

双波长-UPLC 法同时测定知柏地黄丸中 6 个成分的含量

王常顺, 刘永利*, 段吉平, 杨抒楠, 孔亚萍, 冯丽

(河北省药品检验研究院, 石家庄 050011)

摘要 目的: 建立双波长-UPLC 法同时测定知柏地黄丸中莫诺苷、芒果苷、马钱苷、芍药苷、小檗碱和丹皮酚 6 个成分含量。方法: 采用 C_{18} 色谱柱 (2.1 mm × 100 mm, 1.7 μ m), 流动相为乙腈-0.1% 磷酸水溶液, 梯度洗脱, 流速 0.4 mL · min⁻¹, 检测波长 236 nm (莫诺苷、芒果苷、马钱苷、芍药苷)、274 nm (小檗碱、丹皮酚), 柱温 40 °C。结果: 仅需 12 min 即可完成测试, 莫诺苷、芒果苷、马钱苷、芍药苷、小檗碱、丹皮酚的线性范围分别为 2.488~124.4、2.506~125.3、4.404~220.2、2.672~133.6、5.870~293.5 和 4.795~239.8 ng, r 不小于 0.999 8; 加样回收率 ($n=9$) 分别为 100.0%、101.3%、100.8%、101.6%、100.5%、98.4%; 20 批样品中上述成分的含量测定结果分别为 0.37~1.04、0.05~0.41、0.50~0.75、0.43~0.83、0.57~1.02、0.77~1.33 mg · g⁻¹。结论: 建立的方法可用于知柏地黄丸的质量控制。

关键词: 知柏地黄丸; 莫诺苷; 芒果苷; 马钱苷; 芍药苷; 小檗碱; 丹皮酚; 山茱萸; 知母; 黄柏; 牡丹皮; 含量测定; 双波长-超高效液相色谱法

中图分类号: R 917

文献标识码: A

文章编号: 0254-1793 (2018) 01-0256-07

doi: 10.16155/j.0254-1793.2018.02.09

Simultaneous quantification of six components in Zhibai Dihuang pills by dual-wavelength UPLC

WANG Chang-shun, LIU Yong-li*, DUAN Ji-ping,
YANG Shu-nan, KONG Ya-ping, FENG Li

(Hebei Institute for Drug Control, Shijiazhuang 050011, China)

Abstract Objective: To develop a method for simultaneous determination of morroniside, mangiferin, loganin, peoniflorin, berberine and paeonol in Zhibai Dihuang pills by dual-wavelength UPLC. **Methods:** The separation was performed on a C_{18} (2.1 mm × 100 mm, 1.7 μ m) and the column temperature was set at 40 °C. The mobile phase was composed of acetonitrile and 0.1% phosphoric acid with gradient elution at a flow rate of 0.4 mL · min⁻¹. The detection wavelength was set at 236 nm for morroniside, mangiferin, loganin and peoniflorin and at 274 nm for berberine and paeonol. **Results:** The analysis time was only 12 min. The linear ranges of morroniside, mangiferin, loganin, peoniflorin, berberine and paeonol were 2.488–124.4 ng, 2.506–125.3 ng, 4.404–220.2 ng, 2.672–133.6 ng, 5.870–293.5 ng

* 通信作者 Tel: (0311) 85212007-8041; E-mail: liuyongli2008@126.com

第一作者 Tel: (0311) 85212007-8042; E-mail: shunzi20080508@126.com

and 4.795–239.8 ng ($r \geq 0.9998$), respectively. The recoveries ($n = 9$) of the six compounds were 100.0%, 101.3%, 100.8%, 101.6%, 100.5% and 98.4%, respectively. The contents of above-mentioned six components in 20 samples were $0.37\text{--}1.04\text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, $0.05\text{--}0.41\text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, $0.50\text{--}0.75\text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, $0.43\text{--}0.83\text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, $0.57\text{--}1.02\text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ and $0.77\text{--}1.33\text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, respectively. **Conclusion:** The method can be used for quality control of Zhibai Dihuang pills.

Keywords: Zhibai Dihuang pills; morroniside; mangiferin; loganin; peoniflorin; berberine; paeonol; Corni Fructus; Anemarrhenae Rhizoma; Hellodendri Chinensis Cortex; Moutan Cortex; quantitation; dual-wavelength-UPLC

知柏地黄丸由知母、黄柏、熟地黄、山茱萸(制)、牡丹皮、山药、茯苓、泽泻共8味药制成,有滋阴降火之功效,用于阴虚火旺,潮热盗汗,口干咽痛,耳鸣遗精,小便短赤^[1]。现代药理学研究表明,知柏地黄丸对于肾阴虚损,阴虚火旺引起的甲状腺功能亢进、男性不育、肾病综合征、尿路感染、前列腺炎、老年性阴道炎、复发性口腔溃疡、女童性早熟、更年期综合征均有明显的治疗和改善症状作用^[2-3]。现行质量标准《中华人民共和国药典》2015年版一部,采用HPLC法分2个系统测定了山茱萸(制)中马钱苷和牡丹皮中丹皮酚含量,操作费时。文献中有1个系统同时测定知柏地黄丸中2个至4个成分的报道^[4-10],亦有HPLC-MS/MS同时测定知柏地黄丸中新芒果苷等多成分含量的报道^[11],但采用UPLC法同时控制山茱萸、知母、黄柏、牡丹皮质量的方法未见报道。为节约时间与成本,加快检验进度,本文建立了双波长-UPLC法同时测定山茱萸活性成分莫诺苷、马钱苷^[12-13],知母活性成分芒果苷^[14],黄柏活性成分小檗碱^[15],牡丹皮活性成分芍药苷、丹皮酚^[16]6个成分含量,方法简便准确,重复性良好,可用于知柏地黄丸的质量控制。

1 仪器与试剂

Waters公司Acquity超高效液相色谱仪(二元泵,自动进样器,柱温箱,二极管阵列检测器)。Waters公司Acquity BEH C₁₈(2.1 mm × 100 mm, 1.7 μm; 填料:十八烷基硅烷键合硅胶,亚乙基桥杂化颗粒)。Mettler公司AE240、AE163电子天平。Millipore公司超纯水仪。

对照品莫诺苷(批号111998-201501,含量以96.8%计)、芒果苷(批号111607-201503,含量以98.4%计)、马钱苷(批号111640-201606,含量以98.3%计)、

芍药苷(批号110736-201539,含量以96.4%计)、盐酸小檗碱(批号110713-201212,含量以86.7%计)、丹皮酚(批号110708-201407,含量以99.9%计)均购自中国食品药品检定研究院。

甲醇、乙腈为色谱纯(Merk公司),水为超纯水(Millipore公司)。

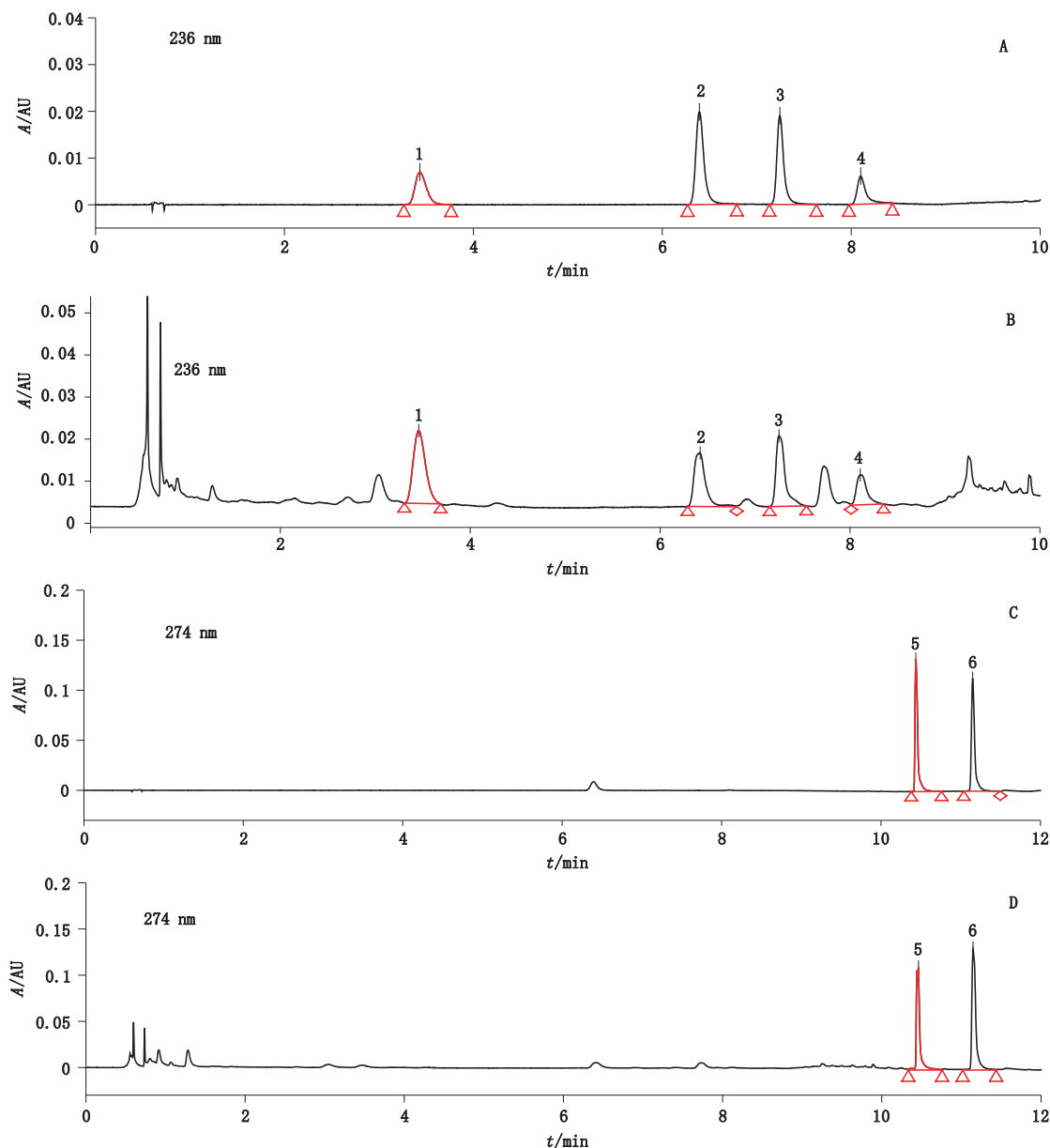
20批样品来源于全国5个生产企业。

2 方法与结果

2.1 混合对照品溶液制备 精密称取对照品莫诺苷10.71 mg,芒果苷10.61 mg,马钱苷11.20 mg,芍药苷11.55 mg,盐酸小檗碱12.09 mg,丹皮酚20.00 mg,分别置50 mL量瓶中,加50%甲醇水溶液适量使溶解并稀释至刻度,摇匀,即得对照品储备液;再分别精密量取各对照品储备液适量(莫诺苷3 mL,芒果苷3 mL,马钱苷5 mL,芍药苷3 mL,盐酸小檗碱7 mL,丹皮酚3 mL),置同一50 mL量瓶中,加50%甲醇水溶液稀释至刻度,摇匀,即得。

2.2 供试品溶液制备 取重量差异项下大蜜丸,剪碎,混匀,取约0.5 g,精密称定,置具塞锥形瓶中,精密加入50%甲醇水25 mL,密塞,称量,加热回流1 h,放冷,再称量,用50%甲醇水补足减失的量,摇匀,滤过,取续滤液,即得。

2.3 色谱条件 采用Waters Acquity BEH C₁₈色谱柱(2.1 mm × 100 mm, 1.7 μm),以乙腈为流动相A,0.1%磷酸水为流动相B,梯度洗脱(0~4 min, 7%A; 4~8 min, 7%A → 13%A; 8~12 min, 13%A → 65%A),流速0.4 mL · min⁻¹,检测波长236 nm(莫诺苷、芒果苷、马钱苷、芍药苷)、274 nm(小檗碱、丹皮酚),进样量1 μL(对照品溶液)、2 μL(供试品溶液)。在上述色谱条件下色谱图见图1。



1. 莫诺昔 (morroniside) 2. 芒果昔 (mangiferin) 3. 马钱昔 (loganin) 4. 芍药昔 (peoniflorin) 5. 小檗碱 (berberine) 6. 丹皮酚 (paeonol)

图1 混合对照品 (A、C) 和样品 (B、D) 色谱图

Fig. 1 The chromatograms of mixed reference substances (A, C) and sample (B, D)

2.4 线性关系考察 分别精密量取“2.1”项下的各对照品储备液适量,加 50% 甲醇水稀释成系列浓度混合对照品溶液,分别为莫诺昔 2.488、12.44、24.88、49.76、124.4 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 芒果昔 2.506、12.528、25.057、50.113、125.3 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 马钱昔 2.642、13.21、26.42、52.85、132.1 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 芍药昔 2.672、13.36、26.72、53.44、133.6 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 盐酸小檗碱 2.516、12.58、25.16、50.31、125.8 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 丹皮酚 4.795、23.98、47.95、95.90、239.8 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$;以峰面积积分值为纵坐标,对照品进样量 (ng) 为横坐标

绘制标准曲线,回归方程及相关系数见表 1。结果表明 6 个成分在各自线性范围内线性关系良好。

2.5 重复性试验 取同一批样品 (大蜜丸,批号 150301), 分别精密称取 0.4、0.5、0.6 g 各 3 份,按“2.2”项方法制备供试品溶液,进样测定,结果莫诺昔、芒果昔、马钱昔、芍药昔、小檗碱 (含量以盐酸小檗碱计)、丹皮酚含量分别为 0.80、0.26、0.62、0.45、0.80、0.89 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, RSD 分别为 1.3%、1.2%、1.0%、0.65%、1.3%、0.52%,表明本方法重复性良好。

表 1 线性关系考察结果

Tab. 1 Linearity

待测成分 (compound)	回归方程 (linear regression equation)	<i>r</i>	线性范围 (linear range)/ng
莫诺昔 (morrisonide)	$Y=4\,627.80X+1\,496.31$	0.999 9	2.488~124.4
芒果昔 (mangiferin)	$Y=11\,992.52X+3\,301.87$	0.999 9	2.506~125.3
马钱昔 (loganin)	$Y=4\,210.88X+5\,309.03$	0.999 9	4.404~220.2
芍药昔 (peoniflorin)	$Y=3\,391.23X+5\,347.67$	0.999 8	2.672~133.6
盐酸小檗碱 (berberine hydrochloride)	$Y=10\,587.25X+8\,649.22$	0.999 9	5.870~293.5
丹皮酚 (paeonol)	$Y=12\,891.07X+16\,250.91$	0.999 9	4.795~239.8

2.6 稳定性试验 取同一供试品溶液,分别于 0、1、2、3、5、7、20、24 h 进样测定,记录峰面积积分值,结果莫诺昔、芒果昔、马钱昔、芍药昔、小檗碱、丹皮酚峰面积积分值的 RSD 分别为 2.1%、1.8%、2.4%、0.47%、0.41%、1.0%,表明供试品溶液室温下放置,在 24 h 内稳定。

2.7 回收率试验 取已知含量的样品(大蜜丸,批号 150301),精密称取 9 份,每份约 0.25 g,每 3

份为一组,分别精密加入用 50% 甲醇水溶液配制的低、中、高 3 个浓度的混合对照品溶液 25 mL,按“2.2”项下方法制备供试溶液,进样测定,计算回收率。结果见表 2,低、中、高 9 份供试溶液中莫诺昔、芒果昔、马钱昔、芍药昔、小檗碱、丹皮酚的平均回收率($n=9$)分别为 100.0%、101.3%、100.8%、101.6%、100.5%、98.4%。表明本方法回收率良好。

表 2 回收率试验结果

Tab. 2 Recovery

成分 (component)	原有量 (content)/mg	加入量 (added)/mg	测得量 (found)/mg	回收率 (recovery)/%	平均值 (average)/% ($n=3$)	RSD/ %
莫诺昔 (morrisonide)	0.204 3	0.103 7	0.309 4	101.4	100.9	0.45
	0.204 9	0.103 7	0.309 1	100.5		
	0.204 6	0.103 7	0.309 2	100.9		
	0.200 9	0.207 3	0.411 1	101.4	101.1	0.43
	0.201 4	0.207 3	0.411 4	101.3		
	0.201 8	0.207 3	0.410 4	100.6		
	0.201 8	0.311 0	0.506 4	97.9	98.1	0.26
	0.202 8	0.311 0	0.508 7	98.4		
	0.203 3	0.311 0	0.508 3	98.1		
芒果昔 (mangiferin)	0.069 0	0.033 9	0.103 3	101.2	101.6	0.45
	0.069 1	0.033 9	0.103 5	101.5		
	0.069 1	0.033 9	0.103 7	102.1		
	0.067 8	0.067 9	0.136 6	101.3	101.5	0.15
	0.068 0	0.067 9	0.137 0	101.6		
	0.068 1	0.067 9	0.137 0	101.5		
	0.068 1	0.104 4	0.173 7	101.2	100.9	0.21
	0.068 4	0.104 4	0.173 6	100.8		
	0.068 6	0.104 4	0.173 7	100.7		

表 2(续)

成分 (component)	原有量 (content)/mg	加入量 (added)/mg	测得量 (found)/mg	回收率 (recovery)/%	平均值 (average)/% (n=3)	RSD/ %
马钱苷 (loganin)	0.158 3	0.082 6	0.241 5	100.7	100.4	0.29
	0.158 8	0.082 6	0.241 6	100.2		
	0.158 6	0.082 6	0.241 4	100.2		
	0.155 7	0.165 1	0.323 9	101.9	101.7	0.67
	0.156 1	0.165 1	0.324 9	102.2		
	0.156 4	0.165 1	0.323 0	100.9		
	0.156 4	0.275 2	0.432 7	100.4	100.4	0.35
	0.157 2	0.275 2	0.434 6	100.8		
	0.157 5	0.275 2	0.433 1	100.2		
芍药苷 (peoniflorin)	0.114 9	0.055 7	0.171 0	100.7	101.2	0.45
	0.115 2	0.055 7	0.171 8	101.6		
	0.115 1	0.055 7	0.171 5	101.3		
	0.113 0	0.111 3	0.225 2	100.8	100.6	0.15
	0.113 3	0.111 3	0.225 3	100.6		
	0.113 5	0.111 3	0.225 4	100.5		
	0.113 5	0.167 0	0.286 3	103.5	102.8	0.61
	0.114 1	0.167 0	0.285 5	102.6		
	0.114 3	0.167 0	0.285 2	102.3		
小檗碱 (berberine)	0.204 3	0.104 8	0.311 7	102.5	101.9	0.54
	0.204 9	0.104 8	0.311 2	101.4		
	0.204 6	0.104 8	0.311 4	101.9		
	0.200 9	0.209 6	0.413 4	101.4	101.5	0.31
	0.201 4	0.209 6	0.414 7	101.8		
	0.201 8	0.209 6	0.414 0	101.2		
	0.201 8	0.314 5	0.509 8	97.9	98.2	0.24
	0.202 8	0.314 5	0.511 8	98.2		
	0.203 3	0.314 5	0.512 3	98.2		
丹皮酚 (paeonol)	0.227 3	0.099 9	0.325 6	98.4	98.1	0.27
	0.227 9	0.099 9	0.325 7	97.90		
	0.227 7	0.099 9	0.325 6	98.0		
	0.223 5	0.199 8	0.419 0	97.8	98.7	1.68
	0.224 1	0.199 8	0.424 8	100.5		
	0.224 5	0.199 8	0.419 9	97.80		
	0.224 5	0.299 7	0.519 4	98.4	98.4	0.26
	0.225 6	0.299 7	0.521 2	98.6		
	0.226 1	0.299 7	0.520 0	98.1		

3 样品测定

取不同来源大蜜丸样品 20 批,按“2.2”项下方法

制备供试品溶液,按“2.3”项色谱条件测定,用外标法计算含量(小檗碱含量以盐酸小檗碱计),结果见表 3。

表 3 样品中 6 个成分含量 ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)

Tab. 3 Contents of six components in samples

生产厂家 (manufacturer)	序号 (No.)	莫诺昔 (morrisonide)	芒果昔 (mangiferin)	马钱昔 (loganin)	芍药昔 (peoniflorin)	小檗碱 (berberine)	丹皮酚 (paeonol)
河北 I (Hebei I)	1	0.79	0.32	0.68	0.83	1.02	1.25
	2	0.54	0.41	0.55	0.73	0.77	1.07
	3	0.75	0.31	0.63	0.76	0.98	1.24
河北 II (Hebei II)	4	0.84	0.29	0.72	0.43	0.82	0.77
	5	0.76	0.28	0.70	0.44	0.87	0.86
	6	0.59	0.24	0.69	0.43	0.72	0.99
河北 III (Hebei III)	7	0.88	0.29	0.71	0.66	0.80	0.90
	8	1.04	0.28	0.61	0.68	0.57	1.12
	9	0.80	0.27	0.62	0.45	0.80	0.89
	10	0.80	0.29	0.64	0.65	0.84	0.86
北京 I (Beijing I)	11	0.38	0.23	0.50	0.51	0.74	1.07
	12	0.64	0.05	0.75	0.74	0.83	1.33
	13	0.45	0.29	0.59	0.44	0.87	1.00
	14	0.53	0.26	0.63	0.58	0.81	1.31
	15	0.43	0.27	0.54	0.52	0.86	1.27
	16	0.53	0.29	0.55	0.52	0.85	1.19
	17	0.37	0.29	0.55	0.43	0.81	0.97
	18	0.51	0.33	0.57	0.51	0.88	1.15
北京 II (Beijing II)	19	0.50	0.11	0.59	0.44	0.57	0.93
	20	0.57	0.34	0.64	0.64	0.89	1.03

4 讨论

4.1 提取方法的考察 考察了超声 1 h、回流 1 h、超声 15 min 后再回流 1 h 等方法对知柏地黄丸中莫诺昔、芒果昔、马钱昔、芍药昔、小檗碱、丹皮酚 6 个成分含量的影响。结果回流 1 h 与先超声 15 min 再回流 1 h 测得的结果无显著性差异,但均高于超声 1 h 的结果,且超声提取的小檗碱含量明显低于回流,为了使提取完全,并简化实验,最终选择回流 1 h 作为提取方法。

4.2 测定波长的选择 将莫诺昔、芒果昔、马钱昔、芍药昔、盐酸小檗碱、丹皮酚的对照品溶液分别注入

液相色谱仪,在 200~400 nm 进行全波长扫描,结果最大吸收波长分别为 236、258、240、230、265、274 nm。为了测定方便并有效反映各成分含量,选择了 236 nm 和 274 nm 作为测定波长,并比较了在最大吸收波长和测定波长下各成分含量差异。结果在最大吸收波长与测定波长下各成分含量结果无显著性差异,本文选择莫诺昔、芒果昔、马钱昔、芍药昔的检测波长为 236 nm,小檗碱、丹皮酚的检测波长为 274 nm。

4.3 样品测定结果分析 处方中药味为原粉入药,按转移率 90% 计,制订莫诺昔、芒果昔、马钱昔、芍药

苷、小檗碱、丹皮酚 6 个成分的含量限度,结果法定标准有质控的山茱萸、牡丹皮含量均较高,但是没有量化控制指标的知母、黄柏含量参差不齐,可能与药材产地、采收期等原因有关。本方法提高了检验效率,并能反映知柏地黄丸的质量情况。

参考文献

- [1] 中国药典 2015 年版.一部[S]. 2015: 1067
ChP 2015. Vol I [S]. 2015: 1067
- [2] 王婷婷. 知柏地黄丸临床运用进展[J]. 中医研究, 2014, 27(10): 74
WANG TT. The clinical application progression of Zhibai Dihuang pills[J]. Tradit Chin Med Res, 2014, 27(10): 74
- [3] 韩磊, 宋艳丽. 知柏地黄丸的药理作用和临床应用研究进展[J]. 中国药房, 2012, 23(15): 1430
HAN L, SONG YL. The pharmacological action and clinical application progression of Zhibai Dihuang pills[J]. China Pharm, 2012, 23(15): 1430
- [4] 毛爱丽. 高效液相色谱法测定知柏地黄丸中 3 个成分含量[J]. 中国药业, 2015, 24(14): 86
MAO AL. Determination of three components in Zhibai Dihuang pills by HPLC[J]. China Pharm, 2015, 24(14): 86
- [5] 何翠薇, 丁日玲, 黄俏妮, 等. RP-HPLC 法同时测定知柏地黄丸中芒果苷和丹皮酚含量[J]. 中国当代医药, 2009, 16(21): 38
HE CW, DING RL, HUANG QN, et al. Determination of mangiferin and paeonol in Zhibai Dihuang concentrated pills by RP-HPLC[J]. China Mod Med, 2009, 16(21): 38
- [6] 李桂本, 王海波, 李振国. HPLC 波长切换同时测定知柏地黄丸中莫诺苷马钱苷和丹皮酚的含量[J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, 21(16): 48
LI GB, WANG HB, LI ZG. Simultaneous determination of morroniside, loganin and paeonol in Zhibai Dihuang pills by HPLC wavelength switching technology[J]. Chin J Exp Tradit Med Form, 2015, 21(16): 48
- [7] 李桂本, 王海波, 李振国. HPLC 波长切换技术同时测定知柏地黄丸(浓缩丸)中莫诺苷芒果苷马钱苷和丹皮酚的含量[J]. 药物分析杂志, 2015, 35(1): 125
LI GB, WANG HB, LI ZG. Simultaneous determination of the content of morroniside, chimonin, loganin and paeonol in Zhibai Dihuang pills (concentrated pills) by HPLC wavelength switching technology[J]. Chin J Pharm Anal, 2015, 35(1): 125
- [8] 孔玮, 王艳, 朱源, 等. HPLC 法同时测定知柏地黄丸中 3 个主要成分的含量[J]. 中国药房, 2012, 23(32): 3055
KONG W, WANG Y, ZHU Y, et al. Simultaneous content determination of 3 main constituents in Zhibai Dihuang pills by HPLC[J]. China Pharm, 2012, 23(32): 3055
- [9] 陈庆辉, 唐元军. 知柏地黄丸中盐酸小檗碱和盐酸巴马汀的含量测定[J]. 药物分析杂志, 2012, 32(12): 2198
CHEN QH, TANG YJ. HPLC determination of berberine hydrochloride and palmatine hydrochloride in Zhibai Dihuang pills[J]. Chin J Pharm Anal, 2012, 32(12): 2198
- [10] 邓树强, 陈彩瑜. HPLC 法测定知柏地黄丸中芒果苷的含量[J]. 中国药房, 2013, 24(32): 3054
DENG SQ, CHEN CY. Content determination of mangiferin in Zhibai Dihuang pills by HPLC[J]. China Pharm, 2013, 24(32): 3054
- [11] 孙颖光, 生宁, 支旭然, 等. 高效液相色谱串联质谱法同时测定知柏地黄丸中新芒果苷等 9 个成分的含量[J]. 中国药理学杂志, 2014, 49(2): 152
SUN YG, SHENG N, ZHI XR, et al. Simultaneous determination of nine components in Zhibai Dihuang concentrated pills by HPLC-MS/MS[J]. Chin Pharm J, 2014, 49(2): 152
- [12] 周京华, 李春生, 李电东. 山茱萸有效化学成分的研究进展[J]. 中国新药杂志, 2001, 10(11): 808
ZHOU JH, LI CS, LI DD. Progress in research of the active chemical components of *Cornus ficinalis*[J]. Chin J New Drugs, 2001, 10(11): 808
- [13] 王世全. 山茱萸主要化学成分及药理学研究进展[J]. 医学信息, 2010, 23(12): 4867
WANG SQ. Progress in research of the active chemical components and pharmacological action of *Cornus ficinalis*[J]. Med Inf, 2010, 23(12): 4867
- [14] 李莹, 龚云麒, 张伟. 芒果苷国内研究新进展[J]. 中医药导报, 2015, 21(14): 92
LI Y, GONG YQ, ZHANG W. New study progress of mangiferin at home[J]. Guid J Tradit Chin Med Pharm, 2015, 21(14): 92
- [15] 陈阳峰, 钟晓红. 黄柏的药理作用及其活性成分提取[J]. 作物研究, 2015, 29(5): 564
CHEN YF, ZHONG XH. Pharmacological effects of Cortex Phellodendri and its active ingredient extraction[J]. Crop Res, 2015, 29(5): 564
- [16] 李向阳, 屠万倩, 张留记. RP-HPLC 法测定不同产地的牡丹皮中芍药苷和丹皮酚的含量[J]. 中药新药与临床药理, 2011, 22(5): 563
LI XY, TU WQ, ZHANG LJ. Determination of paeoniflorin and paeonol in Cortex Moutan by RP-HPLC[J]. Tradit Chin Drug Res Clin Pharmacol, 2011, 22(5): 563

(本文于 2017 年 3 月 9 日收到)