

广西特色药材退黄藤化学成分的分离与鉴定

黄建猷^{1,2}, 卢文杰^{1,2*}, 谭晓¹, 陆国寿^{1,2}, 黄周锋^{1,2}

(1. 广西中医药研究院, 南宁 530022; 2. 广西中药质量标准研究重点实验室, 南宁 530022)

[摘要] 目的:研究广西特色药材退黄藤的化学成分。方法:采用硅胶柱色谱、重结晶等方法分离和纯化,并通过 EI-MS 及 NMR 等波谱学方法对其化学成分进行了结构鉴定。结果:从退黄藤中共分离得到 13 个化合物,分别为 β -谷甾醇棕榈酸酯(1),维生素 E(2),二十四烷酸(3),蒲公英赛醇(4),豆甾-4-烯-3,6-二酮(5),十七烷酸(6),二十六烷酸甘油酯(7),豆甾-4-烯-6 β -醇-3-酮(8),二十七烷酸甘油酯(9),没食子酸乙酯(10),东莨菪内酯(11),3,3',4'-三甲氧基鞣花酸(12),没食子酸(13)。结论:化合物 1~13 均为首次在该植物中分离得到。

[关键词] 退黄藤; β -谷甾醇棕榈酸酯; 维生素 E; 二十四烷酸

[中图分类号] R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2016)16-0049-04

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2016160049

Chemical Constituents of Guangxi Characteristic Medicine *Pegia sarmentosa*

HUANG Jian-you^{1,2}, LU Wen-jie^{1,2*}, TAN Xiao¹, LU Guo-shou^{1,2}, HUANG Zhou-feng^{1,2}

(1. Guangxi Institute of Traditional Medical and Pharmaceutical Sciences, Nanning 530022, China;

2. Guangxi Key Laboratory of Traditional Chinese Medicine Quality Standards, Nanning 530022, China)

[Abstract] **Objective:** To study chemical constituents of Guangxi characteristic medicine *Pegia sarmentosa*. **Method:** The silica column chromatography and recrystallization were used to isolate and purify chemical constituents of *P. sarmentosa*. **Result:** Thirteen compounds were isolated and identified as β -sitosterol palmitate (1), vitamin E (2), tetracosanoic acid (3), taraxerol (4), stigmast-4-ene-3, 6-dione (5), heptadecanoic acid (6), glyceryl hexacosanoate (7), stigmast-4-en-6 β -ol-3-one (8), glyceryl heptacosanoate (9), ethyl gallate (10), scopoletin (11), 3, 3', 4'-tri-*O*-methylgallate (12), gallic acid (13). **Conclusion:** Compounds 1-13 were isolated from this plant for the first time.

[Key words] *Pegia sarmentosa*; β -sitosterol palmitate; vitamin E; tetracosanoic acid

退黄藤民间称其为泌脂藤、大飞天蜈蚣、肥力漆、红根叶、追风藤,分布于广西、广东、云南、贵州等地。其味酸,性平。具有解毒消肿、清热利湿的功效。主要用于治疗湿热黄疸,风湿热痹,痈疮,湿疹,毒蛇咬伤^[1]。退黄藤的化学成分研究在国内外尚未见有报道。因此,为了进一步开发和利用广西特色药材退黄藤的药用植物资源,并为其药效提供化学物质基础,本研究采用硅胶柱色谱及重结晶等方法,从退黄藤中提取并分离得到了 13 个化学成分。

其化学成分通过 EI-MS 及 NMR 等波谱学方法分别鉴定为 β -谷甾醇棕榈酸酯(β -sitosterol palmitate, 1), 维生素 E (vitamin E, 2), 二十四烷酸(tetracosanoic acid, 3), 蒲公英赛醇(taraxerol, 4), 豆甾-4-烯-3,6-二酮(stigmast-4-ene-3, 6-dione, 5), 十七烷酸(heptadecanoic acid, 6), 二十六烷酸甘油酯(glyceryl hexacosanoate, 7), 豆甾-4-烯-6 β -醇-3-酮(stigmast-4-en-6 β -ol-3-one, 8), 二十七烷酸甘油酯(glyceryl heptacosanoate, 9), 没食子酸乙酯(ethyl gallate, 10),

[收稿日期] 20150720(003)

[基金项目] 广西中药质量标准研究重点实验室系统性研究课题(桂中重系 201307)

[第一作者] 黄建猷,助理研究员,从事天然产物化学成分研究,Tel:0771-5868986,E-mail:dearhuangjianyou@126.com

[通讯作者] *卢文杰,主任药师,从事天然产物化学成分研究,Tel:0771-5868986,E-mail:luwenjie0771@163.com

东莨菪内酯(scopoletin, **11**), 3,3',4'-三甲氧基鞣花酸(3,3',4'-tri-*O*-methylelagic acid, **12**), 没食子酸(gallic acid, **13**)。

1 材料

AEL-200 型电子天平(日本岛津), ZDM-83-1 型电热熔点仪(江苏科教玻璃仪器厂), HH-S2 型数显恒温水浴锅(金坛市医疗仪器厂), 5973 型质谱仪(美国 Agilent Technologies 公司), DRX 500 MHz 核磁共振仪(瑞士布鲁克公司), 柱色谱及薄层色谱硅胶(青岛海洋化工厂, 100~200 目), 乙酸乙酯, 石油醚(60~90 °C), 甲醇, 三氯甲烷等均为国产分析纯。

退黄藤药材采于广西田林县, 由广西中医药研究院何开家主任药师鉴定为漆树科植物利黄藤 *Pegia sarmentosa* 的茎、叶。

2 提取与分离

取退黄藤药材粗粉 13.5 kg, 用 3 倍量 95% 乙醇加热回流提取 3 次, 每次 2 h, 滤过, 合并滤液, 减压回收乙醇得浸膏 3 540 g, 加水使其混悬, 依次用石油醚、乙酸乙酯萃取, 分别得石油醚部位浸膏 435 g, 乙酸乙酯部位浸膏 237 g。

将石油醚部位浸膏经硅胶柱色谱分离, 用石油醚-乙酸乙酯(100:0, 95:5, 90:10, 80:20, 70:30) 进行梯度洗脱, TLC 检测, 合并成分相近部位, 分别得到 Fr. 1~Fr. 7。Fr. 2 经反复硅胶柱色谱分离纯化得化合物 **1**(17 mg), 化合物 **2**(35 mg), 化合物 **3**(1.7 g); Fr. 3 经反复硅胶柱色谱分离纯化得化合物 **4**(95 mg), 化合物 **5**(63 mg); Fr. 5 经反复硅胶柱色谱分离纯化得化合物 **6**(18 mg), 化合物 **7**(21 mg); Fr. 6 经反复硅胶柱色谱分离纯化得化合物 **8**(35 mg); Fr. 7 经反复硅胶柱色谱分离纯化得化合物 **9**(52 mg)。将乙酯乙酯部位浸膏经硅胶柱色谱分离, 用石油醚-乙酸乙酯(70:30, 60:40, 50:50, 0:100) 进行梯度洗脱, TLC 检测, 合并成分相近部位, 分别得到 Fr. 8~Fr. 13。Fr. 8 经反复硅胶柱色谱分离纯化得化合物 **10**(45 mg); Fr. 9 经反复硅胶柱色谱分离纯化得化合物 **11**(40 mg), 化合物 **12**(12 mg); Fr. 10 经反复硅胶柱色谱分离纯化得化合物 **13**(35 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1** 白色粉末状固体(乙酸乙酯); mp 87~89 °C, EI-MS m/z 652 [M]⁺, 396, 382, 257, 213, 147。¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃) δ: 5.32 (1H, d, $J=4.6$ Hz, H-6), 4.62 (1H, m, H-3), 1.30~1.20 (50H, m, 25 × -CH₂), 1.03 (3H, s, -CH₃),

0.82~0.90 (15H, m, 5 × -CH₃), 0.65 (3H, s, -CH₃); ¹³C-NMR (125 MHz, CDCl₃) δ: 36.6 (C-1), 27.7 (C-2), 73.5 (C-3), 38.0 (C-4), 140.0 (C-5), 122.2 (C-6), 31.8 (C-7), 32.0 (C-8), 50.13 (C-9), 36.4 (C-10), 20.9 (C-11), 40.0 (C-12), 42.0 (C-13), 56.5 (C-14), 24.0 (C-15), 28.0 (C-16), 56.3 (C-17), 12.0 (C-18), 19.5 (C-19), 36.0 (C-20), 18.9 (C-21), 33.8 (C-22), 26.4 (C-23), 45.5 (C-24), 29.0 (C-25), 19.7 (C-26), 19.1 (C-27), 23.0 (C-28), 12.1 (C-29), 174.1 (C-1'), 34.5 (C-2'), 25.0 (C-3'), 29.5~29.8 (C-4'~C-13'), 32.0 (C-14'), 22.5 (C-15'), 14.0 (C-16')。以上数据与文献[2]一致, 鉴定为 β-谷甾醇棕榈酸酯(β-sitosterol palmitate)。

化合物 **2** 黄色油状液体(乙酸乙酯), EI-MS m/z 430 [M]⁺。¹H-NMR (500 MHz, dimethyl sulfoxide-*d*₆) δ: 2.60 (2H, t, $J=6.5$ Hz, H-4), 2.13 (3H, s, H-10), 2.10 (6H, s, H-5α, 7α-CH₃), 1.75 (2H, t, $J=6.5$ Hz, H-3); ¹³C-NMR (125 MHz, dimethyl sulfoxide-*d*₆) δ: 74.4 (C-2), 23.9 (C-2a), 31.6 (C-3), 20.6 (C-4), 117.0 (C-4a), 118.0 (C-5), 11.5 (C-5a, 8b), 145.0 (C-6), 120.5 (C-7), 12.2 (C-7a), 122.0 (C-8), 145.4 (C-8a), 39.5 (C-1'), 24.7 (C-2', 10'), 37.7 (C-3', 5', 7', 9'), 20.9 (C-6'), 32.5 (C-4', 8'), 39.3 (C-11'), 28.0 (C-12'), 22.6 (C-3'a, 12'a), 19.8 (C-4'a, 8'a)。以上数据与文献[3]一致, 鉴定为 α-生育酚(α-tocopherol)。

化合物 **3** 白色粉末状固体(乙酸乙酯); mp 86~88 °C; EI-MS m/z 368 [M]⁺, 340, 312, 284, 256, 241, 213, 199, 185, 171, 157, 143, 129, 115, 97, 85, 73, 43; ¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃) δ: 2.32 (2H, t, $J=7.6$ Hz, H-2), 1.62 (2H, m, H-3), 1.24 (40H, m, 20 × -CH₂), 0.86 (3H, s, H-24)。以上数据与文献[4]一致, 鉴定为二十四烷酸(tetracosanoic acid)。

化合物 **4** 无色粒状结晶(石油醚-乙酸乙酯); mp >250 °C, EI-MS m/z 426 [M]⁺。¹H-NMR (500 MHz, Pyridine-*d*₆) δ: 5.59 (1H, dd, $J=7.9, 2.7$ Hz, H-15), 3.39 (1H, dd, $J=10.8, 5.2$ Hz, H-3), 2.00 (2H, dd, $J=21.8, 13.7$ Hz, H-16), 1.20 (3H, s, H-26), 1.10 (3H, s, H-23), 1.03 (3H, s, H-28), 0.99 (3H, s, H-25), 0.97 (3H, s, H-27), 0.96 (3H, s, H-30), 0.93 (3H, s, H-29), 0.88 (3H, s, H-24); ¹³C-

NMR (125 MHz, Pyridine- d_6) δ : 38.2 (C-1), 28.0 (C-2), 78.1 (C-3), 39.4 (C-4), 55.9 (C-5), 19.2 (C-6), 35.3 (C-7), 39.3 (C-8), 49.0 (C-9), 37.9 (C-10), 17.8 (C-11), 36.0 (C-12), 37.8 (C-13), 158.4 (C-14), 117.1 (C-15), 36.9 (C-16), 38.3 (C-17), 49.5 (C-18), 41.6 (C-19), 29.0 (C-20), 34.0 (C-21), 33.4 (C-22), 28.7 (C-23), 15.7 (C-24), 16.5 (C-25), 30.1 (C-26), 26.2 (C-27), 30.1 (C-28), 33.4 (C-29), 21.5 (C-30)。以上数据与文献[5]一致, 鉴定为蒲公英赛醇(taraxerol)。

化合物5 黄色片状结晶(石油醚-乙酸乙酯); mp >250 °C, EI-MS m/z 426 [M]⁺。¹H-NMR (500 MHz, dimethyl sulfoxide- d_6) δ : 5.89 (1H, s, H-4), 1.10 (3H, s, H-19), 0.91 (3H, d, $J = 6.5$ Hz, H-21), 0.82 (3H, d, $J = 7.7$ Hz, H-29), 0.81 (3H, s, H-26), 0.79 (3H, d, $J = 6.8$ Hz, H-27), 0.68 (3H, s, H-18); ¹³C-NMR (125 MHz, dimethyl sulfoxide- d_6) δ : 34.8 (C-1), 33.3 (C-2), 199.2 (C-3), 124.5 (C-4), 161.1 (C-5), 201.9 (C-6), 45.1 (C-7), 33.4 (C-8), 55.7 (C-9), 39.9 (C-10), 19.8 (C-11), 42.1 (C-12), 46.0 (C-13), 49.6 (C-14), 23.5 (C-15), 28.7 (C-16), 55.2 (C-17), 11.7 (C-18), 17.0 (C-19), 33.6 (C-20), 18.6 (C-21), 35.4 (C-22), 22.6 (C-23), 38.7 (C-24), 27.7 (C-25), 20.4 (C-26), 19.0 (C-27), 25.4 (C-28), 11.8 (C-29)。以上数据与文献[6]一致, 鉴定为豆甾-4-烯-3,6-二酮(stigmast-4-ene-3,6-dione)。

化合物6 白色粉末状结晶(乙酸乙酯); mp 58 ~ 59 °C, EI-MS m/z 270 [M]⁺。¹H-NMR (500 MHz, dimethyl sulfoxide- d_6) δ : 2.17 (2H, t, $J = 7.1$ Hz, H-2), 1.47 (2H, m, H-3), 1.25 (26H, m, H-4 ~ H-16), 0.85 (3H, t, $J = 7.1$ Hz, H-17); ¹³C-NMR (125 MHz, dimethyl sulfoxide- d_6) δ : 174.5 (C-1), 33.7 (C-2), 31.4 (C-3), 29.1 (C-4 ~ C-10), 28.9 (C-11), 28.8 (C-12), 28.7 (C-13), 28.6 (C-14), 24.5 (C-15), 22.2 (C-16), 14.0 (C-17)。以上数据与文献[7]一致, 鉴定为十七烷酸(heptadecanoic acid)。

化合物7 白色粉末状结晶(石油醚-乙酸乙酯); mp 79 ~ 80 °C, EI-MS m/z 470 [M]⁺;¹H-NMR (500 MHz, Pyridine- d_6) δ : 4.58 (1H, dd, $J = 11.8, 6.9$ Hz, H-1'a), 4.55 ~ 4.49 (1H, m, H-1'b), 4.47 (1H, dt, $J = 10.6, 5.4$ Hz, H-2'), 4.06 (2H, t, $J = 5.4$ Hz, H-3'), 2.46 ~ 2.34 (2H, m, H-2), 1.66

(2H, m, H-3), 1.36 ~ 1.15 (44H, m, H₄ ~ H₂₅), 0.84 (3H, t, $J = 7.0$ Hz, H-26); ¹³C-NMR (125 MHz, Pyridine- d_6) δ : 73.2 (C-1'), 67.5 (C-2'), 66.0 (C-3'), 173.6 (C-1), 34.6 (C-2), 34.3 (C-3), 32.1 (C-4), 30.0 ~ 29.6 (C-5 ~ C-21), 29.4 (C-22), 25.4 (C-23), 25.3 (C-24), 22.9 (C-25), 14.3 (C-26)。以上数据与文献[8-9]进行对照, 同时由质谱中长碳链信号(M-14)峰及核磁中H的个数可以确定该化合物为二十六烷酸甘油酯(glyceryl hexacosanoate)。

化合物8 无色片状结晶(三氯甲烷-甲醇); mp 205 ~ 209 °C, EI-MS m/z 428 [M]⁺。¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃) δ : 5.80 (1H, s, H-4), 4.34 (1H, s, H-6), 1.36 (3H, s, H-19), 0.91 (3H, d, $J = 6.5$ Hz, H-21), 0.84 (3H, d, $J = 7.6$ Hz, H-29), 0.81 (3H, d, $J = 7.6$ Hz, H-26), 0.79 (3H, d, $J = 7.6$ Hz, H-27), 0.73 (3H, s, H-18); ¹³C-NMR (125 MHz, CDCl₃) δ : 37.0 (C-1), 34.2 (C-2), 200.6 (C-3), 126.2 (C-4), 168.8 (C-5), 73.1 (C-6), 38.5 (C-7), 29.7 (C-8), 53.6 (C-9), 38.0 (C-10), 20.9 (C-11), 39.5 (C-12), 42.4 (C-13), 55.8 (C-14), 24.1 (C-15), 28.2 (C-16), 56.0 (C-17), 11.9 (C-18), 19.5 (C-19), 36.1 (C-20), 18.7 (C-21), 33.8 (C-22), 26.0 (C-23), 45.8 (C-24), 29.1 (C-25), 19.8 (C-26), 19.0 (C-27), 23.0 (C-28), 12.0 (C-29)。以上数据与文献[10]一致, 鉴定为豆甾-4-烯-6 β -醇-3-酮(stigmast-4-en-6 β -ol-3-one)。

化合物9 白色粉末状结晶(三氯甲烷-甲醇); mp 88 ~ 89 °C, EI-MS m/z 484 [M]⁺。¹H-NMR (500 MHz, Pyridine- d_6) δ : 4.71 (2H, ddd, $J = 17.4, 11.0, 5.5$ Hz, H-1'), 4.47 (1H, p, $J = 5.5$ Hz, H-2'), 4.15 (2H, d, $J = 5.5$ Hz, H-3'), 2.37 (2H, t, $J = 7.5$ Hz, H-2), 1.71 ~ 1.59 (2H, m, H-3), 1.27 (41H, m, H-4 ~ H-26), 0.88 (3H, t, $J = 6.6$ Hz, -CH₃); ¹³C-NMR (125 MHz, Pyridine- d_6) δ : 70.9 (C-1'), 66.8 (C-2'), 64.3 (C-3'), 173.8 (C-1), 34.4 (C-2), 32.2 (C-3), 30.0 ~ 29.9 (C-4 ~ C-20), 29.8 (C-21), 29.6 (C-22), 29.6 (C-23), 29.4 (C-24), 25.3 (C-25), 23.0 (C-26), 14.3 (C-27)。以上NMR数据与化合物10中的NMR数据对照, 可以看出化合物12与化合物10为同系物, 同时从质谱中可以看出化合物12比化合物10多出一个CH₂, 且由核磁中H的个数可以确定化合物12为二十七烷酸甘油酯(glyceryl heptacosanoate)。

化合物10 无色针状结晶(三氯甲烷-甲醇);

mp 148 ~ 151 °C, EI-MS m/z 198 [M]⁺. ¹H-NMR (500 MHz, methanol-*d*₄) δ: 7.04 (2H, s, H-2, H-6), 4.26 (2H, q, *J* = 7.1 Hz, H-8), 1.33 (3H, t, *J* = 7.1 Hz, H-9); ¹³C-NMR (125 MHz, methanol-*d*₄) δ: 121.7 (C-1), 110.0 (C-2, 6), 146.5 (C-3, 5), 139.7 (C-4), 168.6 (C-7), 61.7 (C-8), 14.6 (C-9)。以上数据与文献[11]一致, 鉴定为没食子酸乙酯 (ethyl gallate)。

化合物 11 黄色针状结晶 (三氯甲烷); mp 202 ~ 204 °C, EI-MS m/z 192 [M]⁺. ¹H-NMR (500 MHz, methanol-*d*₄) δ: 7.85 (1H, d, *J* = 9.4 Hz, H-4), 7.11 (1H, s, H-8), 6.77 (1H, s, H-5), 6.20 (1H, d, *J* = 9.4 Hz, H-3), 4.91 (1H, s, 羟基上的 H), 3.91 (3H, s, H-11); ¹³C-NMR (125 MHz, methanol-*d*₄) δ: 164.1 (C-2), 112.6 (C-3), 146.1 (C-4), 109.9 (C-5), 147.1 (C-6), 152.9 (C-7), 103.9 (C-8), 151.4 (C-9), 112.5 (C-10), 56.8 (C-11)。以上数据与文献[12]一致, 鉴定为东莨菪内酯 (scopoletin)。

化合物 12 黄色粉末 (三氯甲烷-甲醇); mp > 250 °C, EI-MS m/z 344 [M]⁺. ¹H-NMR (500 MHz, dimethyl sulfoxide-*d*₆) δ: 7.60 (1H, s, H-5'), 7.52 (1H, s, H-5), 4.04 (3H, s, H-3'), 4.03 (3H, s, H-3), 3.99 (3H, s, H-4'); ¹³C-NMR (125 MHz, dimethyl sulfoxide-*d*₆) δ: 111.1 (C-1), 141.0 (C-2), 140.2 (C-3), 152.8 (C-4), 111.7 (C-5), 112.0 (C-6), 158.4 (C-7), 112.6 (C-1'), 141.5 (C-2'), 140.8 (C-3'), 153.8 (C-4'), 107.5 (C-5'), 113.4 (C-6'), 158.6 (C-7'), 61.3 (C-3'-OCH₃), 61.0 (C-3-OCH₃), 56.7 (C-4'-OCH₃)。以上数据与文献[13]一致, 鉴定为 3, 3', 4'-三甲氧基鞣花酸 (3, 3', 4'-tri-*O*-methylelagic acid)。

化合物 13 白色针状结晶 (甲醇); mp 237 ~ 239 °C, EI-MS m/z 170 [M]⁺. ¹H-NMR (500 MHz, methanol-*d*₄) δ: 7.06 (2H, s, H-2, H-6)。 ¹³C-NMR

(125 MHz, methanol-*d*₄) δ: 121.9 (C-1), 110.3 (C-2), 146.4 (C-3), 139.6 (C-4), 170.4 (C-7)。以上数据与文献[14]一致, 鉴定为没食子酸 (gallic acid)。

[参考文献]

[1] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草. 第五册[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1999:81.
[2] 袁涛, 华会明, 裴月湖. 三棱的化学成分研究(I)[J]. 中草药, 2005, 36(11):1607-1610.
[3] 程凡, 周媛, 邹坤, 等. 木果楝果实的化学成分研究[J]. 中药材, 2009, 32(8):1220-1223.
[4] 钟林静, 林小燕, 黄明玉, 等. 大头艾纳香化学成分的研究[J]. 天然产物研究与开发, 2012, 24(9):1206-1209.
[5] 唐霆, 纳智, 许又凯. 皮孔葱臭木化学成分的研究[J]. 中草药, 2012, 43(1):38-42.
[6] 杨岚, 赵玉英, 屠呦呦. 荚果蕨贯众化学成分的研究[J]. 中国中药杂志, 2003, 28(3):278-279.
[7] 孙东东, 李祥, 陈建伟, 等. 板蓝根化学成分的研究(I)[J]. 华西药学杂志, 2007, 22(5):487-488.
[8] 胡旺云, 罗士德, 蔡建勋. 大果油麻藤化学成分研究[J]. 中草药, 1994, 25(2):59-63.
[9] 包磊, 邓安璐, 李志宏. 姜的化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2010, 35(5):598-601.
[10] 吴少华, 沈月毛, 陈有为, 等. 滑桃树茎皮的化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2008, 33(13):1566-1568.
[11] 张晓丹, 刘向前, 李丽丽. 黄水枝化学成分研究[J]. 中草药, 2009, 40(12):1886-1888.
[12] 夏郭平, 冯煦, 陈雨, 等. 北美盐角草 (*Salicornia bigelovii* Torr.) 化学成分的研究[J]. 天然产物研究与开发, 2010, 22(6):1012-1014.
[13] Ye G, Peng H, Fan M S, et al. Ellagic acid derivatives from the stem bark of *Dipent-odon sinicus* [J]. Chem Nat Compounds, 2007, 43(2):125-127.
[14] 范妙璇, 王宏洁, 李晓明, 等. 小承气汤化学成分研究及挥发油成分分析[J]. 中国中药杂志, 2008, 33(9):1027-1031.

[责任编辑 顾雪竹]