

青皮竹 *Bambusa textilis* McClure 竹叶化学成分研究

许周典^{1,2}, 孙 焜², 王 进², 汤 锋^{2*}, 岳永德²

(1. 安徽农业大学资源与环境学院, 合肥 230036; 2. 国际竹藤中心竹藤科学与技术重点实验室, 北京 100102)

摘 要: 采用大孔吸附树脂柱色谱、聚酰胺、Sephadex LH-20 柱色谱、高压制备色谱等方法从青皮竹竹叶提取物中分离得到 12 个化合物, 经理化常数测定和波谱学方法分析, 鉴定为对羟基苯甲醛(*p*-Hydroxybenzaldehyde, 1)、荭草苷(Orientin, 2)、异荭草苷(Isoorientin, 3)、牡荆苷(Vitexin, 4)、异牡荆苷(Isovitexin, 5)、苜蓿素(Tricin, 6)、对香豆酸(*p*-Coumaric acid, 7)、异牡荆苷-2''-鼠李糖苷(Isovitexin-2''-rhamnoside, 8)、异牡荆苷-2''-木糖苷(Isovitexin-2''-xylopyranoside, 9)、芹菜素-6-C-波伊文糖-7-O-葡萄糖苷(Apigenin-6-C-boivinoside-7-O-glucopyranose, 10)、芹菜素-7-O-葡萄糖苷(Apigenin-7-O-glucopyranoside, 11) 及苜蓿素-4'-O-葡萄糖苷(Tricin-4'-O-glucopyranose, 12), 其中化合物 8、9、10、11、12 为首次从该植物中分离获得。本研究结果为青皮竹竹叶的综合利用提供了理论依据, 对竹类植物中天然产物的开发利用具有指导意义。

关键词: 竹叶; 青皮竹; 化学成分; 结构鉴定

中图分类号: S795

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X(2013)06-1013-05

Chemical constituents from the leaves of *Bambusa textilis* McClure

XU Zhou-dian^{1,2}, SUN Jia², WANG Jin², TANG Feng², YUE Yong-de²

(1. School of Resources and Environment, Anhui Agricultural University, Hefei 230036;

2. Key Lab of Bamboo and Rattan Science and Technology, International Center for Bamboo and Rattan, Beijing 100102)

Abstract: To study the chemical constituents of the extracts from the leaves of *Bambusa textilis* McClure, the extracts were isolated by column chromatography on macroporous resin (AB-8), Polyamide, Sephadex LH-20, Prep HPLC, and their structures were elucidated by the analysis of spectral data and physiochemical properties. Twelve compounds were identified as *p*-Hydroxybenzaldehyde, Orientin, Isoorientin, Vitexin, Isovitexin, Tricin, *p*-Coumaric acid, Isovitexin-2''-rhamnoside, Isovitexin-2''-xylopyranoside, Apigenin-6-C-boivinoside-7-O-glucopyranose, Apigenin-7-O-glucopyranoside, and Tricin-4'-O-glucopyranose. Compounds 8, 9, 10, 11 and 12 are isolated from *Bambusa textilis* McClure for the first time. The results not only provide a theoretical basis for the utilization of natural product from bamboo plants, but also have guiding significance for comprehensive utilization of bamboo leaves.

Key words: bamboo leaves; *Bambusa textilis* McClure; chemical constituents; structural identification

青皮竹(*Bambusa textilis* McClure)属竹亚科(*Bambusoideae*)籐竹属(*Bambusa*)的一种植物, 适生于温暖湿润的气候环境中, 主产于广东, 浙江、江西有引种。近年来, 国内外学者对竹叶提取物的抗菌活性、抗氧化活性以及化感作用等进行了广泛的研究^[1-3]。操海群等^[4-6]研究发现, 青皮竹竹叶提取物对玉米象的种群形成有很好的抑制和驱避作用, 对蚜虫有显著的拒食和触杀活性, 对棉铃虫和菜青

虫有良好的拒食活性。汤锋(2009)研究发现青皮竹竹叶提取物具有很好的抗真菌和化感活性^[7]。王进等^[8-9]从青皮竹竹叶的水煎液中分离得到木犀草素-6-C-葡萄糖木糖苷、木犀草素-6-C-葡萄糖鼠李糖苷、异荭草苷、荭草苷、反式对香豆酸、顺式对香豆酸、香豆素、牡荆苷、芹菜素-8-C-葡萄糖鼠李糖苷等 10 种化合物。为进一步研究青皮竹竹叶中的次生代谢产物, 本文采用现代植物化学分离、结构鉴

收稿日期: 2013-05-14

基金项目: 引进国际先进林业科学技术项目(2009-4-61)和国家科技支撑计划项目(2012BAD23B03)共同资助。

作者简介: 许周典, 男, 硕士研究生。

* 通信作者: 汤 锋, 男, 博士, 教授, 博士生导师。E-mail: fengtang@icbr.ac.cn

定技术,研究了青皮竹竹叶主要化学成分,为发现其生物活性成分提供依据。

1 材料与方法

1.1 仪器与试剂

Bruker AVANCE 300 型、Bruker AVANCEIII 400 型、Bruker AVANCEIII 500 型和 Varian VNS 600 型核磁共振仪(德国 Bruker 公司),TMS 为内标; Waters 2695 高效液相色谱仪(美国 Waters 公司);液质联用高分辨质谱仪,6540 UHD Accurate-Mass Q-TOF LC-MS(美国 Agilent 公司);Pall 超纯水制备仪(美国 Pall 公司);高压制备液相色谱仪,GX-281(美国 Gilson 公司)。

AB-8 大孔树脂(安徽三星树脂科技有限公司);硅胶 GF₂₅₄ 高效薄层板(青岛海洋化工厂);葡聚糖凝胶, Sephadex LH-20(瑞士 Pharmacia 公司);色谱甲醇、乙腈(美国, Fisher 公司);其他试剂均为分析纯。青皮竹竹叶于 2011 年 9 月采集于江西省林科院竹种园,经江西林科院彭九生研究员鉴定,阴干后称量得到 7.8 kg。

1.2 提取、分离与鉴定

取青皮竹叶 7.8 kg,自然阴干后剪碎,用 95% 乙醇按料液比 1:10 浸泡,置于密封提取罐中在 80 °C 下提取 4 h,减压浓缩提取液,待近干时收集,重复提取 2 次。合并 2 次收集的近干液,60 °C 下减压浓缩得竹叶提取物浸膏 385 g。将浸膏用水悬浮后,上样于 AB-8 大孔树脂柱,依次用 3 倍柱体积的水、水-无水乙醇(4:1, 3:2, 2:3, 1:4)梯度洗脱,浓缩洗脱液并分别称量得到 5 个浸膏组分(浸膏组分简称为 QP.1-5)。浸膏组分用 Sephadex LH-20 柱层析、GX-281 高压制备 HPLC 系统、Sepacore 中低压制备 LC 系统,水、甲醇、乙醇、乙腈等反复洗脱纯化。由 QP.1 分得化合物 9(123.5 mg);由 QP.3 分得化合物 2(76.8 mg)、3(46.5 mg)、4(4.3 mg)、5(16.7 mg);QP.4 分得化合物 1(6.7 mg)、7(5.2 mg)、8(30.6 mg)、10(11.3 mg)、11(4.3 mg)、12(11.0 mg);QP.5 分离得到化合物 6(4.1 mg)。分离得到的单体化合物经高效液相色谱、高分辨质谱仪、核磁共振仪分析,综合波谱学分析,鉴定其结构。取分离得到的化合物若干,分别加入实验室常用溶剂,观察其溶解情况。

2 结果与分析

化合物 1:黄色粉末,不溶于氯仿和乙酸乙酯,微溶于甲醇和水。紫外光谱最大吸收为 285.0 nm。¹H-NMR (300 MHz, DMSO-d₆): δ9.66 (¹H, s, CHO),

δ7.65 (2H, d, *J*=7.8 Hz, H-2, 6), δ6.81 (2H, d, *J*=7.8 Hz, H-3, 5), 鉴定为对羟基苯甲醛,以上数据与文献[10]报道的对羟基苯甲醛基本一致。

化合物 2:黄色粉末,微溶于甲醇。紫外光谱最大吸收为 270.1 nm, 351.0 nm。经 TLC 分析,与荳草苷对照品的薄层 *R_f* 值一致,且 HPLC 色谱图保留时间和荳草苷对照品保留时间一致。¹H-NMR 和 ¹³C-NMR 数据与文献[11]中对照,数据基本一致,故鉴定该化合物为荳草苷。

化合物 3:黄色粉末,不溶于氯仿和乙酸乙酯,易溶于甲醇和水。紫外光谱最大吸收为 270.1 nm 和 351.0 nm。经 TLC 分析,与异荳草苷对照品的薄层 *R_f* 值一致,且 HPLC 色谱图保留时间和异荳草苷对照品保留时间一致。¹H-NMR 和 ¹³C-NMR 数据与文献[12]中对照,数据基本一致,故鉴定该化合物为异荳草苷。

化合物 4:黄色粉末,不溶于氯仿和乙酸乙酯,溶于甲醇和水。紫外光谱最大吸收为 271.3 nm 和 337.0 nm。经 TLC 分析,与牡荆苷对照品的薄层 *R_f* 值一致,且 HPLC 色谱图保留时间和牡荆苷对照品保留时间一致。¹H-NMR 和 ¹³C-NMR 数据与文献[13]中对照,数据基本一致,故鉴定该化合物为牡荆苷。

化合物 5:黄色粉末,不溶于氯仿和乙酸乙酯,易溶于甲醇和水。紫外光谱最大吸收为 271.3 nm 和 337.8 nm。经 TLC 分析,与异牡荆苷对照品的薄层 *R_f* 值一致,且 HPLC 色谱图保留时间和异牡荆苷对照品保留时间一致。¹H-NMR 和 ¹³C-NMR 数据与文献[14]中对照,数据基本一致,故鉴定该化合物为异牡荆苷。

化合物 6:黄色粉末,不溶于氯仿和乙酸乙酯,微溶于甲醇和水。紫外光谱最大吸收为 268.9 nm 和 352.2 nm。¹H-NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ12.95(1H, s, 5-OH), 10.79(1H, s, 7-OH), 9.31(1H, s, 4'-OH), 6.97(1H, s, H-3), 6.55(1H, d, *J*=2.0 Hz, H-8), 6.20(1H, d, *J*=2.0 Hz, H-6), δ3.87(6H, s) 示有 2 个甲氧基,由于其化学环境一致,故推断 2 个甲氧基位于 B 环的 3',5'或 2',6'位。δ7.32(2H, s)的 2 个质子则位于 2',6'或 3',5'位。¹³C-NMR (300 MHz, DMSO-d₆): δ182.2 (C-4), 103.3 (C-3), 163.6 (C-2), 161.6 (C-4'), 157.8 (C-5), 164.6 (C-7), 94.4 (C-8), 161.9 (C-9), 128.9 (C-2', 6'), 121.7 (C-1'), 116.4 (C-3', 5'), 104.2 (C-10), 99.3 (C-6)。其谱学数据同文献[15]报道的苜蓿素基本一致,故鉴定其为苜蓿素。

化合物 7:白色粉末,溶于甲醇,不溶于水。紫外光谱最大吸收为 310.0 nm,说明该化合物存在

一个苯环, 并且可能存在双键。¹H-NMR (300 MHz, DMSO-d₆): δ7.38 (2H, d, *J*=3.0 Hz, H-2, 6), 6.70 (2H, d, *J*=12.0 Hz, H-3, 5), 7.56 (1H, d, *J*=3.0 Hz, H-7), 6.20 (1H, d, *J*=8.4 Hz, H-8)。¹³C-NMR (300 MHz, DMSO-d₆): δ131.3(C-2, 6), 116.2(C-3, 5), 159.6(C-4), 126.4(C-1), 121.0(C-8), 140.6(C-7), 170.6(C-9)。其谱学数据同文献[16]报道的反式对羟基肉桂酸基本一致, 故鉴定该化合物为反式对羟基肉桂酸。

化合物 8: 黄色粉末, 不溶于氯仿和乙酸乙酯, 微溶于甲醇和水。紫外光谱最大吸收为 271.3 nm 和 337.8 nm。Negative mode ESIMS(*m/z*):577.6[M-H]⁻, 确定化合物 8 的分子量为 578。¹H-NMR (300 MHz, DMSO-d₆): δ6.66 (1H, s, H-3), 6.40 (1H, s, H-8), 7.82 (2H, d, *J*=6.0 Hz, H-2', 6'), 6.82 (2H, d, *J*=6.0 Hz, H-3', 5'), 4.97 (2H, d, *J*=6.0 Hz, H-1''), 4.27 (1H, d, *J*=3.0 Hz, H-1'''). δ6.80-6.82 处有 2 个质子信号, 2 个峰重叠在一起, 推测为 3'、5'位质子, δ7.80-7.82 处有 2 个质子信号, 2 个峰重叠在一起, 推测为 2'、6'位质子, 明显的对羟基苯环骨架, δ6.40 为黄酮母体 A 环上 8 位的质子信号, δ6.66 出现的峰, 没有发生耦合裂分, 可以判断黄酮母体 3 位没有发生取代; 同时还有两组糖区信号。¹³C-NMR (300 MHz, DMSO-d₆)谱中可以看出该化合物有 27 个 C 信号存在, 可以确定该化合物应为 2 个六碳糖。叔碳信号 δ100.8 ppm 推测应为氧苷糖上的端基碳, 而在碳谱的高场区共有 11 个碳信号, 其中 δ18.0 为一个甲基, 并有端基碳 δ100.8 ppm 和 5''叔碳 δ68.7 ppm, 说明存在氧苷鼠李糖, 在 HMBC 谱中, 可以看到鼠李糖的端基碳上的氢, 与葡萄糖的 2 位碳相关, 可以判断, 该鼠李糖与葡萄糖 2 位连接。¹³C-NMR(300 MHz, DMSO-d₆): δ182.6(C-4), 163.1 (C-2), 156.7 (C-4'), 161.6 (C-5), 160.5(C-9), 128.9 (C-2', 6'), 121.6(C-1'), 116.6(C-3', 5'), 105.2 (C-10), 109.3(C-6), 81.9(C-5''), 80.6(C-3''), 71.9(C-1''), 71.1 (C-4''), 76.3(C-2''), 62.2(C-6''), 68.7(C-5'''), 70.6 (C-3'''), 100.9(C-1'''), 72.1(C-4'''), 75.3(C-2'''), 18.0 (C-6''')。其谱学数据同文献[17]中报道的基本一致, 故鉴定其为异牡荆苷-2''-鼠李糖苷。

化合物 9: 黄色粉末, 不溶于氯仿和乙酸乙酯, 溶于甲醇和水。紫外光谱最大吸收为 270.1 nm, 339.2 nm。通过高分辨质谱 HRESI-MS(pos):581.2, 确定化合物 9 的分子量为 580。¹H-NMR (300 MHz, CD₃OD): δ6.53 (1H, s, H-3), 6.42 (1H, s, H-8), 7.77 (2H, d, *J*=6.0 Hz, H-2', 6'), 6.87 (2H, d,

J=3.0 Hz, H-3', 5'), 4.89 (2H, d, *J*=6.0 Hz, H-1''), 4.29 (1H, d, *J*=3.0 Hz, H-1''')。δ6.86-6.87 处有 2 个质子信号, 2 个峰重叠在一起, 推测为 3'、5'位质子, δ7.75-7.77 处有 2 个质子信号, 2 个峰重叠在一起, 推测为 2'、6'位质子, 明显的对羟基苯环骨架, δ6.42 为黄酮母体 A 环上 8 位的质子信号, δ6.53 出现的峰, 没有发生耦合裂分, 可以判断黄酮母体 3 位没有发生取代; 同时还有 2 组糖区信号。¹³C-NMR (300 MHz, CD₃OD)谱中可以看出该化合物有 26 个 C 信号存在, 初步推断该化合物应为 1 个六碳糖外加 1 个五碳糖。季碳信号 δ106.8 ppm 推测应为氧苷糖上的端基碳, 而在碳谱的高场区共有 9 个碳信号, 存在 1 个五碳糖碳苷, 端基碳 δ106.9 ppm, 说明存在氧苷 5 碳糖, 根据其化学位移初步定为木糖, 在 HMBC 谱中, 可以看到木糖的端基碳上的氢, 与葡萄糖的 2 位碳相关, 可以判断, 该木糖与葡萄糖 2 位连接。¹³C-NMR (300 MHz, CD₃OD): δ183.9 (C-4), 165.1(C-2), 158.7(C-4'), 162.7(C-5), 158.7 (C-9), 129.4(C-2', 6'), 123.1(C-1'), 117.0(C-3', 5'), 105.2(C-10), 108.8(C-6), 82.5(C-5''), 79.9(C-3''), 73.5(C-1''), 71.5(C-4''), 81.9(C-2''), 62.9(C-6''), 66.9(C-5'''), 77.6(C-3'''), 106.9(C-1'''), 70.9(C-4'''), 75.6(C-2'''), 其谱学数据同文献[17]中报道的基本一致, 故初步鉴定其为异牡荆苷-2''-木糖苷。

化合物 10: 黄色粉末, 不溶于氯仿和乙酸乙酯, 溶于甲醇和水。紫外光谱最大吸收为 270.0 nm 和 337.0 nm。通过高分辨质谱 HRESI-MS(pos):563.2, 确定化合物 10 的分子量为 562。¹H-NMR (300 MHz, DMSO-d₆): δ6.87 (1H, s, H-3), 6.96 (1H, s, H-8), 7.95 (2H, d, *J*=6.0 Hz, H-2', 6'), 6.94 (2H, d, *J*=3.0 Hz, H-3', 5'), 5.31 (2H, dd, *J*=6.0 Hz, H-1''), 2.91 (2H, dd, *J*=19.8 Hz, H-2''), 4.87 (1H, d, *J*=3.0 Hz, H-1''')。δ6.93-6.94 处有 2 个质子信号, 2 个峰重叠在一起, 推测为 3'、5'位质子, δ7.93-7.95 处有 2 个质子信号, 2 个峰重叠在一起, 推测为 2'、6'位质子, 明显的对羟基苯环骨架, δ6.96 为黄酮母体 A 环上 8 位的质子信号, δ6.87 出现的峰, 没有发生耦合裂分, 可以判断黄酮母体 3 位没有发生取代; 同时还有两组糖区信号。¹³C-NMR (300 MHz, DMSO-d₆)谱中可以看该化合物有 27 个 C 信号存在, δ30.1 ppm 是一个亚甲基信号, δ17.5 ppm 推断应为糖上存在的且不连氧的甲基, 一般黄酮含有这样的糖多为三脱氧糖苷, 在自然界较少, 主要存在 2 种方式, 波伊文糖或洋地黄毒糖。根据其化学位移推断应为波伊文糖, 且为碳苷取代, 端基碳

为 $\delta 64.7$ ppm, 另有季碳 $\delta 101.7$ ppm 推断应为氧苷糖上的端基碳。在碳谱的高场区除去波伊文糖外, 共有 5 个碳信号, 存在一个 6 碳糖氧苷, 端基碳 101.7 ppm, 说明存在氧苷 6 碳糖, 根据其化学位移确定为葡萄糖。 $^{13}\text{C-NMR}$ (300 MHz, DMSO- d_6): $\delta 182.1$ (C-4), 164.1 (C-2), 160.7 (C-4'), 157.6 (C-5), 156.5 (C-9), 129.1 (C-2', 6'), 121.0 (C-1'), 116.0 (C-3', 5'), 105.3 (C-10), 112.3 (C-6), 69.9 (C-5''), 67.1 (C-3''), 64.9 (C-1''), 70.1 (C-4''), 30.1 (C-2''), 17.5 (C-6''), 75.1 (C-5'''), 77.6 (C-3'''), 101.9 (C-1'''), 69.4 (C-4'''), 73.7 (C-2''') 其谱学数据同文献[18]中报道的基本一致, 初步鉴定其为芹菜素-6-C-波伊文糖-7-O-葡萄糖苷。

化合物 11: 黄色粉末, 不溶于氯仿和乙酸乙酯, 溶于甲醇和水。紫外光谱最大吸收为 272.0 nm 和 337.0 nm。 $^1\text{H-NMR}$ (300 MHz, DMSO- d_6): $\delta 7.86$ (2H, d, $J=8.1$ Hz, H-2', 6'), 6.84 (2H, d, $J=8.1$ Hz, H-3', 5'), 6.75 (1H, s, 3-H), 6.71 (1H, s, H-8), 6.33 (1H, s, H-6), $\delta 5.29$ 为糖的端基质子信号, 说明该化合物为氧苷黄酮。 $^{13}\text{C-NMR}$ (300 MHz, DMSO- d_6) 碳谱显示该化合物有 21 个 C, 在碳谱的高场区共有 5 个碳信号, 端基碳 101.7 ppm, 糖苷为 6 碳糖, 根据其化学位移初步定为葡萄糖, $\delta 182.5$ (C-4), 163.4 (C-2), 148.5 (C-4'), 57.64 (C-5), 161.9 (C-9), 129.1 (C-2', 6'), 121.4 (C-1'), 116.5 (C-3', 5'), 105.1 (C-10), 100.0 (C-6), 77.6 (C-5''), 76.9 (C-3''), 100.3 (C-1''), 70.1 (C-4''), 73.6 (C-2''), 61.0 (C-6'') 其谱学数据同文献[19]中报道的基本一致, 故初步鉴定其为芹菜素-7-O-葡萄糖苷。

化合物 12: 黄色粉末, 不溶于氯仿和乙酸乙酯, 微溶于甲醇和水。紫外光谱最大吸收为 270.1 nm 和 329.0 nm。Negative mode ESIMS(m/z): 491.4 [M-H] $^{-1}$, 确定化合物 12 的分子量为 492。 $^1\text{H-NMR}$ (300 MHz, CD_3OD): $\delta 6.95$ ppm (1H, s, H-3), 6.11 (1H, s, H-6), 6.46 (1H, s, H-8), 7.25 (2H, s, H-2', 6')。 $\delta 6-8$ ppm 低场区域有 5 个质子信号。 $\delta 6.95$ ppm (1H, s, H-3) 没有发生耦合裂分, 推测黄酮骨架 3 位没有发生取代。 $\delta 7.25$ ppm (2H, s, H-2', 6') 说明苯环上存在对称质子, 推测应为 1, 3, 4, 5 取代苯环。端基碳 (C-1') 上的氢的化学位移 $\delta 5.03$ ppm 说明该化合物为氧苷黄酮, $\delta 3.78$ ppm (6H, s) 有 2 个甲氧基的质子信号, 因此推断其母核为苜蓿素。 $^{13}\text{C-NMR}$ (300 MHz, CD_3OD) 碳谱显示该化合物有 23 个 C, 其中 $\delta 138.0$ ppm (C-4') 与化合物 6 比较化学位移偏低, 推测为 C-4' 取代, $\delta 100.1$ (C-1''), 73.6 (C-2''), 77.6 (C-3''),

70.5 (C-4''), 76.7 (C-5''), 62.1 (C-6'') 为糖苷碳信号, 糖苷为 6 碳糖, 根据其化学位移推断其为葡萄糖。其谱学数据同文献[20]中报道的基本一致, 故初步鉴定该化合物为苜蓿素-4'-O-葡萄糖苷。

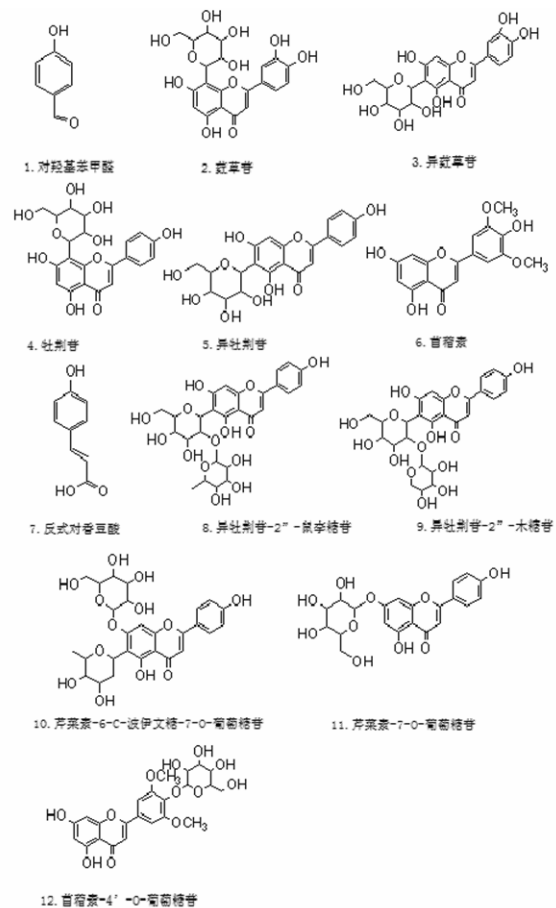


图 1 化合物 1-12 的结构

Figure 1 Structures of compound 1-12

3 小结与讨论

研究了青皮竹竹叶的主要化学成分, 从竹叶乙醇提取物中分离得到 12 种单体化合物, 通过理化性质、波谱数据分析等方法, 鉴定为: 对羟基苯甲醛 (*p*-Hydroxybenzaldehyde)、荭草苷 (Orientin)、异荭草苷 (Isoorientin)、牡荆苷 (Vitexin)、异牡荆苷 (Isovitexin)、苜蓿素 (Tricin)、对香豆酸 (*p*-Coumaric acid)、异牡荆苷-2''-鼠李糖苷 (Isovitexin-2''-rhamnoside)、异牡荆苷-2''-木糖苷 (Isovitexin-2''-xylopyranoside)、芹菜素-6-C-波伊文糖-7-O-葡萄糖苷 (Apigenin-6-C-boivinose-7-O-glucopyranoside)、芹菜素-7-O-葡萄糖苷 (Apigenin-7-O-glucopyranoside) 河苜蓿素-4'-O-葡萄糖苷 (Tricin-4'-O-glucopyranoside), 具体结构见图 1。其中异牡荆苷-2''-鼠李糖苷

(Isovitexin-2''-rhamnoside)、异牡荆苷-2''-木糖苷(Isovitexin-2''-xylopyranoside)、芹菜素-6-C-波伊文糖-7-O-葡萄糖苷(Apigenin-6-C-boivinose-7-O-glucopyranose)、芹菜素-7-O-葡萄糖苷(Apigenin-7-O-glucopyranose)、苜蓿素-4''-O-葡萄糖苷(Tricin-4''-O-glucopyranose) 5 种化合物都是首次从青皮竹竹叶中分离得到。

从青皮竹中分离得到 10 种黄酮类化合物及其苷类。黄酮类化合物是植物中重要的生理活性物质,具有保护心脑血管、调节血脂、增强免疫、抗疲劳、抗菌、抗病毒、抗氧化等功能,在医药、保健品、食品、化妆品和香料等工业上广泛应用。竹叶中富含黄酮类化合物,具有广阔的开发潜力。本文研究结果为青皮竹竹叶的综合利用提供了理论依据,对竹类植物中天然产物的开发利用具有指导意义。

参考文献:

- [1] 岳永德, 操海群, 汤锋. 竹提取物的化学成分及其利用研究进展[J]. 安徽农业大学学报, 2007, 34(3): 328-333.
- [2] Chuyen N V, Kutata T, Kato H. Antimicrobial activity of kumazasa[J]. Agric Biol Chem, 1982, 46(4): 9712-978.
- [3] 王淑英, 岳永德, 汤锋, 等. 竹叶对萝卜幼苗生长的影响[J]. 生态科学, 2010, 29(3): 221-228.
- [4] 操海群, 岳永德, 彭镇华, 等. 竹提取物对玉米象 *Sitophilus zeamais* Motsch 生物活性的初步研究[J]. 农药学报, 2002, 4(1): 80-84.
- [5] 操海群, 岳永德, 彭镇华, 等. 竹提取物对蚜虫生物活性的研究[J]. 植物保护, 2003, 29(2): 33-36.
- [6] 操海群, 岳永德, 彭镇华, 等. 竹提取物对棉铃虫幼虫及菜青虫的拒食活性[J]. 昆虫知识, 2005, 42(1): 171-174.
- [7] 汤锋. 竹叶提取物抗菌活性及竹叶化感作用研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2009.
- [8] Wang J, Yue Y D, Tang F, et al. Screening and analysis of the potential bioactive components in rabbit plasma after oral administration of hot-water extracts from leaves of *Bambusa textilis* McClure[J]. Molecules, 2012, 17(8): 8872-8885.
- [9] Wang J, Yue Y D, Tang F, et al. TLC screening for antioxidant activity of extracts from fifteen bamboo species and identification of antioxidant flavone glycosides from leaves of *Bambusa textilis* McClure[J]. Molecules, 2012, 17(10): 12297-12311.
- [10] 周惠燕, 章辉, 李士敏. 竹叶化学成分研究 I [J]. 中国中药杂志, 2005, 30(24): 1933-1934.
- [11] Idaka K, Hirai Y, Shoji J. Studies on the constituents of *Palmae* plants (V) [J]. Chem Pharm Bull, 1991, 39(6): 1455.
- [12] 陈封政, 向清祥, 李书华. 孑遗植物桫欏叶化学成分的研究[J]. 西北植物学报, 2008, 28(12): 2543-2546.
- [13] 黄文哲, 王磊, 段金殿. 短瓣金莲花化学成分的研究[J]. 中草药, 2000, 31(10): 731-732.
- [14] 雷宁, 杜树山, 李林, 等. 藏药甘肃蚤缀的化学成分研究 I [J]. 中国中药杂志, 2007, 32(10): 918-920.
- [15] 柴兴云, 王林, 宋越, 等. 山银花中黄酮类成分的研究 [J]. 中国药科大学学报, 2004, 35(4): 299-302.
- [16] 成军, 白焱晶, 赵玉英, 等. 杜仲叶苯丙素类成分的研究[J]. 中国中药杂志, 2002, 27(1): 38.
- [17] Otsuk H and Kijima K (nee YUASA). An iridoid gentiobioside, a benzophenone glucoside and acylated flavone C-glycosides from *Tripterospermum japonicum* (SIEB. et ZUCC.) MAXIM [J]. Chem Pharm Bull, 2001, 49(6): 699-702.
- [18] 孙赟. 两种竹类植物化学成分及检测方法的研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2012.
- [19] Morikawa T, Ninomiya K, Zhang Y, et al. Flavonol glycosides with lipid accumulation inhibitory activity from *Sedum sarmentosum* [J]. Phytochemistry Letters, 2012(5): 53-58.
- [20] Wilson A. Flavonoid pigments of butterflies in the genus *Melanargia* [J]. Phytochemistry, 1985, 24:1 685-1691.