

HPLC-ELSD 测定灵芝孢子油中甘油三酯的含量

张文婷¹, 程夏倩², 徐靖³, 黄文康⁴, 严爱娟⁴, 赵维良^{1*} (1.浙江省食品药品检验研究院, 杭州 310052; 2.浙江大学医学院附属儿童医院, 杭州 310052; 3.浙江省珍稀植物药工程技术研究中心, 武义 321200; 4.浙江中医药大学, 杭州 310052)

摘要: 目的 采用 HPLC-ELSD 法研究灵芝孢子油中甘油酯组成。方法 采用 ACCHROM Unitary-C₁₈ 色谱柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm), 流动相为乙腈-异丙醇(51:49), 流速 1.0 mL·min⁻¹, 柱温 30 °C, 检测器为蒸发光散射检测器。**结果** 甘油三亚油酸酯、1,2-二亚油酸-3-油酸甘油酯、1,2-二亚油酸-3-棕榈酸甘油酯、1,2-二油酸-3-亚油酸甘油酯、1-棕榈酸-2-油酸-3-亚油酸甘油酯、甘油三油酸酯、1,2-二油酸-3-棕榈酸甘油酯、1,2-二油酸-3-硬脂酸甘油酯的线性范围分别为 0.028 70~0.861 0 μg、0.146 8~4.404 μg、0.0507 5~1.523 μg、0.279 6~8.388 μg、0.242 1~7.263 μg、0.613 2~18.40 μg、0.341 6~10.25 μg、0.0691 5~2.075 μg($r^2=0.999\ 3, 0.998\ 8, 0.999\ 4, 0.999\ 3, 0.998\ 9, 0.998\ 9, 0.999\ 0, 0.999\ 5$), 加样回收率分别为 103.3%, 99.0%, 103.3%, 97.9%, 100.1%, 104.4%, 96.4%和 105.0%, RSD 分别为 4.9%, 4.7%, 3.8%, 5.0%, 5.0%, 3.4%, 4.6%和 3.2%。灵芝孢子油中 8 个甘油酯中相对含量较高的依次是 1,2-二油酸-3-棕榈酸甘油酯、甘油三油酸酯、1,2-二油酸-3-亚油酸甘油酯、1-棕榈酸-2-油酸-3-亚油酸甘油酯、1,2-二亚油酸-3-油酸甘油酯, 约占 8 个成分总量的 90%。**结论** 该方法简便、专属性、重复性良好, 可为灵芝孢子油的品质鉴定及油脂掺伪鉴别提供理论依据。

关键词: 灵芝孢子油; 高效液相色谱蒸发光散射检测法; 甘油三酯; 掺伪鉴别; 甘油三亚油酸酯; 甘油三油酸酯

中图分类号: R284.1; R917.101

文献标志码: B

文章编号: 1007-7693(2017)05-0719-04

DOI: 10.13748/j.cnki.issn1007-7693.2017.05.019

引用本文: 张文婷, 程夏倩, 徐靖, 等. HPLC-ELSD 测定灵芝孢子油中甘油三酯的含量[J]. 中国现代应用药学, 2017, 34(5): 719-722.

Determination of *Ganoderma Lucidum* Spore Oil Triglycerides by HPLC-ELSD

ZHANG Wenting¹, CHENG Xiaqian², XU Jin³, HUANG Wenkang⁴, YAN Aijuan⁴, ZHAO Weiliang^{1*} (1.Zhejiang Institute for Food and Drug Control, Hangzhou 310052, China; 2.The Children's Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310052, China; 3. Zhejiang Province Rare Plant Medicine Engineering Technology Research Center, Wuyi 321200; 4.Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou 310052, China)

ABSTRACT: OBJECTIVE To research the characteristics of *Ganoderma lucidum* spore oil triglycerides was investigated by HPLC-ELSD. **METHODS** The chromatographic separation was performed on an ACCHROM Unitary-C₁₈ column (4.6 mm×250 mm, 5 μm) with the mobile phase of acetonitrile-isopropanol(51:49). The flow rate was 1.0 mL·min⁻¹ at 30 °C with the detection by ELSD. **RESULTS** The calibration curve was linear for trilinolein, 1,2-linolein-3-olein, 1,2-linolein-3-palmitin, 1,2-olein-3-linolein, 1-palmitin-2-olein-3-linolein, triolein, 1,2-olein-3-palmitin and 1, 2-olein-3-stearin in the range of 0.028 70~0.861 0 μg, 0.146 8~4.404 μg, 0.050 75~1.523 μg, 0.279 6~8.388 μg, 0.242 1~7.263 μg, 0.613 2~18.40 μg, 0.341 6~10.25 μg, 0.069 15~2.075 μg ($r^2=0.999\ 3, 0.998\ 8, 0.999\ 4, 0.999\ 3, 0.998\ 9, 0.998\ 9, 0.999\ 0$ and $0.999\ 5$), respectively. The average recovery was 103.3%, 99.0%, 103.3%, 97.9%, 100.1%, 104.4%, 96.4% and 105.0% with the RSD were 4.9%, 4.7%, 3.8%, 5.0%, 5.0%, 3.4%, 4.6% and 3.2%, respectively. The main components were 1,2-olein-3-palmitin, triolein, 1,2-olein-3-linolein, 1-palmitin-2-olein-3-linolein, 1, 2-linolein-3-olein, accounted for 90% of the total. **CONCLUSION** The method is rapid, simple and shows good specificity and reproducibility. It can be used for quality control and adulteration analysis of *Ganoderma lucidum* spore oil.

KEY WORDS: *Ganoderma lucidum* spore oil; HPLC-ELSD; triglyceride; adulteration analysis; trilinolein; triolein

灵芝孢子粉为多孔菌科真菌赤芝 *Ganoderma lucidum*(Leyss. ex Fr.)Karst. 的干燥成熟孢子。灵芝孢子油为灵芝孢子粉经适宜加工得到的脂溶性物质, 具有抗肿瘤、增强免疫调节、降血脂、保肝护肝等作用^[1-3]。近年来, 从灵芝孢子粉中经超

临界 CO₂ 流体萃取的灵芝孢子油由于其显著的抗肿瘤及免疫增强等功效而备受关注^[4]。灵芝孢子油含有甘油三酯类、三萜类、氨基酸、有机锗、多糖等多种化学成分^[5-6]。周晓宏等^[7]采用 HPLC-ELSD 测定了灵芝孢子油中三油酸甘油酯

作者简介: 张文婷, 主任中药师, 硕士 Tel: (0571)87180337
硕士 Tel: (0571)86452373 E-mail: ZWL@zjy.org.cn

E-mail: leozhwt@163.com *通信作者: 赵维良, 男, 主任中药师,

的含量,万明珠等^[8]采用 HPLC 测定了灵芝孢子油中 1,2-二油酸-3-棕榈酸甘油酯的含量,秦臻等^[9]采用 GC 建立了破壁灵芝孢子粉中油酸和亚油酸的含量测定方法。但目前对灵芝孢子油中的油脂类成分进行全面系统的含量测定罕有报道。为此,本研究在分析灵芝孢子油成分的基础上,采用 HPLC-ELSD 法对灵芝孢子油中的 8 个油脂类成分进行含量测定研究,并进行组成特性分析,为灵芝孢子油的质量控制提供技术支持和参考依据。

1 仪器与试剂

Agilent 1200 系列高效液相色谱仪(美国 Agilent 公司,配备 G1322A 在线脱气机、G1311A 四元泵、G1329A 自动进样仪、G1316A 柱温箱,Chemstation 色谱工作站);AG285 电子天平(瑞士 METTLER TOLEDO);蒸发光散射检测器(Alltech 2000ES);数显式电热恒温水浴锅(上海跃进医疗器械厂)。

对照品:甘油三亚油酸酯[Trilinolein(9c, 12C);货号: 33-1820]、1,2-二亚油酸-3-油酸甘油酯(货号: 34-1866)、1,2-二亚油酸-3-棕榈酸甘油酯(货号: 34-1862)、1,2-二油酸-3-亚油酸甘油酯(货号: 34-1827)、1-棕榈酸-2-油酸-3-亚油酸甘油酯(货号: 34-3012)、甘油三油酸酯(货号: 33-1810)、1,2-二油酸-3-棕榈酸甘油酯(货号: 34-1821)、1,2-二油酸-3-硬脂酸甘油酯(货号: 34-1822)均购于 LarodanAB 公司。灵芝孢子油 3 批样品(批号: SXG121028、SXG121029、SXG121030)均由寿仙谷药业有限公司提供。乙腈(MERCK 公司,色谱纯);异丙醇(MERCK 公司,色谱纯);试验用水为 Milli-Q 系统制备(电阻率 18.2 MΩ·cm@25 °C)。

2 方法与结果

2.1 色谱条件

色谱柱: ACCHROM Unitary-C₁₈(250 mm×4.6 mm, 5 μm);流动相: 乙腈-异丙醇(51:49),等度洗脱;流速: 1.0 mL·min⁻¹;柱温: 30 °C;蒸发光散射检测器条件: 漂移管温度 105 °C,载气流速 2.0 L·min⁻¹。进样体积: 对照品 10, 20 μL,供试品 10 μL。

2.2 混合对照品溶液制备

精密称取各对照品,加乙腈-异丙醇(51:49)溶液制成含亚甘油三油酸酯、1,2-二亚油酸-3-油酸甘油酯、1,2-二亚油酸-3-棕榈酸甘油酯、1,2-二油酸-3-亚油酸甘油酯、1-棕榈酸-2-油酸-3-亚油酸甘

油酯、甘油三油酸酯、1,2-二油酸-3-棕榈酸甘油酯、1,2-二油酸-3-硬脂酸甘油酯浓度分别为 28.70, 146.8, 50.75, 279.6, 242.1, 613.2, 341.6, 69.15 μg·mL⁻¹的混合对照品溶液。

2.3 供试品溶液的制备

精密称取孢子油 0.15 g,置 50 mL 量瓶中,加乙腈-异丙醇(51:49)溶液稀释至刻度,摇匀,即得。

2.4 线性关系考察

精密吸取混合对照品溶液 1, 5, 10, 20, 25, 30 μL 注入液相色谱仪,测定峰面积,以进样量的对数(X)为横坐标,峰面积的对数(Y)为纵坐标,绘制标准曲线,并以最小二乘法计算得回归方程,结果显示,甘油三亚油酸酯、1,2-二亚油酸-3-油酸甘油酯、1,2-二亚油酸-3-棕榈酸甘油酯、1,2-二油酸-3-亚油酸甘油酯、1-棕榈酸-2-油酸-3-亚油酸甘油酯、甘油三油酸酯、1,2-二油酸-3-棕榈酸甘油酯、1,2-二油酸-3-硬脂酸甘油酯分别在 0.028 70~0.861 0 μg, 0.146 8~4.404 μg, 0.050 75~1.523 μg, 0.279 6~8.388 μg, 0.242 1~7.263 μg, 0.613 2~18.40 μg, 0.341 6~10.25 μg, 0.069 15~2.075 μg 内呈良好的线性关系。

表 1 8 个成分线性关系考察结果

Tab. 1 Linear regression data of 8 investigated compounds

名称	线性回归方程	R ²	线性范围/μg
甘油三亚油酸酯	$Y=1.854X+2.961$	0.999 3	0.028 70~0.861 0
1,2-二亚油酸-3-油酸甘油酯	$Y=1.913X+2.894$	0.998 8	0.146 8~4.404
1,2-二亚油酸-3-棕榈酸甘油	$Y=1.874X+2.924$	0.999 4	0.050 75~1.523
1,2-二油酸-3-亚油酸甘油酯	$Y=1.793X+2.887$	0.999 3	0.279 6~8.388
1-棕榈酸-2-油酸-3-亚油酸甘油酯	$Y=1.832X+2.929$	0.998 9	0.242 1~7.263
甘油三油酸酯	$Y=1.828X+2.743$	0.998 9	0.613 2~18.40
1,2-二油酸-3-棕榈酸甘油酯	$Y=1.890X+2.475$	0.999 0	0.341 6~10.25
1,2-二油酸-3-硬脂酸甘油酯	$Y=1.796X+2.676$	0.999 5	0.069 14~2.075

2.5 仪器精密度试验

取同一份供试品溶液,按“2.1”项下色谱条件,重复进样 6 次,测定峰面积,结果灵芝孢子粉供试品溶液中 8 个成分峰面积的 RSD 均<3.0%,表明仪器精密度良好。

2.6 重复性试验

精密称取灵芝孢子油样品 6 份,按照上述实验方法制备供试品溶液,测定峰面积并分别计算 8

个成分的含量。结果甘油三亚油酸酯平均含量为 $18.07 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, RSD 为 $2.0\%(n=6)$ 、1,2-二亚油酸-3-油酸甘油酯平均含量为 $78.52 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, RSD 为 $0.6\%(n=6)$ 、1,2-二亚油酸-3-棕榈酸甘油酯平均含量为 $16.14 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, RSD 为 $1.1\%(n=6)$ 、1,2-二油酸-3-亚油酸甘油酯平均含量为 $137.42 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, RSD 为 $0.5\%(n=6)$ 、1-棕榈酸-2-油酸-3-亚油酸甘油酯平均含量为 $81.77 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, RSD 为 $0.6\%(n=6)$ 、甘油三油酸酯平均含量为 $193.79 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, RSD 为 $0.6\%(n=6)$ 、1,2-二油酸-3-棕榈酸甘油酯平均含量为 $252.34 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, RSD 为 $0.6\%(n=6)$ 、1,2-二油酸-3-硬脂酸甘油酯平均含量为 $43.67 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, RSD 为 $3.1\%(n=6)$ 。

2.7 稳定性试验

制备灵芝孢子油供试品溶液 1 份, 分别在 0, 1, 10.5, 20, 33 h 时注入液相色谱仪, 记录峰面积, 计算含量。结果表明, 供试品溶液中各被测成分在 33 h 内稳定性良好, 亚甘油三油酸酯、1,2-二亚油酸-3-油酸甘油酯、1,2-二亚油酸-3-棕榈酸甘油酯、1,2-二油酸-3-亚油酸甘油酯、1-棕榈酸-2-油酸-3-亚油酸甘油酯、甘油三油酸酯、1,2-二油酸-3-棕榈酸甘油酯、1,2-二油酸-3-硬脂酸甘油酯 RSD 分别为 3.0% , 2.2% , 3.8% , 1.5% , 1.7% , 1.3% , 1.2% , 2.7% 。

2.8 加样回收率试验

采用加样回收率测定法, 精密量取已知含量的灵芝孢子油样品 6 份, 分别精密加入 8 个对照品的混合溶液适量, 按照供试品制备方法制备供试品溶液, 测定峰面积, 计算平均回收率和 RSD%。结果显示甘油三亚油酸酯平均回收率为 100.3% , RSD 为 4.9% ; 1,2-二亚油酸-3-油酸甘油酯平均回收率为 99.0% , RSD 为 4.7% ; 1,2-二亚油酸-3-棕榈酸甘油酯平均回收率 103.3% , RSD 为 3.8% ; 1,2-二油酸-3-亚油酸甘油酯平均回收率 97.9% , RSD 为 5.0% ; 1-棕榈酸-2-油酸-3-亚油酸甘油酯平均回收率 100.1% , RSD 为 5.0% ; 甘油三油酸酯平均回收率为 104.4% , RSD 为 3.4% ; 1,2-二油酸-3-棕榈酸甘油酯平均回收率为 96.4% , RSD 为 4.6% ; 1,2-二油酸-3-硬脂酸甘油酯平均回收率为 105.0% , RSD 为 3.2% 。8 个成分的平均回收率在 $96.4\% \sim 105.0\%$, RSD 在 $3.2\% \sim 5.0\%$ 之间, 详见表 2。

表 2 回收率试验结果($n=6$)

Tab. 2 Results of recovery test ($n=6$)

成分	原有量/ mg	加入量/ mg	测得量/ mg	回收率/ %	平均回 收率/%	RSD/ %
甘油亚 三油酸 酯	0.228 2	0.143 5	0.363 1	94.0	100.3	4.9
	0.250 5	0.143 5	0.395 1	100.8		
	0.210 2	0.143 5	0.350 2	97.6		
	0.165 5	0.143 5	0.317 6	105.9		
	0.214 5	0.143 5	0.366 6	106.0		
1,2-二亚 油酸-3- 油酸甘 油酯	0.166 8	0.143 5	0.306 5	97.4	99.0	4.7
	0.991 7	0.812 0	1.764	95.2		
	1.088	0.812 0	1.902	100.3		
	0.913 2	0.812 0	1.677	94.1		
	0.719 2	0.812 0	1.571	104.9		
1,2-二油 酸-3-亚 油酸甘 油酯	0.932 0	0.812 0	1.774	103.7	103.3	3.8
	0.724 7	0.812 0	1.503	95.9		
	0.203 8	0.253 8	0.456 1	99.4		
	0.223 7	0.253 8	0.472 9	98.2		
	0.187 7	0.253 8	0.450 9	103.7		
1-棕榈酸 -2-油酸 -3-亚油 酸甘油 酯	0.147 8	0.253 8	0.422 0	108.1	100.1	5.0
	0.191 6	0.253 8	0.454 7	103.7		
	0.149 0	0.253 8	0.420 1	106.8		
	1.266	1.140	2.370	96.9		
	1.429	1.140	2.527	96.4		
甘油三 油酸酯	1.296	1.140	2.515	107.0	97.9	5.0
	1.275	1.140	2.385	97.4		
	1.278	1.140	2.330	92.4		
	1.194	1.140	2.305	97.5		
	1.033	1.220	2.176	93.7		
1,2-二油 酸-3-棕 榈酸甘 油酯	1.133	1.220	2.338	98.8	96.4	4.6
	0.951 0	1.220	2.190	101.6		
	0.749 0	1.220	2.048	106.6		
	0.970 6	1.220	2.244	104.4		
	0.754 7	1.220	1.922	95.7		
甘油三 油酸酯	1.785	1.190	3.034	105.3	104.4	3.4
	2.015	1.190	3.223	101.5		
	1.827	1.190	3.131	109.5		
	1.798	1.190	2.990	100.2		
	1.802	1.190	3.025	102.7		
1,2-二油 酸-3-硬 脂酸甘 油酯	1.684	1.190	2.958	107.0	105.0	3.2
	2.324	1.763	4.130	102.5		
	2.624	1.763	4.285	94.2		
	2.380	1.763	4.050	94.7		
	2.342	1.763	3.960	91.8		
1,2-二油 酸-3-亚 油酸甘 油酯	2.347	1.763	3.999	93.7	105.0	3.2
	2.193	1.763	3.981	101.4		
	0.551 6	0.345 5	0.923 9	107.8		
	0.605 3	0.345 5	0.949 4	99.6		
	0.507 9	0.345 5	0.870 1	104.8		
1,2-二油 酸-3-硬 脂酸甘 油酯	0.400 0	0.345 5	0.771 7	107.6	105.0	3.2
	0.518 4	0.345 5	0.872 9	102.6		
	0.403 1	0.345 5	0.775 6	107.8		

2.9 样品测定

取各供试品, 按供试品溶液制备方法制备供试品溶液, 按“2.1”项下色谱条件进行分析, 见图 1。根据标准曲线, 计算各样品 8 个待测成分的含量, 结果见表 3。

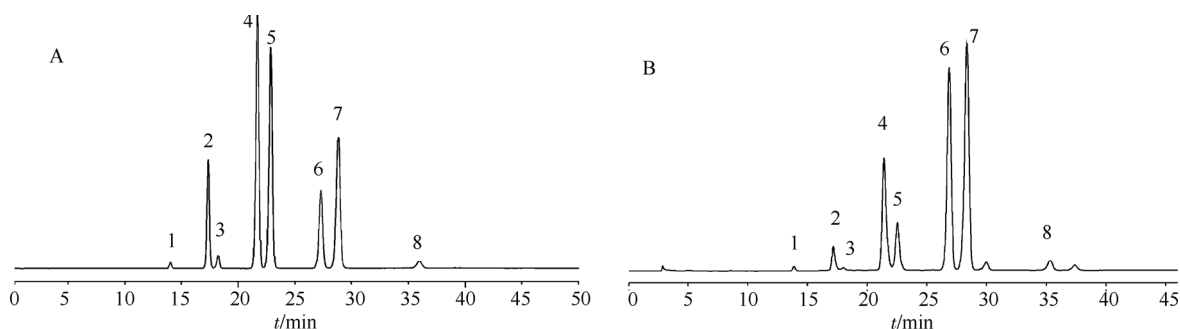


图1 对照品和供试品的 HPLC-ELSD 色谱图

A-对照品溶液; B-灵芝孢子油样品。1-甘油三亚油酸酯; 2-1,2-二亚油酸-3-油酸甘油酯; 3-1,2-二亚油酸-3-棕榈酸甘油酯; 4-1,2-二油酸-3-亚油酸甘油酯; 5-1-棕榈酸-2-油酸-3-亚油酸甘油酯; 6-甘油三油酸酯; 7-1,2-二油酸-3-棕榈酸甘油酯; 8-1,2-二油酸-3-硬脂酸甘油酯。

Fig. 1 Representative HPLC-ELSD chromatograms of reference substance and samples

A-reference substance; B-sample of *Ganoderma lucidum* spore oil. 1-trilinolein; 2-1,2-linolein-3-olein; 3-1,2-linolein-3-palmitin; 4-1,2-olein-3-linolein; 5-1-palmitin-2-olein-3-linolein; 6-triolein; 7-1,2-olein-3-palmitin; 8-1,2-olein-3-stearin.

表3 样品含量测定结果

Tab. 3 The content of investigated compounds in samples

No.	批号	亚甘油三油酸酯	1,2-二亚油酸-3-油酸甘油酯	1,2-二亚油酸-3-棕榈酸甘油酯	1,2-二油酸-3-亚油酸甘油酯	1-棕榈酸-2-油酸-3-亚油酸甘油酯	甘油三油酸酯	1,2-二油酸-3-棕榈酸甘油酯	1,2-二油酸-3-硬脂酸甘油酯
1	SXG121028	17.80	79.85	15.64	140.55	84.34	197.21	259.86	43.47
2	SXG121029	17.88	80.13	16.13	139.39	85.40	195.68	263.89	43.19
3	SXG121030	18.07	78.52	16.14	137.42	81.77	193.79	252.34	43.67

3 讨论

由于灵芝孢子油中甘油三酯类成分在紫外区基本无吸收,曾采用紫外检测器(205 nm)与蒸发光散射检测器串联检测,结果紫外检测器获得的信号响应低且噪音大,而蒸发光散射检测器无论峰型和基线都优于紫外检测器,故考虑采用蒸发光散射检测器检测。实验对不同柱温、不同色谱柱和不同仪器对测定结果的影响进行了考察,结果显示变化因素对色谱分离及含量测定结果影响较小,表明方法耐用性较好。

实验对灵芝孢子油中的 8 个甘油酯类成分进行了测定,结果显示,灵芝孢子油中甘油酯类成分含量较高的依次为 1,2-二油酸-3-棕榈酸甘油酯、甘油三油酸酯、1,2-二油酸-3-亚油酸甘油酯、1-棕榈酸-2-油酸-3-亚油酸甘油酯、1,2-二亚油酸-3-油酸甘油酯,约占总量的 90%,而 1,2-二油酸-3-棕榈酸甘油酯、甘油三油酸酯 2 成分达总量的 50%。

本研究首次采用 HPLC-ELSD 同时测定了灵芝孢子油中 8 个甘油酯类成分的含量,并对甘油酯类成分的组成特性进行了分析,该方法简便、重复性好,可为灵芝孢子油的质量评价及油脂掺伪鉴别提供依据。

REFERENCE

[1] HU S, YI J Y, XIONG X Y, et al. Progress in research on

Ganoderma lucidum spores oil [J]. J Anhui Agri Sci(安徽农业科学), 2010, 38(17): 9214- 9215.

[2] ZHAO H, HU F H, LI M Y, et al. Antifibrotic effect of *Ganoderma lucidum* spore oil in rats [J]. Chin J Mod Appl Pharm(中国现代应用药理学), 2016, 33(10): 1268-1272.

[3] LI X M, XIE Y Z, PAN H H, et al. The relationship of *Ganoderma lucidum* spores oil quality testing indicators and its anti-tumor cell activity [J]. Edible Fungi China(中国食用菌), 2010, 29(2): 45-47.

[4] YU S, WANG Y. The research progress of *Ganoderma lucidum* spores oil [J]. Strait Pharm J(海峡药理学), 2013, 25(12): 20-23.

[5] LU J X, ZENG R H, WANG T H, et al. Study on chemical constituents of *Ganoderma lucidum* spores oil [J]. J Guangzhou Univ Tradit Chin Med(广州中医药大学学报), 2013, 30(4): 553- 557.

[6] GAO Y J, ZHAO L Y, AN X X, et al. Supercritical CO₂ extraction of oil from *Ganoderma lucidum* spores oil and analysis of its volatile compounds [J]. Food Sci(食品科学), 2014, 35(2): 41-46.

[7] ZHOU X H, CHEN L L, GAO Y H, et al. Determination of glycerol trioleate in *Ganoderma lucidum* spore oil by HPLC-ELSD [J]. J Guangdong Pharm Univ(广东药学院学报), 2012, 28(1): 54-56.

[8] WAN M Z, WANG T H, ZHANG L Y, et al. Determination of 1,2-dioleoyl-3-palmitoyl glycerol in *Ganoderma lucidum* spore oil by HPLC [J]. Tradit Chin Drug Res Clin Pharm(中药新药与临床药理), 2014, 25(2): 218-221.

[9] QIN Z, HU J M, PENG S Z, et al. Determination of oleic acid and linoleic acid in sporoderm-broken *Ganoderma lucidum* spore by gas chromatography [J]. Chin J Inf Tradit Chin Med(中国中医药信息杂志), 2010, 17(9): 41-43.

收稿日期: 2016-11-30

(本文责编: 李艳芳)