

文冠果的化学成分和药理作用研究进展

商庆辉*, 孙妍(呼伦贝尔市人民医院静脉用药调配室, 内蒙古 呼伦贝尔 021000)

中图分类号 R282.71;R931.71 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2015)30-4316-05
DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2015.30.50

摘要 目的:为文冠果的深入研究和应用提供参考。方法:系统查阅国内、外文献并进行整理和归纳,对文冠果的化学成分和药理作用研究进展进行综述。结果与结论:文冠果中含有多种类型化学成分,主要有黄酮类、三萜皂苷类、甾类、香豆素类等,并具有抗炎、抗肿瘤、抑制人类免疫缺陷病毒蛋白酶、改善学习记忆功能、抑菌、抗氧化等多方面的药理作用。进一步深入开展文冠果化学成分和药理作用的研究,对全方位综合利用文冠果这一植物资源具有重要意义。

关键词 文冠果;化学成分;药理作用;研究进展

文冠果(*Xanthoceras sorbifolia*)又名木瓜、文登阁、崖木瓜等,为无患子科(Sapindaceae)文冠果属(*Xanthoceras*)植物,一属一种,系落叶小乔木或灌木^[1-2]。文冠果原产于我国北方,分布于秦岭、淮河以北,内蒙古以南,东起辽宁、西至青海、南至河南及江苏北部,生于海拔52~2 260米处的荒山坡、沟谷间和丘陵地带^[3]。文冠果适应性强,抗旱耐寒,易繁殖,种仁含油55%,是我国特有的珍稀木本油料作物及防风固沙、治理荒漠化的优良树种。其叶片、茎枝、果壳、种仁、种皮均可入药,曾列入1977年版《中国药典》,且作为蒙药列入1984年版《中国民族药志》,主要用于治疗风湿病。文冠果仁民间多用于治疗小儿遗尿症^[4],疗效显著;同时也可提取得到质量很好的食用油,该油含有丰富的亚油酸、亚麻酸、二十碳烯酸,是人体本身不能合成的,人体缺少时则可能发生脱发及各种皮肤病等。文冠木含有的黄酮类化合物具有抗炎、抗风湿的作用^[5]。文冠果叶片中含有的杨梅树皮苷具有杀菌、杀精子、稳定毛细管、止血、降胆固醇等作用^[6]。文冠果花萼中含有的岑皮苷具有解热、安眠、抗痉等作用。文冠果果壳含有的文冠果皂苷E具有明显的改善学习记忆功能的作用^[7]。文冠果果皮可提取糠醛,种皮和外果皮还可制活性炭。大量研究表明,文冠果提取物具有重要的药用价值和广阔的应用前景。本文拟对文冠果的化学成分和和药理作用研究进展进行综述,以期对文冠果的深入研究和应用提供参考。

1 化学成分

1.1 黄酮类

黄酮为酚酸类化合物,具有很强的抗氧化活性和保护心脑血管系统的作用。黄酮类化合物存在于文冠果叶和茎枝中,主要有黄酮醇类、二氢黄酮醇类、黄烷醇类、二氢黄酮类以及黄酮苷类化合物。研究者^[8-12]分别从文冠木、文冠果壳中分离得到二氢黄酮醇类化合物2 α ,3 β -双氢杨梅树皮素(1)、2 α ,3 β -双氢槲皮素(2)、dl-白藜素(3),黄烷醇类化合物表儿茶精(4)、表没食子儿茶精(5)、表阿夫儿茶精(6)、表儿茶精-(4 β →8,2 β →O-7)-表儿茶精(7)和表没食子儿茶精-(4 β →8,2 β →O-7)-表儿茶精(8),其中化合物7是新化合物,黄酮醇类化合物^[9-13]槲皮素(9)、杨梅树皮素(10)、3-O-甲基槲皮素(11),二氢黄酮类化合物柚皮素(12)、圣草素(13),黄酮苷类化合物^[14-16]杨梅树皮苷(14)、芦丁(15)、山柰酚-3-O- α -L-吡喃鼠李糖苷(16)、山柰酚-3-O- β -D-吡喃葡萄糖苷(17)、异槲皮苷(18)、杨梅素-3-O-芸香糖苷(19)、槲皮素-3-O-鼠李糖苷(20),其中槲皮素-3-O-鼠李糖苷是首次从文冠果中分离得到,山柰酚-3-O- α -L-吡喃鼠李糖苷、山柰酚-3-O- β -D-吡喃葡萄糖苷、异槲皮苷、杨梅素-3-O-芸香糖苷为首次从文冠果属植物中分离得到。

1.2 三萜皂苷类

文冠果三萜皂苷类化合物母核多以齐墩果烷型五环三萜为主,主要存在于果实及茎枝中。文冠果中三萜皂苷类化合物具有改善东莨菪碱引起的记忆获得障碍和亚硝酸钠引起的记忆巩固障碍的作用,与含有相同剂量文冠果壳苷的文冠果果壳提取物相似,提示文冠果壳苷是其改善学习记忆功能的主要

12(3):R40.

- [49] Andersen JN, Sathyanarayanan S, Bacco AD, *et al.* Pathway-based identification of biomarkers for targeted therapeutics: personalized oncology with PI3K pathway inhibitors [J]. *Sci Transl Med*, 2010, 2(43): 43ra55.
- [50] Iliuk AB, Tao WA. Is phosphoproteomics ready for clinical research? [J]. *Clin Chim Acta*, 2013, 420(1): 23.
- [51] Bunyavanich S, Schadt EE. Systems biology of asthma and allergic diseases: a multiscale approach [J]. *J Allergy Clin Immunol*, 2015, 135(1): 31.
- [52] Díaz D, Esteban FJ, Hernández P, *et al.* Parallelizing

and optimizing a bioinformatics pairwise sequence alignment algorithm for many-core architecture [J]. *Parallel Comput*, 2011, 37(4/5): 244.

- [53] Saez-Rodriguez J, Alexopoulos LG, Stolovitzky G. Setting the standards for signal transduction research [J]. *Sci Signal*, 2011, 4(160): pe10.
- [54] Janes KA, Yaffe MB. Data-driven modelling of signal-transduction networks [J]. *Nat Rev Mol Cell Biol*, 2006, 7(11): 820.

(收稿日期:2015-01-28 修回日期:2015-09-07)

(编辑:周 箐)

* 副主任药师, 硕士。研究方向:中药药理。电话:0470-3997662

成分^[17]。同时,文冠果壳苷也具有有良好的抗肿瘤的作用^[18]。因此,三萜皂苷类化合物是迄今文冠果中报道最多的一类成分。Wan Xiao 等^[19]从文冠果叶中分得了以下三萜皂苷:3-*O*- β -*D*-glucopyranosyl (1 \rightarrow 6) - (2'-angeloyl) - β -*D*-glucopyranosyl-28-*O*- β -*D*-glucopyranosyl (1 \rightarrow 6) [α -*L*-rhamnopyranosyl (1 \rightarrow 2) - β -*D*-glucopyranosyl]-16-deoxybarringtonol C (21)、3-*O*- β -*D*-glucopyranosyl(1 \rightarrow 6)[α -*L*-arabinofuranosyl(1 \rightarrow 2)]- β -*D*-glucopyranosyl-21, 22-di-*O*-angeloyl-R1-barrigenol (22)、3-*O*- (2-*O*- β -*D*-glucopyranosyl) - (6-*O*-methyl) - β -*D*-glucuronopyranosyl-21, 22-di-*O*-angeloyl-R1-barrigenol (23)、3-*O*- (2-*O*- β -*D*-glucopyranosyl)-(6-*O*-methyl)- β -*D*-glucuronopyranosyl-21-*O*- (3', 4' -di-*O*-angeloyl) - β -*D*-fucopyranosyl-22-*O*-acetyl-R1-barrigenol (24)、3-*O*- β -*D*-glucopyranosyl (1 \rightarrow 6) - β -*D*-glucopyranosyl, 28-*O*-[α -*L*-rhamnosyl (1 \rightarrow 2) - β -*D*-glucopyranosyl]-16-deoxybarringtonol C (25), 均为未见文献报道的新化合物。Li YY 等^[20]从文冠果果壳中获得2个齐墩果烷三萜类新化合物:3-*O*- β -*D*-glucopyranosyl(1 \rightarrow 6)- β -*D*-glucopyranosyl-28-*O*- α -*L*-rhamnopyranosyl(1 \rightarrow 2)[β -*D*-glucopyranosyl(1 \rightarrow 6)] β -*D*-glucopyranosyl-21 β , 22 α -dihydroxyl-olean-12, 15-diene (26)、3-*O*- β -*D*-glucopyranosyl (1 \rightarrow 2) - β -*D*-glucopyranosyl-28-*O*- α -*L*-rhamnopyranosyl (1 \rightarrow 2) [β -*D*-glucopyranosyl (1 \rightarrow 6)] β -*D*-glucopyranosyl-21 β , 22 α -dihydroxyl-olean-12-ene(27)。Yu L 等^[21-22]从文冠果种子油中获得了12个三萜类新化合物,分别是 sorbifoliaside G(28)、sorbifoliaside H(29)、sorbifoliaside I(30)、sorbifoliaside J(31)、sorbifoliasides A(32)、sorbifoliasides B(33)、sorbifoliasides C(34)、sorbifoliasides D(35)、sorbifoliasides E(36)、sorbifoliasides F(37)、bunkankasaponin F(38)。Cui H 等^[23]从文冠果果壳中分离得到2个新齐墩果烷型三萜皂苷:3-*O*- β -*D*-glucopyranosyl (1 \rightarrow 6) -[angeloyl (1 \rightarrow 2)]- β -*D*-glucopyranosyl-28-*O*- α -*L*-rhamnopyranosyl (1 \rightarrow 2) -[β -*D*-glucopyranosyl (1 \rightarrow 6)]- β -*D*-glucopyranosyl-21 β , 22 α -dihydroxyl-olean-12-ene (39)、3-*O*- β -*D*-glucopyranosyl-28-*O*-[β -*D*-glucopyranosyl (1 \rightarrow 2)]- β -*D*-glucopyranosyl-21 β , 22 α -dihydroxyl-olean-12-ene (40)。Li ZL 等^[24]从文冠果壳中分离出一个新的三萜类化合物3-*O*-[(3-*O*- α -*L*-arabinofuranosyl-2-*O*- β -*D*-galactopyranosyl) - β -*D*-glucuronopyranosyl]-21, 22-di-*O*-angeloyl-R1-barrigenol(41)。赵丹丹等^[14]从文冠果花中分离出一个新的单萜类化合物文冠果酮A(42)。Chen YJ 等^[25-28]从文冠果果实总皂苷中分离得到了以下三萜皂苷:21, 22-di-*O*-angeloyl- R1-barrigenol(43)、protoaescigenin(44)、napoleogenin B(45)、21-*O*- (3, 4-di-*O*-angeloyl) - β -*D*-fucopyranosyl thesapogenol B (46)、21-*O*- (4-*O*-acetyl-3-*O*-angeloyl) - β -*D*-fucopyranosyl thea-sapogenol B (47)、21-*O*- (4-*O*-acetyl-3-*O*-angeloyl) - β -*D*-fucopyranosyl-22-*O*-acetyl protoaescigenin (48)、16-*O*-acetyl-21-*O*- (3, 4-di-*O*-angeloyl) - β -*D*-fucopyranosyl protoaescigenin(49)、22-*O*- acetylnapoleogenin B(50)、3-*O*- β -*D*-glucuronopyranoside(51)、bunkankasaponin A(52)、bunkankasaponin B(53)、bunkankasaponin C(54)、bunkankasaponin D(55)。Chan PK 等^[29]从文冠果果壳中分离得到了4种新齐墩果烷型三萜皂苷:xanifolia-Y0(56)、xanifo-

lia-Y2(57)、xanifolia-Y3(58)和 xanifolia-Y7(59)以及2种已知的三萜皂苷 xanifolia-Y8(60)和 xanifolia-Y10(61)。Ma C 等^[10,30]从文冠木中分离得到了齐墩果酸(62)和原伊鲁烷型的倍半萜 xanthocerapene(63)。Chirva Y 等^[31]从文冠果果实中分离得到一种三萜类成分 β -arabi-nopyranosyl-(1 \rightarrow 4)-*O*- β -*D*-galactopyranosyl-(1 \rightarrow 6)-*O*- β -*D*-glucopyranosyl-[(1 \rightarrow 3)-*O*- β -*D*-glucopyranosyl-luronic acid)1 \rightarrow 3-gypsogenin(64)。严梅和等^[32]从文冠果种仁油中鉴定了5种三萜醇:蒲公英赛醇乙酸酯(65)、香树精乙酸酯(66)、丁酰鲸鱼醇乙酸酯(67)、tirucalla-7(68)、24-dienol acetate(69)。李巍等^[33-34]从文冠果果柄中分离得到了白桦脂醇(70)、21-*O*-angeloyl-R1-barrigenol(71)、21, 22-*O*-diangeloyl-R1-barrigenol (72)、21- 当归酰基 -24- 羟基 -R1-barrigenol (73)、23-羟基白桦脂酸(74)、23-羟基白桦脂酸-3-咖啡酸酯(75)。近来又有学者从文冠果中分离得到3个齐墩果烷三萜皂苷类化合物:3-*O*-[β -*D*-galactopyranosyl(1 \rightarrow 2)- α -*L*-arabinofuranosyl (1 \rightarrow 3) - β -*D*-methyl glucuronic acid 21-*O*- (3, 4-diangeloyl)- α -*L*-rhamnose-3 β , 16 α , 21 β , 22 α , 28 β -pentahydroxyl-22-acetoxy-olean-12-ene^[35](76)、3-*O*-[β -*D*-galactopyranosyl(1 \rightarrow 2)]- α -*L*-arabinofuranosyl (1 \rightarrow 3) - β -*D*-methyl glucuronic acid-21, 22-*O*-diangeloyl-3 β , 15 α , 16 α , 21 β , 22 α , 28 β -hexahydroxyl-olean-12-ene^[35](77)、3-*O*- β -*D*-galactopyranosyl-(1-6)-(2-*O*-angeloyl) - β -*D*-glucopyranosyl saniculagenic C28-*O*- α -*L*-rhamnopyranosyl-(1-2)- β -*D*-glucopyranoside^[36](78)。

1.3 甾类

甾类化合物广泛存在于动植物体内,具有各种生物活性,应用广泛。文冠果中甾类化合物^[32-33, 37]主要有 β -谷甾醇(79)、豆甾烯醇(80)、豆甾醇(81)、燕麦甾醇(82)、 α -菠甾醇(83)、菜油甾醇乙酸酯(84)、 β -谷甾醇乙酸酯(85)、胆甾醇乙酸酯(86)、胡萝卜苷(87)、cyclofontumienol acetate(88)、4-methylorgostanol acetate(89)。李在留等^[38]从文冠果果皮中分离出 β -豆甾-7-烯-3 β -醇^[22]豆甾醇乙酸酯(90)。Ma C 等^[10]从文冠木中分离出一新化合物 29-hydroxy-3-oxotirucalla-7, 24-dien-21-oic acid (xanthocerasic acid) (91)和一已知化合物 3-oxotirucalla-7, 24-dien-21-oid aci(92)。程文明等^[39]首次从文冠果果壳中分离得到(3 β , 5 α , 20 R , 24 S)-豆甾-7, 反-22-二烯-3-醇(93)和(3 β , 5 α , 20 R , 24 S)-豆甾-7 烯-3-醇(94)两种甾醇。李占林等^[40]从文冠果果壳中分离得到5 α , 8 β -表二氧-(22 E , 24 R)-麦角甾-6, 22-二烯-3 β -醇(95)。李巍等^[34]从文冠果果柄70%乙醇提取物中分离得到22, 23-二氢- α -菠甾酮(96)、 α -菠甾醇-3-*O*- β -*D*-吡喃葡萄糖苷(97)。

1.4 香豆素类

香豆素,又称双呋喃环和氧杂萜邻酮,英文名称为 coumarin,是一种重要的香料。文冠果中香豆素类主要有七叶内酯(98)、秦皮亭(99)、臭矢菜素 B(100)等。马养民等^[46]在文冠果叶中分离得到7-羟基香豆素(101)。李在留等^[41]在文冠果种皮中发现秦皮苷(102)。Piouvier V 等^[42]从文冠果花萼片中分离得到少量七叶苷(103)。赵丹丹等^[14]从文冠果花中分离得到异东莨菪素(104)。Li ZL 等^[43]从文冠果果壳中分离出一个新的香豆素 sofraxetin-6-*O*- β -*D*-glucopyranoside(105)。

1.5 脂肪酸类

文冠果含油率为30.4%，去壳后种仁含油率高达55%~66%，而文冠果油中不饱和脂肪酸含量高达94%，且均为人体必需脂肪酸，长期服用有利于心血管病和高血脂症的防治^[44]。程文明等^[45]利用气相色谱-质谱(GC-MS)联用技术对文冠果壳中脂肪酸进行研究，确定了21种脂肪酸，其中棕榈酸占29.1%，亚油酸占20.1%，油酸占17.7%。李军等^[46]采用羧基端化学修饰新技术和GC-MS法结合尿素包合法，鉴定出文冠果种仁油有12种脂肪酸。其中，11,14-二十碳二烯酸和15-二十四碳烯酸被首次确定了双键位置，为不常见的不饱和脂肪酸。孔维宝等^[47]用乙醚萃取甘肃景泰地区产的文冠果种仁油，通过三氟化硼-甲醇法对其进行甲酯化处理，以GC-MS法分析鉴定出40种组分。其中，亚油酸26.89%、油酸21.72%、棕榈酸5.84%、芥酸3.89%、硬脂酸1.98%。另外，文冠果还富含烯酸、单甲氧基、二甲氧基和二三甲氧基脂肪酸。常月梅等^[48]采用索氏抽提技术萃取了4种山西产的文冠果种子油，结果表明4种文冠果种子油富含亚油酸等不饱和脂肪酸的含量在91.7%~93.8%之间；文冠果种子油的脂肪酸组成及含量为亚油酸37.1%~46.2%、油酸28.6%~37.1%、棕榈酸5.2%~7.3%和硬脂酸0.9%~1.5%。暴雪等^[49]采用柱前衍生化高效液相色谱(HPLC)法测定文冠果种仁油中5种脂肪酸的含量，结果分别为棕榈酸(1.91%)、硬脂酸(2.02%)、油酸(24.44%)、亚油酸(30.54%)、亚麻酸(6.42%)。

2 药理作用

2.1 抗炎

文冠果提取物有很高的药用价值，文冠果的茎、枝、叶有显著的抗炎作用^[50]。陈广荣等^[51]研究发现，文冠木乙醇提取物对大鼠棉球肉芽肿、佐剂性关节炎及小鼠二硝基氯苯(DNCB)迟发型超敏反应均有抑制作用，故认为文冠木具有抗炎作用，且其抗炎机制与免疫抑制有关。崔承彬等^[11]研究发现，文冠木对动物的镇痛消炎作用强于阿司匹林。匡荣等^[5,52]发现，文冠木正丁醇提取物(BEX)能够抑制炎症早期的渗出和水肿，拮抗炎症中期白细胞趋化和游走，抑制炎症晚期肉芽肿的形成，对佐剂性关节炎大鼠的原发性和继发性关节肿胀均有抑制作用，其机制可能与抑制免疫功能有关。

2.2 抗肿瘤

现代药理学研究表明，文冠果提取物有一定的抗肿瘤活性。荣语媚等^[18]研究了文冠果壳苷的体外抗肿瘤活性，结果表明其对多种肿瘤细胞系均有抑制细胞增殖的作用，对不同肿瘤细胞的IC₅₀值分别为5.10 μmol/L (HepG-2)、4.07 μmol/L (SGC-7901)、3.64 μmol/L (A375-S2)、4.56 μmol/L (A431)和4.2 μmol/L (MCF-7)。Chan PK^[53]研究发现，文冠果果壳提取物能明显抑制卵巢肿瘤细胞生长，并指出其有效成分为文冠果壳苷。李占林^[54]研究了文冠果壳中三萜类成分抑制HL-60、PC-3MIE8、GC-823、MDA-MB-435、Bel-7402、HeLa、MCF-7、H-460、U87、SF-188和A375-S2肿瘤细胞系的作用。结果表明，齐墩果烷型三萜类成分在体外大多具有肿瘤抑制活性，其中化合物22-O-当归酰基-21-O-环氧化当归酰基-玉蕊皂苷元C对MDA-MB-435、SF-188细胞抑制作用较强；化合物28-O-β-D-吡喃葡萄糖基-16-去氧玉蕊皂苷元C对A375-S2、HeLa细胞具有较强的抑制作用，IC₅₀值分别为18.6、8.0、4.2、

0.2 μg/ml。Yu Y^[21]研究了文冠果油中12个三萜类化合物对Hela、MCF-7、PC-3、HepG-2、Hep2、A375-S2、A549肿瘤细胞的作用，并发现其中3种三萜类化合物拥有良好的抗肿瘤活性。Li ZL等^[24]利用四甲基偶氮唑盐微量酶反应比色法(MTT法)研究了文冠果壳中三萜类化合物抗肿瘤(HL-60、PC-3MIE8、BGC-823、MDA-MB-435、Bel-7402和HeLa)的活性，并发现化合物3-O-[(3-O-α-L-arabinofuranosyl-2-O-β-D-galactopyranosyl)-β-D-glucuronopyranosyl]-21, 22-di-O-angeloyl-R1-barrigenol对6种肿瘤细胞均具有较强的活性，IC₅₀值分别为41.92、40.98、40.24、18.85、39.32、34.23 μg/ml。Xiao W等^[19]研究了文冠果叶中三萜化合物抑制Hela、HepG2、MCF-7的活性，其中，化合物(3-O-β-D-glucopyranosyl (1→6) [α-L-arabinofuranosyl (1→2)]-β-D-glucopyranosyl-21, 22-di-O-angeloyl-R1-barrigenol)对Hela、HepG2、MCF-7有较强的抑制作用，IC₅₀值分别为(7.56 ± 1.19)、(9.21 ± 1.45)、(9.62 ± 1.23) μmol/L；化合物3-O-β-D-glucopyranosyl (1→6)-β-D-glucopyranosyl, 28-O-β-D-glucopyranosyl (1→6) [α-L-rhamnopyranosyl (1→2)]-β-D-glucopyranosyl 16-deoxybarrigenol对Hela、HepG2、MCF-7抑制作用也较强，IC₅₀值分别为(3.98 ± 1.07)、(7.25 ± 1.14)、(7.29 ± 1.58) μmol/L。

2.3 抑制人类免疫缺陷病毒(HIV)蛋白酶

Ma C等^[10]从文冠果提取物中分离出甘遂烷型三萜类化合物3-oxotirucalla-7, 24-dien-21-oic acid, 具有明显的HIV-1PR抑制活性，并发现文冠木甲醇提取物具有中度抗HIV-1PR的活性。李在留等^[41]发现，文冠果种皮提取物臭矢素B具有较强的体外抗HIV-1活性，对HIV-1 III B感染的MT4细胞具有一定的保护作用。

2.4 改善学习记忆功能

文冠果壳苷是改善学习记忆功能的有效成分^[55]。迟天燕等^[56]研究表明，文冠果皂苷在微克级别的剂量下具有显著改善侧脑室注射β淀粉样蛋白25-35(Aβ25-35)致痴呆模型小鼠的学习记忆障碍、Aβ1-42致痴呆模型小鼠空间学习记忆障碍及物体辨别记忆障碍的作用，其作用机制可能与其抗自由基损伤有关。屈禅^[57]和孙静丽^[58]通过避暗、跳台、水迷宫等方法分别考察了文冠果壳苷对正常小鼠及小鼠侧脑室注射Aβ25-35所致的学习记忆障碍的影响。结果表明，文冠果壳苷使正常小鼠海马内乙酰胆碱酯酶活性降低，促进了胆碱能神经递质的分泌；并能不同程度地提高侧脑室注射Aβ25-35所致痴呆小鼠大脑超氧化物歧化酶(SOD)活性、减少丙二醛(MDA)含量、增加谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-PX)含量，从而改善小鼠的学习记忆功能。李巍^[59]研究发现，文冠果果柄中分离出的新皂苷文冠果果柄苷能显著改善亚硝酸钠(NaNO₂)导致的小鼠学习记忆障碍。李晓春^[60]发现，文冠果壳苷对小鼠反复脑缺血再灌注所致学习记忆障碍有显著的改善作用，作用机制可能与改善脑细胞能量代谢、维持离子稳态、对抗谷氨酸毒性以及降低一氧化氮(NO)含量有关。刘新霞和纪雪飞等^[61,17]的研究显示，文冠果果壳乙醇提取物(EEHXS)、总皂苷对Aβ25-35致小鼠学习记忆障碍有显著的改善作用。

2.5 抑菌

曹立强等^[62]研究了文冠果植物甾醇对毛霉、青霉、大肠杆菌和枯草芽孢杆菌的抑制作用。结果表明，文冠果植物甾醇

对大肠杆菌和枯草芽孢杆菌有较好的抑制作用。

2.6 抗氧化

邓红等^[45,63]研究了文冠果种仁冷榨油的体内抗氧化作用。结果表明,文冠果种仁冷榨油可以显著提高受试小鼠肝组织、脑组织中SOD、过氧化氢酶及GSH-PX的活力,而显著降低受试小鼠肝组织、脑组织中丙二醛的含量,证明文冠果种仁冷榨油具有显著的体内抗氧化作用。文冠果仁油对羟基自由基、超氧阴离子自由基及1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH)自由基具有较强的清除作用,有望开发功能油脂产品。

2.7 促进神经生长因子(NGF)介导的神经突触生长

李占林^[54]研究表明,文冠果果壳中三萜皂苷或次生苷和苷元中以R1-barrigenol为母核的三贴苷元类成分对NGF介导的神经突触形成显示了弱或中等的促进作用。

李巍等^[33]对文冠果果柄提取物及部分成分促进NGF介导的神经突触生长活性进行研究,发现齐墩果烷型三萜类化合物E环上的21、22位应该是其主要活性中心,15、16位 α -羟基取代可以增强齐墩果烷型化合物的活性;羽扇豆烷型三萜类化合物23位羟基化并没有增强羽扇豆烷型化合物的活性。

3 结语

文冠果是我国特有的油料植物,不仅具有巨大的经济价值,而且是一种极具开发潜力的药用植物。目前,文冠果中独特的文冠果皂苷类成分已被研究开发成新药——文冠果子仁霜及利尿停胶囊。文冠果内含有结构类型丰富的天然产物,具有广泛的生物活性和药理作用,具有抗炎、抗肿瘤、抑制人类免疫缺陷病毒(HIV)蛋白酶、改善学习记忆功能、抑菌、抗氧化、促进NGF介导的神经突触生长等作用。但对于文冠果功效的作用机制和功能因子还有待于进一步研究。因此,深入研究其各部位活性成分及药理作用对全方位综合利用文冠果这一植物资源有重要意义。

参考文献

[1] 周荣汉. 中药资源学[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 1993: 331-339.

[2] 赵彩云, 宿华, 赵英顺. 文冠果的综合开发利用价值[J]. 内蒙古林业调查设计, 2008, 31(6): 118.

[3] 中国科学院植物研究所. 中国经济植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1961: 877-878.

[4] 卫生部药品生物制品检定所. 中国民族药志[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1984: 130-132.

[5] 匡荣. 文冠木正丁醇提取物的抗炎作用[J]. 沈阳药科大学学报, 2001, 18(1): 53.

[6] 于菝涵. 文冠果: 优良的铁杆油料树种[J]. 天津农业科学, 2010, 16(4): 93.

[7] 刘新霞, 纪雪飞, 陆玲玲, 等. 文冠果果壳乙醇提取物对大鼠学习记忆障碍的改善作用[J]. 医学教育探索, 2007, 38(12): 1 859.

[8] 黄雅芳, 冯孝章. 文冠木化学成分的研究[J]. 中草药, 1987, 18(5): 7.

[9] 张文霞, 包文芳. 文冠木化学成分的研究[J]. 药学学报, 2000, 35(2): 124.

[10] Ma C, Nakamura N, Hattori M, *et al.* Inhibitory effects on HIV-1 protease of constituents from the wood of *Xanthoceras sorbifolia*[J]. *Journal of Nature Products*, 2000, 63(2): 238.

[11] 崔承斌, 陈英杰, 姚新生, 等. 文冠木中活血成分的化学研究[J]. 中草药, 1987, 18(7): 9.

[12] 董玉, 王宏伟, 陈朝军, 等. 文冠木化学成分的研究[J]. 北京中医药大学学报, 2008, 31(12): 844.

[13] 李占林, 李丹毅, 李锐, 等. 文冠果果壳中一个新生物碱[J]. 药学学报, 2006, 41(12): 1 197.

[14] 赵丹丹, 李丹毅, 华会明, 等. 文冠果花中一个新的单萜类化合物[J]. 中草药, 2013, 44(1): 11.

[15] Plouvier V. Flavone heterosides: kaempferol 3-rhamnoglucoside, myricitrin, linarin and saponarin[J]. *Compt Rend Ser D*, 1966, 262(12): 1 368.

[16] 马养民, 王佩. 文冠果叶化学成分的研究[J]. 中成药, 2010, 32(10): 1 750.

[17] 纪雪飞, 刘新霞, 杨柏珍, 等. 文冠果壳提取物对口粉样蛋白致动物学习记忆障碍的改善作用[J]. 沈阳药科大学学报, 2007, 24(4): 232.

[18] 荣语媚. 文冠果壳苷体外抗肿瘤活性及抑制人乳腺癌MCF-7细胞增殖的机制研究[D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2008.

[19] Xiao W, Wang Y, Zhang P, *et al.* Bioactive barrigenol type triterpenoids from the leaves of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge [J]. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 2013, 60: 263.

[20] Li YY, Xiang Z, Cui H, *et al.* Two new oleanane-type saponins from the husks of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge[J]. *Natural Product Research*, 2013, 27(3): 208.

[21] Yu L. Oleanane-type triterpenoid saponins from *Xanthoceras sorbifolia* Bunge[J]. *Fitoterapia*, 2012, 83(8): 1 636.

[22] Yu L, Wang X, Wei X, *et al.* Triterpenoid saponins from *Xanthoceras sorbifolia* Bunge and their inhibitory activity on human cancer cell lines[J]. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 2012, 22(16): 5 232.

[23] Cui H, Xiao H, Ran XK, *et al.* Two new oleanane-type pentacyclic triterpenoid saponins from the husks of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge[J]. *Journal of Asian Natural Products*, 2012, 14(3): 216.

[24] Li ZL, Yang BZ, Li X, *et al.* Triterpenoids from the husks of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge [J]. *Journal of Asian Natural Products Research*, 2006, 8(4): 361.

[25] Chen YJ, Takeda T, Ogihara Y, *et al.* Studies on the constituents of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge. II. Major saponin and a prosapogenin from the fruits of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge[J]. *Chem Pharm Bull*, 1984, 32(9): 3 378.

[26] Chen YJ, Takeda T, Ogihara Y, *et al.* Studies on the constituents of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge. III. Minor prosapogenins from the fruits of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge

- [J]. *Chem Pharm Bull*, 1985, 33(1):127.
- [27] Chen YJ, Takeda T, Ogihara Y, *et al.* Studies on the constituents of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge. IV. Structures of the minor prosapogenins[J]. *Chem Pharm Bull*, 1985, 33(3):1 043.
- [28] Chen YJ, Takeda T, Ogihara Y, *et al.* Studies on the constituents of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge.V. Major saponins from the fruits of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge[J]. *Chem Pharm Bull*, 1985, 33(4):1 387.
- [29] Chan PK, Zhao M, Che CT, *et al.* Cytotoxic acylated triterpene saponins from the husks of *Xanthoceras sorbifolia* [J]. *Journal of Nature Products*, 2008, 71(7):1 247.
- [30] Ma C, Nakamura N, Nowawi, A., *et al.* A novel protoiludane sesquiterpene from the wood of *Xanthoceras sorbifolia* [J]. *Chinese Chemical Letters*, 2004, 15(1):65.
- [31] Chirva Y, Kintya PK. Structure of *Xanthoceras* saponin [J]. *Khim Prir Soedin*, 1971, 7(4):442.
- [32] 严梅和, 李佩文. 文冠果仁油非皂化物中三萜醇部分和4-甲基甾醇部分的分离和结构鉴定[J]. *林业科学*, 1984, 20(4):397.
- [33] 李巍, 李铎, 李占林, 等. 文冠果果柄的化学成分[J]. *沈阳药科大学学报*, 2005, 22(5):345.
- [34] 李巍, 李铎. 文冠果果柄的化学成分研究[J]. *中草药*, 2008, 39(3):334.
- [35] Guo Y, Dou DQ, Kang TG, *et al.* Structure elucidation and complete NMR spectral assignments of two new oleanane-type pentacyclic triterpenoid saponins from the husks of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge [J]. *Magn Reson Chem*, 2009, 47(11):982.
- [36] Fu HW, Guo Y, Li W, *et al.* A new angeloylated triterpenoid saponin from the husks of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge[J]. *J Nat Med*, 2010, 64(1):804.
- [37] 严梅和, 李佩文, 熊丽曾. 文冠果仁油非皂化物中甾醇部分的分离、含量测定和结构鉴定[J]. *林业科学*, 1984, 20(4):389.
- [38] 李在留, 罗兵, 程凡, 等. 文冠果种皮的化学成分研究[J]. *时珍国医国药*, 2007, 18(6):1 329.
- [39] 程文明, 杨柏珍, 李春如. 文冠果壳中两种甾醇成分的结构研究[J]. *中草药*, 2001, 32(3):199.
- [40] 李占林, 李铎, 李宁, 等. 文冠果果壳的化学成分[J]. *沈阳药科大学学报*, 2005, 22(4):271.
- [41] 李在留, 李凤兰, 郑永唐, 等. 文冠果种皮中的香豆素类化合物及抗 HIV-1 活性研究[J]. *北京林业大学学报*, 2007, 29(5):73.
- [42] Piouvier V. Fraxoside and coumarin heteoside occurring in various botanical groups[J]. *C R Acad Sci Ser D*, 1968, 267(22):1 883.
- [43] Li ZL, Li X, Li DY, *et al.* A new coumarin glycoside from the husks of *Xanthoceras sorbifolia*[J]. *Phytochemical Tommunicatoin*, 2007, 78(7/8):605.
- [44] 邓红, 曹立强, 付凤奇, 等. 水酶法提取文冠果油工艺的优化[J]. *中国油脂*, 2011, 36(1):38.
- [45] 程文明, 杨柏珍, 李俊. 文冠果果壳中脂肪酸成分的研究[J]. *安徽医药*, 2002, 6(4):5.
- [46] 李军, 李霞冰, 姚家彪. 文冠果油中脂肪酸成分的色-质谱法鉴定[J]. *植物资源与环境*, 1993, 2(2):28.
- [47] 孔维宝, 梁俊玉, 马正学, 等. 文冠果油的研究进展[J]. *中国粮油*, 2011, 36(11):67.
- [48] 常月梅, 张彩红, 刘英翠. 山两文冠果种子油的脂肪酸组成和理化性质研究[J]. *山西林业科技*, 2009, 38(3):37.
- [49] 暴雪, 高英, 玉荣, 等. 柱前衍生化-HPLC法测定文冠果种仁油中脂肪酸含量[J]. *北方药学*, 2012, 9(1):3.
- [50] Hopkins CY, Swingle R. Eicosenoic acid and other fatty acids of Sapindaceae seed oils[J]. *Lipids*, 1967, 2(3):258.
- [51] 陈广荣, 常亮. 蒙药文冠木抗炎作用研究[J]. *中国民族医药杂志*, 2010, 12(12):40.
- [52] 匡荣, 刘玉兰. 文冠木正丁醇提取物对大鼠佐剂性关节炎的影响及机理探讨[J]. *中药新药与临床药理*, 2002, 13(4):229.
- [53] Chan PK. Acylation with diangeloyl groups at C21-22 positions in triterpenoid saponins is essential for cytotoxicity towards tumor cells[J]. *Biochem Pharmacol*, 2007, 73(3):341.
- [54] 李占林. 文冠果果壳化学成分及其生物活性研究[D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2006.
- [55] 王红斗. 文冠果的化学成分及综合利用研究进展[J]. *中国野生植物资源*, 1998, 17(1):13.
- [56] 迟天燕, 王力华, 纪雪飞, 等. 文冠果壳苷对侧脑室注射 A β_{1-42} 致痴呆模型小鼠学习记忆障碍的改善作用[J]. *沈阳药科大学学报*, 2010, 27(4):314.
- [57] 屈禅. 文冠果壳苷对侧脑室注射 A825~35 小鼠学习记忆障碍的改善作用及其机制研究[D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2007.
- [58] 孙静丽. 文冠果皂苷对小鼠学习记忆功能及海马内胆碱酯酶和颌下腺内神经生长因子活性的影响[D]. 沈阳: 中国医科大学, 2002.
- [59] 李巍. 文冠果果柄化学成分及其生物活性研究[D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2008.
- [60] 李晓春. 文冠果壳苷对反复脑缺血再灌注致痴呆模型小鼠学习记忆障碍的改善作用及机制研究[D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2009.
- [61] 刘新霞, 杨新爱, 屈禅. 文冠果果壳提取物对学习记忆障碍的改善作用[J]. *中药新药与临床药理*, 2007, 18(1):23.
- [62] 曹立强, 李丹丹, 邓红, 等. 文冠果油中植物甾醇的提取及其抑菌特性研究[J]. *天然产物研究与开发*, 2010, 22(2):334.
- [63] 邓红, 范雪层, 田子卿, 等. 冷榨文冠果种仁油的体外抗氧化功能研究[J]. *中国油脂*, 2012, 37(1):28.

(收稿日期:2014-10-18 修回日期:2015-09-17)

(编辑:周 箐)