谢^[9~11]。本实验表明, 18 份野生淫羊藿药材中均含有所测的 16 种元素, 且与

淫羊藿的补肾壮阳及增强人体免疫系统功能有关的元素含量均较高。

3.4 实验结果显示,不同种类淫羊藿药材之间的同种元素的含量差异明显,这可能与该中药材的遗传特性有关;另外,同一种类但不同产地药材之间的同种元素的含量亦出现差异,甚至出现较大的差异,其原因是多方面的,但最主要的应是地理环境条件(包括地形、气候、土壤、植被状况等)的不同。因此,淫羊藿所含无机元素既受自身遗传因素的影响,也受产地生态因素的影响。

3.5 近年来,中药的安全性日益受到国际社会的关注,而现行药典中尚未制订淫羊藿的重金属及有害元素的限量标准,本实验的测定结果为今后制订该中药材及其提取物中重金属及有害元素的限量标准提供了一定参考。如果选取四川道地中药材丹参、黄芪在2010年版中国药典中规定的重金属及有害元素限量标准(Pb 不得高于 $5\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 、 Cd 不得高于 $0.3\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 、 Cu 不得高于 $20\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 、 As 不得高于 $2.0\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 、 Hg 不得高于 $0.2\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)为参考,按此要求,本实验测定的18个样品中, Pb 的合格率为67%, Cd 的合格率为78%, Cu 的合格率为89%, As 的合格率为67%, Hg 的合格率为72%。在上里、蒙顶山、峨眉山、南江、宝兴等地生长的淫羊藿重金属及有害元素的含量在限定范围内,在这些地区建设淫羊藿药材的驯化栽培基地有利于其药材的质量控制。我们应注意有害元素,如 Pb 、 As 、 Hg 在该药中被检出,讨论如何制订相应的质量控制标准。

参考文献

- MENG Ning (孟宁), KONG Kai (孔凯), LI Shi-weng (李师翁). Advances in studies on chemical constituents and pharmaceutical activities in species of *Epimedium* (淫羊藿属植物化学成分及药理活性研究进展). *Acta Bot Boreal-Occident Sin* (西北植物学报) 2010, 30 (5): 1063
- YIN Jian-yun (尹剑云), CHEN Hong-feng (陈红凤). Research advances in the mechanisms of antitumor activity of *Epimedium brevicornum* Maxim and its effective components (淫羊藿及其有效成分抗肿瘤机制的研究进展). *J Chin Integr Med* (中西医结合学报) 2009, 12 (7): 1184
- Chen K, Chiu J. Effect of *Epimedium brevicornum* Maxim extract on elicitation of penile erection in the rat. *Urology* 2006, 67 (3): 631
- XU Wen-fen (徐文芬), HE Shun-zhi (何顺志). Species and geographic distribution of large-flowered taxa of *Epimedium* in China (中国淫羊藿大花类群的种类与地理分布). *J Chin Med Mater* (中药材) 2005, 28 (4): 267
- HE Shun-zhi (何顺志), XU Wen-fen (徐文芬), GUO Bao-lin (郭宝林). Study on species and geographic distribution of small-flowered taxa of *Epimedium* in China (中国淫羊藿小花类群的种类与地理分布). *Chin Pharm J* (中国药理学杂志) 2005, 40 (16): 1217
- TANG Li (汤利), YANG Jie (杨界), LI Yan (李燕), et al. Species and distribution of genus *Epimedium* in Sichuan province (四川淫羊藿属植物的种类及分布). *J Sichuan Agric Univ* (四川农业大学学报) 2009, 27 (3): 284
- ChP (中国药典). 2010. Vol I (一部): 306
- TIAN Gui-ping (田桂萍), HE Bang-ping (何邦平), WANG Xiao-yan (王小燕), et al. The efficacy of medicine of the Chinese herbal medicine with its research for containing trace element relating to progress (中药材的药效与其所含微量元素关系的研究进展). *Stud Trace Elements Health* (微量元素与健康研究) 2005, 22 (4): 54
- YU Hai-yuan (余海源), CHEN Hao-tao (陈浩涛). Research advances in the relation of traditional Chinese medicine and trace elements (中医“证”与微量元素的关系研究进展). *Stud Trace Elements Health* (微量元素与健康研究) 1995, 12 (4): 35
- SHI Yong-mei (施咏梅). Trace elements supplementation and human immunity (微量元素和人体免疫功能). *Chin J Clin Nutr* (中国临床营养杂志) 2004, 12 (1): 66
- YIN Jian-mei (尹建梅), WANG Ji-yun (王霁云), CHEN Xue-jun (陈学军), et al. Clinical research on trace elements Cr^{3+} prevention diabetes (微量元素 Cr^{3+} 对糖尿病二级预防的临床研究). *Chin J Prev Control Chron Non Comm Dis* (中国慢性病预防与控制) 2000, 8 (1): 40

(本文于2010年8月12日收到)