

文冠果壳药用有效成分提取及利用研究进展

赵 璞¹, 张朝巍^{1*}, 辛克卿², 田 黎³

¹甘肃省农业科学院生物技术研究所, 甘肃 兰州

²甘肃自然源农业生态科技有限公司, 甘肃 合水

³加拿大曼尼托巴大学农业与食品科学学院, 加拿大 温尼伯

收稿日期: 2026年3月21日; 录用日期: 2026年5月6日; 发布日期: 2026年5月15日

摘 要

文冠果壳含有三萜皂苷类、黄酮类等多种活性化学成分, 具有抗肿瘤、改善学习记忆功能、抗炎、抑菌、抗氧化等多方面的药理作用, 具有很高的药用价值。文冠果壳有效成分还有神经退行性疾病治疗、抗肿瘤等作用, 可用于开发抗阿尔茨海默病药物、抗癌辅助制剂、改善记忆药物等产品。本文综述了文冠果壳的化学成分及提取方法、利用价值及药理功效研究现状, 进一步阐述其药用机理和利用价值, 为文冠果壳有效成分中药研究及应用提供理论依据。

关键词

文冠果, 有效成分, 提取, 利用

Research Progress on Extraction and Utilization of Medicinal Components from *Xanthoceras sorbifolia* Shell

Ying Zhao¹, Chaowei Zhang^{1*}, Keqing Xin², Li Tian³

¹Institute of Biotechnology, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu

²Gansu Natural Source Agricultural Ecological Technology Co., Ltd., Heshui Gansu

³Faculty of Agricultural and Food Sciences, University of Manitoba, Winnipeg City, Canada

Received: March 21, 2026; accepted: May 6, 2026; published: May 15, 2026

Abstract

Xanthoceras sorbifolia shell contains triterpenoid saponins, flavonoids and other active chemical

*通讯作者。

文章引用: 赵璞, 张朝巍, 辛克卿, 田黎. 文冠果壳药用有效成分提取及利用研究进展[J]. 植物学研究, 2026, 15(3): 164-169. DOI: 10.12677/br.2026.153019

components, which has many pharmacological effects such as anti-tumor, improving learning and memory function, anti-inflammatory, antibacterial and antioxidant, and have high medicinal value. The effective components of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge shell also have the functions of treating neurodegenerative diseases, resisting tumors and the like, and can be used for developing products such as anti-Alzheimer's disease drugs, anticancer auxiliary preparations, memory-improving drugs and the like. In this paper, the chemical constituents, extraction methods, utilization value and pharmacological effects of *Xanthoceras sorbifolia* shell were reviewed, and its medicinal mechanism and utilization value were further expounded, which provided theoretical basis for the research and application of effective components of *Xanthoceras sorbifolia* shell in traditional Chinese medicine.

Keywords

Xanthoceras sorbifolia Bunge, Active Ingredients, Extract, Utilization

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

文冠果(*Xanthoceras sorbifolia* Bunge)是无患子科(Sapindaceae), 文冠果属, 落叶小乔木或灌木, 中国特有的木本油料经济树种。文冠果果壳可入药, 具有祛风除湿、消肿止痛的功效。文冠果壳作为种仁加工后的副产品产量大, 具有很高药用价值, 常作为医药、食品、化工等领域的重要原料。国内对文冠果壳化学成分和药理作用研究表明: 文冠果壳中含有皂苷、酚类、黄酮苷类、生物碱、糖类、苷类、单宁等活性物质[1], 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[2]。目前文冠果壳研究主要集中在药用成分、药理药效等方面, 药用价值开发利用方面研究较少。因此, 随着药用有效成分提取技术的不断发展, 文冠果壳成分含量提取率不断提高, 开发抗炎、抗肿瘤等新药成为可能。本文综述近年来文冠果壳的化学成分及提取方法、利用价值及产品开发的研究成果, 旨在为深入研究文冠果壳有效成分和新药应用提供理论依据。

2. 文冠果壳主要成分

文冠果壳中的化学成分主要有三萜、多酚(包括黄酮、酚酸、香豆素等)、甾醇、生物碱等。文冠果壳苷(*xanthoceraside*)是文冠果果壳中含量最高的三萜皂苷类成分, 具有多种显著的生物活性[3]。从文冠果壳分离得到 8 种生物活性成分: 对苯二酚(hydroquinone, 1)、花椒毒素(xanthotoxin, 3)、木犀草素(luteolin, 4)、山柰酚(kaempferol, 5)、柚皮素-7-O- β -D-葡萄糖苷(naringenin-7-O- β -D-glucopyranoside, 6)、槲皮苷(quer-citrin, 7)、二氢红花菜豆酸-3'-O- β -D-葡萄糖苷(dihydrophaseicacid-3'-O- β -D-glucopyranoside, 8) [4]。文冠果壳提取物中分离得到 β -sitosterol (I)、daucosterol (II)、22-O-diangeloyl-3 β -22 α -dihydroxyl-olean-12-ene (V)、22 α -dihydroxyl-olean-12-ene (VI)等 15 个化合物[5]。果壳乙醇提取物的化学成分鉴定出 22-三烯-3 β -醇(II)、柚皮素(III)、圣草素(IV)、山柰酚(V)、槲皮素(VI)、芦丁(VII)、22 二烯 3 β 醇(I)、东莨菪素(II)、异秦皮啶(III)、对羟基苯甲醛(IV)、3,4,5 三甲氧基苯甲酸(V)、原儿茶酸乙酯(VI)等 13 个化合物[6]。文冠果壳 70% 乙醇提取物和总皂苷酸水解产物中检测出 40 个化合物, 其中 21,22-二-O-当归酰基-24-羟基-R1-barrigenol、3-O-(3-O- α -L-呋喃阿拉伯糖基-2-O- β -D-吡喃半乳糖基)- β -D-吡喃葡萄糖醛酸基-21 等 7 个新化合物, 21,22-二-O-当归酰基-R1-barrigenol、22-O-当归酰基-R1-barrigenol、柚皮素、圣草素、山柰酚、槲皮素、芦丁、

5,7-二羟基色原酮、东莨菪素、异秦皮啶、 β -谷甾醇、胡萝卜苷、 α -菠菜甾醇、原儿茶酸、香草酸、4-羟基苯甲醛、3,4,5-三甲氧基苯甲酸、2-羟基-6-甲基苯甲酸、丁二酸等 33 个化合物，其中 26 个化合物为首次从该属植物中得到[7]。

内蒙古赤峰翁牛特旗林场、辽宁省凌源市和沈阳市应用生态研究所植物园等地的文冠果果壳中总皂苷含量分别为 1.97%、1.88%、2.00% [5]。

2.1. 皂苷类

皂苷(*Saponin*)是苷元为三萜或螺旋甾烷类化合物的一类糖苷。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。皂苷具有抗炎、抗艾滋病毒、抗肿瘤等多种生理活性，以及具有抗氧化、抗肿瘤、减肥、美容、改善记忆能力等作用[8] [9]。文冠果壳皂苷(*Xanthoceraside*)含量约 4.2%，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[2]。优化超声细胞粉碎法提取总皂苷得率为 1.49%，有抗肿瘤活性[9]。醇提法提取文冠果叶中的总皂苷得率为 4.95%，纯化后的文冠果叶皂苷的得率为 7.25%，对肠炎沙门氏菌、金黄色葡萄球菌和大肠杆菌三种致病菌有抑菌活性[10]。80%甲醇馏分的文冠果壳皂苷含量和纯度最高，对白色念珠菌和金黄色葡萄球菌有抑制作用[11]。

2.2. 黄酮类

黄酮(*Flavonoid*，又称类黄酮)是基于 2-苯基色原酮-4-酮(2-苯基-1-苯并吡喃-4-酮)架构的黄酮类化合物。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。总黄酮以槲皮素、山奈酚为主，具有抗氧化、抗炎、抗病毒和保护心脑血管系统等作用[8]。

2.3. 多酚类

多酚(*Polyphenol*)是具有多元酚结构，主要通过莽草酸和丙二酸途径合成，是植物体内重要的次生代谢产物。文冠果壳多酚提取物有较强的体外抗氧化能力[12]。李占林等从文冠果果壳中分离得到柚皮素(28)、圣草素(29)、山奈酚(30)、槲皮素(31)、芦丁(32)、酪醇(33)、Cleomiscosin D(35)等 8 个多酚类化合物。其中化合物 29、30、32~35 为首次从该属植物中分离得到[7]。李占林等从文冠果果壳中分离得到对苯二酚(46)、对羟基苯乙腈(47)、木犀草素(48)、柚皮素-7-O- β -D-葡萄糖苷(49)等 6 个多酚类化合物，其中化合物 46~49 为首次从文冠果属植物中分离得到[4]。

2.4. 甾醇类

甾醇(*Sterol*)属于环戊烷多羟菲衍生物类物质。李占林等从文冠果果壳中分离得到 5 α ,8 β -表二氧(22E, 24R)-麦角甾-6,22-二烯-3 β -醇(64) [6]。过氧化麦角甾醇(24)、 β -谷甾醇(26)、胡萝卜苷(27)、 α -菠菜甾醇(28)、 α -菠菜甾醇-3 等[7]。程文明等从文冠果果壳中分离得到(3 β , 5 α , 20R, 24S)-豆甾-7、反-22-二烯-3-醇(62)等甾醇[13]。

2.5. 生物碱

生物碱(*Alkaloid*)是存在于自然界中的一类含氮的碱性有机化合物，大多数有复杂的环状结构，氮素多包含在环内，有显著的生物活性，是中草药中重要的有效成分之一。李占林等从文冠果果壳中分离得到一种新生物碱 2-甲基-6-(2', 3', 4-三羟基丁基)吡嗪(84) [14]。

3. 化学成分提取技术

国内大量研究表明，乙醇提取、超声波辅助萃取等文冠果果壳活性成分的提取技术已趋于成熟，有效成分提取效率显著提高。

3.1. 总皂苷的提取

超声波细胞粉碎乙醇提取总皂苷技术采用先进的细胞处理及醇溶成分提取方法, 利用超声波在液体中产生的空化效应来破碎细胞, 再利用乙醇提取总皂苷。优化超声细胞粉碎法乙醇提取总皂苷得率为 1.492%, 有抗肿瘤活性[9]。超声功率 180 W, 料液比 1:25 (g/mL), 提取的文冠果总皂苷含量 17.26%, 其中 80% 甲醇馏分的文冠果壳皂苷含量和纯度最高[11]。液料比 34.1:1 (V:m), 乙醇体积 87.6%, 超声功率 117.9 W, 超声时间 29.7 min、总皂苷的提取率为 0.80% [15]。分离纯化文冠果果壳中主要皂苷类成分, 22 个化合物均为玉蕊醇型三萜皂苷[16]。

3.2. 黄酮类的提取

超声波辅助提取技术是在超声波作用下, 原料中有效成分快速地进入溶剂中, 得到多成分混合提取液, 再将提取液以适当方法分开、精制、纯化处理, 最后得到所需单体化学成分的一项新技术。超声波辅助提取文冠果壳总黄酮, 超声功率 400 W, 料液比 1:43 g/mL, 总黄酮得率为 6.50%。大孔树脂分离纯化文冠果壳总黄酮, 纯化后总黄酮的纯度为 70.15% [17] [18]。黄酮类物质有柚皮素(14), 山柰酚(16), 槲皮素(17), 芦丁(18)等[7]。

3.3. 多酚类的提取

超声波辅助醇提多酚技术是在较低温度下, 超声振荡促使文冠果果壳中的多酚等物质进入乙醇溶液, 防止多酚因高温分解的提取技术。文冠果壳使用料液比 1:30 g/mL, 乙醇提取文冠果果壳总多酚的含量为 2.14~10.22 mg/g [12] [19]。超声波功率 250 W, 最佳条件为料液比 1:20 g/mL, 提取文冠果壳多酚得率为 5.64% [20]。

4. 有效成分药用价值

4.1. 神经退行性疾病治疗

文冠果壳苷在微克级剂量下即显示出抗阿尔茨海默病(AD)强效活性, 与传统乙酰胆碱酯酶抑制剂作用机制不同, 且毒性极低。临床试验表明, 其可通过调节胆碱能和谷氨酸能系统改善认知障碍。原因在于文冠果壳中三萜皂苷或次生苷和苷元中以 R1-barringenol 为母核的三萜苷元类成分对 NGF 介导的神经突触形成显示了弱或中等的促进作用, 促进神经生长因子(NGF)介导的神经突触生长发挥作用[7]。

4.2. 抗肿瘤作用

壳苷对乳腺癌(MCF-7)、肝癌(HepG2)等多种癌细胞具有抑制作用, IC50 值低至 3.64~39.3 $\mu\text{g/mL}$, 且对正常细胞无显著毒性。丁晓彦等发现果壳提取物对体外培养的人乳腺癌 MCF-7 细胞有明显的抑制作用 [21]; 文冠果壳苷浓度依赖性地抑制 HepG-2 (人肝癌细胞)、SGC-7902 (人胃癌)、A375-S2 (人黑色素瘤)、A431 (人表皮癌)和 MCF-7 (乳腺癌)细胞增殖, 且对人正常外周血淋巴细胞没有增殖抑制作用[22]。文冠果壳黄酮、皂苷对胃癌细胞 MGC-803 均有一定的抑制作用。文冠果壳黄酮浓度为 500 $\mu\text{g/mL}$ 时, 胃癌细胞抑制率最高, 达 38.5%。文冠果壳皂苷 500 $\mu\text{g/mL}$ 时, 胃癌细胞抑制率为 36.79% [23]。文冠果壳中三萜类成分具有促进神经生长因子(NGF)介导的神经突触生长、抗炎、抗肿瘤、抗 HIV 等多种活性[24]。

4.3. 抗炎与抗氧化

文冠果壳黄酮、皂苷对酪氨酸酶都具有抑制作用。当黄酮质量浓度为 0.48 mg/mL 时, 酪氨酸酶抑制

率最高可达 45.1% [25]。黄酮类成分具有抗氧化、抗炎、抗病毒和保护心血管系统等作用，可清除自由基，降低氧化应激损伤，对心血管疾病和糖尿病有潜在疗效[8]。文冠果壳总黄酮具有较强的还原能力和清除 DPPH 自由基的能力 [17]。文冠果壳皂苷对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌有抑制效果[23]，80%甲醇馏分的文冠果壳皂苷含量和纯度最高，该馏分对金黄色葡萄球菌和白色念珠菌有抑制作用[20]。文冠果壳皂苷对 β -淀粉样蛋白 25-35/y 干扰素(A β 25-35/IFN-y)诱导原代小胶质细胞及 N9 细胞炎症因子的抑制作用，结果表明文冠果壳皂苷可抑制炎症因子的产生[26]。文冠果壳总皂苷具有体外抗氧化活性，清除羟基自由基和超氧阴离子自由基的能力[27]。

5. 产品应用前景

5.1. 抗阿尔茨海默病药物

阿尔茨海默病(Alzheimer's Disease, AD)是一种慢性进行性神经退行性疾病，其特征包括进行性认知功能衰退、记忆丧失和进行性功能依赖等症状，是老年人的主要失智症，炎症反应在 AD 的病理进程中发挥着重要作用。文冠果壳皂苷(WGCG)是一种天然药物，具有抗氧化和抗炎作用，已被证明适用于 AD 治疗，对老年痴呆症治疗有良好的效果。大量文献报道文冠果壳提取的玉蕊醇型三萜皂苷类成分是抗阿尔茨海默症及神经保护作用的主要有效成分，具有改善多种痴呆模型小鼠学习记忆障碍的作用[28]-[30]。因此，文冠果壳皂苷药剂有望用于改善阿尔茨海默症及增强神经保护，减少老年人的失智症。

5.2. 抗癌辅助制剂

文冠果壳提取物皂苷对体外培养的人乳腺癌、卵巢肿瘤、肝癌、胃癌、黑色素瘤细胞增殖有抑制作用[22]，可开发为抗肿瘤药物。基于皂苷的抗肿瘤活性，目前多家研究机构正探索其与化疗药物的联合应用方案，以期减少多种癌细胞增殖，增加患癌人群的康复率。

5.3. 改善记忆

文冠果壳皂苷是从果壳中分离得到的一种三萜皂苷，是一种高效低毒、具有新的作用机制活性单体，具有很好的成药性。通过文冠果皂苷和文冠果壳皂苷对改善小鼠记忆功能的效果、对大脑抗缺血缺氧能力等方面的对比，文冠果壳乙醇提取物文冠果壳皂苷可提高脑功能的有效部位，能显著地改善动物模型的记忆获得、记忆巩固、记忆再现和空间分辨等障碍，并有效提高大脑抗缺血缺氧能力[31]。未来文冠果壳皂苷药剂有望用于记忆衰退人群的记忆治疗。

6. 总结与展望

文冠果壳含有丰富的天然活性物质，是一种极具开发潜力的药用原料，具有抗肿瘤、抗炎、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药理作用，市场前景广阔。目前文冠果壳活性有效成分的提取成本仍较高，急需研发规模化生产技术及设备以满足生物制药行业的需要。因此，深入研究文冠果壳的活性有效成分药理作用、提取技术及应用范围，开发高附加值文冠果壳皂苷药剂、缓释药物载体等产品，对综合利用丰富的文冠果壳植物资源及提高其活性有效成分市场应用价值具有重要意义。

基金项目

甘肃省科技计划东西部科技协作项目(25CXNM003)、甘肃省农业科学院重点研发计划项目(2024GAAS20)。

参考文献

- [1] 王力川. 文冠果化学成分·综合利用及栽培技术[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(9): 1850-1851.
- [2] 商庆辉, 孙妍. 文冠果的化学成分和药理作用研究进展[J]. 中国药房, 2015, 26(30): 4316-4320.
- [3] 杨春艳, 杨军丽, 哈伟, 等. 文冠果果壳化学成分与生物活性研究进展[J]. 中草药, 2016, 47(8): 1418-1424.
- [4] 万国盛, 任宇豪, 高慧媛, 等. 文冠果果壳化学成分的分离与鉴定[J]. 沈阳药科大学学报, 2015, 32(1): 18-21.
- [5] 郭影, 王世成, 窦德强. 不同产地文冠果果壳中总皂苷含量测定[J]. 辽宁中医药大学学报, 2009, 11(5): 165-166.
- [6] 李占林, 李铄, 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): 271-272.
- [7] 李占林. 文冠果果壳化学成分及其生物活性研究[D]: [博士学位论文]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2006.
- [8] 张洪梅, 周泉城. 文冠果壳开发利用研究进展[J]. 中国粮油学报, 2012, 27(11): 118-121.
- [9] 王冠英, 李珂珂, 李中玉, 等. 文冠果果壳总皂苷的提取工艺优化及抗氧化、抗肿瘤活性评价[J]. 现代食品科技, 2022, 38(12): 290-299.
- [10] 邱悦. 文冠果叶总皂苷的提取纯化及其生理活性研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林农业大学, 2020.
- [11] 李金焕, 于景华, 王力华, 等. 文冠果壳苷提取、纯化工艺及其馏分抑菌活性的研究[J]. 北方园艺, 2016(14): 144-147.
- [12] 李国倩, 秦天, 黄蓉, 等. 文冠果果壳醇提物不同部位总多酚含量及其抗氧化活性研究[J]. 中国医药导报, 2018, 15(34): 27-31.
- [13] 程文明, 杨柏珍, 李春如. 文冠果果壳中两种甾醇成分的结构研究[J]. 中草药, 2001, 32(3): 199-201.
- [14] 李占林, 李丹毅, 李铄, 等. 文冠果果壳中一个新生物碱[J]. 药学学报, 2006, 41(12): 1197-1200.
- [15] 毛迪锐, 姜贵全, 张卓睿, 等. 文冠果壳总皂苷超声波辅助提取工艺优化[J]. 食品与机械, 2014, 30(2): 170-174.
- [16] 杨帆. 文冠果果壳中皂苷的分离鉴定及不同部位的成分组成分析[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津中医药大学, 2023.
- [17] 毛迪锐, 姜贵全, 张卓睿, 等. 超声波辅助提取文冠果壳总黄酮的工艺及其抗氧化性研究[J]. 食品工业科技, 2015, 36(19): 237-242.
- [18] 毛迪锐, 姜贵全, 孙继伟, 等. 文冠果壳总黄酮分离纯化及稳定性研究[J]. 食品与机械, 2016, 32(1): 140-143.
- [19] 李媛, 施欢贤. 文冠果壳总多酚的含量测定[J]. 中国民族民间医药, 2017, 26(16): 13-14.
- [20] 张雪春, 刘江, 吴鑫, 等. 响应面法优化提取文冠果壳中多酚类物质及其体外抗氧化能力分析[J]. 中国油脂, 2018, 43(5): 117-122.
- [21] 丁晓彦, 侯立静, 王变利, 等. 文冠果果壳提取物的分离及对 MCF-7 细胞抑制作用初探[J]. 辽宁中医杂志, 2018, 45(9): 1927-1928.
- [22] 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]: [硕士学位论文]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2008.
- [23] 张洪梅. 文冠果壳黄酮、皂苷提取及功能研究[D]: [硕士学位论文]. 淄博: 山东理工大学, 2014.
- [24] 万国盛, 王晓波, 吴立军, 等. 文冠果的化学成分及药理活性研究进展[J]. 中草药, 2013, 44(13): 1842-1851.
- [25] 张洪梅, 耿杰, 周泉城. 文冠果壳黄酮提取物抑制酪氨酸酶活性的研究[J]. 中国粮油学报, 2013, 28(10): 96-100.
- [26] 邹莉波, 王力华, 齐越, 等. 文冠果壳苷对 $A\beta_{25-35}/IFN-\gamma$ 诱导小胶质细胞炎症因子的抑制作用[J]. 中国药理学与毒理学杂志, 2012, 26(3): 421.
- [27] 吴伟杰. 文冠果果壳总皂苷分离工艺及其抗氧化活性的研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京林业大学, 2010.
- [28] 李伟. 文冠果壳苷对侧脑室注射 $A\beta_{1-42}$ 致痴呆模型小鼠学习记忆障碍的改善作用[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2008.
- [29] 曲婵. 文冠果壳苷对侧脑室注射 $A\beta_{25-35}$ 致痴呆模型小鼠学习记忆障碍的改善作用及其机制研究[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2007.
- [30] 刘鹏. 文冠果壳苷对侧脑室注射链脲佐菌素致痴呆大鼠脑内 τ 蛋白磷酸化的调节作用及机制研究[D]: [博士学位论文]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2013.
- [31] 王力华. 文冠果的食用和药用价值[J]. 中国医药指南, 2006(10): 41-43.