

# 女贞子石油醚提取物的化学成分研究

黄新苹<sup>1</sup>, 可钰<sup>2</sup>, 冯凯<sup>2</sup>, 李惠举<sup>2</sup>, 刘宏民<sup>2</sup> (1. 郑州师范学院, 郑州 450044 2. 郑州大学新药研究开发中心, 郑州 450001)

**摘要:** 目的 研究女贞子 (*Ligustrum lucidum*) 石油醚萃取相的化学成分。方法 通过各种现代色谱技术, 对石油醚萃取部位进行分离纯化, 根据化合物的波谱数据进行结构鉴定。结果 从石油醚部位分离并鉴定化合物 11 个, 分别为 (13<sup>2</sup>-S)-羟基叶绿素 a [(13<sup>2</sup>-S)-hydroxyphaeophytin a 1], (13<sup>2</sup>-R)-羟基叶绿素 a [(13<sup>2</sup>-R)-hydroxyphaeophytin a 2], β-谷甾醇 (β-sitosterol 3), 豆甾醇 (stigmasterol 4), 白桦脂酸 (betulinic acid 5), (E)-3β, 20-二羟基-25-过氧羟基达玛烷-23-烯 [(E)-3β, 20-dihydroxy-25-perhydroxydammar-23-ene 6], 20(S)-3β, 20-二羟基-24-过氧羟基达玛烷-25-烯 [20(S)-3β, 20-dihydroxy-24-perhydroxydammar-25-ene 7], 乙酰齐墩果酸 (acetyloleanolic acid 8), 齐墩果酸 (oleanolic acid 9), 羽扇豆醇 (lupcol 10), 白桦脂醇 (betulin 11); 结论 化合物 1~5 首次从女贞子中分离鉴定。

**关键词:** 女贞子; 化学成分; 叶绿素; 三萜; 甾体

**中图分类号:** R284.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-2494(2011)13-0984-04

## Chemical Constituents of Petroleum Ether Extract from Fruits of *Ligustrum lucidum*

HUANG Xinping<sup>1</sup>, KE Yu<sup>2</sup>, FENG Kai<sup>2</sup>, LI Huirui<sup>2</sup>, LIU Hongmin<sup>2</sup> (1. Zhengzhou Normal University, Zhengzhou 450044 China; 2. New Drug Research & Development Center, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

**ABSTRACT: OBJECTIVE** To investigate the chemical constituents of petroleum ether extract fraction from the fruits of *Ligustrum lucidum*. **METHODS** Chemical constituents were isolated by various chromatographic techniques and their structures were identified on the basis of spectroscopic data and physico-chemical properties. **RESULTS** Eleven compounds were isolated and identified including (13<sup>2</sup>-S)-hydroxyphaeophytin a (1), (13<sup>2</sup>-R)-hydroxyphaeophytin a (2), β-sitosterol (3), stigmasterol (4), betulinic acid (5), (E)-3β, 20-dihydroxy-25-perhydroxydammar-23-ene (6), 20(S)-3β, 20-dihydroxy-24-perhydroxydammar-25-ene (7), acetyloleanolic acid (8), oleanolic acid (9), lupcol (10), and betulin (11). **CONCLUSION** Compounds 1-5 were isolated from this plant for the first time.

**KEY WORDS** *Ligustrum lucidum*; chemical constituents; phaeophytin; triterpenoids; steroids

女贞子为木犀科常绿乔木女贞 (*Ligustrum lucidum*) 的干燥成熟果实, 是中医常用扶正固本药物, 已有 2000 多年的应用历史。始载于《神农本草经》, 其味甘苦、性凉, 归肝、肾经, 具有补益肝肾、滋阴清热、凉血明目等功效。《中国药典》2010 年版记载其功能与主治“滋补肝肾, 明目乌发。用于眩晕耳鸣, 腰膝酸软, 须发早白, 目睛不明”。现代药理研究证实, 女贞子具有治疗急性黄疸型肝炎和慢性病毒性肝炎、提高机体免疫力、抗衰老、降血糖、升高白细胞作用和抗炎抑菌等多种药理活性<sup>[1]</sup>。

本实验对女贞子乙醇提取物的石油醚部位的主要化学成分进行分离纯化, 用波谱方法鉴定了化合物的结构。其中, 叶绿素类化合物和甾体类化合物为果实中首次获得, 为进一步开发该中药的药理活

性成分提供化学依据。

### 1 仪器与材料

<sup>1</sup>H-NMR、<sup>13</sup>C-NMR 用 Bruker AVANCE DPX-400 超导核磁共振仪 (四甲基硅 TMS 作为内标) 测定 (瑞士 Bruker 公司); R200 红外光谱仪 (Nicolet 公司); QTOF 型高分辨质谱仪 (Waters Micromass 公司); 质谱 (EMS) 用 AEI-MS-50 型质谱仪测定 (Waters 公司); X5 型精密显微熔点测定仪 (北京福凯仪器有限公司); 梅特勒 AL104 型分析天平; ZF2 型三用紫外仪 (上海市安亭电子仪器厂)。

吸附柱色谱硅胶 (200~300 目) 和 TLC 用 GF<sub>254</sub> 硅胶 (青岛海洋化工有限公司); 凝胶 Sephadex LH-20 (Pharmacia 公司); 试剂为分析纯。

基金项目: 河南省科技攻关重点项目 (112102310298); 河南省教育厅自然科学基金基础研究计划资助项目 (2010C150007)

作者简介: 黄新苹, 女, 博士 研究方向: 天然产物化学, 药物分析与检测 Tel (0371) 62071838 E-mail xinhuang@sina.com

女贞子果实于 2009 年 12 月采于郑州师范学院校内, 由郑州师范学院崔波教授鉴定为 *Ligustrum lucidum*。样品保存于郑州师范学院化学系。

## 2 提取和分离

女贞子采集后自然风干, 取 3.5 kg 样品用体积分数 70% 的乙醇在 50 °C 水浴中浸泡 3 d 提取两次, 浓缩提取液, 依次用石油醚、乙酸乙酯、正丁醇萃取 3 次。得石油醚部分浸膏 3.5 g 用 200~300 目硅胶柱色谱, 石油醚-乙酸乙酯 (10:1<sup>v/v</sup>) 梯度洗脱, 根据 TLC 分为 7 个部分 (Fr. 1~Fr. 8)。Fr. 3 (石油醚-乙酸乙酯, 8:1) 部分经过硅胶反复分离纯化, 依次得到化合物 9 (130 mg) 和 8 (36 mg); Fr. 5 (石油醚-乙酸乙酯, 6:1) 部分经过硅胶和凝胶 IH-20 反复分离纯化, 依次得到化合物 6 (8.0 mg) 和 7 (15 mg); Fr. 6 (石油醚-乙酸乙酯, 5:1) 部分经过硅胶和凝胶 IH-20 反复分离纯化, 依次得到化合物 3 (30 mg), 4 (8.5 mg), 5 (8.0 mg), 10 (12.5 mg), 和 11 (14.0 mg); Fr. 7 (石油醚-乙酸乙酯, 3:1) 为黑绿色, TLC 表现与叶绿素类化合物相似, 紫外表现为 365 nm 显红色荧光, 254 nm 暗斑, 10% 硫酸显色剂显色和可见光都观察到绿色斑点, 判断为叶绿素。因叶绿素类化合物分子结构复杂, 极性偏低, 分离纯化难度较大。根据文献报道, 凝胶 Sephadex LH-20 用甲醇-水系统做流动相, 对叶绿素成分有吸附和富集作用。因此, 选用体积分数 85% 甲醇-水作为洗脱剂, 先把叶绿素部位吸附在凝胶上, 再用氯仿将其洗脱, 再用柱色谱和制备薄层硅胶结合, 反复纯化, 分离得到化合物 1 (8.0 mg) 和 2 (6.0 mg)。

## 3 结构与鉴定

化合物 1 黑褐色固体, FABMS  $m/z$  887.8 [M+1]<sup>+</sup>; 分子组成 C<sub>55</sub>H<sub>74</sub>N<sub>4</sub>O<sub>6</sub>; UV (MeOH) λ<sub>max</sub> 218, 300, 409.8, 506, 474, 552; IR (KBr) ν<sub>max</sub> cm<sup>-1</sup> 3395, 2965, 2928, 2864, 1735, 1716, 1465, 1168; <sup>1</sup>H-NMR 和 <sup>13</sup>C-NMR 数据见表 1, 与文献<sup>[2-3]</sup>报道的 (13<sup>2</sup>-S)-羟基叶绿素 a 对照一致。

化合物 2 黑褐色固体, FABMS  $m/z$  887.9 [M+1]<sup>+</sup>; 分子组成 C<sub>55</sub>H<sub>74</sub>N<sub>4</sub>O<sub>6</sub>; UV (MeOH) λ<sub>max</sub> 222, 411, 503, 532, 298, 476, 520; IR (KBr) ν<sub>max</sub> cm<sup>-1</sup> 3386, 2958, 2924, 2855, 1737, 1712, 1460, 1376, 1164; <sup>1</sup>H-NMR 和 <sup>13</sup>C-NMR 数据见表 1, 与文献<sup>[2-3]</sup>报道的 (13<sup>2</sup>-R)-羟基叶绿素 a 对照一致, 并对文献中的 <sup>13</sup>C-NMR 数据进行补充。

表 1 化合物 1 和 2 的 <sup>1</sup>H 和 <sup>13</sup>C-NMR 数据 (500/125 MHz CDC<sub>3</sub>; δ)

Tab. 1 <sup>1</sup>H and <sup>13</sup>C-NMR chemical shifts of compounds 1 and 2 (500/125 MHz CDC<sub>3</sub>; δ)

No.	1		2	
	C	H	C	H
1	142.0 s	-	142.3 s	-
2	131.8 s	-	132.1 s	-
2 <sup>1</sup>	12.0 q	3.45 s	12.3 q	3.44 s
3	136.3 s	-	136.6 s	-
3 <sup>1</sup>	128.9 d	8.04 dd 11.5 7.5	129.2 d	7.98 d 11.5 17.5
3 <sup>2</sup>	122.9 t	6.21 dd 2.5 17.5 6.32 dd 2.5 11.5	123.1 t	6.20 dd 2.5 17.5 6.31 dd 2.5 11.5
4	136.3 s	-	136.4 s	-
5	97.9 s	9.51 s	98.0 d	9.43 s
6	155.4 s	-	155.8 s	-
7	136.2 s	-	136.6 s	-
7 <sup>1</sup>	11.2 q	3.27 s	11.4 q	3.22 s
8	150.0 s	-	145.4 s	-
8 <sup>1</sup>	19.4 t	3.75 q 7.5	19.6 t	3.69 q 7.5
8 <sup>2</sup>	17.3 q	1.72 t 7.5	17.6 q	1.70 t 7.5
9	149.9 s	-	151.1 s	-
11	137.7 s	-	137.9 s	-
12	131.4 s	-	130.0 s	-
12 <sup>1</sup>	12.3 q	3.76 s	12.5 q	3.74 s
13	112.2 s	-	126.4 s	-
13 <sup>1</sup>	191.8 s	-	192.2 s	-
13 <sup>2</sup>	88.8 s	-	89.2 s	-
13 <sup>2</sup> -OH	-	5.57 s	-	5.39 s
13 <sup>3</sup>	172.5 s	-	173.6 s	-
13 <sup>4</sup>	53.4 q	3.59 s	54.0 q	3.69 s
14	149.9 s	-	150.4 s	-
15	107.8 s	-	107.8 s	-
16	162.7 s	-	162.1 s	-
17	51.7 d	4.19 d 7.0	50.3 d	4.73 d 7.0
17 <sup>1</sup>	31.4 t	1.90 m 2.62 m	30.4 t	1.92 m 2.60 m
17 <sup>2</sup>	31.3 t	2.21 m 2.48 m	31.4 t	2.20 m 2.46 m
17 <sup>3</sup>	173.5 s	-	173.0 s	-
18	50.3 d	4.51 q 7.0	50.9 d	4.52 q 7.0
18 <sup>1</sup>	22.5 q	1.64 d 7.0	22.8 q	1.72 d 7.0
19	173.5 s	-	173.2 s	-
20	93.9 d	8.70 s	93.7 s	8.66 s
1 <sup>1</sup>	61.5 t	4.43 d 7.0	61.5 t	4.62 d 7.0
2 <sup>1</sup>	117.7 d	5.23 t 7.0	117.8 d	5.21 t 7.0
3 <sup>1</sup>	142.7 s	-	143.1 s	-
4 <sup>1</sup>	39.7 t	1.88 m	39.9 t	1.89 m
5 <sup>1</sup>	24.7 t	1.62 m 1.70 m	24.9 t	1.60 m 1.72 m
6 <sup>1</sup>	36.5 t	1.02 m 1.22 m	36.8 t	1.03 m 1.22 m
7 <sup>1</sup>	32.5 d	1.32 m	32.8 d	1.30 m
8 <sup>1</sup>	37.3 t	1.04 m 1.24 m	37.5 t	1.02 m 1.25 m
9 <sup>1</sup>	24.9	1.26 m	25.1 t	1.26 m
10 <sup>1</sup>	37.2 t	1.25 m	37.5 t	1.27 m
11 <sup>1</sup>	32.6 d	1.32 m	32.9 d	1.30 m
12 <sup>1</sup>	37.1 t	1.04 m 1.28 m	37.4 t	1.04 m 1.27 m
13 <sup>1</sup>	24.3 t	1.58 m	24.6 t	1.58 m
14 <sup>1</sup>	39.2 t	1.16 m	39.5 t	1.14 m
15 <sup>1</sup>	27.8 d	1.52 m	28.1 d	1.52 m
16 <sup>1</sup>	22.6 q	0.88 d 6.0	22.9 q	0.88 d 6.5
17 <sup>1</sup>	22.6 q	0.88 d 6.0	22.9 q	0.88 d 6.5
18 <sup>1</sup>	16.3 q	1.63 s	16.4 q	1.60 s
19 <sup>1</sup>	19.5 q	0.84 d 6.5	19.8 q	0.86 d 6.5
20 <sup>1</sup>	19.6 q	0.82 d 6.5	19.9 q	0.82 d 6.5

化合物 3 无色针晶, 与 B 谷甾醇标准品对照, TLC 中的 R<sub>f</sub> 值及显色表现一致, 且混合熔点不下降, 其波谱数据与文献<sup>[4]</sup>报道 B 谷甾醇一致。

化合物 4 白色固体, mp 166~168 e, EMS *m/z* 41215 [M<sup>+</sup>]; <sup>1</sup>H NMR (500 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ: 5135 (1H, brd, H26), 5119 (2H, brs, H22, 23), 3153 (1H, m, H23), 1101 (3H, s, H219), 0196 (3H, d, J = 615 Hz, H21), 0172 (3H, s, H218)。其波谱数据与文献<sup>[5]</sup>报道的豆甾醇一致。

化合物 5 无色针晶, mp 289~291 e, EMS *m/z* 45615 [M<sup>+</sup>]; <sup>1</sup>H NMR (500 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ: 1211 (1H, brs, COOH), 4170, 4158 (2H, m, H229), 1165 (3H, s, H230), 0193 (3H, s, H227), 0188 (3H, s, H226), 0186 (3H, s, H225), 0178 (3H, s, H224), 0166 (3H, s, H223)。<sup>13</sup>C NMR (125 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ: 3814 (t, C21), 2714 (t, C22), 7919 (d, C23), 3817 (t, C24), 5517 (s, C25), 1814 (t, C26), 3412 (t, C27), 4015 (d, C28), 5012 (d, C29), 3718 (s, C210), 2016 (t, C211), 2514 (t, C212), 3718 (d, C213), 4216 (s, C214), 3013 (t, C215), 3119 (t, C216), 5519 (s, C217), 4918 (d, C218), 4815 (d, C219), 15015 (s, C220), 2914 (t, C221), 3619 (t, C222), 2814 (q, C223), 1519 (q, C224), 1610 (q, C225), 1612 (q, C226), 1416 (q, C227), 17717 (s, C228), 11010 (t, C229), 1911 (q, C230), <sup>1</sup>H NMR 和 <sup>13</sup>C NMR 数据与文献<sup>[6]</sup>报道的白桦脂酸对照一致。

化合物 6 白色固体, mp 79~81 e, EMS *m/z* 47415 [M<sup>+</sup>]; <sup>1</sup>H NMR (500 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ: 8110 (1H, brs, DOH), 5180 (1H, td, J = 1010 Hz, H23), 5164 (1H, d, J = 1010 Hz, H24), 3120 (1H, dd, J = 1015, 415 Hz, H23), 1136 (3H, s, H226), 1135 (3H, s, H227), 1115 (3H, s, H221), 0197 (3H, s, H218), 0198 (3H, s, H228), 0188 (3H, s, H230), 0185 (3H, s, H219), 0178 (3H, s, H229)。<sup>13</sup>C NMR (125 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ: 3913 (t, C21), 2714 (t, C22), 7819 (d, C23), 3912 (t, C24), 5518 (s, C25), 1815 (t, C26), 3516 (t, C27), 4013 (d, C28), 4016 (d, C29), 3712 (s, C210), 2118 (t, C211), 2419 (t, C212), 4218 (d, C213), 5016 (s, C214), 3116 (t, C215), 2716 (t, C216), 5015 (d, C217), 1616 (q, C218), 1618 (q, C219), 7512 (s, C220), 2612 (q, C221), 4317 (t, C222), 12714 (d, C223), 13715 (d, C224), 8212 (s, C225), 2416 (q, C226), 2417 (q, C227), 2814 (q, C228), 1514 (q, C229), 1516 (q, C230), <sup>1</sup>H NMR 和 <sup>13</sup>C NMR 数据与文献<sup>[7]</sup>

报道 (E) 23B 20-二羟基 25-过氧羟基达玛烷 23 烯对照一致。

化合物 7 白色固体, EMS *m/z* 47414 [M<sup>+</sup>]; <sup>1</sup>H NMR (500 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ: 8108 (1H, brs, OOH), 5103 (2H, m, H226), 4131 (1H, t, J = 610 Hz, H224), 3120 (1H, dd, J = 1015, 415 Hz, H23), 1175 (3H, s, H227), 1113 (3H, s, H221), 0196 (3H, s, H218), 0197 (3H, s, H228), 0187 (3H, s, H230), 0185 (3H, s, H219), 0178 (3H, s, H229)。<sup>13</sup>C NMR (125 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ: 3910 (t, C21), 2714 (t, C22), 7818 (d, C23), 3910 (t, C24), 5518 (s, C25), 1814 (t, C26), 3514 (t, C27), 4013 (d, C28), 5016 (d, C29), 3712 (s, C210), 2116 (t, C211), 2419 (t, C212), 4215 (d, C213), 5014 (s, C214), 3112 (t, C215), 2712 (t, C216), 5011 (d, C217), 1513 (q, C218), 1612 (q, C219), 7511 (s, C220), 2412 (q, C221), 3617 (t, C222), 2416 (t, C223), 8915 (d, C224), 14410 (s, C225), 11316 (t, C226), 1711 (q, C227), 2714 (q, C228), 1514 (q, C229), 1616 (q, C230), <sup>1</sup>H NMR 和 <sup>13</sup>C NMR 数据与文献<sup>[8]</sup>报道 20(S) 23B 20-二羟基 24-过氧羟基达玛烷 25 烯对照一致。

化合物 8 无色针晶, mp 259~261 e, EMS *m/z* 49816 [M<sup>+</sup>]; <sup>1</sup>H NMR (500 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ: 5131 (1H, t, J = 415 Hz, H212), 4152 (1H, d, J = 1010 Hz, H23), 2184 (1H, dd, J = 715, 315 Hz, H218), 2107 (3H, s, COCH<sub>3</sub>), 1115 (3H, s, H227), 0195 (3H, s, H225), 0193 (3H, s, H230), 0192 (3H, s, H229), 0187 (3H, s, H224), 0186 (3H, s, H223), 0176 (3H, s, H226)。<sup>13</sup>C NMR (125 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ: 3813 (t, C21), 2214 (t, C22), 8019 (d, C23), 3717 (t, C24), 5513 (s, C25), 1812 (t, C26), 3318 (t, C27), 3913 (d, C28), 4716 (d, C29), 3717 (s, C210), 2316 (t, C211), 12216 (d, C212), 14316 (s, C213), 4116 (s, C214), 3216 (t, C215), 2316 (t, C216), 4615 (s, C217), 4110 (d, C218), 4518 (t, C219), 3017 (s, C220), 3216 (t, C221), 2717 (t, C222), 2810 (q, C223), 1616 (q, C224), 1514 (q, C225), 1711 (q, C226), 2519 (q, C227), 18312 (s, C228), 3310 (t, C229), 2316 (q, C230), 17110 (COCH<sub>3</sub>), 2113 (COCH<sub>3</sub>), <sup>1</sup>H NMR 和 <sup>13</sup>C NMR 数据与文献<sup>[9]</sup>报道乙酰齐墩果酸对照一致。

化合物 9 与齐墩果酸标准品对照, TLC 中的 R<sub>f</sub> 值及显色表现一致, 且混合熔点不下降; 与文献<sup>[9]</sup>报道对照一致。

化合物 10 无色针晶, mp 215~217 e; <sup>1</sup>H NMR

(500 MHz CDC<sub>3</sub>) D: 4170, 4158 (2H, m, H 29), 3118 (1H, dd  $J = 101.5, 51.0$  Hz H 23), 2140 (1H, m, H 219), 1169 (3H, s H 230), 1105 (3H, s H 226), 0197 (3H, s H 223), 0195 (3H, s H 227), 0193 (3H, s H 230), 0192 (3H, s H 229), 0185 (3H, s H 225), 0180 (3H, s H 228), 0175 (3H, s H 224)。<sup>13</sup>C NMR (125 MHz CDC<sub>3</sub>) D: 3818 (t C 21), 2717 (t C 22), 7913 (d C 23), 3911 (t C 24), 5515 (d C 25), 1814 (t C 26), 3415 (t C 27), 4111 (s C 28), 5017 (d C 29), 3717 (s C 210), 2112 (t C 211), 2515 (t C 212), 3812 (d C 213), 4311 (s C 214), 2717 (t C 215), 3518 (t C 216), 4312 (s C 217), 4812 (d C 218), 4815 (s C 219), 15111 (s C 220), 3011 (t C 221), 4012 (t C 222), 2813 (q C 223), 1515 (q C 224), 1613 (q C 225), 1612 (q C 226), 1418 (q C 227), 1812 (s C 228), 10915 (t C 229), 1915 (q C 230), <sup>1</sup>H NMR 和 <sup>13</sup>C NMR 数据与文献<sup>[10]</sup>报道羽扇豆醇对照一致。

化合物 11: 无色针晶, mp 261~263 e; <sup>1</sup>H NMR (500 MHz CDC<sub>3</sub>) D: 4170, 4160 (2H, brs, H 29), 3182 (1H, d  $J = 101.5$  Hz H 228), 3140 (1H, d  $J = 101.5$  Hz H 228), 3136 (1H, d  $J = 101.5$  Hz H 23), 1169 (3H, s H 230), 1102 (3H, s H 227), 0198 (3H, s H 226), 0195 (3H, s H 225), 0183 (3H, s H 224), 0175 (3H, s H 223)。<sup>13</sup>C NMR (125 MHz CDC<sub>3</sub>) D: 3818 (t C 21), 2715 (t C 22), 7912 (d C 23), 3910 (t C 24), 5515 (d C 25), 1814 (t C 26), 3414 (t C 27), 4110 (s C 28), 5015 (d C 29), 3712 (s C 210), 2110 (t C 211), 2514 (t C 212), 3715 (d C 213), 4310 (s C 214), 2712 (t C 215), 2914 (t C 216), 4719 (s C 217), 4810 (d C 218), 4819 (s C 219), 15016 (s C 220), 3010 (t C 221), 3410 (t C 222), 2813 (q C 223), 1515 (q C 224), 1612 (q C 225), 1612 (q C 226), 1419 (q C 227), 6017 (s C 228), 10917 (t C 229), 1913 (q C 230), <sup>1</sup>H NMR 和 <sup>13</sup>C NMR 数据与文献<sup>[10]</sup>报道白桦脂醇对照一致。

#### 4 结果和讨论

对女贞子石油醚部分提取物的化学成分进行研究, 分离和鉴定化合物 11 个, 结构类型分别为叶绿素 (化合物 1~2)、甾体 (化合物 3~4) 和三萜 (化合物 5~11), 其中叶绿素和甾体类成分为首次报道。女贞子未成熟的果实为绿色, 成熟后变为黑褐色, 本研究过程中, 发现成熟果实石油醚提取物颜色为墨绿色, 表明还含有叶绿素成分, 本论文为研究叶绿素在生物体内代谢为其他结构成分提供参考, 可进一步探讨化合物生源代谢途径。

#### REFERENCES

- [1] LIN H M, YEN F L, NG L T, *et al*. Protective effects of *Ligustrum lucidum* fruit extract on acute butyrate hydroxylation induced oxidative stress in rats [J]. *J Ethnopharmacol*, 2007, 111(1): 12921361
- [2] MATSUO A, ONO K, HAMASAKI K, *et al*. Phaeophytins from a cell suspension culture of the liverwort *Plagiochila ovalifolia* [J]. *Phytochemistry*, 1996, 42(2): 42724301
- [3] BUCHANAN M B, HASHIMOTO T, ASAKAWA Y I. Phytyl esters and phaeophytins from the hornwort *Megaceros flagelkensis* [J]. *Phytochemistry*, 1996, 41(5): 1373213761
- [4] DELLA GRECA M, MONACO P, PREVITERA L I. Stigmasteroles from the *Typha latifolia* [J]. *J Nat Prod*, 1990, 53(6): 14301
- [5] FENG S L, HE L, WANG M I. Studies on the chemical constituents of flower of *David Lily* [J]. *China J Chin Mater Med* (中国中药杂志), 1994, 19(10): 6112612
- [6] XUE H Q, YANG H T, WANG H Q, *et al*. Study on triterpenes from *Ligularia xanthotricha* [J]. *China J Chin Mater Med* (中国中药杂志), 2008, 33(3): 27222751
- [7] JULIANA B C, RAMUNDO B, MARCUS V A, *et al*. <sup>1</sup>H and <sup>13</sup>C NMR spectral assignments of four dammarane triterpenoids from *Camauba wax* [J]. *Magn Reson Chem*, 2006, 44(6): 64126431
- [8] CHAROEN P, CHATCHANOK K, CHANITA P, *et al*. Dammarane triterpenes from the hypocotyls and fruits of *Ceriops tagal* [J]. *J Nat Prod*, 2005, 68(12): 1787219891
- [9] GUO F J, LIN S LIY C I. Isolation and identification of triterpenoids from *Schefflera arboricola* [J]. *Chin J Med Chem* (中国药物化学杂志), 2005, 15(5): 29422961
- [10] WANG B, YANG L Y, LI Q, *et al*. Antitumor triterpenes from *Scorzonera mongolica Maxim* [J]. *Chin Pharm J* (中国药学杂志), 2010, 45(10): 72727321

(收稿日期: 201102217)

5 中国药学杂志 6 为我国中文核心期刊