

民间草药椭圆叶绣线菊的非生物碱成分*

左国营, 何红平, 洪 鑫, 沈月毛, 郝小江**

(中国科学院昆明植物研究所植物化学与西部植物资源国家重点实验室, 云南 昆明 650204)

摘要: 从椭圆叶绣线菊 (*Spiraea japonica* var. *ovalifolia* Franch) 全株的乙醇提取物中分离鉴定了 10 个非生物碱类化合物, 包括 5 个木脂素: (±) syringaresinol (1), (+) cyclo-olivil (2), isolariciresinol-9-*O*-β-D-xylopyranoside (3), isolariciresinol-9-*O*-β-D-glucopyranoside (4), 5-methoxy-isolariciresinol-9-*O*-β-D-xylopyranoside (5), 1 个三萜酸: 18-羟基乌索酸 (18-hydroxyursolic acid, 6); 2 个甾醇类: β-谷甾醇 (β-sitosterol, 7) 和葫芦藜甾醇 (daucosterol, 8); 1 个脂肪醇: 10-nonacosanol (9) 和 1 个脂肪酸三萜酸: (sanleng acid, 10)。除化合物 6~8 外, 其它 7 个化合物均为首次从该复合群植物中得到。木脂素等成分的鉴定为该植物的药效学研究提供了新的化学依据。

关键词: 椭圆叶绣线菊; 非生物碱; 木脂素

中图分类号: Q 946

文献标识码: A

文章编号: 0253-2700(2005)01-0101-06

Chemical Constituents of *Spiraea japonica* var. *ovalifolia*

ZUO Guo-Ying, HE Hong-Ping, HONG Xin, SHEN Yue-Mao, HAO Xiao-Jiang**

(The State Key Laboratory of Phytochemistry and Plant Resources in West China, Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204, China)

Abstract: From the whole plant of *Spiraea japonica* var. *ovalifolia* Franch., ten compounds were isolated and identified as syringaresinol (1), cyclo-olivil (2), isolariciresinol-9-*O*-β-D-xylopyranoside (3), isolariciresinol-9-*O*-β-D-glucopyranoside (4), 5-methoxy-isolariciresinol-9-*O*-β-D-xylopyranoside (5), 18-hydroxyursolic acid (6), β-Sitosterol (7), daucosterol (8), 10-nonacosanol (9) and sanleng acid (10). Seven compounds were found in this plant for the first time with the exception of 6-8. Their structures were identified based on spectral analysis and by comparison with literatural data. These results provided chemical evidences for the further bioactive investigation on this plant.

Key words: *Spiraea japonica* var. *ovalifolia*; Non-alkaloidal constituents; Lignans

粉花绣线菊 (*Spiraea japonica* L. f.) 系蔷薇科 (Rosaceae) 绣线菊属植物, 其变异性强, 在我国有 7 个变种, 构成一个复合群, 包括椭圆叶变种 (*S. japonica* var. *ovalifolia*)

* 基金项目: 国家自然科学基金项目 (39525025)

** 通讯联系人 电话: 0871-5223263; E-mail: xjhao@mail.kib.ac.cn

收稿日期: 2004-06-24, 2004-10-18 接受发表

作者简介: 左国营 (1963-) 男, 博士, 主要从事植物药活性成分研究。现工作单位: 成都军区昆明总医院, 昆明 650032

Franch.), 急尖变种 (*S. japonica* var. *acuta* Yu), 渐尖变种 (*S. japonica* var. *acuminata* Franch.), 光叶变种 (*S. japonica* var. *fortunei* (Planchon) Rehd.), 无毛变种 (*S. japonica* var. *glabra* (Regel) Koidz.), 星花变种 (*S. japonica* var. *stellaris* Rehd.) 和裂叶变种 (*S. japonica* var. *incisa* Yu)。该复合群各变种在云南省均有分布, 其形态区别主要是靠叶的形状和大小, 一般有椭圆形, 长卵形和披针形等 (中国科学院植物研究所, 1970)。作为民间草药, 粉花绣线菊主要用于感冒驱风, 止血活血, 镇痛止咳, 明目利尿, 月经不调, 消肿解毒和去腐生肌等 (云南省药材公司, 1993)。该植物的化学成分研究始于 1964 年, 前苏联学者 Frolova 等 (1964) 报道了该植物中的二萜生物碱成分, 自此以后的 30 多年间, 前苏联、日本及我国学者相继报道了数十个二萜生物碱及二萜成分。郝小江研究组自 1987 年起对国产该复合群植物各变种的化学成分进行了系统的化学研究, 先后分离鉴定了 53 个新的二萜及二萜生物碱 (聂晶磊, 1996; 郝小江等, 1997), 并发现这类生物碱具有抗炎 (野出学等, 1989) 抗血小板聚集和神经保护活性 (Li 等, 2001)。但是, 所有这些研究仅限于生物碱和萜类非生物碱成分的寻找, 对木脂素等其他非生物碱成分的阐明至今尚未涉及。作为粉花绣线菊复合群生物碱系统研究的继续及找寻新的有效成分, 我们曾对该复合群植物之一的滇产椭圆叶绣线菊 (*S. japonica* var. *ovalifolia* Franch.) 进行了深入研究, 从中分离鉴定了 11 个二萜生物碱类成分 (Zuo 等, 2001)。为进一步阐明绣线菊复合群植物的化学成分和生物学活性之间的关系, 我们首次对其中的椭圆叶绣线菊的非生物碱类成分进行了深入研究, 本文报道木脂素等 10 个非生物碱类成分, 以供研究该植物药效的物质基础时参考。

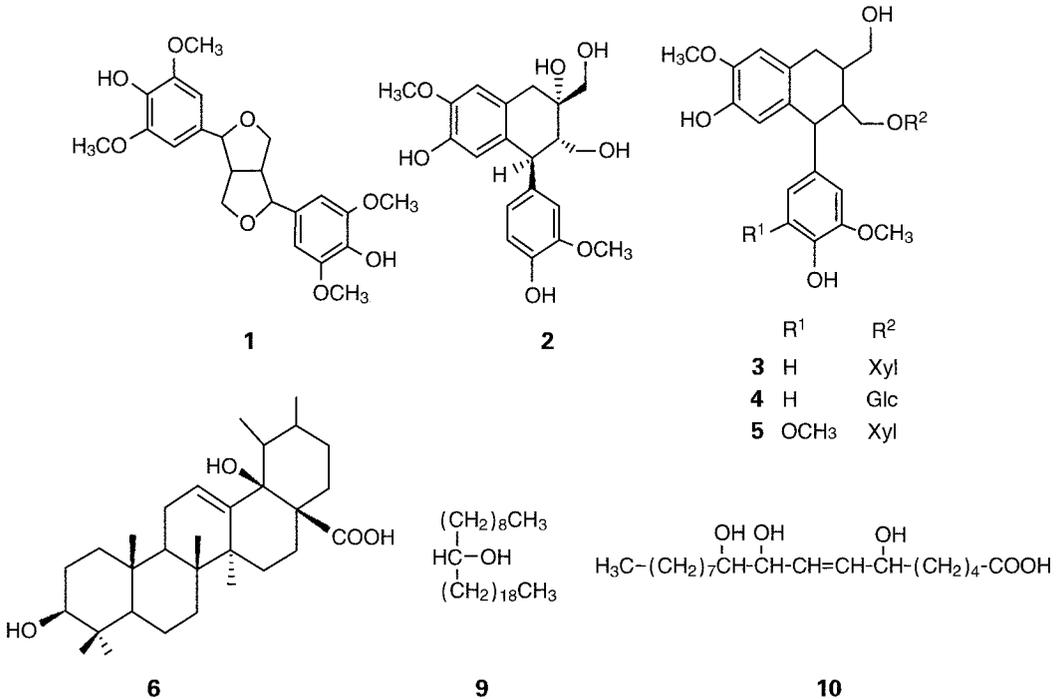


图 1 化合物 1~6 和 9~10 的结构

Fig. 1 The structure of compounds 1-6 and 9-10

结果

对椭圆叶绣线菊全株样品按常法 (Zuo 等, 2001) 提取生物碱后的部分反复用硅胶和凝胶柱层析进行分离纯化, 得到了 10 个非生物碱类成分, 包括 2 个木脂素: syringaresinol (1), cyclo-olivil (2); 3 个木脂素苷: isolariciresinol-9-*O*- β -D-xylopyranoside (3), isolariciresinol-9-*O*- β -D-glucopyranoside (4), 5-methoxy-isolariciresinol-9-*O*- β -D-xylopyranoside (5); 1 个三萜酸: 18-羟基乌索酸 (18-hydroxyursolic acid, 6); 2 个甾醇类: β -谷甾醇 (β -sitosterol, 7) 和胡萝卜苷 (daucosterol, 8) 以及 1 个脂肪醇: 10-nonacosanol (9) 和 1 个脂肪酸: 三棱酸 (sanleng acid, 10)。化合物 1~10 均为已知化合物, 除化合物 6~8 外, 其它 7 个化合物为首次得自该复合群植物 (图 1)。通过波谱分析和文献数据的对照鉴定了这些化合物的结构。

本研究结果为进一步研究该民间草药的生物活性提供了新的物质基础。初步抗脑缺血活性测试结果表明, 木脂素类化合物 3 在 10.0 mg/kg ip 时能减轻脑缺血再灌注损伤引起的脑水肿, 对再灌注后期有一定的保护作用^①。这些化合物的生物活性尚待深入研究。

实验部分

¹H 和 ¹³C NMR 谱由 Bruker AM-400 核磁共振测定, TMS 为内标, 质谱用 VG-Autospec 3000 型质谱仪测定; IR 谱用 Bio-Rad FTS-135 红外光谱仪测定 (KBr 压片); 旋光谱用 SPEA-300 仪测定。层析用材料: 硅胶 (H, 10~40 μ m, 青岛海洋化工厂), 大孔吸附树脂 (D101 型, 天津化工厂), Sephadex™ LH-20 (25~100 μ m, Pharmacia)。椭圆叶绣线菊样品为 1999 年 6 月采自云南省嵩明县的干燥植物全株, 经昆明植物研究所顾志健研究员鉴定。

样品 (14 kg) 粉碎后, 用 95% 乙醇回流提取 3 次 (3 h, 2 h, 1 h), 合并提取液, 回收乙醇得浓稠浸膏, 以 5% 盐酸酸化至 pH 2, 得酸水混悬液 3 000 ml, 过滤, 得滤液和滤渣两部分, 滤渣用氯仿提取, 回收氯仿得非生物碱 A (100 g) 部分; 酸水滤液常法处理 (Zuo 等, 2001) 提取生物碱后, 用正丁醇萃取, 回收溶剂, 得非生物碱 B (17 g) 部分。A 部分经硅胶 H 两次干柱层析 (石油醚-乙酸乙酯 10:1, 1:1) 分段后, 再反复过加压硅胶 H 柱层析 (石油醚-乙酸乙酯 40:1~1:1.5) 得 2 (10 mg) 和 6~10 (20 mg, 20 mg, 40 mg, 20 mg, 10 mg)。B 部分上 D101 大孔树脂柱层析, 水洗脱糖和盐后, 再用 50% 乙醇洗脱, 反复经硅胶 H 柱层析 (氯仿-甲醇 20:1~10:1) 和 Sephadex LH-20 凝胶柱层析 (甲醇) 得 1 (15 mg) 和 3~5 (20 mg, 10 mg, 20 mg)。

化合物 1, C₂₂H₂₆O₈, 无定形粉末 (Me₂CO), [α]_D²⁰ (c, 0.1, MeOH)。EIMS *m/z* (%): 418 ([M]⁺, 2), 403 (2), 386 (5), 319 (3), 267 (10), 249 (13), 236 (5), 210 (6), 193 (10), 180 (34), 167 (10), 161 (5), 154 (5)。¹H NMR (400 MHz, CD₃COCD₃) δ : 6.68 (4H, s, H-2, H-6, H-2', H-6'), 5.45 (2H, s, 2 \times ArOH), 4.67 (2H, d, J = 3.9 Hz, H-7, H-7'), 3.87 (12H, s, 4 \times OCH₃), 3.1-4.0 (6H, m, H-8, H-9, H-8', H-9'); ¹³C NMR (100 MHz, CD₃COCD₃) δ : 133.3 (s, C-1), 104.7 (d, C-2), 148.8 (s, C-3), 136.4 (s, C-4), 148.8 (s, C-5), 104.7 (d, C-6), 86.6 (d, C-7), 55.6 (d, C-8), 72.4 (t, C-9), 133.3 (s, C-1'), 104.7 (d, C-2'), 148.8 (s, C-3'), 136.4 (s, C-4'), 148.8 (s, C-5'), 104.7 (d, C-6'), 86.6 (d, C-7'), 55.2 (d, C-8'), 72.4 (t, C-9'), 56.8 (q, 4 \times OCH₃)。以上数据与文献 (Nawwar 等, 1982) 一致。

化合物 2, C₂₀H₂₄O₇, 无定形粉末 (氯仿-甲醇), [α]_D²⁵ + 61.1° (c, 0.2, MeOH)。EIMS *m/z* (%):

① 李玲, 高丽辉, 2001. 抗脑缺血活性筛选实验报告。昆明: 云南省天然药物药理重点实验室

376 (M⁺, 42), 327 (68), 297 (100), 241 (22), 191 (50), 137 (55), 115 (10)。¹H NMR (400 MHz, C₅D₅N) δ: 3.14 (1H, d, J = 16.6 Hz, H-1a), 3.82 (1H, d, J = 16.4 Hz, H-1b), 7.07 (2H, s, H-8, H-2'), 2.77 (1H, d, J = 18 Hz, H-3), 4.24 (1H, d, J = 10.7 Hz, H-4), 6.84 (1H, s, H-5), 7.17 (1H, d, J = 8.0 Hz, H-5'), 6.98 (1H, m, H-6'), 3.49 (3H, s, OCH₃), 3.65 (3H, s, OCH₃); ¹³C NMR (100 MHz, C₅D₅N) δ: 40.4 (t, C-1), 74.4 (s, C-2), 69.9 (t, C-2a), 47.9 (d, C-3), 60.6 (t, C-3a), 44.8 (d, C-4), 117.9 (d, C-5), 146.2 (s, C-6), 147.3 (s, C-7), 113.5d (C-8), 126.3 (s, C-9), 133.9 (s, C-10), 138.0 (s, C-1'), 114.1 (d, C-2'), 149.6 (s, C-3'), 146.6 (s, C-4'), 116.4 (d, C-5'), 126.3 (d, C-6'), 56.1, 55.8 (q, 2OCH₃)。以上数据与文献 (Sugiyama 等, 1993) 一致。

化合物 3, C₂₅H₃₂O₁₂, 无定形粉末 (氯仿-甲醇), [α]_D²⁵ + 28.3° (c, 0.5, EtOH)。FAB-MS *m/z* (%): 491 ([M-1]⁻, 100), 359 ([M-xylosyl]⁻, 7), 329 (30), 245 (15)。¹H NMR (400 MHz, C₅D₅N) δ: 7.42 (1H, s, H-2), 7.00 (1H, d, J = 8.0 Hz, H-2'), 7.24 (1H, d, J = 12.4 Hz, H-5), 6.84 (1H, d, J = 6.8 Hz, H-5'), 4.56 (2H, d, J = 12.0 Hz, H-7), 3.33 (1H, t, J = 13.4 Hz, H-7a'), 3.13 (1H, dd, J = 12.0, 4.0 Hz, H-7b'), 2.39 (1H, t, J = 10.4 Hz, H-8), 2.47 (1H, dd, J = 6.0, 4.6 Hz, H-8'), 4.20 (2H, dd, J = 5.2, 5.2 Hz, H-9), 3.62 (2H, d, J = 10.0 Hz, H-9'), 3.17 (3H, s, OCH₃), 3.78 (3H, s, OCH₃), 4.62 (1H, d, J = 7.6 Hz, H-1''), 4.05 (1H, d, J = 7.6 Hz, H-2''), 4.13 (1H, d, J = 8.4 Hz, H-3''), 4.18 (1H, m, H-4''), 3.59 (1H, d, J = 5.6 Hz, H-5''); ¹³C NMR (100 MHz, C₅D₅N) δ: 134.2 (s, C-1), 114.6 (d, C-2), 147.1 (s, C-3), 146.2 (s, C-4), 116.6 (d, C-5), 122.7 (d, C-6), 45.6 (d, C-7), 47.5 (d, C-8), 64.5 (t, C-9), 128.3 (s, C-1'), 112.8 (d, C-2'), 148.6 (s, C-3'), 146.5 (s, C-4'), 118.0 (d, C-5'), 137.9 (s, C-6'), 33.8 (t, C-7'), 39.4 (t, C-8'), 68.8 (t, C-9'), 56.1 (q, OCH₃), 56.3 (q, OCH₃), 106.0 (d, C-1''), 75.1 (d, C-2''), 78.5 (d, C-3''), 71.2 (d, C-4''), 67.2 (d, C-5'')。以上数据与文献 (Takami 等, 1979) 一致。

化合物 4, C₂₆H₃₄O₁₃, 无定形粉末 (氯仿-甲醇), [α]_D²⁵ + 5.4° (c, 0.3, MeOH)。FAB-MS *m/z* (%): 521 ([M-1]⁻, 100), 359 ([M-glucopyranosyl]⁻, 12), 329 (5)。¹H NMR (400 MHz, C₅D₅N) δ: 7.57 (1H, s, H-2), 7.18 (1H, d, J = 8.4 Hz, H-2'), 7.33 (1H, d, J = 9.7 Hz, H-5), 6.91 (1H, d, J = 7.7 Hz, H-5'), 4.62 (2H, d, J = 11.0 Hz, H-7), 3.33 (1H, t, J = 13.4 Hz, H-7a'), 3.13 (1H, dd, J = 12.0, 4.0 Hz, H-7b'), 2.39 (1H, t, J = 10.4 Hz, H-8), 2.47 (1H, dd, J = 6.0, 4.6 Hz, H-8'), 4.51 (2H, dd, J = 5.2, 5.2 Hz, H-9), 3.64 (2H, d, J = 12.0 Hz, H-9'), 3.17 (3H, s, OCH₃), 3.69 (3H, s, OCH₃), 4.77 (1H, d, J = 7.7 Hz, H-1''), 4.10 (1H, d, J = 5.1 Hz, H-2'', H-6''), 3.73 (1H, d, J = 5.0 Hz, H-3'', H-5''), 4.16 (1H, d, J = 6.5 Hz, H-4''); ¹³C NMR (100 MHz, C₅D₅N) δ: 134.3s (C-1), 114.6 (d, C-2), 147.0 (s, C-3), 146.1 (s, C-4), 116.6 (d, C-5), 122.7 (d, C-6), 45.6 (d, C-7), 47.3 (d, C-8), 64.6 (t, C-9), 128.2s (C-1'), 112.8 (d, C-2'), 148.6 (s, C-3'), 146.4 (s, C-4'), 117.9 (d, C-5'), 137.9 (s, C-6'), 33.7 (t, C-7'), 39.2 (t, C-8'), 69.2 (t, C-9'), 56.0 (q, OCH₃), 56.2 (q, OCH₃), 105.9 (C-1''), 75.4 (C-2''), 78.6 (C-3''), 71.8 (C-4''), 78.3 (C-5''), 62.8 (C-6'')。以上数据与文献 (Lundgren 等, 1985) 一致。

化合物 5, C₂₆H₃₄O₁₂, 无定形粉末 (氯仿-甲醇), [α]_D²⁵ + 19.2° (c, 0.3, EtOH)。FAB-MS *m/z* (%): 521 ([M-1]⁻, 82)。¹H NMR (400 MHz, C₅D₅N) δ: 7.62 (1H, d, J = 1.6 Hz, H-2), 7.57 (1H, s, H-5), 7.37 (1H, d, J = 1.8 Hz, H-2', 5'), 4.96 (2H, d, J = 7.8 Hz, H-7), 3.25 (1H, d, J = 6.7 Hz, H-7a'), 3.11 (1H, d, J = 7.3 Hz, H-7b'), 2.73 (1H, t, J = 6.4 Hz, H-8), 2.80 (1H, d, J = 6.0, 4.6 Hz, H-8'), 4.25 (2H, d, J = 5.9 Hz, H-9), 3.62 (2H, d, J = 10.0 Hz, H-9'), 3.82 (3H, s, OCH₃), 3.65 (3H, s, OCH₃), 3.60 (3H, s, OCH₃), 4.96 (1H, d, J = 7.8 Hz, H-1''), 4.00 (1H, d, J

= 5.0 Hz, H-2''), 4.13 (1H, d, J = 8.4 Hz, H-3''), 4.26 (1H, t, J = 12.0 Hz, H-4''), (1H, d, J = 5.6 Hz, H-5''); ¹³C NMR (100 MHz, C₅D₅N) δ: 133.7 (s, C-1), 114.3 (d, C-2), 148.0 (s, C-3), 146.6 (s, C-4), 148.1 (s, C-5), 122.2 (d, C-6), 43.3 (d, C-7), 46.1 (d, C-8), 62.9 (t, C-9), 129.3 (s, C-1'), 111.0 (d, C-2'), 148.8 (s, C-3'), 146.6 (s, C-4'), 117.8 (d, C-5'), 136.3 (s, C-6'), 32.6 (t, C-7'), 36.0 (t, C-8'), 70.9 (t, C-9'), 56.0 (q, OCH₃), 56.4 (q, OCH₃), 105.0 (d, C-1''), 75.2 (d, C-2''), 78.7 (d, C-3''), 71.4 (d, C-4''), 70.9 (d, C-5'')。以上数据与文献 (Vecchiotti 等, 1979) 一致。

化合物 6, C₂₀H₄₈O₄, 无定形粉末 (石油醚-丙酮), [α]_D²⁵ + 5.2° (c, 0.3, MeOH)。EIMS *m/z* (%): 472 ([M]⁺, 5), 427 (30), 354 (17), 264 (10), 207 (20)。¹H NMR (400 MHz, CDCl₃) δ: 5.61 (1H, t, J = 3.6 Hz, H-12), 3.43 (1H, dd, J = 5.5, 10.6 Hz, H-3α), 1.59, 1.44, 1.23, 1.02, 0.90 (5 × 3H, Me-23, Me-24, Me-25, Me-26, Me-27), 1.11 (3H, d, J = 6.6 Hz, Me-29), 1.10 (3H, d, J = 6.6 Hz, Me-30)。以上数据与文献 (聂晶磊, 1996) 一致。

化合物 7, C₂₉H₅₀O, 无色针晶 (石油醚-乙酸乙酯)。EIMS *m/z* (%): 414 ([M]⁺, 10), 396 ([M-H₂O]⁺, 100), 382 (10), 303 (5), 273 (2), 255 (12), 213 (8), 175 (5), 161 (10), 95 (25), 81 (28)。¹H NMR (400 MHz, CDCl₃) δ: 3.52 (1H, m, H-3α), 5.35 (1H, br. d, J = 5.1 Hz, H-6), 0.68 (3H, s, Me-18), 0.93 (3H, s, Me-19), 0.83 (3H, d, J = 7.2 Hz, Me-21), 0.91 (3H, d, J = 6.6 Hz, Me-26), 0.81 (3H, d, J = 7.1 Hz, Me-27), 0.82 (3H, t, J = 7.6 Hz, Me-29)。以上数据与文献 (杨小生和郝小江, 1993) 一致。

化合物 8, C₃₅H₆₀O₆, 无定形粉末 (甲醇)。EIMS *m/z* (%): 414 ([M+1-Glc]⁺, 10), 396 ([414-H₂O]⁺, 100), 382 (10), 303 (5), 273 (2), 255 (12), 213 (8), 175 (5), 161 (10), 95 (25), 81 (28)。¹H NMR (400 MHz, CDCl₃) δ: 5.36 (1H, br. d, J = 5.1 Hz, H-6), 3.97 (1H, m, H-3α), 0.67 (3H, s, H-18), 0.93 (3H, s, H-19), 0.87 (3H, d, J = 7.2 Hz, H-21), 0.91 (3H, d, J = 8.2 Hz, H-26), 0.91 (3H, d, J = 8.2 Hz, H-27), 0.87 (3H, t, J = 7.6 Hz, H-29), 5.06 (1H, d, J = 7.6 Hz, H-1'), 4.05 (1H, t, J = 7.6 Hz, H-2'), 4.29 (1H, m, H-3', H-4'), 3.98 (1H, m, H-5'), 4.57 (1H, d, J = 11.9 Hz, H-6'a), 4.42 (1H, dd, J = 11.9, 4.9 Hz, H-6'b)。以上数据与文献 (杨小生和郝小江, 1993) 一致。

化合物 9, C₂₉H₆₀O, 无定形粉末 (石油醚-乙酸乙酯)。EIMS *m/z* (%): 424 ([M]⁺, 1), 423 ([M-1]⁺, 3), 406 ([M-H₂O]⁺, 50), 297 (C₂₀H₄₁O, 67), 278 (15), 157 (C₁₀H₂₁O, 75), 97 (90), 83 (100)。¹H NMR (400 MHz, CDCl₃) δ: 3.55 (s, 1H), 1.44-1.24 (m, 23H), 0.86 (t, J = 7.0 Hz, 6H)。¹³C NMR (100 MHz, CDCl₃): 71.7d, 37.1 (t, 2C), 31.7t, 29.1-29.5 (t, 20C), 25.7t, 22.4 (t, 2C), 14.1 (2C)。以上数据与文献 (Langer 等, 1996) 一致。

化合物 10, C₁₈H₃₄O₅, 无定形 (氯仿-甲醇)。EIMS *m/z* (%): 330 (M⁺, 2), 297 (15), 223 (5), 212 (50), 194 (100), 113 (4), 99 (12), 85 (23), 71 (5), 57 (24)。¹H NMR (400 MHz, CDCl₃) δ: 5.68 (2H, m, CH=CH), 3.89, 3.77, 3.22 (m, CH), 1.33, 1.58 (m, 2CH₂), 0.92 (3H, m, CH₃)。¹³C NMR (100 MHz, CDCl₃) δ: 177.9 (s, C-1), 136.6 (d, C-7), 131.1 (d, C-8), 76.5 (d, C-10), 75.8 (d, C-9), 73.0 (d, C-6), 38.4 (t, C-5), 35.1 (t, C-2), 23.6-33.6 (t, C-11-C-17), 14.0 (C-18)。以上数据与文献 (张卫东等, 1995) 一致。

致谢 波谱数据由中国科学院昆明植物研究所植物化学研究室仪器组测定。

〔参 考 文 献〕

- 中国科学院植物研究所编, 1970. 中国植物志, 第 36 卷 [M]. 北京: 科学出版社
- 云南省药材公司编, 1993. 云南中药资源名录 [M]. 北京: 科学出版社
- 张卫东, 肖凯, 杨根全等, 1995. 中药三棱中的新化合物三棱酸 [J]. 中草药, **26** (3): 125—126
- 聂晶磊, 1996. 粉花绣线菊二萜生物碱与二萜的研究 [D]. 昆明: 中国科学院昆明植物研究所硕士研究生毕业论文
- 野出学, 富士薰, 郝小江等, 1989. 粉花绣线菊中的抗炎二萜 [P]. *Jpn. Tokyo Koho* JP03 86, 824 [91 86, 824] (cl. A61K31/435)
- Frolova VI, Ban 'kovskii AI, Kuzovkov AD, *et al*, 1964. Alkaloids of *Spiraea japonica* [J]. *Med Prom SSSR*, **18**: 19—21
- Hao XJ (郝小江), Nie JL (聂晶磊), Sun H (孙航), *et al*, 1997. The chemotaxonomy of *Spiraea japonica* complex [J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), **19** (3): 297—303
- Langer F, Schwink L, Devasagayaraj A, *et al*, 1996. Preparation of functionalized dialkylzincs via a boron-zinc exchange [J]. *J Org Chem*, **61**: 8229—8243
- Li L, Nie JL, Shen ZQ, *et al*, 2001. Neuroprotective effects in cerebils of spiramine T from *Spiraea japonica* var. *acuta* [J]. *Planta Medica*, **67**: 142—145
- Lundgren LN, Shen ZB, Theander O, *et al*, 1985. The constituents of conifer needles. dilignol glycosides from *Pinus massoniana* Lamb. [J]. *Acta Chemica Scandinavica B*, **39**: 241—248
- Nawwar MAM, Buddrus J, Brauer H, 1982. Dimmer phenolic constituents from the roots of *Tamarix nilotica* [J]. *Phytochemistry*, **21**: 1755—1758
- Sugiyama M, Nagayama E, Kikuchi M, 1993. Lignan and phenylpropanoid glycosides from *Osmanthus asiaticus* [J]. *Phytochemistry*, **33**: 1215—1219
- Takani M, Ohya K, Takahashi K, 1979. Studies on constituents of medicinal plants. XXII. constituents of *Schizandra nigra* Max. (4) [J]. *Chem Pharm Bull*, **27**: 1422—1425
- Vecchiotti V, Ferrari G, Orsini F, *et al*, 1979. Alkaloid and ligand constituents of *Cinnamosa madagascariensis* [J]. *Phytochemistry*, **18**: 1847—1849
- Yang XS (杨小生), Hao XJ (郝小江), 1993. The diterpenoid alkaloids from *Spiraea japonica* var. *glabra* [J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), **15** (4): 421—423
- Zuo GY, He HP, Hong X, *et al*, 2001. New spiramines from *Spiraea japonica* var. *ovalifolia* [J]. *Heterocycles*, **54**: 487—493