

• 化学成分 •

蓖麻根化学成分的研究

唐祖年¹, 谢丽霞², 苏小建^{2*}, 梁成钦¹, 秦少艳², 黄世好²

1. 桂林医学院, 广西 桂林 541004

2. 广西师范大学资源与环境学院, 广西 桂林 541004

摘要: 目的 研究蓖麻 *Ricinus communis* 根的化学成分。方法 利用硅胶柱色谱进行分离纯化, 通过波谱方法鉴定化合物的结构。结果 从蓖麻根中分离并鉴定了 14 个化合物, 分别为蓖麻三甘油酯 (1)、3-乙酰氧基-油桐酸 (2)、豆甾醇 (3)、蓖麻碱 (4)、3, 4-二羟基苯甲酸甲酯 (5)、没食子酸 (6)、油桐酸 (7)、短叶苏木酚酸乙酯 (8)、9-hydroxytridecyl docosanoate (9)、羽扇豆醇 (10)、木犀草素 (11)、棕榈酸 (12)、二十八烷醇 (13)、正十八烷 (14)。结论 化合物 1 为新化合物, 命名为蓖麻三甘油酯, 化合物 2、3、5~12 和 14 为首次从蓖麻属植物中分离得到。

关键词: 蓖麻; 蓖麻三甘油酯; 3-乙酰氧基-油桐酸; 豆甾醇; 短叶苏木酚酸乙酯

中图分类号: R284.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2012)01-0015-05

Chemical constituents from roots of *Ricinus communis*TANG Zu-nian¹, XIE Li-xia², SU Xiao-jian², LIANG Cheng-qin¹, QIN Shao-yan², HUANG Shi-hao²

1. Guilin Medical College, Guilin 541004, China

2. College of Resource and Environment, Guangxi Normal University, Guilin 541004, China

Abstract: Objective To study the chemical constituents from the roots of *Ricinus communis*. **Methods** The chemical constituents were isolated and purified by silica gel column, and spectroscopic methods were used for the structural elucidation. **Results** Fourteen compounds were isolated and identified as ricin triglyceride (1), 3-acetoxy-acid (2), stigmasterol (3), ricinine (4), methyl-3-dihydroxy benzoate (5), gallic acid (6), aleuritic acid (7), ethyl brevifolincarboxylate (8), 9-hydroxytridecyl docosanoate (9), lupeol (10), luteolin (11), palmitic acid (12), octacosanol (13), and octadecane (14). **Conclusion** Compound 1 is a new compound, named ricin triglyceride, and compounds 2, 3, 5—12, and 14 are isolated from the plants of *Ricinus L.* for the first time.

Key words: *Ricinus communis* L.; ricin triglyceride; 3-acetoxy-acid; stigmasterol; ethyl brevifolincarboxylate

蓖麻 *Ricinus communis* L. 又名大麻子、老麻子、草麻等, 是大戟科 (Euphorbiaceae) 一年生或多年生的蓖麻属植物, 此属只有蓖麻 *R. communis* 一种。蓖麻以种子入药, 据《本草纲目》记载蓖麻子性甘辛, 味平, 有小毒, 主治水瘕。其叶有毒, 主治脚气不仁。《中药大辞典》记载蓖麻根有镇静解痉, 祛风散瘀作用, 可用于治疗破伤风, 癫痫, 风湿疼痛, 跌打疼痛, 瘰疬等。研究发现蓖麻子含蓖麻碱、蓖麻毒蛋白及脂肪酶。其中蓖麻毒蛋白近年文献报道对小鼠艾氏腹水瘤细胞、L1210 白血病、

B16 黑色素瘤、Lewis 肺癌、大肠癌、结肠癌等多种癌细胞有明显作用^[1]。目前国内外对蓖麻的研究仅局限于对蓖麻杂种优势利用、蓖麻毒蛋白、组织培养技术及矮化性状等方面^[2], 而对蓖麻根化学成分研究的报道很少。本实验对蓖麻根的化学成分进行研究, 从乙醇提取物中分离鉴定了 14 个化合物, 分别为蓖麻三甘油酯 (ricin triglyceride, 1)、3-乙酰氧基-油桐酸 (3-acetoxy-acid, 2)、豆甾醇 (stigmasterol, 3)、蓖麻碱 (ricinine, 4)、3, 4-二羟基苯甲酸甲酯 (methyl-3-dihydroxy benzoate, 5)、

收稿日期: 2011-09-17

基金项目: 桂林市科学研究与技术开发项目 (20110106-2)

作者简介: 唐祖年 (1952—), 男, 副教授, 研究方向为中药药效学研究。Tel: 13977373951 E-mail: tangzunian@yahoo.com.cn

*通讯作者 苏小建 Tel: 13707835706 E-mail: xiaojiansu@163.com

网络出版时间: 2011-12-23 网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/12.1108.R.20111223.1146.003.html>

没食子酸 (gallic acid, 6)、油桐酸 (aleuritic acid, 7)、短叶苏木酚酸乙酯 (ethyl brevifolincarboxylate, 8)、9-hydroxytridecyl docosanoate (9)、羽扇豆醇 (lupeol, 10)、木犀草素 (luteolin, 11)、棕榈酸 (palmitic acid, 12)、二十八烷醇 (octacosanol, 13)、正十八烷 (octadecane, 14)。其中, 化合物 1 为新化合物, 化合物 2、3、5~12 和 14 为首次从该属植物中分离得到。

1 仪器与材料

红外光谱仪 (美国 Nicolet 公司 Avatar 360 FT-IR); 核磁共振仪 (瑞士 Bruker 公司 Advance AV 500 MHz); XT4—100X 型显微熔点测定仪 (北京泰克仪器有限公司); 柱色谱用硅胶 (青岛海洋化工厂)。

蓖麻根 2009 年 9 月采集于广西桂林市灵川县, 经广西桂林医学院杜泽乡副教授鉴定为大戟科蓖麻属植物蓖麻 *Ricinus communis* L. 的根。

2 提取与分离

干燥蓖麻根 15 kg, 粉碎, 95%乙醇回流提取 3 次, 每次 3 h, 合并提取液, 减压回收溶剂, 共得到浸膏 795.5 g, 加适量水, 依次用石油醚、氯仿、醋酸乙酯、正丁醇萃取。得到石油醚部分 113.87 g、氯仿部分 41.27 g、醋酸乙酯部分 35.18 g、正丁醇部分 186.74 g。石油醚部分经硅胶柱色谱分离纯化得到化合物 2、3、9、10、12~14; 氯仿部分经硅胶柱色谱分离纯化得到化合物 1、4、6~8; 醋酸乙酯部分经硅胶柱色谱分离纯化得到化合物 5、11。

3 结构鉴定

化合物 1: 淡黄色油状物, 易溶于氯仿, 难溶于石油醚、甲醇。EI-MS m/z : 956 $[M+Na]^+$, 相对分子质量为 933, 结合 1H -NMR 和 ^{13}C -NMR 谱确定分子式为 $C_{57}H_{104}O_9$, 不饱和度为 6。IR ν_{max}^{KBr} (cm^{-1}): 3 730, 3 626 和 3 412 为羟基 (-OH) 的伸缩振动峰, 1 742 为羰基的伸缩振动峰, 2 928 和 2 851 为甲基的伸缩振动峰, 1 454 和 1 382 为甲基的变形伸缩振动峰。1 091 为碳氧 (C-O) 的伸缩振动峰。 ^{13}C -NMR (125 MHz, $CDCl_3$) δ : 62.1 (C-1, 3), 68.9 (C-2), 173.1 (C-1', 1''), 172.7 (C-1''), 34.0 (C-2', 2''), 34.10 (C-2''), 24.8 (C-3', 3'', 3'''), 29.0 (C-4', 4'', 4'''), 36.8 (C-5', 5'', 5'''), 25.7 (C-6', 6'', 6'''), 71.5 (C-7', 7'', 7'''), 35.4 (C-8', 8'', 8'''), 125.3 (C-9', 9'', 9'''), 133.1 (C-10', 10'', 10'''), 27.5 (C-11', 11'', 11'''), 29.0~29.5 (C-12'~15', 12''~15'', 12'''~15'''), 31.8 (C-16', 16'', 16'''), 22.6 (C-17', 17'', 17'''), 14.1 (C-18', 18'', 18''')。

DEPT 的碳信号峰有两个酯基峰, 4 个次甲基峰 (包括两个烯碳峰和两个氧取代碳峰), 多个亚甲基峰 (1 个氧取代碳峰, 且 ^{13}C -NMR 和 DEPT 谱显示部分亚甲基发生了重叠, 结合氢谱确定重叠的亚甲基有 13 个) 和 1 个甲基峰。而 1H -NMR (500 MHz, $CDCl_3$) 显示 13 组信号峰, 代表氢原子数个数比是 3:3:1:2:2:3:6:6:6:6:6:48:9。结合 ^{13}C -NMR, DEPT 和 HSQC 谱, 发现 δ_C 133.1 与 δ_H 5.53 (3H, m) 相关, δ_C 125.3 与 δ_H 5.40 (3H, m) 相关, δ_C 68.9 与 δ_H 5.25 (1H, m) 相关, δ_C 62.1 与 δ_H 4.29 (2H, m) 和 δ_H 4.13 (2H, m) 相关, δ_C 71.5 与 δ_H 3.59 (3H, m) 相关, δ_C 34.1 和 34.0 与 δ_H 2.30 (6H, m) 相关, δ_C 35.4 与 δ_H 2.20 (6H, m) 相关, δ_C 27.5 与 δ_H 2.04 (6H, m) 相关, δ_C 24.7 与 δ_H 1.60 (6H, m) 相关, δ_C 36.8 与 δ_H 1.46 (6H, m) 相关, δ_C 22.6, 25.7, 31.8, 29.0~29.5 与 δ_H 1.27 (48H, m) 相关, δ_C 14.1 与 δ_H 0.87 (9H, m) 相关。根据以上数据, 判断分子中存在 3 组对称部分。

根据 1H - 1H COSY 谱, δ_H 5.53 (3H, m) 和 5.40 (3H, m) 相关, 5.53 (3H, m) 和 2.04 (6H, m) 相关, 5.40 (3H, m) 和 2.20 (6H, m) 相关, 说明烯烃两端直接连接亚甲基。另外, δ_H 2.20 (6H, m) 和 3.59 (3H, m) 相关, δ_H 3.59 (3H, m) 和 1.46 (6H, m) 相关; δ_H 2.04 (6H, m) 和 1.27 (48H, m) 相关; δ_H 1.27 (48H, m) 和 0.87 (9H, m) 相关, 所以分子中有结构片段 A: $-CH_2-CHOH-CH_2-CH=CH-CH_2-(CH_2)_n-CH_3$ 。根据 HMBC 谱, δ_H 5.53 (3H, m) 与 δ_C 125.3, 35.4, 29.0~29.5, 27.5 相关。 δ_H 5.40 (3H, m) 和 δ_C 35.4, 71.5, 133.1 相关, 而 δ_H 2.20 (6H, m) 和 δ_C 36.8, 71.5, 125.3, 133.1 相关, δ_H 0.87 (9H, m) 和 δ_C 22.6, 31.8 相关, 再次证明结构片段 A 的存在。

1H - 1H COSY 谱中, δ_H 2.30 (6H, m) 和 1.60 (6H, m) 相关, δ_H 1.60 (6H, m) 和 1.27 (48H, m) 相关, 且 HMBC 谱中, δ_H 2.30 (6H, m) 和 δ_C 173.1, 24.7, 25.6 相关, 说明存在结构片段 B: $-CO-CH_2-CH_2-$ 。

1H - 1H COSY 谱中, 片段 A 一端的 δ_H 1.46 (δ_C 36.8) 和片段 B 一端的 δ_H 1.60 (δ_C 25.7) 都与重叠亚甲基峰 δ_H 1.27 相关, 所以 A 和 B 可以连接为 $-CO-CH_2-CH_2-(CH_2)_n-CH_2-CHOH-CH_2-CH=CH-CH_2-(CH_2)_n-CH_3$ 。由于 HMBC 谱中, 片段 A 一端的 δ_H 1.46 (δ_C 36.8) 和 δ_C 25.7 相关, 同时和片段 B 一端的 δ_C 24.7 (δ_H 1.60) 相关, 所以 n 为 2, 其中一个为 δ_C 25.7 的亚甲基。所以 A 和 B 的连接为 $-CO-CH_2-CH_2-CH_2-$ 。

$\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHOH-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-(CH}_2\text{)}_n\text{-CH}_3$ 。

另外, $^1\text{H-}^1\text{H COSY}$ 谱中, δ_{H} 5.25 (1H, m) 同时与 δ_{H} 4.29 (2H, m) 和 4.13 (2H, m) 相关, 并且处于低场, 而后两者均为亚甲基, 故推断可能存在结构片段 C (图 1-A)。

根据 HMBC 谱, δ_{H} 5.25 (1H, m) 与 δ_{C} 172. 相关, δ_{H} 4.29 (2H, m) 和 4.13 (2H, m) 都与 δ_{C} 173.1

相关。所以片段 C 的 3 条支链分别连接了以下相同的结构片段: $-\text{CO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHOH-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-(CH}_2\text{)}_n\text{-CH}_3$ 。进一步根据质谱和 $^1\text{H-NMR}$ 谱确定 n 值为 6, 所以化合物的结构式得以确定, 如图 1-B 所示。根据天然药物化合物命名的相关规则, 化合物 1 命名为蓖麻三甘油酯, 为一新化合物。

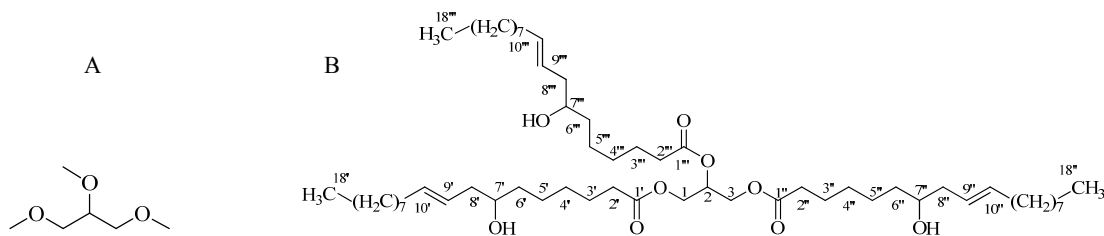


图 1 片段 C (A) 和化合物 1 (B) 的结构

Fig. 1 Structures of segment C (A) and compound 1 (B)

化合物 2: 白色针状晶体 (甲醇), Libermann-Burchard 反应呈阳性。IR $\nu_{\text{max}}^{\text{KBr}}$ (cm^{-1}): 3 434 (-OH), 1 735 (C=O), 1 689 (C=C), 2 945 和 1 026 (C-O), 2 945, 2 863, 1 468 和 1 378。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, CDCl_3) δ : 5.52 (1H, dd, $J = 8.0, 3.5$ Hz), 2.05 (3H, s), 0.86 (3H, s), 0.89 (3H, s), 0.93 (3H, s), 0.94 (3H, s), 0.95 (3H, s), 0.96 (3H, s); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, CDCl_3) δ : 37.9 (C-1), 23.5 (C-2), 80.9 (C-3), 37.5 (C-4), 55.7 (C-5), 18.8 (C-6), 40.8 (C-7), 39.1 (C-8), 49.1 (C-9), 37.7 (C-10), 17.3 (C-11), 33.4 (C-12), 37.4 (C-13), 160.6 (C-14), 116.8 (C-15), 31.4 (C-16), 51.4 (C-17), 41.5 (C-18), 35.4 (C-19), 29.3 (C-20), 33.7 (C-21), 30.8 (C-22), 27.9 (C-23), 16.6 (C-24), 15.6 (C-25), 26.2 (C-26), 22.5 (C-27), 184.0 (C-28), 31.9 (C-29), 28.7 (C-30), 170.9 (C-31), 21.3 (C-32)。以上波谱数据与文献报道一致^[3], 故鉴定化合物 2 为 3-乙酰氧基-油桐酸。

化合物 3: 白色针状晶体 (氯仿), mp 168~169 $^{\circ}\text{C}$, Libermann-Burchard 反应呈阳性, Molish 反应呈阴性。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, CDCl_3) δ : 5.38 (1H, d, $J = 5.0$ Hz), 3.55 (1H, m); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, CDCl_3) δ : 37.3 (C-1), 31.7 (C-2), 71.8 (C-3), 42.4 (C-4), 140.8 (C-5), 121.7 (C-6), 28.9 (C-7), 31.9 (C-8), 50.2 (C-9), 36.5 (C-10), 21.1 (C-11), 39.7 (C-12), 42.3 (C-13), 56.9 (C-14), 24.4 (C-15), 28.3 (C-16), 56.0 (C-17), 12.1 (C-18), 19.4 (C-19), 40.5 (C-20), 21.2 (C-21), 138.3 (C-22), 129.3 (C-23), 51.3 (C-24), 31.9 (C-25),

21.2 (C-26), 19.0 (C-27), 25.4 (C-28), 12.2 (C-29)。以上波谱数据与文献报道一致^[4], 故鉴定化合物 3 为豆甾醇。

化合物 4: 白色针状晶体 (甲醇), mp 200~201 $^{\circ}\text{C}$, Dragendorff 试剂反应呈阳性。IR $\nu_{\text{max}}^{\text{KBr}}$ (cm^{-1}): 3 439, 3 040 cm^{-1} 为 (=CH), 2 223.34 (-CN), 1 662 (C=O), 1 606, 1 498 (C-C), 1 361 (-CH₃)。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, CDCl_3) δ : 6.08 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-5), 7.54 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-6), 4.01 (3H, s, -OCH₃), 3.56 (3H, s, -NCH₃); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, CDCl_3) δ : 37.5 (C-1), 161.3 (C-2), 88.7 (C-3), 172.4 (C-4), 93.6 (C-5), 143.5 (C-6), 57.1 (C-7), 113.6 (C-8)。以上波谱数据与文献报道一致^[5], 故鉴定化合物 4 为蓖麻碱。

化合物 5: 无色晶体 (醋酸乙酯), mp 182~185 $^{\circ}\text{C}$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, pyridine- d_5) δ : 7.30 (1H, d, $J = 8.0$ Hz), 8.17 (1H, dd, $J = 8.0, 1.5$ Hz), 8.07 (1H, d, $J = 1.5$ Hz), 3.73 (1H, s); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, pyridine- d_5) δ : 152.6 (C-1), 148.2 (C-2), 124.7 (C-3), 115.9 (C-4), 113.7 (C-5), 55.6 (C-6), 168.9 (C-7)。以上波谱数据与文献报道一致^[6], 故鉴定化合物 5 为 3, 4-二羟基苯甲酸甲酯。

化合物 6: 白色针状晶体 (醋酸乙酯), mp 233~235 $^{\circ}\text{C}$, 三氯化铁-铁氰化钾试剂显色反应呈阳性, 说明该化合物含有酚羟基。 SrCl_2 反应呈阳性, 推测其有邻二酚羟基存在。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 6.90 (2H, s), 9.22 (2H, s), 8.86 (1H, s); $^{13}\text{C-NMR}$

(125 MHz, DMSO- d_6) δ : 120.9 (C-1), 109.2 (C-2), 145.9 (C-3), 138.5 (C-4), 145.9 (C-5), 109.2 (C-6), 167.9 (C-7)。以上波谱数据与文献报道基本一致^[7], 故鉴定化合物 **6** 为没食子酸。

化合物 **7**: 白色针状晶体 (甲醇), mp 301~302 °C, Libermann-Burchard 反应呈阳性。¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃) δ : 5.55 (1H, dd, J = 7.5, 5.0 Hz, H-15), 3.22 (1H, m, H-3), 2.38 (2H, m, H-16a), 1.93 (2H, m, H-16b), 2.30 (1H, d, J = 10.8 Hz, H-18), 2.02 (3H, s, -COCH₃), 1.42 (1H, m, H-9), 1.0~0.7 (3H $\times$ 7, s, CH₃-23~27, 29, 30); ¹³C-NMR (125 MHz, CDCl₃) δ : 33.4 (C-1), 28.7 (C-2), 79.0 (C-3), 38.1 (C-4), 55.6 (C-5), 19.0 (C-6), 41.6 (C-7), 39.1 (C-8), 49.2 (C-9), 38.7 (C-10), 17.3 (C-11), 32.0 (C-12), 37.9 (C-13), 160.7 (C-14), 116.7 (C-15), 31.4 (C-16), 51.4 (C-17), 41.6 (C-18), 35.5 (C-19), 28.0 (C-20), 33.7 (C-21), 29.7 (C-22), 28.7 (C-23), 15.4 (C-24), 15.5 (C-25), 26.1 (C-26), 22.5 (C-27), 183.0 (C-28), 32.0 (C-29), 29.7 (C-30)。以上的波谱数据与文献报道基本一致^[8], 故鉴定化合物 **7** 为油桐酸。

化合物 **8**: 黄色粉末, mp > 300 °C, 三氯化铁-铁氰化钾试剂显色反应呈阳性, 说明该化合物含有酚羟基。¹H-NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 4.39 (1H, dd, J = 1.8, 7.7 Hz), 2.42 (1H, dd, J = 1.9, 18.7 Hz), 2.98 (1H, dd, J = 7.7, 18.8 Hz), 7.30 (1H, s), 10.11 (1H, s), 10.92 (1H, s), 10.08 (1H, s), 4.08 (1H, q, J = 7.2 Hz), 1.19 (1H, t, J = 7.0 Hz); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 41.2 (C-1), 37.6 (C-2), 193.5 (C-3), 160.6 (C-5), 108.6 (C-6), 144.1 (C-7), 138.9 (C-8), 146.3 (C-9), 140.7 (C-1a), 150.1 (C-4a), 113.5 (C-5a), 115.5 (C-9a), 172.5 (C-1'), 61.1 (C-2'), 14.3 (C-3')。以上波谱数据与文献报道基本一致^[9-10], 故鉴定化合物 **8** 为短叶苏木酚酸乙酯。

化合物 **9**: 白色粉末状固体, mp 75~76 °C。¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃) δ : 2.29 (2H, t, J = 6.7 Hz), 3.57 (1H, m), 0.87 (6H, t, J = 7.1 Hz), 1.26 (50H, s), 1.60 (8H, m); ¹³C-NMR (125 MHz, CDCl₃) δ : 14.1, 22.7, 25.1, 25.4, 25.9, 28.7, 29.2, 29.3, 29.4, 29.7, 31.9, 34.4, 36.0, 64.4, 70.7, 174.0。以上波谱数据与文献报道的基本一致^[11], 故鉴定化合物 **9** 为 9-hydroxytridecyl docosanoate。

化合物 **10**: 白色针状晶体 (石油醚-氯仿), mp 215~216 °C, Libermann-Burchard 试剂反应呈阳

性。¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃) δ : 4.58 (1H, brs, H-29a), 4.68 (1H, brs, H-29b), 3.18 (1H, dd, J = 11.0, 5.0 Hz, H-3), 0.98 (3H, s, H-23), 0.77 (3H, s, H-24), 0.84 (3H, s, H-25), 1.04 (3H, s, H-26), 0.96 (3H, s, H-27), 0.80 (3H, s, H-28), 1.69 (3H, s, H-30); ¹³C-NMR (125 MHz, CDCl₃) δ : 38.7 (C-1), 27.4 (C-2), 79.0 (C-3), 38.8 (C-4), 55.3 (C-5), 18.3 (C-6), 34.3 (C-7), 40.8 (C-8), 50.4 (C-9), 37.2 (C-10), 20.9 (C-11), 25.2 (C-12), 38.1 (C-13), 42.3 (C-14), 27.4 (C-15), 35.6 (C-16), 42.8 (C-17), 48.3 (C-18), 48.0 (C-19), 150.9 (C-20), 29.8 (C-21), 40.0 (C-22), 27.9 (C-23), 15.3 (C-24), 16.1 (C-25), 15.9 (C-26), 14.5 (C-27), 17.9 (C-28), 109.3 (C-29), 19.3 (C-30)。以上波谱数据与文献报道基本一致^[12], 故鉴定化合物 **10** 为羽扇豆醇。

化合物 **11**: 黄色针状晶体 (石油醚-氯仿), mp > 300 °C, 紫外灯下显黄色的荧光, 盐酸-镁粉显阳性。三氯化铁-铁氰化钾试剂显色反应呈阳性, 说明该化合物含有酚羟基。SrCl₂ 反应呈阳性, 推测其有邻二酚羟基存在。¹H-NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.97 (1H, s), 6.67 (1H, s), 6.19 (1H, d, J = 1.5 Hz), 6.45 (1H, d, J = 2.0 Hz), 7.41 (1H, dd, J = 8.0, 2.5 Hz), 6.89 (1H, dd, J = 8.0, 2.5 Hz); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 164.6 (C-2), 103.4 (C-3), 182.1 (C-4), 161.9 (C-5), 99.3 (C-6), 164.6 (C-7), 94.3 (C-8), 157.8 (C-9), 103.4 (C-10), 122.2 (C-1'), 113.8 (C-2'), 146.2 (C-3'), 150.2 (C-4'), 116.2 (C-5'), 119.8 (C-6')。以上波谱数据与文献报道一致^[13], 故鉴定化合物 **11** 为木犀草素。

化合物 **12**: 白色颗粒状晶体 (氯仿), mp 58~60 °C。¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃) δ : 2.34 (2H, t, J = 8 Hz, H-2), 1.63 (2H, m, H-3), 1.28 (24H, m, H-4~15), 0.89 (3H, t, J = 7 Hz, -CH₃); ¹³C-NMR (125 MHz, CDCl₃) δ : 180.4 (C-1), 34.1 (C-2), 31.9 (C-3), 29.0~30.0 (C-4~13), 24.7 (C-14), 22.7 (C-15), 14.1 (C-16)。以上的波谱数据与文献报道一致^[14], 故鉴定化合物 **12** 为棕榈酸。

化合物 **13**: 白色固体, mp 77~78 °C。¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃) δ : 4.08 (2H, t, J = 6.7 Hz), 0.90 (3H, t, J = 7.0 Hz); ¹³C-NMR (125 MHz, CDCl₃) δ : 63.1 (C-1), 32.9 (C-2), 25.7 (C-3), 29.4~29.7 (C-4~26), 22.7 (C-27), 14.1 (C-28)。以上波谱数据与文献报道基本一致^[15], 故鉴定化合物 **13** 为二十八烷醇。

化合物 **14**: 白色固体, mp 26~28 °C。¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃) δ: 2.37 (2H, t, *J* = 7.4 Hz), 0.90 (3H, t, *J* = 6.8 Hz), 1.27 (31H, m), 1.65 (2H, m); ¹³C-NMR (125 MHz, CDCl₃) δ: 33.9 (C-2), 31.9 (C-3), 29.1 (C-15), 24.7 (C-16), 22.7 (C-17), 14.1 (-CH₃)。以上波谱数据与文献报道一致^[16], 故鉴定化合物 **14** 为正十八烷。

参考文献

- [1] Chakravartula S V, Guttarla N. Biochemical properties of ricin in immature castor seed [J]. *Nat Prod Res*, 2008, 22(7): 600-606.
- [2] 姚 远, 李凤山, 陈永胜, 等. 国内外蓖麻研究进展 [J]. 内蒙古民族大学学报: 自然科学版, 2009, 24(2): 172-175.
- [3] 杨淑敏, 刘锡葵, 卿 晨, 等. 水杨柳根的化学成分 [J]. 药学学报, 2007, 42(3): 285-289.
- [4] 瞿江媛, 王梦月, 王春明, 等. 玉簪抗炎活性部位及化学成分研究 [J]. 中草药, 2011, 42(2): 217-221.
- [5] 赵青余, 黄文华. 蓖麻碱的分离鉴定及其含量测定方法的研究 [J]. 饲料研究, 2003, (6): 27-28.
- [6] 罗晓东, 吴少华, 马云保, 等. 大蒜果树的化学成分 [J]. 云南植物研究, 2001, 23(3): 368-372.
- [7] 左文健, 陈惠琴, 李晓东, 等. 苦丁茶叶的化学成分研究 [J]. 中草药, 2011, 42(1): 18-20.
- [8] 梅文莉, 戴好富, 吴大刚, 等. 肥牛木根化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2006, 18(2): 243-345.
- [9] 柳润辉, 孔令义. 乌柏叶酚性成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2005, 30(15): 1213-1215.
- [10] 沙东旭, 刘英华, 王龙顺, 等. 叶下珠化学成分的研究 [J]. 沈阳药科大学学报, 2000, 17(3): 176-178.
- [11] Lu C M, Lin C N. Flavonoids and 9-hydroxytridecyl docosanate from *Artocarpus heterophyllus* [J]. *Phytochemistry*, 1994, 35(3): 781-783.
- [12] 袁 珂, 贾 安, 蔡贤雷, 等. 少花斑鸠菊中的一个新三萜 [J]. 中草药, 2008, 39(2): 168-170.
- [13] 杨 雁, 王于方, 赵 雷, 等. 羊耳菊花的化学成分研究 [J]. 中草药, 2011, 42(6): 1083-1086.
- [14] 郭良君, 谭兴起, 郑 巍, 等. 地瓜藤化学成分研究 [J]. 中草药, 2011, 42(9): 1709-1711.
- [15] 杜彰礼, 殷志琦, 叶 文, 等. 楮叶乙醇提取物石油醚部分的化学成分研究 [J]. 海峡药学, 2007, 19(5): 77-78.
- [16] 鲁曼霞, 黄可龙, 施树云, 等. 兖州卷柏化学成分及体外抗菌活性研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2009, 21(6): 973-975.