植物资源与环境学报，2026，**35**(5)：107-110
Journal of Plant Resources and Environment

欧洲李枝条甲醇提取物的化学成分

方　文，王丹慧，蔡　萍，何羽凡，赵志强，刘　伟①
（伊犁师范大学化学化工学院 新疆生物质资源清洁转化与高值利用重点实验室，新疆 伊犁 835000）

摘要：综合运用多种柱色谱及半制备高效液相色谱技术，并通过核磁共振、质谱等波谱手段对欧洲李（*Prunus domestica* Linn.）枝条甲醇提取物中化学成分进行了分离和鉴定。确定了10个化合物，分别为白蜡树精-6-*β*-*D*-半乳糖苷（1）、儿茶素（2）、阿福豆素（3）、表儿茶素（4）、野黑樱苷（5）、左旋安甲酮（6）、（1-对羟基顺式肉桂酰基）肉桂酸（7）、柚皮素（8）、原花青素A-2（9）、4-*O*-*β*-*D*-吡喃葡萄糖基-2-羟基-6-甲氧基苯乙酮（10）。以上化合物均首次从欧洲李中分离得到。

关键词：欧洲李；枝条；甲醇提取物；化学成分

中图分类号：Q946.8；R284.1　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1674-7895(2026)05-0107-04
DOI：10.3969/j.issn.1674-7895.2026.05.11

Chemical constituents from the methanol extract of *Prunus domestica* branches　FANG Wen, WANG Danhui, CAI Ping, HE Yufan, ZHAO Zhiqiang, LIU Wei① (Xinjiang Key Laboratory of Clean Conversion and High Value Utilization of Biomass Resources, School of Chemistry and Chemical Engineering, Yili Normal University, Ili 835000, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2026, **35**(5): 107-110

Abstract: The chemical constituents in the methanol extract of *Prunus domestica* Linn. branches were isolated and identified by comprehensively employing multiple column chromatography and semi-preparative high-performance liquid chromatography technologies combined with spectral methods such as nuclear magnetic resonance and mass spectrometry. Ten compounds are identified, namely fraxinol-6-*β*-*D*-galacto-pyranoside (1), (+)-catechin (2), afzelechin (3), (-)-epicatechin (4), prunasin (5), (-)-annphenone (6), (1-*p*-hydroxy-*cis*-cinnamoyl) cinnamic acid (7), naringenin (8), proanthocyanidin A-2 (9), and 4-*O*-*β*-*D*-glucopyranosyl-2-hydroxy-6-methoxyacetophenone (10). All the above compounds are isolated from *P. domestica* for the first time.

Key words: *Prunus domestica* Linn.; branch; methanol extract; chemical constituent

欧洲李（*Prunus domestica* Linn.）俗名西梅，为蔷薇科（Rosaceae）李属（*Prunus* Linn.）植物，原产于法国西南部，其果实营养丰富，富含维生素、矿物质及膳食纤维等，具有较高的食用与保健价值[1]。20世纪引入中国新疆，得益于当地独特的光热条件，欧洲李果实品质优良，产业规模迅速扩大，新疆已成为国内最大的欧洲李产区[2]。欧洲李果实作为鲜食和加工水果广受欢迎[3]，现代药理学证实欧洲李还具有缓解发热、咳嗽等作用[4]。随着欧洲李种植面积扩大和产业化程度提高，果树修剪过程中产生了大量废弃枝条，若处置不当可能造成资源浪费与环境压力。已有研究结果表明：多种果树枝条中含有丰富的多酚、黄酮、木脂素等次生代谢产物，表现出抗氧化、抗炎等多种生物活性，具备潜在的开发价值[5-7]。此外，果树枝条还可作为农业资源进行循环利用，如杨莉莉等[8]通过热水解法处理果树修剪枝条，成功提取氮、磷、钾等矿质养分用于制备液体有机肥。然而，目前针对欧洲李枝条的化学成分研究仍无系统报道，其物质基础与资源化利用潜力尚未被充分挖掘。为实现欧洲李种植废弃物的资源化利用，拓展欧洲李全株资源的综合开发途径，本文以欧洲李枝条为材料，系统分离与鉴定其甲醇提取物中的化学成分，以期为该植物资源的综合利用提供科学依据。

1　材料和方法

1.1　材料

供试欧洲李枝条（产果期）于2024年6月采自新疆伊犁地区天山花海（北纬44.08°、东经81.47°），株龄4 a。由伊犁师范大学生物科学与技术学院杨晓绒教授鉴定，凭证标本（HX-XMSZ-240527）存放于新疆生物质资源清洁转化与高值

收稿日期：2025-12-16
基金项目：国家自然科学基金项目（82060774）；新疆生物质资源清洁转化与高值利用重点实验室开放课题项目（XJSWZ202431）；伊犁师范大学大学生创新项目（202410764010）
作者简介：方　文（2002—），男，吉林吉林人，硕士研究生，主要从事天然产物化学方面的研究。
①通信作者 E-mail：ucasliuwei@126.com
引用格式：方　文，王丹慧，蔡　萍，等. 欧洲李枝条甲醇提取物的化学成分[J]. 植物资源与环境学报，2026，35(5)：107-110.

利用重点实验室。

主要仪器和耗材:Varian 600/400 MHz 核磁共振仪(美国 Agilent Technologies 公司);Primaide 半制备型高效液相色谱仪(日本日立高新技术集团);Hei-VAP-Precision 型旋转蒸发仪(德国 Heidolph 公司);ACQUITY QDa 质谱仪(美国 Waters 公司)。YMC-Pack ODS-A 型半制备色谱柱(250 mm×10.0 mm, 5 μm)、YMC-Pack ODS-A 型分析柱(250 mm×4.6 mm,5 μm)和 ODS-A-HG 型填料均购自日本 YMC 公司;MCI CHP20P 型填料(75~150 μm)购自日本三菱化学公司;300~400 目硅胶和 TLC 硅胶薄层板购自青岛海洋化工有限公司。甲醇、二氯甲烷、乙酸乙酯、正丁醇、石油醚均为分析纯,购自天津市新波特化工有限公司;甲醇、乙腈为色谱纯,购自美国 Sigma-Aldrich 公司。

1.2 方法

挑选株高相近、田间管理措施相同的欧洲李 13 株,收集植株修剪过程中产生的枝条,去除残叶后混合,称取 5 kg 新鲜欧洲李枝条,阴干后剪成 2 cm 左右的小段,用 15 L 甲醇在室温下浸提 3 次,每次 7 d,提取液减压浓缩后得到浸膏 797.9 g。使用超声波辅助法,将甲醇提取物浸膏在 500 mL 超纯水中混悬,之后,依次用与水等体积的石油醚、乙酸乙酯和正丁醇多次反复萃取,直至上清液澄清。将各部分所得的萃取液合并,经减压浓缩后得石油醚萃取组分 26.6 g,乙酸乙酯萃取组分 57.3 g,正丁醇萃取组分 47.9 g。

乙酸乙酯萃取组分经硅胶柱层析,用二氯甲烷-甲醇溶液(体积比 40∶1~1∶1)梯度洗脱,得到 Fr.A 至 Fr.K。Fr.G(14.6 g)经 MCI 柱层析,用甲醇-水溶液(体积分数 10%~100%)梯度洗脱,得到 Fr.G1 至 Fr.G12。Fr.G3(2.1 g)经 ODS 柱层析,用甲醇-水溶液(体积分数 10%~100%)梯度洗脱,得到 Fr.G3A 至 Fr.G3L。Fr.G3E(1 508.7 mg)经硅胶柱层析,用二氯甲烷-甲醇溶液(体积比 20∶1~0∶1)梯度洗脱,得到 Fr.G3E1至 Fr.G3E14。Fr.G3E14(40.5 mg)经半制备型高效液相色谱(流动相为体积分数 35% 乙腈-水溶液,流速 3.0 mL·min^{-1})纯化得到化合物 1(7.3 mg)。Fr.E(2.1 g)经 ODS 柱层析,用甲醇-水溶液(体积分数 18%~100%)梯度洗脱,得到 Fr.E1 至 Fr.E33。Fr.E4(182.3 mg)经半制备型高效液相色谱(流动相为体积分数 35% 乙腈-水溶液,流速 3.0 mL·min^{-1})分离纯化得到化合物 2(7.6 mg)、化合物 3(5.6 mg)、化合物 4(2.9 mg)、化合物 5(4.6 mg);Fr.E5(166.3 mg)经半制备型高效液相色谱(流动相为体积分数 43%甲醇-水溶液,流速 3.0 mL·min^{-1})纯化得到化合物 6(8.8 mg);Fr.E14(52.2 mg)经半制备型高效液相色谱(流动相为体积分数 37%的甲醇-水溶液,流速 3.0 mL·min^{-1})纯化得到化合物 7(3.1 mg);Fr.E3(995.6 mg)经硅胶柱层析,用二氯甲烷-甲醇溶液(体积比 85∶15~30∶70)梯度洗脱,得到 Fr.E3A 至 Fr.E3D。Fr.E3A(110.2 mg)经半制备型高效液相色谱(流动相为体积分数 20%乙腈-水溶液,流速 3.0 mL·min^{-1})纯化得到化合物 8(3.1 mg);Fr.E3C(413.5 mg)经半制备型高效液相色谱(流动相为体积分数 17%乙腈-水溶液,流速 3.0 mL·min^{-1})纯化得到化合物 9(27.9 mg);Fr.E3D(98.6 mg)经半制备型高效液相色谱(流动相为体积分数 24% 乙腈-水溶液,流速 3.0 mL·min^{-1})纯化得到化合物 10(5.0 mg)。

2 结果和分析

化合物 1 白色粉末,ESI-MS *m/z*:407.09[M+Na]$^+$,推断分子式为 $C_{17}H_{20}O_{10}$。^{1}H-NMR(400 MHz,CD_3OD)δ:8.24(1H,d,*J*=9.6 Hz,H-4),6.62(1H,s,H-8),6.16(1H,d,*J*=9.7 Hz,H-3),3.89(3H,s,5-OCH_3),3.40(3H,s,7-OCH_3);^{13}C-NMR(100 MHz,CD_3OD)δ:163.7(C-2),156.9(C-7),152.6(C-8a),147.6(C-5),142.5(C-4),139.1(C-6),111.9(C-4a),109.2(C-3),105.5(C-1′),100.9(C-8),78.4(C-5′),77.9(C-3′),75.5(C-2′),71.3(C-4′),62.3(C-6′),62.0(C-9),61.9(C-10)。上述数据与文献[9]报道一致,故鉴定化合物 1 为白蜡树精-6-*β*-*D*-半乳糖苷(fraxinol-6-*β*-*D*-galactopyranoside)。

化合物 2 白色粉末,ESI-MS *m/z*:291.08[M+H]$^+$,推断分子式为 $C_{15}H_{14}O_6$。^{1}H-NMR(400 MHz,CD_3OD)δ:6.84(1H,s,H-2′),6.76(1H,d,*J*=8.1 Hz,H-5′),6.73(1H,s,H-6′),5.92(1H,s,H-8),5.86(1H,s,H-6),4.57(1H,s,H-2),3.98(1H,s,H-3),2.85(1H,d,*J*=21.5 Hz,H-4a),2.51(1H,s,H-4b);^{13}C-NMR(100 MHz,CD_3OD)δ:157.9(C-7),157.6(C-5),156.9(C-9),146.3(C-3′),146.2(C-4′),132.2(C-1′),120.0(C-6′),116.1(C-5′),115.3(C-2′),110.8(C-10),96.3(C-8),95.5(C-6),82.9(C-2),68.8(C-3),28.5(C-4)。上述数据与文献[10]报道一致,故鉴定化合物 2 为儿茶素〔(+)-catechin〕。

化合物 3 淡黄色粉末,ESI-MS *m/z*:297.07[M+Na]$^+$,推断分子式为 $C_{15}H_{14}O_5$。^{1}H-NMR(600 MHz,CD_3OD)δ:7.23(2H,s,H-2′,6′),6.79(2H,s,H-3′,5′),5.93(1H,d,*J*=2.3 Hz,H-8),5.85(1H,s,H-6),4.60(1H,s,H-2),3.98(1H,m,H-3),2.89(1H,s,H-4a),2.51(1H,s,H-4b);^{13}C-NMR(150 MHz,CD_3OD)δ:158.4(C-9),157.9(C-4′),157.6(C-5),157.0(C-7),131.5(C-1′),129.6(C-2′,6′),116.0(C-3′,5′),100.9(C-10),96.3(C-6),95.5(C-8),82.9(C-2),68.9(C-3),28.9(C-4)。上述数据与文献[11]报道一致,故鉴定化合物 3 为阿福豆素(afzelechin)。

化合物 4 白色粉末,ESI-MS *m/z*:291.08[M+H]$^+$,推断分子式为 $C_{15}H_{14}O_6$。^{1}H-NMR(600 MHz,CD_3OD)δ:6.97(1H,d,*J*=2.0 Hz,H-2′),6.80(1H,dd,*J*=8.1,1.9 Hz,H-5′),6.76(1H,d,*J*=8.1 Hz,H-6′),5.94(1H,dd,*J*=2.2 Hz,H-8),5.91(1H,d,*J*=2.2 Hz,H-6),4.82(1H,s,H-2),4.17(1H,d,*J*=4.1 Hz,H-3),2.86(1H,dd,*J*=16.7,4.6 Hz,H-4a),2.74(1H,dd,

J=16.7,3.0 Hz,H-4b);^{13}C-NMR(150 MHz,CD_3OD)δ:158.0(C-7),157.7(C-5),157.4(C-9),146.0(C-3′),145.8(C-4′),132.3(C-1′),119.4(C-6′),115.9(C-5′),115.3(C-2′),100.1(C-10),96.4(C-8),95.9(C-6),79.9(C-2),67.5(C-3),29.3(C-4)。上述数据与文献[12]报道一致,故鉴定化合物 4 为表儿茶素〔(-)-epicatechin〕。

化合物 5　白色粉末,ESI-MS m/z:318.09[M+Na]$^+$,推断分子式为 $C_{14}H_{17}NO_6$。^{1}H-NMR(400 MHz,CD_3OD)δ:7.59(2H,d,J=3.4 Hz,H-4,5),7.46(2H,d,J=2.8 Hz,H-7,8),5.91(1H,s,H-2),4.25(1H,d,J=7.4 Hz,H-1′),3.92(1H,d,J=12.1 Hz,H-6′),3.70(1H,dd,J=11.9 Hz,H-5′),3.28(2H,s,H-3′,4′),3.24(1H,s,H-2′);^{13}C-NMR(100 MHz,CD_3OD)δ:134.5(C-3),130.6(C-6),129.7(C-4,8),128.6(C-5,7),119.0(C-1),101.6(C-1′),78.0(C-3′),77.4(C-5′),74.3(C-2′),71.1(C-4′),68.0(C-2),62.4(C-6′)。上述数据与文献[13]报道一致,故鉴定化合物 5 为野黑樱苷(prunasin)。

化合物 6　白色粉末,ESI-MS m/z:345.11[M+H]$^+$,推断分子式为 $C_{15}H_{20}O_9$。^{1}H-NMR(400 MHz,CD_3OD)δ:6.30(1H,d,J=2.5 Hz,H-5),6.12(1H,J=2.4 Hz,H-3),5.07(1H,J=7.6 Hz,H-1′),3.91(1H,J=12.2,2.3 Hz,H-6′b),3.83(3H,s,9-OCH_3),3.70(1H,J=12.1,6.0 Hz,H-6′a),3.55(1H,m,H-2′),3.51(1H,m,H-4′),3.48(1H,m,H-5′),3.39(1H,m,H-3′),2.72(3H,s,8-OCH_3);^{13}C-NMR(100 MHz,CD_3OD)δ:205.8(C-7),168.3(C-2),168.2(C-6),162.9(C-4),108.1(C-1),102.8(C-1′),97.1(C-3),95.4(C-5),79.1(C-5′),75.4(C-2′),71.9(C-4′),70.1(C-3′),63.1(C-6′),56.8(C-9),34.4(C-8)。上述数据与文献[14]报道一致,故鉴定化合物 6 为左旋安甲酮〔(-)-annphenone〕。

化合物 7　白色粉末,ESI-MS m/z:297.11[M+H]$^+$,推断分子式为 $C_{18}H_{16}O_4$。^{1}H-NMR(400 MHz,CD_3OD)δ:7.64(1H,s,H-7),7.60(2H,d,J=8.6 Hz,H-3,5),6.86(1H,d,J=12.9 Hz,H-7″),6.80(2H,d,J=8.8 Hz,H-2,6),6.75(2H,d,J=8.7 Hz,H-2′,6′),6.33(1H,d,J=15.9 Hz,H-8),5.77(1H,d,J=12.8 Hz,H-8′);^{13}C-NMR(100 MHz,CD_3OD)δ:169.7(C-9),168.8(C-9′),161.3(C-1),160.1(C-1″),146.6(C-7),145.0(C-7″),133.7(C-3,5),131.1(C-3′,5′),127.6(C-4),127.1(C-4″),116.8(C-8′),116.3(C-2,6),115.8(C-2′,6′),114.9(C-8)。上述数据与文献[15]报道一致,故鉴定化合物 7 为(1-对羟基顺式肉桂酰基)肉桂酸〔(1-*p*-hydroxy-*cis*-cinnamoyl)cinnamic acid〕。

化合物 8　黄色固体粉末,ESI-MS m/z:273.07[M+H]$^+$,推断分子式为 $C_{15}H_{12}O_5$。^{1}H-NMR(600 MHz,CD_3OD)δ:7.30(2H,d,J=8.9 Hz,H-2′,6′),6.81(2H,d,J=8.5 Hz,H-3′,5′),5.88(2H,d,J=6.5 Hz,H-6,8),5.33(1H,dd,J=12.9,3.0 Hz,H-2),3.11(1H,dd,J=17.1,12.9 Hz,H-3a),2.69(1H,dd,J=17.2,3.0 Hz,H-3b);^{13}C-NMR(150 MHz,CD_3OD)δ:197.8(C-4),168.4(C-7),165.5(C-5),164.9(C-9),159.0(C-4′),131.1(C-1′),129.0(C-2′,6′),116.3(C-3′,5′),103.4(C-10),97.0(C-6),96.2(C-8),80.5(C-2),44.0(C-3)。上述数据与文献[16]报道一致,故鉴定化合物 8 为柚皮素(naringenin)。

化合物 9　无色针状晶体(丙酮),ESI-MS m/z:577.13[M+H]$^+$,推断分子式为 $C_{30}H_{24}O_{12}$。^{1}H-NMR(600 MHz,pyridine-d_5)δ:8.10(1H,d,J=2.2 Hz,H-10),7.73(1H,d,J=2.1 Hz,H-10′),7.66(1H,dd,J=8.2,2.2 Hz,H-14),7.31(1H,dd,J=8.1,2.1 Hz,H-14′),7.27(1H,d,J=8.2 Hz,H-13),7.25(1H,s,H-13′),6.76(1H,d,J=2.3 Hz,H-8),6.68(1H,s,H-6),6.67(1H,s,H-6′),5.20(1H,d,J=3.5 Hz,H-4),5.19(1H,d,J=8.4 Hz,H-2′),4.82(1H,d,J=3.5 Hz,H-3),4.60(1H,m,H-3′),3.75(1H,dd,J=16.2,5.5 Hz,H-4′a),3.21(1H,dd,J=16.1,9.4 Hz,H-4′b);^{13}C-NMR(150 MHz,pyridine-d_5)δ:159.2(C-7),157.6(C-5),156.7(C-5′),155.0(C-8a),152.4(C-7′),151.7(C-8a′),147.9(C-11′),147.8(C-12),147.5(C-11),146.9(C-12′),132.6(C-9),131.2(C-9′),120.3(C-14′),119.8(C-14),116.9(C-10),116.7(C-13′),116.5(C-10′),116.2(C-13),106.9(C-8′),104.8(C-4a),103.6(C-4a′),101.2(C-2),98.5(C-6),96.9(C-8),96.8(C-6′),84.3(C-2′),68.2(C-3′),67.7(C-3),30.7(C-4′),29.7(C-4)。上述数据与文献[17]报道一致,故鉴定化合物 9 为原花青素 A-2(proanthocyanidin A-2)。

化合物 10　白色粉末,ESI-MS m/z:367.12[M+Na]$^+$,推断分子式为 $C_{15}H_{20}O_9$。^{1}H-NMR(600 MHz,pyridine-d_5)δ:6.80(1H,d,J=2.5 Hz,H-3),6.39(1H,d,J=2.5 Hz,H-5),5.70(1H,d,J=7.3 Hz,H-1′),3.70(3H,s,4-OCH_3),2.96(3H,s,8-CH_3);^{13}C-NMR(150 MHz,pyridine-d_5)δ:204.5(C-7),167.8(C-2),166.9(C-4),162.2(C-6),107.4(C-1),102.7(C-1′),96.2(C-3),94.7(C-5),79.6(C-5′),79.3(C-3′),75.0(C-2′),71.5(C-4′),62.7(C-6′),55.9(C-9),33.8(C-8)。上述数据与文献[18]报道一致,故鉴定化合物 10 为 4-*O*-*β*-*D*-吡喃葡萄糖基-2-羟基-6-甲氧基苯乙酮(4-*O*-*β*-*D*-glucopyranosyl-2-hydroxy-6-methoxyacetophenone)。

3　讨论和结论

本研究从欧洲李枝条甲醇提取物中分离并鉴定出 10 个化合物,涵盖 1 个香豆素类(化合物 1)、4 个黄酮类(化合物 2、3、4、8)、1 个氰苷类(化合物 5)、2 个多酚苷类(化合物 6、10)、1 个苯丙素类(化合物 7)和 1 个原花青素类(化合物 9),所有化合物均首次从欧洲李中分离得到。上述结果表明:欧洲李枝条中含有结构类型丰富的次级代谢产物,且多数成分具有明确的生物活性,提示该部位具有一定的的开发潜力。例如:化合物 2、4 已被证实可通过激活 Nrf2 信号通路及其下游抗氧

化酶表达来清除活性氧(ROS),并能够通过调控 PI3K/Akt/mTOR 通路、影响表观遗传修饰、诱导细胞凋亡、阻滞细胞周期、抑制血管生成与肿瘤转移等多种机制抑制癌症进展[19];化合物 9 也被报道可通过抑制 Keap1 蛋白表达,激活 Nrf2/HO-1 抗氧化通路,以及抑制 NF-κB 通路活化与 p65 核转位、减少 TNF-α、IL-6 等促炎因子生成等多途径发挥抗氧化与抗炎作用[20]。这些活性特征共同提示,欧洲李枝条提取物及其特征成分在功能性食品、化妆品添加剂及医药中间体等领域具备良好的潜在应用价值。后续研究可针对其中活性明确的关键化合物,开展深入的活性评价与提取纯化工艺优化,进一步延伸欧洲李的产业链、提升整体种植效益。

参考文献:

[1] 韩 淼, 代宇琪, 晏文丽, 等. 西梅营养品质特征及其加工研究进展[J]. 农产品加工, 2025(4): 97-101.

[2] 唐凌骁, 李 影, 刘峰娟, 等. 新疆喀什西梅酚类组分深入挖掘及功能品质关联分析[J]. 食品科学, 2025, 46(22): 257-265.

[3] 徐天旭, 欧阳萍, 贺灵灵, 等. 西梅膳食纤维提取工艺优化及其通便作用[J]. 食品工业科技, 2023, 44(10): 369-378.

[4] Agrawal S, Kumar A, Singh A K, et al. A comprehensive review on pharmacognosy, phytochemistry and pharmacological activities of 8 potent *Prunus* species of southeast Asia[J]. Journal of Traditional Chinese Medicine, 2024, 44(3): 620-628.

[5] Qiu Fan, He Tianzhen, Zhang Yuqing. The isolation and the characterization of two polysaccharides from the branch bark of mulberry (*Morus alba* L.)[J]. Archives of Pharmacal Research, 2016, 39: 887-896.

[6] Ye F, Shen Z, Xie M. Alpha-glucosidase inhibition from a Chinese medical herb (*Ramulus mori*) in normal and diabetic rats and mice [J]. Phytomedicine, 2002, 9: 161-166.

[7] Wang Shu, Fang Meng, Ma Yonglei, et al. Preparation of the branch bark ethanol extract in mulberry *Morus alba*, its antioxidation, and antihyperglycemic activity *in vivo* [J]. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2014, 2014: 569652.

[8] 杨莉莉, 李 泽, 温生华, 等. 农业有机废弃物资源化利用: 以修剪果树枝制备液体有机肥为例[J]. 塔里木大学学报, 2025, 37(3): 26-36.

[9] 于丽红, 赵 伟, 黄肖霄, 等. 毛樱桃叶化学成分的分离与鉴定[J]. 沈阳药科大学学报, 2015, 32(4): 256-260.

[10] 黎曼欣, 崔夏莲, 黄冬冬, 等. 雷公藤化学成分及其黄烷醇抗氧化活性研究[J]. 中草药, 2023, 54(19): 6220-6227.

[11] 付 明, 黎晓英, 王登宇, 等. 显齿蛇葡萄叶中黄酮类化合物的研究[J]. 中国药学杂志, 2015, 50(7): 574-578.

[12] 陈丽楠, 付辉政, 王兰欣, 等. 覆盆子茎中 1 个新的半日花烷型二萜苷[J]. 中草药, 2022, 53(10): 2941-2948.

[13] Seigler D S, Pauli G F, Nahrstedt A, et al. Cyanogenic allosides and glucosides from *Passiflora edulis* and *Carica papaya* [J]. Phytochemistry, 2002, 60: 873-882.

[14] Ortega-Vidal J, Cobo A, Ortega-Morente E, et al. Antimicrobial activity of phenolics isolated from the pruning wood residue of European plum (*Prunus domestica* L.)[J]. Industrial Crops and Products, 2022, 176: 114296.

[15] Fatima M, Siddiqui B S, Begum S. New neolignan glucoside and new biphenyl ether lignan from the fruits of *Cordia latifolia*[J]. Chemistry of Natural Compounds, 2017, 53(3): 432-435.

[16] Qian Yixin, Kang Jichuan, Luo Yikai, et al. Secondary metabolites of an endophytic fungus *Phomopsis castaneae-mollissimae* [J]. Chemistry of Natural Compounds, 2018, 54(2): 346-347.

[17] Lou Hongxiang, Yamazaki Y, Sasaki T, et al. A-type proanthocyanidins from peanut skins[J]. Phytochemistry, 1999, 51: 297-308.

[18] Wang Hanlei, Zhang Ran, Zhang Kun, et al. Antioxidant, hypoglycemic and molecular docking studies of methanolic extract, fractions and isolated compounds from aerial parts of *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf[J]. Molecules, 2022, 27(9): 2858.

[19] Fokou P V T, Pone B K, Appiah-Oppong R, et al. An update on antitumor efficacy of catechins: from molecular mechanisms to clinical applications [J]. Food Science and Nutrition, 2025, 13: e70169.

[20] Wang Qinqin, Gao Hongwei, Yuan Renyikun, et al. Procyanidin A2, a polyphenolic compound, exerts anti-inflammatory and anti-oxidative activity in lipopolysaccharide-stimulated RAW264.7 cells [J]. PLoS ONE, 2020, 15(8): e0237017.

(责任编辑: 郭严冬)