

• 综 述 •

野桐属植物化学成分及其药理活性研究进展

陈德力¹, 张小坡², 吴海峰², 马国需², 许旭东^{2*}

1. 中国医学科学院 北京协和医学院药用植物研究所海南分所, 海南省南药资源保护与开发重点实验室, 海南 万宁 571533

2. 中国医学科学院 北京协和医学院药用植物研究所, 北京 100193

摘 要: 野桐属 *Mallotus* Lour. 植物隶属于大戟科 (Euphorbiaceae), 全世界约 140 种, 主要分布于亚洲热带和亚热带地区。我国有 25 种, 11 变种, 主产于南部各省区, 该属中多种植物作为传统药物加以应用, 其化学成分主要是二萜、三萜、多酚、鞣质等, 除此还有单萜、苯并吡喃、香豆素并木脂素、二芳基庚烷、黄酮、生物碱及香豆素等, 具有抗动脉粥样硬化、利胆、保肝、抗氧化、镇痛、提高免疫力、增强记忆力等多种活性。综述了近 25 年来, 国内外对野桐属植物化学成分和药理活性的研究进展, 以期对野桐属植物的深入研究与开发利用提供参考。

关键词: 野桐属; 萜类; 鞣质; 抗动脉粥样硬化; 抗氧化

中图分类号: R282.71 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2014)15-2248-17

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2014.15.024

Research progress on chemical constituents of plants from *Mallotus* Lour. and their pharmacological activities

CHEN De-li¹, ZHANG Xiao-po², WU Hai-feng², MA Guo-xu², XU Xu-dong²

1. Hainan Provincial Key Laboratory of Resources Conservation and Development of Southern Medicine, Hainan Branch Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Wanning 571533, China

2. Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Beijing 100193, China

Abstract: The genus *Mallotus* Lour. (Euphorbiaceae) consists of 140 species distributed in tropical and subtropical regions of Asia, 25 species and 11 varieties of which can be found in southern of China. Some species of the genus have been used in traditional medicine. Phytochemical studies on the plants in the genus have demonstrated the presence of large number of diterpenoids, triterpenoids, polyphenols, and tannins, along with some monoterpene, benzopyran, coumarin-lignin, diaryl heptane, flavonoids, alkaloids, coumarin, etc. Furthermore, many pharmacological activities of the plants in the genus, such as anti-atherosclerosis, choleric, hepatoprotective, antioxidant, analgesic, immunity improvement, and memory enhancing activities have been reported. In this article, new development of constituents and biological activities of plants in *Mallotus* Lour. since 1988 were reviewed and summarized for providing a reference for the further study, exploitation, and utilization of this resource.

Key words: *Mallotus* Lour.; terpenes; tannin; anti-atherosclerosis; anti-oxidation

野桐属 *Mallotus* Lour. 植物隶属于大戟科 (Euphorbiaceae), 全世界约 140 种, 主要分布于亚洲热带和亚热带地区^[1]。我国野桐属植物资源丰富, 有 25 种, 11 变种, 主产于南部各省区^[1], 且有多品种作为中药广泛使用。据《中华本草》记载, 野

梧桐 *M. japonicus* (Thunb.) Müll. Arg. 主治胃、十二指肠溃疡, 肝炎, 血尿带下, 疮疡, 外伤出血, 胃脘痛, 气郁不舒, 暖气^[2]; 除此之外, 野梧桐在日本用于治疗胃病, 在我国台湾省民间用于治疗癌症等。据《全国中草药汇编》记载, 白背叶 *M. apelta*

收稿日期: 2014-04-01

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项 (2013HNB02)

作者简介: 陈德力 (1987—), 男, 湖北随州人, 研究实习员, 硕士, 主要从事中药及天然药物研究与开发。

Tel: 13627547028 E-mail: chendeli9999@163.com

*通信作者 许旭东 (1968—), 男, 北京人, 研究员, 博士, 主要从事中药及天然药物研究与开发。E-mail: xdxu@implad.ac.cn

(Lour.) Müll. Arg. 根可治慢性肝炎、肝脾肿大、子宫脱垂、脱肛、白带、妊娠水肿；叶可消炎止血，外用主治中耳炎、疖肿、跌打损伤、外伤出血^[3]。据《南宁市药物志》记述，白楸 *M. paniculatus* (Lam.) Müll. Arg. 主治淋浊、胃痛、口疮、痔疮、溃疡、跌打损伤、蛇咬伤、外伤出血^[4]。《浙江天目山药植志》记载，石岩枫 *M. repandus* (Rottler) Müll. Arg. 治毒蛇咬伤、风湿痹痛、慢性溃疡^[5]。《浙江药用植物志》记载，粗糠柴 *M. philippinensis* (Lam.) Müll. Arg. 根具有清热利湿之功效，用于急、慢性痢疾，咽喉肿痛的治疗^[6]。

自从 1988 年，张国文等^[7]对野桐属植物化学成分进行综述后，近 25 年来，未见对野桐属植物化学成分及其药理活性的综述报道。目前，对野桐属植物进行化学成分及其药理活性研究的品种主要有白背叶、石岩枫、野梧桐、粗糠柴、白楸、锈毛野桐 *M. anomalus* Merr. & Chun、崖豆藤野桐 *M. millietii* H. Lév.、东南野桐 *M. lianus* Croizat、鹧鸪茶 *M. furettianus* (Miq.) Müll. Arg. 和褐毛野桐 *M. metcalfianus* Croizat 等。本文对近 25 年来，从野桐属植物获得的化合物

成分及其药理活性研究进行综述，以期对野桐属药用植物的深入研究提供参考和帮助。

1 化学成分

从 1988—2013 年，从野桐属植物中共分离 168 个化合物，其中单萜类 5 个，倍半萜 1 个，二萜类 18 个，三萜类 25 个，酚类 42 个，鞣质类 30 个，苯并吡喃类 11 个，香豆素并木脂素类 7 个，黄酮类 14 个，生物碱类 3 个，二芳基庚烷类 4 个。除上述类型化合物外，从本属植物中还分离得到香豆素、甾醇、氨基酸、糖苷以及高级醇等。

1.1 萜类

1.1.1 单萜及倍半萜类 野桐属植物中单萜及倍半萜类化合物较少。2007 年，李干鹏等^[8]从崖豆藤野桐中分离得到 4 个紫罗酮类单萜苷，分别为 aseleposide D (1)、aseleposide E (2)、icaraside B (3)、corehoionoside C (4)。2009 年，Rivière 等^[9]从褐毛野桐中分离得到 1 个紫罗酮类单萜苷化合物 blumenol C glucoside (5) (表 1 和图 1)。2012 年，Ni 等^[10]从锈毛野桐中分离得到 1 个倍半萜类化合物 cloven-2β, 9α-diol (6) (表 1 和图 1)。

表 1 野桐属植物中已发现的单萜及倍半萜类化合物

Table 1 Monoterpenes and sesquiterpenes in plants from *Mallotus* Lour.

编号	化合物名称	植物来源	文献
1	aseleposide D	崖豆藤野桐	8
2	aseleposide E	崖豆藤野桐	8
3	icaraside B	崖豆藤野桐	8
4	corehoionoside C	崖豆藤野桐	8
5	blumenol C glucoside	褐毛野桐	9
6	cloven-2β, 9α-diol	锈毛野桐	10

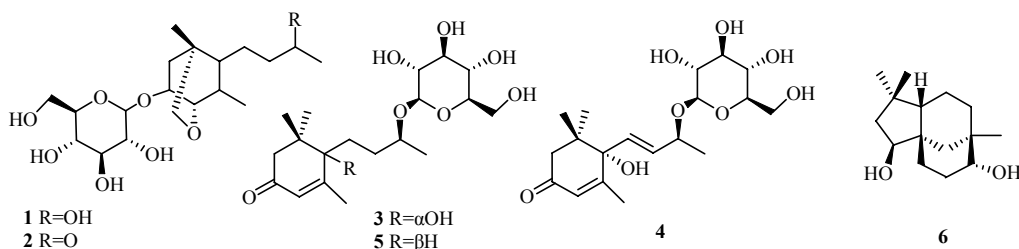


图 1 野桐属植物中单萜及倍半萜类化合物的结构

Fig. 1 Structures of monoterpenes and sesquiterpenes in plants from *Mallotus* Lour.

1.1.2 二萜 1992 年，杨益平等^[11-12]从锈毛野桐分离得到 4 个对映-玫瑰烷型三环二萜类化合物和 1 个对映-贝壳杉烷型四环二萜类化合物，分别为锈毛醇酮 (7)、异锈毛醇酮 (8)、锈毛双醇酮 (9)、锈毛醇 (10) 和环氧锈毛醇 (11) (表 2 和图 2)。1999 年，Cheng 等^[13-14]

从白背叶中分离得到 5 个二萜类化合物，为 malloapeltin (12)、2α, 4β, 15, 16-tetrahydroxyl-dolabradane (13)、10-hydroxy-cembrene-5-one (14)、6-hydroxy-cembrene-5, 10-dione (15)、malloapeltene (16) (表 2 和图 2)。2006 年，Bai 等^[15]从粗毛野桐 *M. hookerianus* (Seem.)

Müll. Arg. 中分离得到4个高度氧化的司烷型二萜类化合物, 分别为 hookerianolide A (17)、B (18)、C (19) 以及 hookerianolide A triacetate (20) (表2和图2)。2012年, Ni 等^[10]从锈毛野桐中分离得到3个对

映-玫瑰烷型二萜类化合物和2个对映-贝壳杉烷型四环二萜类化合物, 分别为 anomalusin A (21)、B (22)、anomallotusinsin (9)、anomaluone (23)、abbeokutone (24) (表2和图2)。

表2 野桐属植物中已发现的二萜类化合物

Table 2 Diterpenoids in plants from *Mallotus* Lour.

编号	化合物名称	植物来源	文献
7	anomallotusin	锈毛野桐	10-11
8	isoanomallotusin	锈毛野桐	11
9	anomallotusinin	锈毛野桐	11
10	anomaluol	锈毛野桐	12
11	anomallotuside	锈毛野桐	12
12	malloapeltin	白背叶	13
13	2 α , 4 β , 15, 16-tetrahydroxyl-dolabradane	白背叶	14
14	10-hydroxy-cembrene-5-one	白背叶	14
15	6-hydroxy-cembrene-5, 10-dion	白背叶	14
16	malloapeltene	白背叶	13
17	hookerianolide A	粗毛野桐	15
18	hookerianolide B	粗毛野桐	15
19	hookerianolide C	粗毛野桐	15
20	hookerianolide A triacetate	粗毛野桐	15
21	anomalusin A	锈毛野桐	10
22	anomalusin B	锈毛野桐	10
23	anomaluone	锈毛野桐	10,16
24	abbeokutone	锈毛野桐	10

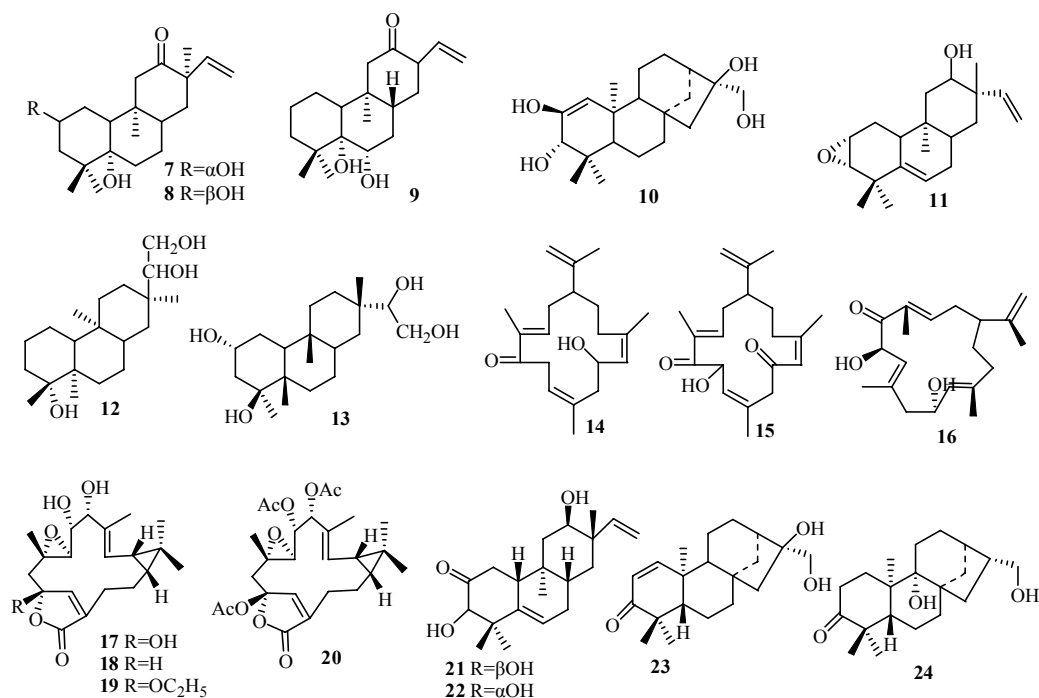


图2 野桐属植物中二萜类化合物的结构

Fig. 2 Structures of diterpenoids in plants from *Mallotus* Lour.

1.1.3 三萜 1999年, Huang等^[17]从石岩枫中分离得到6个三萜类化合物, 分别为3 α -hydroxy-13 α -ursan-28, 12 β -olide 3-benzoate (**25**)、3 α -hydroxy-28 β -methoxy-13 α -ursan-28, 12 β -epoxide 3-benzoate (**26**)、3 α -hydroxy-13 α -ursan-28-oic acid (**27**)、3-oxo-13 α -ursan-28, 12 β -olide (**28**)、3 α -hydroxy-13 α -ursan-28, 12 β -olide (**29**)、熊果酸(**30**) (表3和图3)。2001年, Sutthivaiyakit等^[18]从石岩枫中分离得到3个三萜内酯类化合物, 分别为3-oxo-D:A-friedo-oleanan-27, 16 α -lactone (**31**)、3 α -benzoyloxy-D:A-friedo-oleanan-27, 16 α -lactone (**32**)以及3 β -hydroxy-D:A-friedo-oleanan-27, 16 α -lactone (**33**) (表3和图3)。2004年, Van Kiem等^[19]从白背叶中分离得到7个三萜类化合物, 分别为3 α -hydroxyhop-22(29)-ene

(**34**)、hennadiol (**35**)、木栓酮(**36**)、木栓醇(**37**)、epifriedelanol (**38**)、taraxerone (**39**)、epitaraxerol (**40**) (表3和图3)。2005年, 元晓曼等^[20]从白背叶中分离得到熊果酸(**30**)。2005—2006年, 林连波等^[21-22]从鸚鵡茶中分离得到木栓酮(**36**)和木栓醇(**37**) (表3和图3)。2009年, Rivière等^[9]从褐毛野桐中分离得到1个三萜类化合物, 为木栓醇(**37**)。2012年, 冯子明等^[23]从白背叶中分离得到9个三萜类化合物, 分别为 β -香树脂醇乙酸酯(**41**)、高根二醇(**42**)、羽扇豆-20(29)-烯-3 β , 30-二醇(**43**)、 α -香树脂醇乙酸酯(**44**)、油桐酸(**45**)、对羟基苯甲酸-2 α -羟基油桐酸酯(**46**)、12-乌索烯-3-酮(**47**)、3-羟基-12-乌索烯(**48**)、乙酰基油桐酸(**49**) (表3和图3)。

表3 野桐属植物中已发现的三萜类化合物

Table 3 Triterpenoids in plants from *Mallotus* Lour.

编号	化合物名称	植物来源	文献
25	3 α -hydroxy-13 α -ursan-28, 12 β -olide 3-benzoate	石岩枫	17
26	3 α -hydroxy-28 β -methoxy-13 α -ursan-28, 12 β -epoxide 3-benzoate	石岩枫	17
27	3 α -hydroxy-13 α -ursan-28-oic acid	石岩枫	17
28	3-oxo-13 α -ursan-28, 12 β -olide	石岩枫	17
29	3 α -hydroxy-13 α -ursan-28, 12 β -olide	石岩枫	17
30	熊果酸	石岩枫、白背叶	17,20
31	3-oxo-D:A-friedo-oleanan-27, 16 α -lactone	石岩枫	18
32	3 α -benzoyloxy-D:A-friedo-oleanan-27, 16 α -lactone	石岩枫	18
33	3 β -hydroxy-D:A-friedo-oleanan-27, 16 α -lactone	石岩枫	18
34	3 α -hydroxyhop-22(29)-ene	白背叶	19
35	hennadiol	白背叶	19
36	木栓酮	白背叶、鸚鵡茶	19,21-22
37	木栓醇	白背叶、鸚鵡茶、褐毛野桐	9,19,21-22
38	epifriedelanol	白背叶	19
39	taraxerone	白背叶	19
40	epitaraxerol	白背叶	19
41	β -香树脂醇乙酸酯	白背叶	23
42	高根二醇	白背叶	23
43	羽扇豆-20(29)-烯-3 β , 30-二醇	白背叶	23
44	α -香树脂醇乙酸酯	白背叶	23
45	油桐酸	白背叶	23
46	对羟基苯甲酸-2 α -羟基油桐酸酯	白背叶	23
47	12-乌索烯-3-酮	白背叶	20
48	3-羟基-12-乌索烯	白背叶	20
49	乙酰基油桐酸	白背叶	20

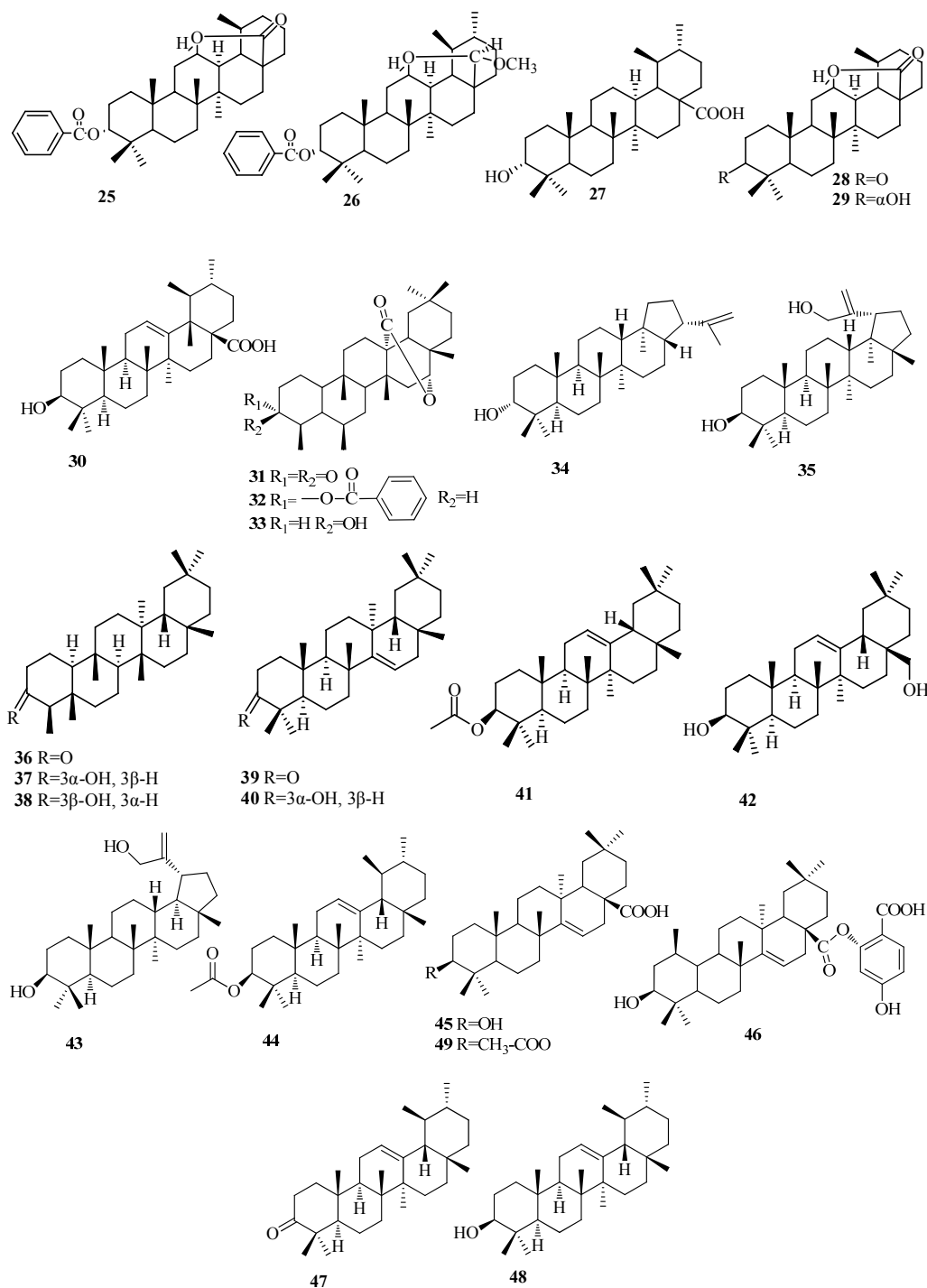


图3 野桐属植物中三萜类化合物的结构

Fig. 3 Structures of triterpenoids in plants from *Mallotus* Lour.

1.2 酚类

1989年, Saijo等^[24]从野梧桐中分离得到6个酚苷类化合物, 分别为4-hydroxy-2-methoxyphenol 1-*O*-β-*D*-(6'-*O*-galloyl) glucoside (**50**)、4-hydroxy-3-methoxyphenol 1-*O*-β-*D*-(2', 6'-*O*-galloyl) glucoside (**51**)、4-hydroxy-3-methoxyphenol 1-*O*-β-*D*-(2', 3', 6'-

tri-*O*-galloyl) glucoside (**52**)、3, 4, 5-trimethoxyphenol 1-*O*-β-*D*-(2', 6'-*O*-galloyl) glucoside (**53**)、4-hydroxy-2, 6-dimethoxyphenol 1-*O*-β-*D*-(6'-*O*-galloyl) glucoside (**54**)、4-hydroxy-3-methoxyphenol 1-*O*-β-*D*-(6'-*O*-galloyl) glucopyranoside (**55**); 同时分离得到3个原翠雀定类化合物, 分别为prodelphinidin B-3 (**56**)、

prodelphinidin B-2 3'-*O*-gallate (57)、prodelphinidin B-4 3'-*O*-gallate (58) (表4和图4)。1988—1990年, Arisawa 等^[25-26]从野梧桐中分离得到16个多酚类化合物, 分别为2, 6-dihydroxy-3-methyl-4-methoxyacetophenone (59)、mallotophenone (60)、mallotochromene (61)、butyrylmallotochromene (62)、isobutyrylmallotochromene (63)、butyrylmallotochromanol (64)、iso-butyrylmallotochromanol (65)、mallotojaponol (66)、mallotochromanol (67)、isomallotochromanol (68)、mallotolerin (69)、mallotojaponin (70)、butyrylmallotojaponin (71)、isobutyrylmallotojaponin (72)、butyrylmallotolerin (73)、isobutyrylmallotolerin (74) (表4和图4)。1998年, Cheng 等^[27]从白背叶中分离得到1个多酚类化合物, 为4, 5, 4'-trimethyl-ellagic acid (75) (表4和图4)。2004年, Supudompol 等^[28]从樟叶野桐 *M. pallidus* (Airy-Shaw) Airy-Shaw 中分离得到5个根皮酚类化合物, 分别为 pallidusol (76)、dehydro-pallidusol (77)、pallidol (78)、mallopallidol (79)、homomallopallidol (80) (表4和图4)。2004年, Wei 等^[29]从鸛鹑茶中分离得到5个多酚类化合物, 分别为 mallophenol A (81)、mallophenol B (82)、aviculin (83)、(+)-lyoniresinol-3 α -*O*- α -*L*-rhamnopyranoside (84)、gallic acid (85) (表4和图4)。2007年, 李干鹏等^[8]从崖豆藤野桐中分离得到2个酚苷类化合物为 *cis*-syringin (86)、3, 4, 5-trimethoxy-phenyl-1-*O*- β -*D*-glucopyranoside (87) (表4和图4)。2009年, Rivière 等^[9]从褐毛野桐中分离得到2个酚酸类化合物, 分别为 *trans*-ferulic acid (88)、methylsalicylate glucoside (89) (表4和图4)。2012年, 冯子明等^[23]从白背叶中分离得到2个酚类化合物勾儿茶素 (90)、3-甲氧基-4-*O*- β -*D*-葡萄糖基苯甲酸 (91) (表4和图4)。

1.3 鞣质类

1989年, Saijo 等^[30]从野梧桐中分离得到13个鞣质类化合物, 分别为 glucogallin (92)、eugenin (93)、corilagin (94)、punicafolin (95)、geraniin (96)、furosin (97)、mallotinic acid (98)、mallotusinic acid (99)、brevifolin carboxylic acid (100)、repandusin (101)、repandusinic acid A (102)、repandusinic acid B (103)、mallotin (104) (表5和图5)。1990年, Saijo 等^[31]又从其中分离得到17个鞣质酸类化合物, 分别为3, 4-di-*O*-galloylbergenin

(105)、4, 11-di-*O*-galloylbergenin (106)、3, 4, 11-tri-*O*-galloylbergenin (107)、4-*O*-galloylnorbergenin (108)、1-*O*-galloyl- β -*D*-glucose (109)、6-*O*-galloyl-*D*-glucose (110)、1, 6-di-*O*-galloyl- β -*D*-glucose (111)、1, 2, 3, 6-tetra-*O*-galloyl- β -*D*-glucose (112)、1, 2, 4, 6-tetra-*O*-galloyl- β -*D*-glucose (113)、1, 2, 3, 4, 6-penta-*O*-galloyl- β -*D*-glucose (114)、1-*O*-galloylglycerol (115)、3-*O*-galloylshikimic acid (116)、bergenin (117)、4-*O*-galloylbergenin (118)、11-*O*-galloylbergenin (119)、norbergenin (120)、11-*O*-galloylnorbergenin (121) (表5和图5)。

1.4 苯并吡喃类

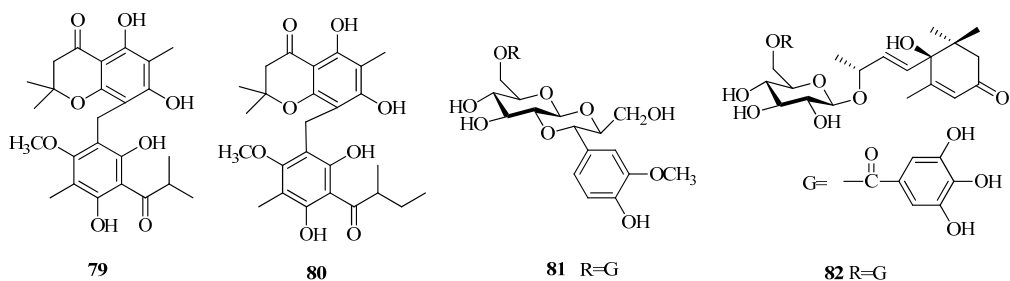
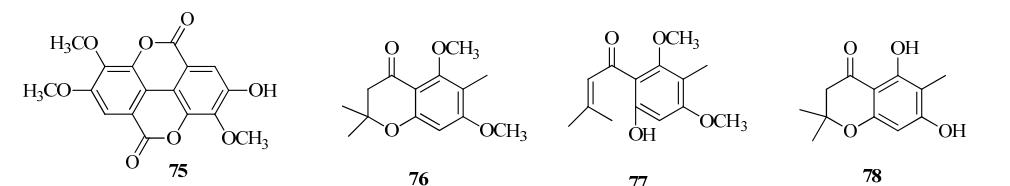
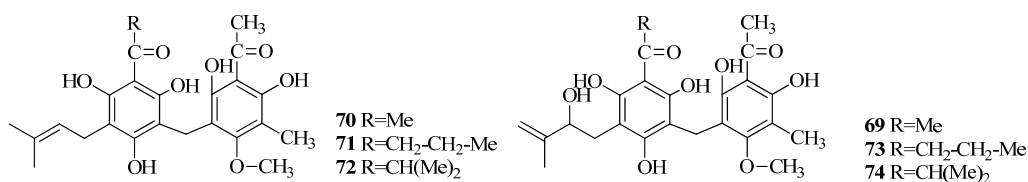
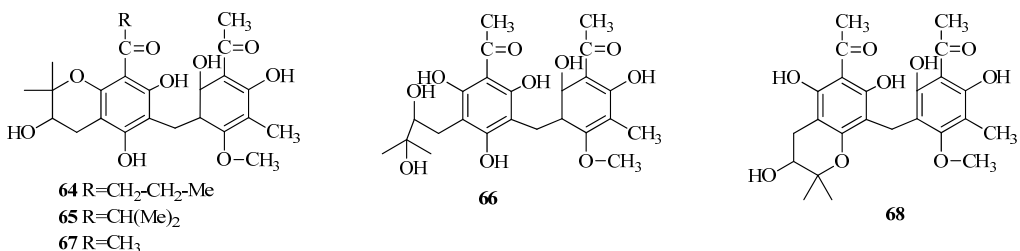
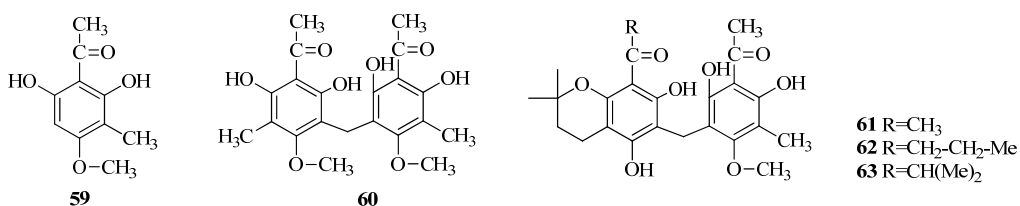
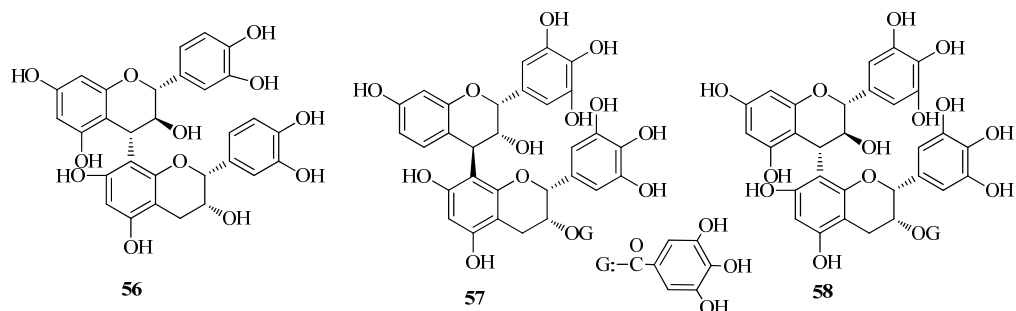
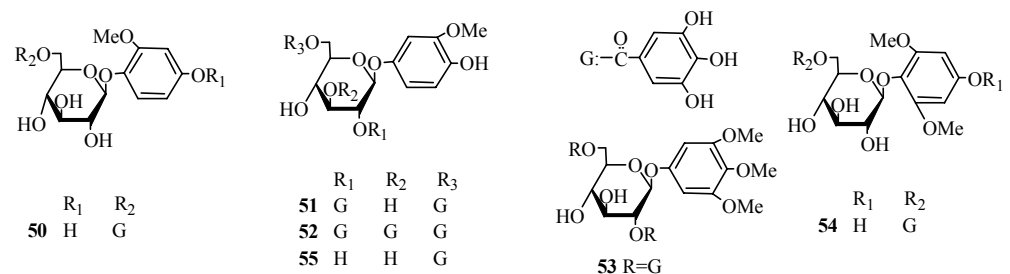
2001—2003年, An 等^[32-33]从白背叶中分离得到9个苯并吡喃类化合物, 分别为4-hydroxy-2, 6-dimethyl-6-(3, 7-dimethyl-2, 6-octadienyl)-8-(3-methyl-2-butenyl)-2*H*-1-benzopyran-5, 7 (3*H*, 6*H*)-dione (122)、4-hydroxy-2, 6, 8-trimethyl-6-(3, 7-dimethyl-2, 6-octadienyl)-2*H*-1-benzopyran-5, 7 (3*H*, 6*H*)-dione (123)、5-hydroxy-2, 8-di-methyl-6-(3-methyl-2-butenyl)-8-(3, 7-dimethyl-2, 6-octadienyl)-2*H*-1-benzopyran-4, 7 (3*H*, 8*H*)-dione (124)、5-hydroxy-2, 8, 6-trimethyl-8-(3, 7-dimethyl-2, 6-octadienyl)-2*H*-1-benzopyran-4, 7 (3*H*, 8*H*)-dione (125)、2, 3-dihydro-5, 7-di-hydroxy-2, 6-dimethyl-8-(3-methyl-2-butenyl)-4*H*-1-benzopyran-4-one (126)、2, 3-dihydro-5, 7-dihydroxy-2, 8-dimethyl-6-(3-methyl-2-butenyl)-4*H*-1-benzopyran-4-one (127)、2, 3-dihydro-5, 7-dihydroxy-2, 6, 8-trimethyl-4*H*-1-benzopyran-4-one (128)、6 β -hydroxy-2 α , 8 β -dimethyl-6-(3-methyl-2-butenyl)-8-(3, 7-dimethyl-2, 6-octadienyl)-2*H*-1-benzopyran-4, 5, 7 (3*H*, 6*H*, 8*H*)-trione (129)、6 β -hydroxy-2 α , 6 α , 8 β -trimethyl-8-(3, 7-dimethyl-2, 6-octadienyl)-2*H*-1-benzopyran-4, 5, 7 (3*H*, 6*H*, 8*H*)-trione (130) (表6和图6)。2005年, Van Kiem 等^[34]从白背叶中分离得到2个苯并吡喃类化合物6-[1'-oxo-3'(*R*)-hydroxy-butyl]-5, 7-dimethoxy-2, 2-dimethyl-2*H*-1-benzopyran (131)、6-[1'-oxo-3'(*R*)-methoxy-butyl]-5, 7-di-methoxy-2, 2-di-methyl-2*H*-1-benzopyran (132) (表6和图6)。

1.5 香豆素并木脂素类

2000年, Cheng 等^[35]从白背叶中分离得到3个香豆素并木脂素类化合物, 分别为 aquillochin (133)、cleomiscosin A (134)、5'-demethylaquillochin (135) (表7和图7)。2008年, Xu 等^[36]从白背叶

表4 野桐属植物中已发现的酚类化合物
Table 4 Phenols in plants from *Mallotus* Lour.

编号	化合物名称	植物来源	文献
50	4-hydroxy-2-methoxyphenol 1- <i>O</i> - β - <i>D</i> -(6'- <i>O</i> -galloyl) glucoside	野梧桐	24
51	4-hydroxy-3-methoxyphenol 1- <i>O</i> - β - <i>D</i> -(2', 6'-di- <i>O</i> -galloyl) glucoside	野梧桐	24
52	4-hydroxy-3-methoxyphenol 1- <i>O</i> - β - <i>D</i> -(2', 3', 6'-tri- <i>O</i> -galloyl) glucoside	野梧桐	24
53	3, 4, 5-trimethoxyphenol 1- <i>O</i> - β - <i>D</i> -(2', 6'-di- <i>O</i> -galloyl) glucoside	野梧桐	24
54	4-hydroxy-2, 6-dimethoxyphenol 1- <i>O</i> - β - <i>D</i> -(6'- <i>O</i> -galloyl) glucoside	野梧桐	24
55	4-hydroxy-3-methoxyphenol 1- <i>O</i> - β - <i>D</i> -(6'- <i>O</i> -galloyl) glucopyranoside	野梧桐	24
56	prodelphinidin B-3	野梧桐	24
57	prodelphinidin B-2 3'- <i>O</i> -gallate	野梧桐	24
58	prodelphinidin B-4 3'- <i>O</i> -gallate	野梧桐	24
59	2, 6-dihydroxy-3-methyl-4-methoxyacetophenone	野梧桐	25
60	mallotophenone	野梧桐	25
61	mallotochromene	野梧桐	25
62	butyrylmallotochromene	野梧桐	25
63	isobutyrylmallotochromene	野梧桐	25
64	butyrylmallotochromanol	野梧桐	26
65	isobutyrylmallotochromanol	野梧桐	26
66	mallotojaponol	野梧桐	26
67	mallotochromanol	野梧桐	25-26
68	isomallotochromanol	野梧桐	25-26
69	mallotolerin	野梧桐	25-26
70	mallotojaponin	野梧桐	25-26
71	butyrylmallotojaponin	野梧桐	25-26
72	isobutyrylmallotojaponin	野梧桐	25-26
73	butyrylmallotolerin	野梧桐	25-26
74	isobutyrylmallotolerin	野梧桐	25-26
75	4, 5, 4'-trimethyl-ellagic acid	白背叶	27
76	pallidusol	樟叶野桐	28
77	dehydropallidusol	樟叶野桐	28
78	pallidol	樟叶野桐	28
79	mallopallidol	樟叶野桐	28
80	homomallopallidol	樟叶野桐	28
81	mallophenol A	鹧鸪茶	29
82	mallophenol B	鹧鸪茶	29
83	aviculin	鹧鸪茶	22,29
84	(+)-lyoniresinol-3 α - <i>O</i> - α - <i>L</i> -rhamnopyranoside	鹧鸪茶	22,29
85	gallic acid	鹧鸪茶	21-22,29
86	<i>cis</i> -syringin	崖豆藤野桐	8
87	3, 4, 5-trimethoxy-phenyl-1- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucopyranoside	崖豆藤野桐	8
88	<i>trans</i> -ferulic acid	褐毛野桐	9
89	methylsalicylate glucoside	褐毛野桐	9
90	勾儿茶素	白背叶	23
91	3-甲氧基-4- <i>O</i> - β - <i>D</i> -葡萄糖基苯甲酸	白背叶	23



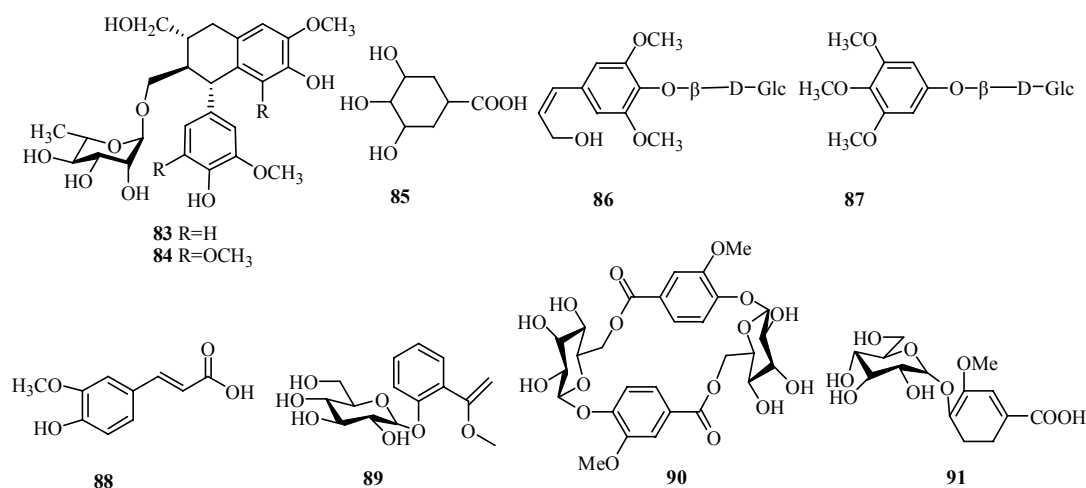


图4 野桐属植物中酚类化合物的结构

Fig. 4 Structures of phenols in plants from *Mallotus* Lour.

表5 野桐属植物中已发现的鞣质类化合物

Table 5 Tannins in plants from *Mallotus* Lour.

编号	化合物名称	植物来源	文献
92	glucogallin	野梧桐	30
93	eugenin	野梧桐	30
94	corilagin	野梧桐	30
95	punicafolin	野梧桐	30
96	geraniin	野梧桐	30
97	furosin	野梧桐	30
98	mallotinic acid	野梧桐	30
99	mallotusinic acid	野梧桐	30
100	brevifolin carboxylic acid	野梧桐	30
101	repandusin	野梧桐	30
102	repandusinic acid A	野梧桐	30
103	repandusinic acid B	野梧桐	30
104	mallotin	野梧桐	30
105	3, 4-di- <i>O</i> -galloylbergenin	野梧桐	31
106	4, 11-di- <i>O</i> -galloylbergenin	野梧桐	31
107	3, 4, 11-tri- <i>O</i> -galloylbergenin	野梧桐	31
108	4- <i>O</i> -galloylnorbergenin	野梧桐	31
109	1- <i>O</i> -galloyl-β- <i>D</i> -glucose	野梧桐	31
110	6- <i>O</i> -galloyl- <i>D</i> -glucose	野梧桐	31
111	1, 6-di- <i>O</i> -galloyl-β- <i>D</i> -glucose	野梧桐	31
112	1, 2, 3, 6-tetra- <i>O</i> -galloyl-β- <i>D</i> -glucose	野梧桐	31
113	1, 2, 4, 6-tetra- <i>O</i> -galloyl-β- <i>D</i> -glucose	野梧桐	31
114	1, 2, 3, 4, 6-penta- <i>O</i> -galloyl-β- <i>D</i> -glucose	野梧桐	31
115	1- <i>O</i> -galloylglycerol	野梧桐	31
116	3- <i>O</i> -galloylshikimic acid	野梧桐	31
117	bergenin	野梧桐	8,17,31
118	4- <i>O</i> -galloylbergenin	野梧桐	31
119	11- <i>O</i> -galloylbergenin	野梧桐	31
120	norbergenin	野梧桐	31
121	11- <i>O</i> -galloylnorbergenin	野梧桐	31

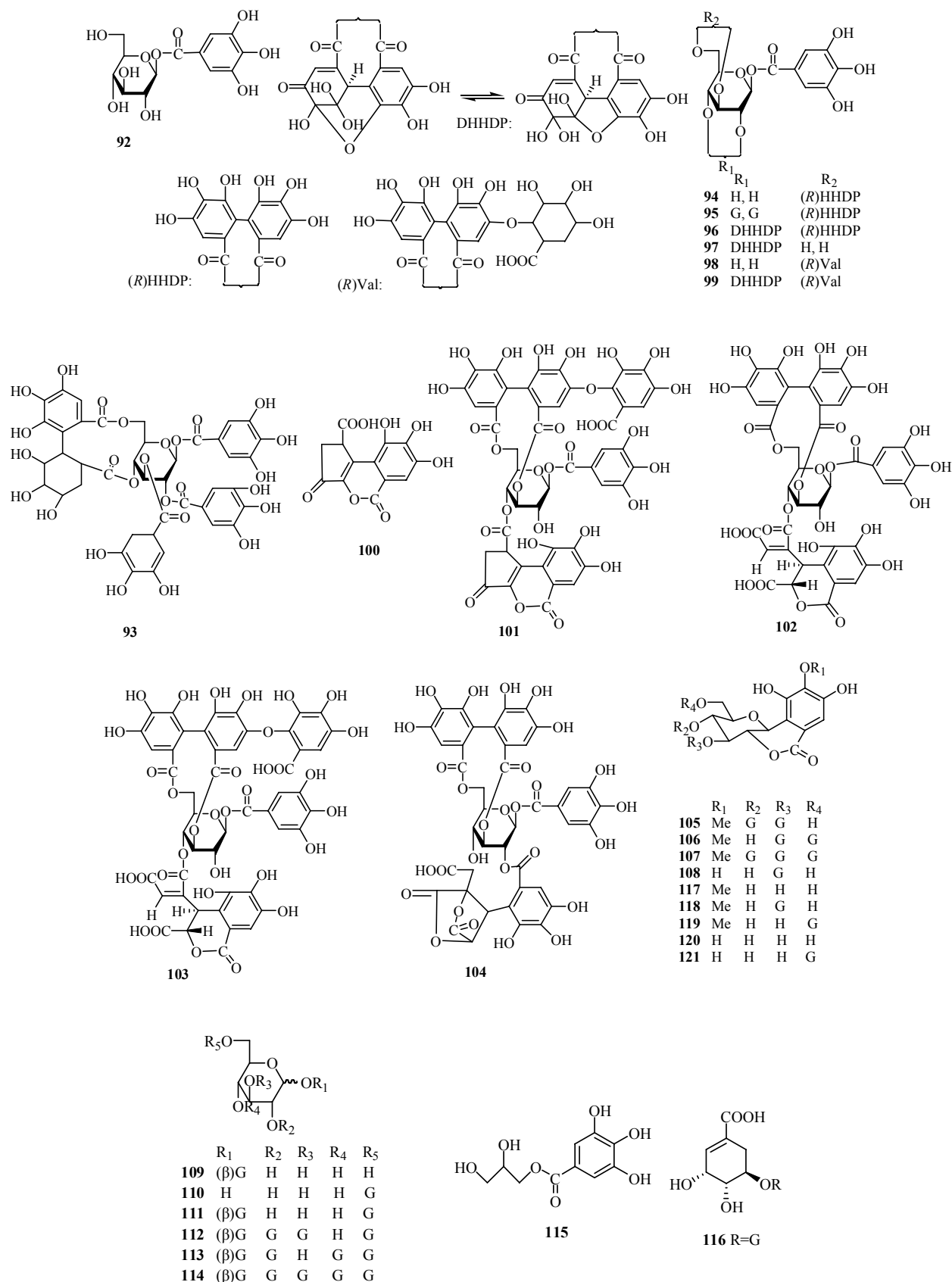


图5 野桐属植物中鞣质类化合物的结构

Fig. 5 Structures of tannins in plants from *Mallotus* Lour.

表6 野桐属植物中已发现的苯并吡喃类化合物
Table 6 Benzopyrans in plants from *Mallotus* Lour.

编号	化合物名称	植物来源	文献
122	4-hydroxy-2, 6-dimethyl-6-(3, 7-dimethyl-2, 6-octadienyl)-8-(3-methyl-2-butenyl)-2 <i>H</i> -1-benzopyran-5, 7 (3 <i>H</i> , 6 <i>H</i>)-dione	白背叶	32
123	4-hydroxy-2, 6, 8--trimethyl-6-(3, 7-dimethyl-2, 6-octadienyl)-2 <i>H</i> -1-benzopyran-5, 7 (3 <i>H</i> , 6 <i>H</i>)-dione	白背叶	32
124	5-hydroxy-2, 8-di-methyl-6-(3-methyl-2-butenyl)-8-(3, 7-dimethyl-2, 6-octadienyl)-2 <i>H</i> -1-benzopyran-4, 7 (3 <i>H</i> , 8 <i>H</i>)-dione	白背叶	32
125	5-hydroxy-2, 8, 6-trimethyl-8-(3, 7-dimethyl-2, 6-octadienyl)-2 <i>H</i> -1-benzopyran-4, 7(3 <i>H</i> , 8 <i>H</i>)-dione	白背叶	32
126	2, 3-dihydro-5, 7-dihydroxy-2, 6-dimethyl-8-(3-methyl-2-butenyl)-4 <i>H</i> -1-benzopyran-4-one	白背叶	32
127	2, 3-dihydro-5, 7-dihydroxy-2, 8-dimethyl-6-(3-methyl-2-butenyl)-4 <i>H</i> -1-benzopyran-4-one	白背叶	32
128	2, 3-dihydro-5, 7-dihydroxy-2, 6, 8-trimethyl-4 <i>H</i> -1-benzopyran-4-one	白背叶	32
129	6 β -hydroxy-2 α , 8 β -dimethyl-6-(3-methyl-2-butenyl)-8-(3, 7-dimethyl-2, 6-octadienyl)-2 <i>H</i> -1-benzopyran-4, 5, 7(3 <i>H</i> , 6 <i>H</i> , 8 <i>H</i>)-trione	白背叶	33
130	6 β -hydroxy-2 α , 6 α , 8 β -trimethyl-8-(3, 7-dimethyl-2, 6-octadienyl)-2 <i>H</i> -1-benzopyran-4, 5, 7 (3 <i>H</i> , 6 <i>H</i> , 8 <i>H</i>)-trione	白背叶	33
131	6-[1'-oxo-3'(<i>R</i>)-hydroxy-butyl]-5, 7-dimethoxy-2, 2-di-methyl-2 <i>H</i> -1-benzopyran	白背叶	34
132	6-[1'-oxo-3'(<i>R</i>)-methoxy-butyl]-5, 7-dimethoxy-2, 2-di-methyl-2 <i>H</i> -1-benzopyran	白背叶	34

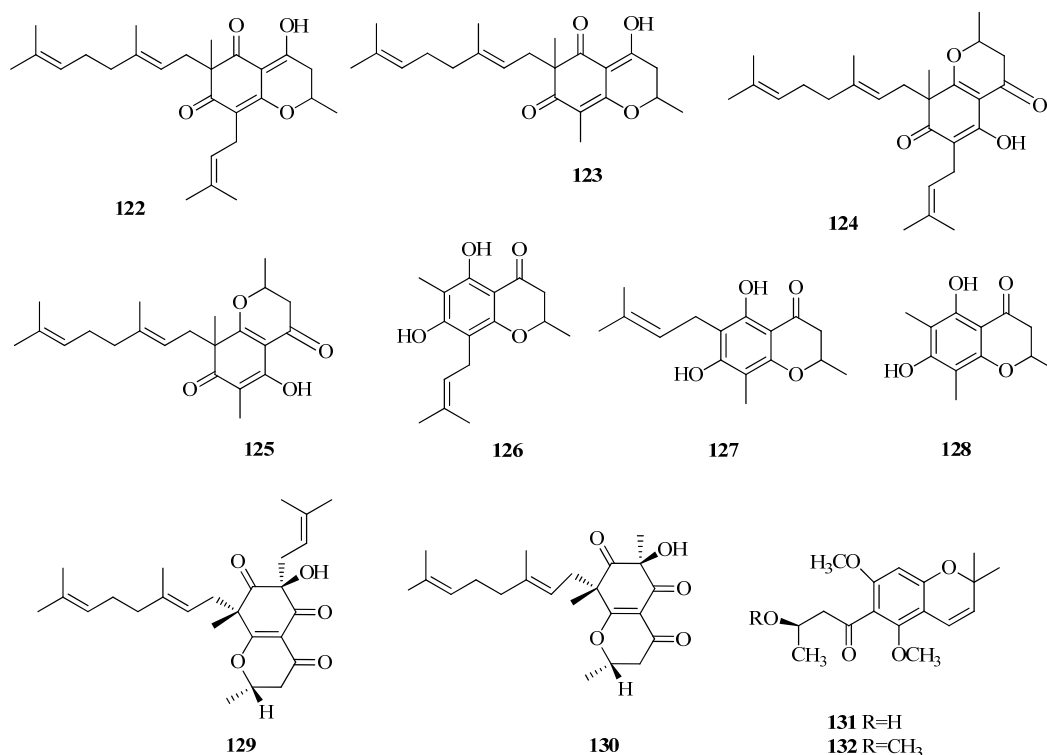


图6 野桐属植物中苯并吡喃类化合物的结构

Fig. 6 Structures of benzopyrans in plants from *Mallotus* Lour.

中分离得到6个香豆素并木质素类化合物, 分别为 malloapelins A~C (136~138)、cleomiscosin A (134)、cleomiscosin B (139)、5'-demethylaquillochin (135) (表7和图7)。

1.6 黄酮类

1989年, Saijo 等^[24]从野梧桐中分离得到4个黄酮类化合物, 分别为(+)-catechin (140)、(+)-gallocatechin (141)、(-)-epicatechin 3-*O*-gallate (142)、(-)-epigallo-

表 7 野桐属植物中已发现的香豆素并木脂素类化合物

Table 7 Coumarinolignoids in plants from *Mallotus* Lour.

编号	化合物名称	植物来源	文献
133	aquillochin	白背叶	35
134	cleomiscosin A	白背叶	35-36
135	5'-demethylaquillochin	白背叶	35-36
136	malloapelins A	白背叶	36
137	malloapelins B	白背叶	36
138	malloapelins C	白背叶	36
139	cleomiscosin B	白背叶	36

catechin 3-*O*-gallate(**143**)(表 8 和图 8)。2009 年, Rivière 等^[9]从褐毛野桐中分离得到 7 个黄酮类化合物, 分别为 chrysoeriol-7-*O*-[4''-*O*-(*E*)-coumaroyl]-β-glucopyranoside (**144**)、luteolin-7-*O*-[4''-*O*-(*E*)-coumaroyl]-β-glucopyranoside (**145**)、quercitrin (**146**)、kaempferol 3-*O*-α-*L*-rhamnoside (**147**)、astilbin (**148**)、quercetin 3-*O*-β-neohesperidoside (**149**)、kaempferol 3-*O*-β-neohesperidoside (**150**) (表 8 和图 8)。2012 年, Ni 等^[10]从锈毛野桐中分离得到 2 个黄酮类化合物 3, 5, 7-trihydroxyflavone(**151**)、4*H*-1-benzopyran-4-one(**152**) (表 8 和图 8)。2012 年, 冯子明等^[23]从白背叶中分离得到 1 个黄酮类化合物槲皮素 (**153**) (表 8 和图 8)。

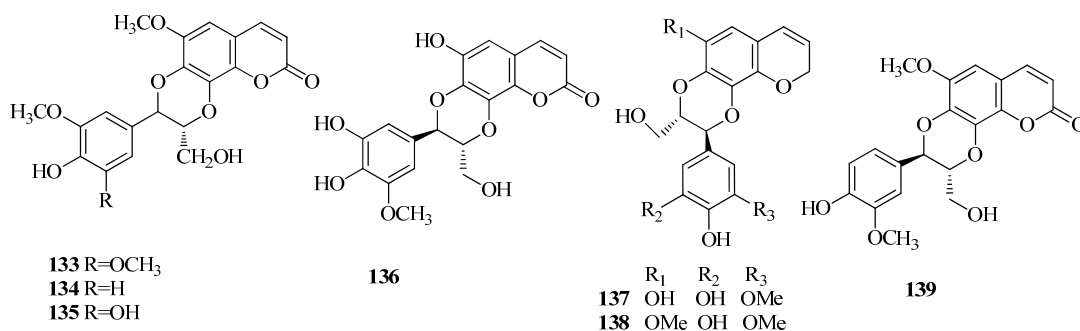


图 7 野桐属植物中香豆素并木脂素类化合物的结构

Fig. 7 Structures of coumarinolignoids in plants from *Mallotus* Lour.

表 8 野桐属植物中已发现的黄酮类化合物

Table 8 Flavonoids in plants from *Mallotus* Lour.

编号	化合物名称	植物来源	文献
140	(+)-catechin	野梧桐	24
141	(+)-gallocatechin	野梧桐	24
142	(-)-epicatechin 3- <i>O</i> -gallate	野梧桐	24
143	(-)-epigallocatechin 3- <i>O</i> -gallate	野梧桐	24
144	chrysoeriol-7- <i>O</i> -[4''- <i>O</i> -(<i>E</i>)-coumaroyl]-β-glucopyranoside	褐毛野桐	9
145	luteolin-7- <i>O</i> -[4''- <i>O</i> -(<i>E</i>)-coumaroyl]-β-glucopyranoside	褐毛野桐	9
146	quercitrin	褐毛野桐	9
147	kaempferol 3- <i>O</i> -α- <i>L</i> -rhamnoside	褐毛野桐	9
148	astilbin	褐毛野桐	9
149	quercetin 3- <i>O</i> -β-neohesperidoside	褐毛野桐	9
150	kaempferol 3- <i>O</i> -β-neohesperidoside	褐毛野桐	9
151	3, 5, 7-trihydroxyflavone	锈毛野桐	10
152	4 <i>H</i> -1-benzopyran-4-one	锈毛野桐	10
153	槲皮素	锈毛野桐	23

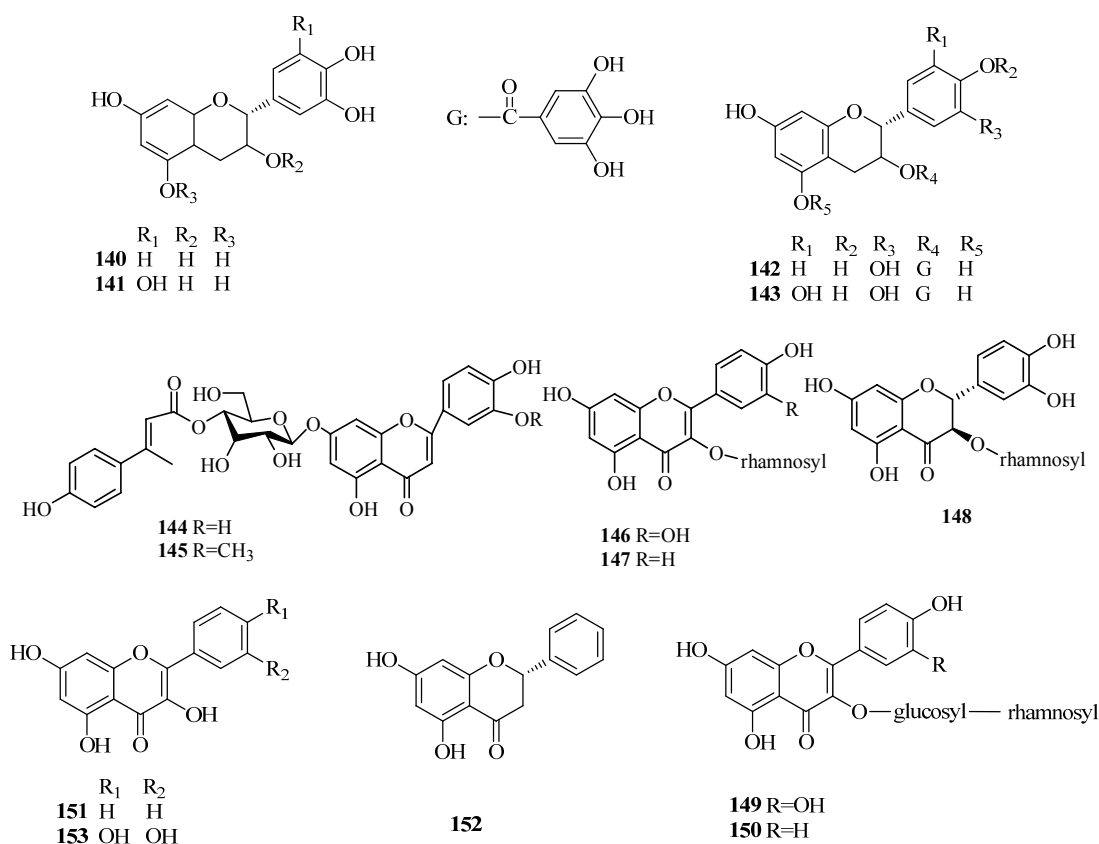


图8 野桐属植物中黄酮类化合物的结构

Fig. 8 Structures of flavonoids in plants from *Mallotus* Lour.

1.7 生物碱类

1998年, Cheng等^[27]从白背叶中分离得到1个吡啶型生物碱类化合物 malloapeltine (**154**) (表9和图9)。2007年, 李干鹏等^[8]从崖豆藤野桐中也分离得到1个吡啶型生物碱类化合物 nudiflorine (**155**) (表9和图9)。2012年, Rivière等^[37]从毛桐 *M. barbatus* (Wall.) Müll. Arg. 中分离得到1个吡啶型生物碱类化合物 *N*-methyl-2-pyridone-5-carboxamide (**156**) (表9和图9)。

1.8 二芳基庚烷类

2012年, Ni等^[10]从锈毛野桐中分离得到4个

表9 野桐属植物中已发现的生物碱类化合物
Table 9 Alkaloids in plants from *Mallotus* Lour.

编号	化合物名称	植物来源	文献
154	malloapeltine	白背叶	27
155	nudiflorine	崖豆藤野桐	8
156	<i>N</i> -methyl-2-pyridone-5-carboxamide	毛桐	37

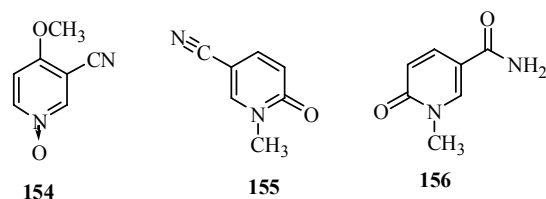


图9 野桐属植物中生物碱类化合物的结构

Fig. 9 Structures of alkaloids in plants from *Mallotus* Lour.

二芳基庚烷类化合物, 分别为 5-hydroxy-1-(3', 4'-dihydroxyphenyl)-7-(4''-hydroxyphenyl)-3-heptanone (**157**)、(4*E*)-7-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-phenylhept-4-en-3-one (**158**)、5-hydroxy-7-(4-hydroxyphenyl)-1-phenyl-3-heptanone (**159**)、yakuchinone B (**160**) (表10和图10)。

1.9 其他类

2005年, 元晓曼等^[20]从白背叶中分离得到 mussaenoside (**161**)、β-谷甾醇-3-*O*-β-*D*-吡喃葡萄糖苷 (**162**)、β-谷甾醇 (**163**)。2007年, 李干鹏等^[8]从崖豆藤野桐中分离得到1个香豆素类化合物 6-methoxy-7-hydroxy-coumarin (**164**), 以及1

个糖苷类化合物 3-甲基丁基-6-*O*- β -*D*-呋喃芹糖基- β -*D*-吡喃葡萄糖苷 (**165**)。2008 年, Jiang 等^[38]从东南野桐中分离得到 2 个氨基酸类化合物 *N*-isobutyl-2*E*, 4*E*, 12*Z*-octadecatrienamide

(**166**)、(7*Z*, 10*Z*, 18*Z*) tricos-7, 10, 18-trienamide (**167**)。2009 年, Rivière 等^[9]从褐毛野桐中分离得到 1 个高级醇 1-hexacosanol (**168**), 见表 11 和图 11。

表 10 野桐属植物中已发现的二芳基庚烷类化合物

Table 10 Diarylheptanoid alkanes in plants from *Mallotus* Lour.

编号	化合物名称	植物来源	文献
157	5-hydroxy-1-(3', 4'-dihydroxyphenyl)-7-(4"-hydroxyphenyl)-3-heptanone	锈毛野桐	10
158	(4 <i>E</i>)-7-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-phenylhept-4-en-3-one	锈毛野桐	10
159	5-hydroxy-7-(4-hydroxyphenyl)-1-phenyl-3-heptanone	锈毛野桐	10
160	yakuchinone B	锈毛野桐	10

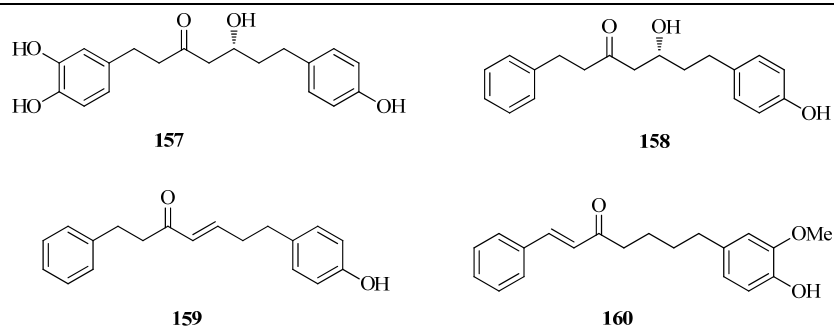


图 10 野桐属植物中二芳基庚烷类化合物的结构

Fig. 10 Structures of diarylheptanoid alkanes in plants from *Mallotus* Lour.

表 11 野桐属植物中已发现的其他类化合物

Table 11 Other categories in plants from *Mallotus* Lour.

编号	化合物名称	植物来源	文献
161	mussaenoside	白背叶	20
162	β -谷甾醇-3- <i>O</i> - β - <i>D</i> -吡喃葡萄糖苷	白背叶	20
163	β -谷甾醇	白背叶	20
164	6-methoxy-7-hydroxy-coumarin	崖豆藤野桐	8
165	3-甲基丁基-6- <i>O</i> - β - <i>D</i> -呋喃芹糖基- β - <i>D</i> -吡喃葡萄糖苷	崖豆藤野桐	8
166	<i>N</i> -isobutyl-2 <i>E</i> , 4 <i>E</i> , 12 <i>Z</i> -octadecatrienamide	东南野桐	38
167	(7 <i>Z</i> , 10 <i>Z</i> , 18 <i>Z</i>) tricos-7, 10, 18-trienamide	东南野桐	38
168	1-hexacosanol	褐毛野桐	9

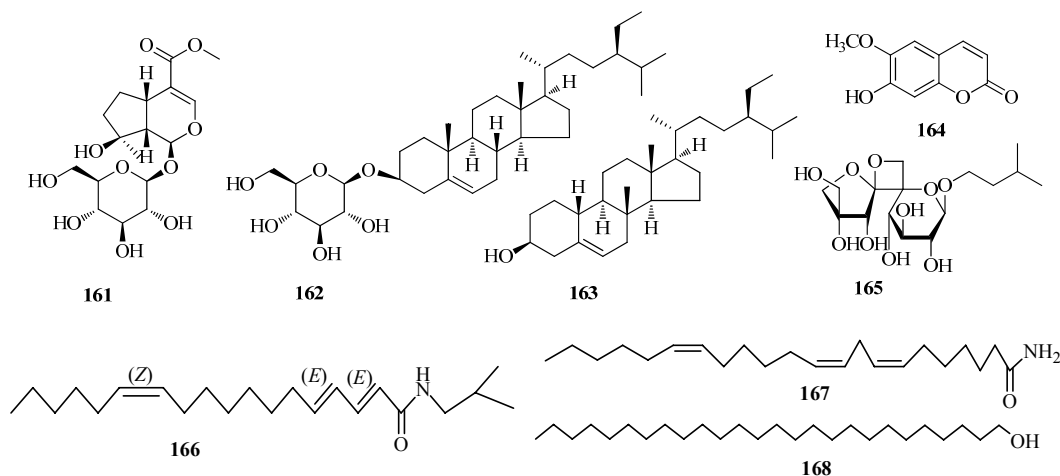


图 11 野桐属植物中其他类化合物的结构

Fig. 11 Structures of other categories in plants from *Mallotus* Lour.

2 药理活性

2.1 抗动脉粥样硬化

2008年,刘月丽等^[39-40]研究山苦茶(鹧鸪茶)提取物B、D对大鼠动脉粥样硬化(AS)的作用,结果表明,山苦茶可以清除自由基(山苦茶D>维生素C>山苦茶B),并可明显降低AS大鼠血清丙二醛(MDA)水平,提高一氧化氮合酶(NOS)、超氧化物歧化酶(SOD)活性,增强内皮依赖性血管舒张能力。山苦茶B高剂量(81 mg/kg)和低剂量(26 mg/kg)处理AS大鼠,结果进一步验证了山苦茶B可以防治AS。2011年,Liu等^[41]提取鹧鸪茶,得到提取物MfA和MfB,通过AS大鼠模型研究表明,MfA(53 mg/kg)和MfB(57 mg/kg)均能增加胆汁胆红素的分泌,降低三酰甘油、总胆固醇、低密度脂蛋白水平,提高血清中高密度脂蛋白水平;同时MfA和MfB的区别在于,MfA更有效降低三酰甘油水平,而MfB更有效降低总胆固醇水平。

2.2 保肝

2000年,Lim等^[42-44]研究表明野梧桐中的主要成分bergenin对CCl₄以及D-氨基半乳糖诱导的肝损伤大鼠具有显著的保护作用。2008年,Xu等^[36]研究表明,从白背叶中分离得到的化合物malloapelin C对D-氨基半乳糖诱导的WB-F344大鼠肝损伤具有保护作用。

2.3 抗氧化

1995年,Lin等^[45]研究发现石岩枫醋酸乙酯部位对超氧自由基具有较强的清除活性,其正己烷部位对羟基自由基具有较强的清除活性。2009年,Rivière等^[9]研究发现褐毛野桐醋酸乙酯提取物对DPPH自由基清除率达到89.2%。2009年,Tistaert等^[46]研究发现,鹧鸪茶、多花野桐*M. floribundus* (Bl.) Müll. Arg.、短柄野桐*Mallotus decipiens* (Ridl.) Müll. Arg.、粗糠柴、毛桐、白楸等的甲醇提取物对DPPH自由基均有较强的清除活性。文献报道山苦茶提取物具有抗氧化作用^[47]。

2.4 其他

白背叶中苯并吡喃类化合物6-[1'-oxo-3'(R)-methoxy-butyl]-5,7-dimethoxy-2,2-dimethyl-2H-l-benzopyran对Hep-2细胞具有较强的细胞毒活性(IC₅₀ 4.22 µg/mL)^[34]。四果野桐*M. tetracoccus* (Roxb.) Kurz根提取物对克雷白氏肺炎杆菌、金黄色葡萄球菌、霍乱弧菌以及大肠杆菌,均具有较强

的抑制作用^[48]。山苦茶提取物具有利胆^[49-50]、镇痛^[51]、抗菌、抗病毒^[52-53]、抗疲劳^[54]、增强记忆力^[55]、提高免疫力^[56]等活性。

3 结语

本文系统总结了野桐属植物化学成分及其药理活性的研究成果,归纳了近25年来从野桐属植物中分离得到的化合物,同时对野桐属植物的药理活性进行了总结,表明该属植物具有良好的开发前景。我国野桐属植物资源丰富,有悠久的药用历史及民间使用的习惯,且药食同源品种较多,具有保肝、调血脂、降血糖、抗动脉粥样硬化、抗衰老、提高免疫力等多种作用,但大多数种类没有进行过系统、深入的化学和药理研究,大部分药理活性实验还停留在粗提物水平,化学成分和药理活性相结合的研究还不多,存在不少问题需要进一步阐明,尤其是其药效物质基础和作用机制。因此,未来的方向可以侧重于系统研究野桐属中具有药食同源的植物的化学成分和药理作用,为开发利用该属药用植物资源打下坚实的基础。

参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志 (第44卷) [M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [2] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999.
- [3] 全国中草药汇编编写组. 全国中草药汇编 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1996.
- [4] 南宁市中医药研究所. 南宁市药物志 [M]. 南宁: 南宁市中医药研究所, 1959.
- [5] 浙江省卫生厅. 浙江天目山药用植物志 [M]. 杭州: 浙江省人民出版社, 1965.
- [6] 浙江药用植物志编写组. 浙江药用植物志 [M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1980.
- [7] 张国文, 陈梦蓓. 野桐属植物化学成分研究概况 [J]. 药学通报, 1988, 23(6): 333-337.
- [8] 李干鹏, 杨丽娟, 赵静峰. 滇黔野桐的化学成分研究 [J]. 中草药, 2007, 38(6): 804-806.
- [9] Rivière C, Hong V N T, Pieters L, et al. Polyphenols isolated from antiradical extracts of *Mallotus metcalfianus* [J]. *Phytochemistry*, 2009, 70(1): 91-99.
- [10] Ni G, Yang S, Yue J. Anomalusins A and B, two new ent-rosane diterpenoids from *Mallotus anomalus* [J]. *J Chin Pharm Sci*, 2012, 21(5): 421-427.
- [11] 杨益平, 唐宗位, 冯胜初, 等. 锈毛野桐化学成分的研究 III. 玫瑰烷型二萜成分的分离与结构 [J]. 化学学报, 1992, 50(2): 200-204.

- [12] 杨益平, 唐宗俭, 徐任生, 等. 锈毛野桐化学成分的研究报告 IV. 微量新二萜成分的分离与结构 [J]. 化学学报, 1992, 50(2): 205-208.
- [13] Cheng X F, Chen Z, Zeng M M. Two new diterpenoids from *Mallotus apelta* Muell. Arg. [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 1999, 1(3): 163-168.
- [14] Cheng X F, Chen Z L. Three new diterpenoids from *Mallotus apelta* Muell. Arg. [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 1999, 1(4): 319-325.
- [15] Bai Y, Yang Y, Ye Y. Hookerianolides A-C: three novel casbane-type diterpenoid lactones from *Mallotus hookerianus* [J]. *Tetrahedron Lett*, 2006, 47(37): 6637-6640.
- [16] 唐宗俭, 宋纯清, 冯胜初, 等. 锈毛野桐化学成分的研究 I. 野桐酮的化学结构 [J]. 化学学报, 1990, 48(7): 705-708.
- [17] Huang P L, Wang L W, Lin C N. New triterpenoids of *Mallotus repandus* [J]. *J Nat Prod*, 1999, 62(6): 891-892.
- [18] Sutthivaiyakit S, Thongtan J, Pisutjaroenpong S, et al. D: A friedo-oleanane lactones from the stems of *Mallotus repandus* [J]. *J Nat Prod*, 2001, 64(5): 569-571.
- [19] Van Kiem P, Van Minh C, Huong H T, et al. Pentacyclic triterpenoids from *Mallotus apelta* [J]. *Archiv Pharm Res*, 2004, 27(11): 1109-1113.
- [20] 亓晓曼, 杨益平, 叶阳. 白背叶茎的化学成分研究 [J]. 中药材, 2005, 28(9): 765-766.
- [21] 林连波, 符小文, 艾朝晖, 等. 海南山苦茶叶的化学成分研究 I [J]. 中国中药杂志, 2006, 31(6): 477-477.
- [22] 符小文, 林连波, 郭玲, 等. 海南山苦茶叶的化学成分 (II) [J]. 天然产物研究与开发, 2005, 17(4): 444-447.
- [23] 冯子明, 李福双, 徐建富, 等. 白背叶根化学成分研究 [J]. 中草药, 2012, 43(8): 1489-1491.
- [24] Saijo R, Nonaka G, Nishioka I. Phenol glucoside gallates from *Mallotus japonicas* [J]. *Phytochemistry*, 1989, 28(9): 2443-2446.
- [25] Fujita A, Hayashi T, Arisawa M, et al. Studies on cytotoxic constituents in pericarps of *Mallotus japonicus*. Part III [J]. *J Nat Prod*, 1988, 51(4): 708-712.
- [26] Arisawa M, Fujita A, Morita N. Studies on cytotoxic constituents in pericarps of *Mallotus japonicus* V. Three new phloroglucinol derivatives, butyrylmallotochromanol, isobutyrylmallotochromanol, and mallotojaponol [J]. *J Nat Prod*, 1990, 53(3): 638-643.
- [27] Cheng X F, Meng Z M, Chen Z L. A pyridine-type alkaloid from *Mallotus apelta* [J]. *Phytochemistry*, 1998, 49(7): 2193-2194.
- [28] Supudompol B, Likhitwitayawuid K, Houghton P J. Phloroglucinol derivatives from *Mallotus pallidus* [J]. *Phytochemistry*, 2004, 65(18): 2589-2594.
- [29] Wei K, Li W, Koike K, et al. Two new galloylglucosides from the leaves of *Mallotus furetianus* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2004, 52(6): 776-779.
- [30] Saijo R, Nonaka G, Nishioka I. Tannins and related compounds. LXXXVII. Isolation and characterization of four new hydrolyzable tannins from the leaves of *Mallotus japonicas* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1989, 37(10): 2624-2630.
- [31] Saijo R, Nonaka G, Nishioka I. Gallic acid esters of bergenin and norbergenin from *Mallotus japonicas* [J]. *Phytochemistry*, 1990, 29(1): 267-270.
- [32] An T Y, Hu L H, Cheng X F, et al. Benzopyran derivatives from *Mallotus apelta* [J]. *Phytochemistry*, 2001, 57(2): 273-278.
- [33] An T Y, Hu L H, Cheng X F, et al. Two new benzopyran derivatives from *Mallotus apelta* [J]. *Nat Prod Res*, 2003, 17(5): 325-328.
- [34] Van Kiem P, Dang N H, Bao H V, et al. New cytotoxic benzopyrans from the leaves of *Mallotus apelta* [J]. *Archiv Pharm Res*, 2005, 28(10): 1131-1134.
- [35] Cheng X F, Chen Z L. Coumarinolignoids of *Mallotus apelta* [J]. *Fitoterapia*, 2000, 71(3): 341-342.
- [36] Xu J F, Feng Z M, Liu J, et al. New hepatoprotective coumarinolignoids from *Mallotus apelta* [J]. *Chem Biodiv*, 2008, 5(4): 591-597.
- [37] Rivière C, Thi Hong V N, Hoai N N, et al. *N*-methyl-5-carboxamide-2-pyridone from *Mallotus barbatus*: A chemosystematic marker of the Euphorbiaceae genus *Mallotus* [J]. *Biochem System Ecol*, 2012, 44: 212-215.
- [38] Jiang L, Lu Y, He S, et al. Preparative isolation and purification of two amides from *Mallotus lianus* Croiz by high-speed counter-current chromatography [J]. *J Separat Sci*, 2008, 31(22): 3930-3935.
- [39] 刘月丽, 王立群, 伍海涛, 等. 山苦茶提取物对动脉粥样硬化防治作用的研究 [J]. 海南大学学报: 自然科学版, 2008, 14(6): 608-611.
- [40] 刘月丽, 伍海涛, 王立群, 等. 山苦茶提取物对动脉粥样硬化大鼠血管内皮功能的影响 [J]. 中国热带医学, 2008, 8(3): 384-386.
- [41] Liu Y L, Wang L Q, Wu H T, et al. Comparison of anti-atherosclerotic effects of two different extracts from leaves of *Mallotus furetianus* [J]. *Asian Pacific J Tropical Med*, 2011, 4(11): 878-882.
- [42] Kim H S, Lim H K, Chung M W, et al. Antihepatotoxic activity of bergenin, the major constituent of *Mallotus japonicus*, on carbon tetrachloride-intoxicated

- hepatocytes [J]. *J Ethnopharmacol*, 2000, 69(1): 79-83.
- [43] Lim H K, Kim H S, Chung M W, *et al.* Protective effects of bergenin, the major constituent of *Mallotus japonicus*, on *D*-galactosamine-intoxicated rat hepatocytes [J]. *J Ethnopharmacol*, 2000, 70(1): 69-72.
- [44] Lim H K, Kim H S, Choi H S, *et al.* Hepatoprotective effects of bergenin, a major constituent of *Mallotus japonicus*, on carbon tetrachloride-intoxicated rats [J]. *J Ethnopharmacol*, 2000, 72(3): 469-474.
- [45] Lin J M, Lin C C, Chen M F, *et al.* Scavenging effects of *Mallotus repandus* on active oxygen species [J]. *J Ethnopharmacol*, 1995, 46(3): 175-181.
- [46] Tistaert C, Dejaegher B, Nguyen Hoai N, *et al.* Potential antioxidant compounds in *Mallotus* species fingerprints. Part I: Indication, using linear multivariate calibration techniques [J]. *Anal Chim Acta*, 2009, 652(1): 189-197.
- [47] Ramalakshmi S, Muthuchelian K. Evaluation of antioxidant potential and antimicrobial studies of bark of medicinal plant, *Mallotus tetracoccus* (Roxb.) Kurz. [J]. *J Med Plants Res*, 2012, 38(6): 5156-5165.
- [48] 华运群, 陈小川, 吴永强, 等. 山苦茶的利胆作用和毒性 [J]. 海南大学学报: 自然科学版, 1992, 10(4): 35-37.
- [49] 王九辉, 李佩琼, 林莲波, 等. 山苦茶利胆作用活性部位的筛选 [J]. 中国热带医学, 2006, 20(2): 23-24.
- [50] 华运群, 欧树安. 山苦茶的镇痛作用 [J]. 中国药理学通报, 2003, 19(2): 235-236.
- [51] 林海, 麦光大, 唐小山, 等. 山苦茶的抗菌和抗病毒作用研究 [J]. 中国药科大学学报, 1993, 24(3): 235-235.
- [52] 闫佳, 李跃萍, 闫庆峰, 等. 山苦茶抑菌效果研究 [J]. 农产品加工, 2012(5): 27-29.
- [53] 闫佳, 李跃萍, 闫庆峰, 等. 山苦茶抗氧化功能研究 [J]. 农产品加工, 2012(6): 16-18.
- [54] 闫佳, 李跃萍, 闫庆峰, 等. 山苦茶抗疲劳作用的实验研究 [J]. 海南医学院学报, 2012, 18(7): 875-876.
- [55] 刘月丽, 林连波. 海南山苦茶提取物对衰老小鼠学习记忆能力的影响 [J]. 中国热带医学, 2012, 12(1): 21-23.
- [56] 闫佳, 李跃萍, 闫庆峰, 等. 山苦茶对小鼠非特异性免疫功能的影响 [J]. 海南医学院学报, 2012, 18(5): 589-591.