

核桃多类型化学物质研究进展及产业开发现状与发展途径

王玉梅

河西学院医学院 中医与药理学系, 甘肃 张掖 734000

摘要: 核桃 *Juglans regia* 主要含有多糖、黄酮、酚酸、皂苷、酯和醌类等多种化合物, 具有抑菌、抗氧化、抗肿瘤、降血糖等作用, 不仅可用于药物或功能性食品的开发, 在食品行业等领域也具有良好应用基础和市场前景, 这些活性物质是核桃中极具开发潜能的资源性物质。本文针对核桃的化学成分及其药理作用进行系统梳理, 并在此基础上对其产业应用与发展途径进行了分析, 以期为我国核桃资源的开发利用提供依据。

关键词: 核桃; 物质基础; 多糖; 黄酮; 抑菌; 抗氧化; 抗肿瘤; 降血糖; 发展途径

中图分类号: R282.71 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2019)21-5380-09

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2019.21.035

Research progress on chemical substances in *Juglans regia* and current status and development approaches of industrial development

WANG Yu-mei

Department of Traditional Chinese Medicine and Pharmacology, Medical College, Hexi University, Zhangye 734000, China

Abstract: *Juglans regia* is the main economic crop in China and an important medicinal plant, which have antibacterial, anti-oxidant, anti-tumor and hypoglycemic effects. It mainly contains a variety of active small molecule compounds such as polysaccharides, flavonoids, phenolic acids, esters, saponins and quinones. It can be used not only for the development of pharmaceuticals or functional foods, but also for its market demand in the food industry with good application base. It is a resource material with great development potential in walnuts. In this paper, the chemical composition and pharmacological effects of walnut were systematically combed, and on this basis, the industrial application and development path were analyzed to provide a basis for the development and utilization of walnut resources in China.

Key words: *Juglans regia* L.; material basis; polysaccharides; flavonoids; antibacterial; anti-oxidant; antitumor; hypoglycemic activity; development approach

核桃 *Juglans regia* L. 又名羌桃、万岁子等^[1], 其枝、叶、青皮、枝皮、分心木、果仁均可入药^[2], 对泌尿系统结石、慢性气管炎、皮炎、湿疹和痢疾等疾病有很好的疗效^[3], 果仁还可作为干果和油料的重要原料^[4]。现代研究表明核桃主要含有黄酮、酚酸、酯类、甾体皂苷和醌类等化学成分, 具有抑菌、抗氧化、抗肿瘤、降血糖作用^[5-7]。近年来已有学者对该属植物进行了综述^[4,7-8], 但尚未见对核桃中多类型化学物质和产业应用与发展途径进行系统整理和分析。鉴于核桃为我国重要的经济作物和药用植物, 同时也是实施农村产业扶贫的优势品种, 通过查阅近年相关文献, 本文系统地整理核桃中多

类型化学物质及药理作用, 并在此基础上阐明其药效物质, 提出其产业发展途径, 以期核桃资源的进一步开发利用提供参考。

1 化学成分

目前, 国内外学者已从核桃中分离纯化得到多类型化学成分, 包括多糖类、皂苷类、黄酮类、醌类、酚酸类等化学成分, 结果见表 1。

1.1 多糖及糖苷类化合物

多糖是自然界中存在的一类大分子化合物, 该类化合物结构复杂, 大多是由葡萄糖、半乳糖、半乳糖醛酸、甘露糖等单糖缩合而成的大分子多聚物, 具有降血糖、调血脂、抗肿瘤等多种活性。目前已

收稿日期: 2019-03-18

基金项目: 河西学院青年教师科研基金项目 (QN2017015)

作者简介: 王玉梅 (1986—), 女, 甘肃张掖人, 讲师, 硕士, 主要从事天然药物研究。

表 1 核桃中的化合物
Table 1 Compounds in *J. regia*

序号	化合物	化学式	来源部位	参考文献
糖苷类				
1	长寿花糖苷	C ₁₉ H ₃₀ O ₈	种皮	9
2	它桥糖苷	C ₁₄ H ₁₈ O ₈	壳	10
3	breynioside A	C ₂₀ H ₂₂ O ₈	壳	10
4	6'- <i>O</i> -vanilloyltachioside	C ₂₂ H ₂₇ O ₁₀	壳	10
5	二氢红花菜豆酸-4- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖苷	C ₂₉ H ₂₈ O ₁₄	壳	10
6	牡丹酚苷 H	C ₂₀ H ₃₄ O ₁₀	壳	10
皂苷类				
7	β-胡萝卜苷	C ₃₅ H ₆₀ O ₆	青皮	11
8	白桦脂酸	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	青皮	11
9	泰国树脂酸	C ₃₀ H ₅₀ O ₄	青皮	11
10	羽扇豆醇	C ₃₀ H ₅₀ O	青皮	11
11	2,4-羟基羽扇豆醇	C ₃₀ H ₅₀ O ₂	青皮	11
12	jugnaphtalenoside	C ₂₄ H ₂₃ O ₁₁	分心木	12
13	齐墩果酸	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	分心木	13
14	熊果酸	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	花	14
15	菜油甾醇	C ₂₈ H ₄₈ O	壳	15
黄酮类				
16	山柰酚-3- <i>O</i> -α- <i>L</i> -鼠李糖苷	C ₂₀ H ₁₈ O ₉	分心木	16
17	槲皮素-3- <i>O</i> -(6'-没食子酰基)-β- <i>D</i> -半乳糖苷	C ₃₀ H ₂₇ O ₁₃	分心木	16
18	胡桃苷 A	C ₂₂ H ₁₉ O ₉	分心木	10,16
19	异樱花素	C ₁₆ H ₁₄ O ₅	分心木	17
20	5,7,8,4-黄酮醇-3- <i>O</i> -α- <i>D</i> -鼠李糖苷	C ₂₀ H ₂₀ O ₁₃	分心木	17
21	儿茶素	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	分心木	16
22	柚皮素	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	分心木	16
23	taxifolin 3- <i>O</i> -α- <i>D</i> -arabinofuranoside	C ₂₃ H ₂₈ O ₇	分心木	18
24	山柰酚	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	分心木	5,13,19-20
25	二氢槲皮素	C ₁₅ H ₁₂ O ₇	分心木	10,16
26	槲皮素	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	分心木	14,16,19
27	乙氧基胡桃醌	C ₁₃ H ₉ O ₄	分心木	20
28	山柰酚-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -半乳糖苷	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	叶	13
29	淫羊藿苷 C	C ₃₉ H ₅₀ O ₁₉	叶	13
30	6,7-二羟基香豆素	C ₉ H ₆ O ₄	叶	20
31	红景天苷	C ₁₄ H ₂₀ O ₇	种皮	9
32	异槲皮素	C ₂₂ H ₂₃ O ₁₂	花	9
33	槲皮素-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -木糖苷	C ₂₁ H ₁₀ O ₁₁	花	5,14
34	芦丁	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	花	21
35	山柰酚-3-α- <i>L</i> -吡喃阿拉伯糖苷	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	花	21
36	槲皮素-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -木糖苷	C ₂₁ H ₂₁ O ₁₁	花	20,22
37	番石榴苷	C ₂₁ H ₂₁ O ₁₁	花	23

续表 1

序号	化合物	化学式	来源部位	参考文献
38	5,7,8,3',4'-黄酮醇-3- <i>O</i> -鼠李糖苷	C ₂₁ H ₂₃ O ₁₁	壳	24
39	胡桃苷 E	C ₁₆ H ₂₀ O ₉	壳	24
40	5-羟基-4'-甲氧基-7-甲基黄酮	C ₁₇ H ₁₄ O ₄	壳	24
41	金丝桃苷	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	青皮	19
42	杨梅苷	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	青皮	19
43	槲皮素-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -葡萄糖苷	C ₂₀ H ₁₈ O ₁₂	花、叶	13,20-21
44	山柰酚-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -葡萄糖苷	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	花、叶	20
醌类				
45	4,8-二羟基-1-四氢萘醌	C ₁₅ H ₁₀ O ₅	分心木	13
46	5-羟基-1,4-萘醌	C ₁₀ H ₉ O ₃	分心木	13
47	大黄素	C ₁₀ H ₆ O ₃	分心木、壳、青皮	5,11,13
48	4,8-二羟基-1-四氢萘醌	C ₁₀ H ₆ O ₃	花	20
49	5,8-二羟基-4-甲氧基-α-四氢萘醌	C ₁₀ H ₁₀ O ₃	花	23
50	4,5,8-三羟基-α-四氢萘醌	C ₁₀ H ₉ O ₄	青皮	11
51	核桃酮	C ₁₃ H ₁₂ O ₃	青皮	11
52	4,5- <i>O</i> -异丙叉基-α-四氢萘醌	C ₁₀ H ₁₀ O ₃	青皮	11
53	5-羟基-2-甲氧基-萘醌	C ₁₃ H ₁₂ O ₃	青皮	11
54	5-羟基-2-甲氧基-1,4-萘醌	C ₁₁ H ₈ O ₅	青皮	25
55	2-丙氧基核桃酮	C ₁₁ H ₁₂ O ₃	青皮	25
56	3,3-双胡桃醌	C ₁₁ H ₁₂ O ₃	种皮	25
酚酸、酯类				
57	没食子酸甲酯	C ₈ H ₈ O ₅	分心木	16
58	原儿茶酸	C ₆ H ₆ O ₄	分心木	16
59	乙酸-1-甲基乙基酯	C ₅ H ₁₀ O ₂	分心木	5
60	棕榈酸	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	分心木	26
61	硬脂酸甘油单酯	C ₂₁ H ₄₂ O ₃	分心木	27
62	香草酸	C ₈ H ₈ O ₄	分心木	27
63	对苯二甲酸二甲酯	C ₁₀ H ₁₀ O ₄	分心木	27
64	邻苯二甲酸二丁酯	C ₁₆ H ₂₂ O ₄	分心木	28
65	ascorbic acid 26-dihexa decanoate	C ₃₉ H ₆₉ O ₇	分心木	12
66	9,12-十八烷二烯酸	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	分心木	12
67	methy-4- <i>O</i> -coumaroylquinic acid	C ₁₈ H ₁₉ O ₇	壳	10
68	5- <i>p</i> -cis-coumaroylquinic acid	C ₁₆ H ₁₈ O ₈	壳	10
69	2,6-二叔丁基-四基苯酚	C ₁₅ H ₄₂ O	壳	28
70	羟基-4-乙烯基-苯酚	C ₈ H ₈ O ₄	壳	29
71	甲氧基-4-乙烯基-苯酚	C ₉ H ₁₀ O ₂	壳	29
72	2-甲氧基对苯二酚	C ₇ H ₈ O ₃	壳	29
73	2-甲氧基-5-甲基苯酚	C ₈ H ₁₀ O ₂	壳	26
74	2-甲氧基-4-丙基苯酚	C ₁₀ H ₁₄ O ₂	壳	26
75	2,5-二甲基苯酚	C ₈ H ₁₀ O	壳	26
76	甲氧基-1,2-苯二酚	C ₇ H ₈ O ₃	壳	26

续表 1

序号	化合物	化学式	来源部位	参考文献
77	desaspidinol	C ₃₁ H ₃₂ O ₁₂	壳	30
78	乙基-2-甲基苯酚	C ₉ H ₁₂ O ₂	壳	30
79	乙基麦芽酚	C ₇ H ₈ O ₃	壳	31
80	愈创木酚	C ₇ H ₈ O ₂	壳	31
81	生育酚	C ₂₉ H ₅₀ O ₂	壳	15,32
82	β-维生素 E	C ₂₉ H ₅₀ O ₂	壳	15,32
83	二十四烷酸 α-单甘油酯	C ₂₇ H ₅₄ O ₄	花	31
84	2S,3S,4S-三羟基戊酸	C ₁₈ H ₁₂ O ₅	花	23
85	羟基蒽醌-1-羧酸	C ₁₅ H ₈ O ₅	青皮	19
86	二氢红花菜豆酸	C ₁₄ H ₁₅ O ₅	青皮	11
87	3-羟基环丁基羧酸	C ₅ H ₈ O ₃	壳	33
二芳基庚烷类				
88	香草酸	C ₈ H ₈ O ₄	叶	20,34
89	胡桃素 A	C ₂₁ H ₂₄ O ₅	青皮	11,35
90	胡桃素 B	C ₂₀ H ₂₇ O ₄	青皮	11,35
91	枫杨素	C ₂₁ H ₂₄ O ₄	青皮	36
92	jugeathayenin A	C ₂₁ H ₂₄ O ₅	青皮	37
93	myriatomentogenin	C ₂₀ H ₂₂ O ₅	青皮	37
94	regiolone	C ₁₀ H ₉ O ₂	青皮	37

从核桃种皮中分离得到 1 个糖苷类化合物 (1), 从核桃壳中分离得到 5 个糖苷类化合物 (2~6)。

1.2 皂苷类化合物

皂苷是一类由螺甾烷与其甾类化合物衍生的寡糖苷, 是一类相对分子质量较大、化学结构比较复杂的化合物。目前已从核桃青皮 (7~11)、分心木 (12、13)、花 (14)、壳 (15) 中分离得到此类化合物。

1.3 黄酮及苷类化合物

黄酮类化合物是指具有 C₆-C₃-C₆ 结构的一类化合物的总称, 为天然产物中重要的化学成分, 具有降血压、止咳、治疗急慢性肝炎、抗氧化等作用。核桃中含有丰富的黄酮类成分, 目前已有学者从核桃分心木 (16~27)、叶 (28~30)、种皮 (31)、花 (32~37)、壳 (38~40)、青皮 (41、42)、花和叶 (43、44) 中分离得到此类化合物。

1.4 醌类化合物

醌类化合物是中药中一类具有醌式结构的化学成分, 主要分为苯醌、萘醌、菲醌和蒽醌 4 种类型。目前已有学者从核桃分心木 (45、46), 分心木、壳、青皮 (47), 花 (48、49), 青皮 (50~55), 种皮 (56)

中分离得到此类化合物。

1.5 酚酸、酯类化合物

多酚类是多羟基酚类化合物的总称, 以苯酚为基本骨架, 以苯环的多羟基取代为特征, 具有很强的抗氧化作用。目前已从核桃分心木 (57~66)、壳 (67~82、87)、花 (83、84)、青皮 (85、86) 中分离得到此类化合物。

1.6 二芳基庚烷类化合物

二芳基庚烷类化合物是一类具有 1,7-二取代芳基并以庚烷为母体的化合物的统称。目前已从核桃叶和青皮中分离得到二芳基庚烷类化合物 (88~94)。

2 药理活性

2.1 抗氧化作用

核桃中黄酮、酚酸和多糖等化学成分均具有抗氧化作用。Liu 等^[37]研究表明核桃分心木中总黄酮具有延缓衰老作用, 对脑组织有一定的保护作用; 汤慧民等^[38]研究表明核桃壳多糖对羟基自由基和超氧阴离子自由基具有清除作用; 李汉洋等^[39]研究表明核桃多肽具有抗氧化活性; 刘丽金等^[40]研究表明核桃中总酚具有抗氧化作用; 郑忠培等^[41]研究

表明核桃楸皮中总黄酮具有抗氧化活性,可降低机体 H_2O_2 和丙二醛 (MDA) 含量;徐红艳等^[42]研究表明核桃仁油具有抑制机体内脂质过氧化物的生成及有效清除机体产生的过量自由基作用;令狐晨等^[12]研究表明核桃分心木中总皂苷、总黄酮和总多糖具有体外抗氧化活性;Labuckas 等^[43]研究表明核桃中总酚具有抗氧化活性;Yang 等^[44]研究表明核桃壳中总黄酮具有抗氧化活性。

2.2 抗菌作用

杨霞等^[45]研究表明核桃青皮中胡桃醌 (5-羟基-1,4-萘醌, 46) 对马尾松溃疡病菌具有抗菌作用。周万成等^[46]研究表明核桃树皮乙醇提取物对白念珠菌、红色毛癣菌、须癣毛癣菌具有抑菌作用。闫金萍等^[47]研究表明核桃提取物对金黄色葡萄球菌、痢疾志贺杆菌、枯草芽孢杆菌、产气杆菌、大肠杆菌有抑制作用。尉芹等^[48]研究表明核桃壳木醋液有抑菌作用,有效成分为酚类物质。张海珠等^[49]研究表明核桃壳提取物对绿脓杆菌、痢疾杆菌、金黄色葡萄球菌、枯草杆菌、变形杆菌、大肠杆菌、伤寒杆菌、白色念珠菌有一定的抑制或杀灭作用。Meng 等^[50]研究表明核桃分心木中一种水溶性多糖 (DJP-2) 具有明显的抗氧化和抗菌作用。高莉等^[51]研究表明核桃分心木提取物对枯草芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、产气杆菌都有抑菌活性。刘安军等^[52]研究表明核桃种皮纯多糖 WKPP-70-1-1 对大肠杆菌有抑菌作用。吴莹等^[53]研究表明核桃青皮提取物具有抗氧化和抗菌活性,活性成分为总酚和总黄酮。Oliveira 等^[54]研究表明核桃壳水提物有抗革兰阳性菌作用。Fernández-Agulló 等^[55]研究表明核桃壳具有抗革兰阳性菌作用,表明其具有作为抗微生物剂来源的潜力。

2.3 抗肿瘤作用

于冬梅等^[56]研究表明核桃壳醇沉物具有抑制人肺癌、肝癌细胞增殖,且对人正常肝细胞毒性小。吴威等^[57]研究表明核桃壳醇提物醋酸乙酯萃取物具有抑制人结肠癌 H-T29 细胞、人肺癌 A549 细胞、人乳腺癌 MCF-7 细胞增殖的作用。欧阳瑾等^[58]研究表明核桃青皮提取物对鼠 Lewis 肺癌的生长有明显的抑制作用。张仲卫等^[59]研究表明核桃青皮提取物对食管癌细胞系的增殖有较强的抑制作用。王宗芳^[33]研究表明核桃中 3-羟基环丁基羧酸 (87) 具有抗肿瘤活性。郑莹等^[60]研究表明核桃楸皮中总黄酮具有抑制肝癌 SMMC-7721 细胞增殖的作用。令狐

晨等^[12]研究表明核桃分心木醋酸乙酯和正丁醇提取物是抗肿瘤的主要活性部位。

2.4 抗肝损伤作用

刘桂彪等^[61]研究表明核桃叶提取液在一定浓度具有一定预防自由基破坏肝细胞的功能。纪学师等^[62]研究表明核桃仁能显著降低因 CCl_4 所致急性肝损伤大鼠血清丙氨酸转氨酶 (ALT)、天冬氨酸转氨酶 (AST) 水平的升高,对急性肝损伤大鼠血清超氧化物歧化酶 (SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-Px) 的活性有明显的升高作用,并降低 MDA 的含量,对 CCl_4 所致大鼠急性肝损伤有保护作用。

2.5 降血糖作用

杜侃莹^[63]研究表明核桃多肽对 α -葡萄糖苷酶有抑制作用。陈阳等^[64]研究表明核桃叶总黄酮苷元对四氧嘧啶诱导的高血糖小鼠有明显的降血糖及血清果糖胺水平、增加小鼠体质量的作用,但对正常小鼠血糖和体质量无影响。陈琳等^[65]研究表明核桃叶总黄酮苷元能使小鼠空腹血糖水平显著下降,且作用优于水提物和水提醇沉物;叶总黄酮苷元还可显著降低高血糖模型小鼠的血糖,且在短时间内发挥作用,同时能增加高血糖小鼠的体质量,但对正常小鼠血糖和体质量无影响。李丽等^[66-67]研究表明核桃蛋白及多肽具有降血糖活性。

2.6 其他作用

张坤等^[68]研究表明核桃叶中总黄酮苷元具有明显的抗炎、镇痛作用。李煦^[69]研究表明核桃仁脱脂后具有明显的降血压作用。此外,有文献报道核桃中的多酚类化合物有消炎作用,黄酮类有降低血压的作用^[4];胡桃苷具有抗消化道溃疡等作用^[4];胡桃醌具有治疗便秘、头癣、牛皮癣等作用^[4]。

3 核桃的药效物质基础研究

目前,核桃的化学成分和药理作用研究都取得了一定进展,并发现了核桃中的一些活性成分。根据文献报道,总结分析核桃的药理作用及其物质基础,见表 2。从分析结果可以看出,核桃中的多糖类、黄酮类和酚类成分是核桃的主要有效成分。

4 核桃的产业应用现状

通过查阅药志数据库 (<https://db.yaozh.com/>),核桃仁为健腰丸、双金胃疡胶囊、复方木鸡颗粒等 37 种中成药的重要原料;核桃楸皮为复方木鸡冲剂、复方木鸡合剂、复方木鸡颗粒 3 种中成药的重要原料;核桃仁为青娥丸、八仙

糕、八珍酒等 82 种中药方剂的重要原料；核桃油为胶乡牌阿胶芝麻核桃糕、环西牌核桃苓口服液、瑞丰牌文知多胶囊等 33 种保健品的原料。在食品领域核桃已在核桃油、核桃营养粉、核桃乳（露）饮料、核桃休闲小食品等方面开发了许多商品。在药物制剂方面，已将 5-羟基-1,4-萘醌（核桃醌）开发成止血和抗菌药；以核桃青皮提取物开发了抗肿瘤的核桃青皮制剂，以核桃多肽

开发出了核桃肽粉保健品，在我国产业价值巨大，结果见表 3。

5 核桃的产业发展途径

“健康中国”建设战略的提出促使我国中药资源产业必须走一条高质量发展之路。但目前我国中药资源产业还未摆脱粗放、污染和孤岛式的发展模式，如何实现中药资源最有效利用已成为我国中药产业发展过程中亟待解决的问题^[70]。中国

表 2 核桃的药效物质基础

Table 2 Effective material basis of *J. regia*

药理作用	可能活性成分/组分	文献	药理作用	可能活性成分/组分	文献
抗氧化	黄酮类	12	抗肿瘤	没食子酸	59
	N-乙酰基-5-甲氧基色胺	6		紫杉叶素	59
	多肽	39		7-D-芹菜糖-儿茶酚	59
	酚酸	43		(1R,2R,4R)-1,2,3,4-tetrahydronaphthalene-1,2,4-triol	59
	多糖	38		3-羟基环丁基羧酸	59
	核桃仁油	42		(-)-regiolone	59
	总皂苷	12		5,7,8,4'-四羟基黄酮	59
抑菌	多糖 DJP2	50		总黄酮	60
	多糖 WKPP-70-1-1	52		苯二甲酸二甲酯	12
	总酚	48		槲皮苷	12
	总黄酮	53		jugnapthalenoside A	12
降血糖	多肽	66-67	抗肝损伤	核桃油	44
	总黄酮苷元	65	抗炎、镇痛	总黄酮苷元	68

表 3 核桃的应用现状

Table 3 Application status of *J. regia*

应用领域	应用部位	代表性产品名称
中成药	核桃仁	二仙口服液、二仙膏、健腰丸、加味青娥丸、双金胃疡胶囊、噎膈丸、培坤丸、复方皂矾丸、复方皂矾片、复方皂矾胶囊、宁心补肾丸、小儿紫草丸、强肾镇痛丸、更年乐片、桂灵丸、海马三肾丸、海马补肾丸、理气舒心片、温经白带丸、生发丸、益肾强身丸、萃仙丸、砂锅丸、补金片、补脑丸、青娥丸、防衰益寿丸
	核桃楸皮	复方木鸡冲剂、复方木鸡合剂、复方木鸡颗粒
中药方剂	核桃仁	青娥丸、八仙糕、胡桃散、虎骨散、核桃丸、盖子澄眼药方、核桃仁冰片、百果仙胶、补天丹、补真丹、擦疥散、滴耳油、敦复汤、耳底八宝油、姜茶煎、灵乌二仁膏、鹿肾丸、长春浸酒、一品山药、乌须固本丸、温冲汤、七厘丸、七星丸、去斑膏、乌发汤、乌须还少丹
制剂	5-羟基-1,4-萘醌	核桃醌
保健品	核桃仁	胶乡牌阿胶芝麻核桃糕、环西牌核桃苓口服液、瑞丰牌文知多胶囊、华圣元 R 增强免疫力膏、多美胶牌黑芝麻核桃阿胶糕、福胶牌即食阿胶核桃糕、桃花姬牌阿胶核桃糕、郭百年牌脑磷脂黄精片、海音牌首乌茯苓冲剂、海音牌首乌胶囊、母力牌海乳胶囊、普济牌贵妃口服液、三圣宝牌亢迪片、福德牌祛斑清颜胶囊、金草牌诺康养元酒、小老谢牌壮骨粉
食品	核桃仁	核桃干果、核桃油、核桃营养粉、核桃乳（露）饮料、核桃休闲小食品

是核桃消费大国, 每年消费量约为 247 万 t, 占全球核桃消费总量的 54.66%。种植产地分布我国 22 个省区, 核桃产量约为 375.77 万 t, 产量巨大。但目前核桃在产品的开发及应用中主要以核桃仁为主, 核桃楸皮(枝皮)在一些中成药中也有应用。通过上述核桃的化学成分和药效分析, 核桃除了核桃仁和枝皮外, 在核桃的分心木、青皮、花、叶和壳中也发现许多活性化合物, 具有抗菌、抗氧化、抗肿瘤、降血压、降血糖等活性。我国种植核桃面积巨大, 大量的副产物(分心木、青

皮、花、叶和壳)的堆积不仅造成了资源的浪费, 而且大量堆放逐渐腐烂、变质, 并产生有毒物质, 严重污染环境。鉴于上述原因和中药资源产业副产品循环利用模式的启示^[70], 笔者认为在对药用部位开发成中成药、保健品或食品的同时, 应进一步对副产物活性部位或单体化合物进行系统性研究, 开发成功能性的药物、保健品、植物抗菌剂和生物有机肥等, 实现核桃资源的综合利用, 可以有效改善和优化生态环境, 创造绿色经济价值, 核桃产业发展途径见图 1。

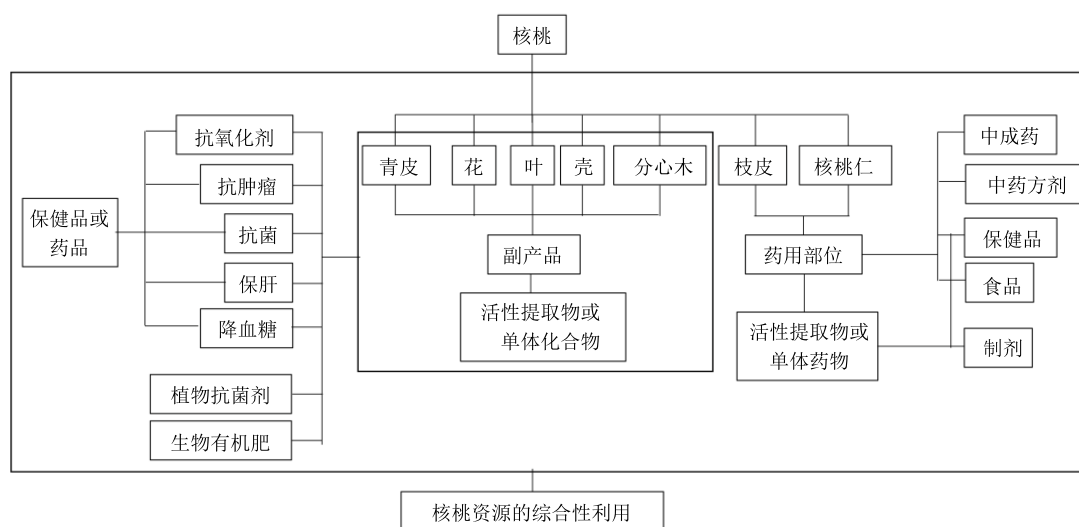


图 1 核桃的产业发展途径

Fig. 1 Industrial development path of *J. regia*

6 展望

核桃是我国一种重要的经济作物, 同时也是一种极具开发价值的药用植物。核桃是我国 80 余种中成药、30 余种保健品和许多食品的重要原料, 种植分布地区广, 产业价值巨大, 是农村产业脱贫致富的有效途径。核桃中含有丰富的化学成分, 主要包括多糖类、黄酮类、酚酸类和甾体皂苷类, 具有降血糖、抗氧化、抗菌、抗肿瘤、抗肝损伤等多种药理活性。然而, 核桃中药效物质的研究大多还集中于总提取物或部位提取物, 对其分离得到的化合物活性研究较少, 而其降血糖、抗氧化、抗菌、抗肿瘤、抗肝损伤等方面的作用机制研究还不够深入。此外, 目前核桃的产业应用中主要以核桃仁为主, 现代研究表明, 核桃的青皮、叶、花、壳和分心木中具有许多药效物质, 应进一步系统研究, 对核桃青皮、叶、花、壳和分心木中的活性部位或单体化合物实现产品的开发和应用, 改善核桃在人工种植

中副产物资源的浪费和对环境的污染。本文对核桃的化学成分和药理作用进行了系统整理和分析, 并在此基础上进一步探讨核桃的产业和应用现状, 可为核桃的资源开发和绿色发展奠定基础。

参考文献

- [1] 郝荣庭. 中国核桃 (*Juglans regia* L.) 起源考证 [J]. 河北农业大学学报, 1990, 13(1): 89-94.
- [2] 梁 婷, 沈广志, 邹桂华. 核桃楸的化学成分研究进展 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, 21(17): 219-224.
- [3] 中国果树志编辑委员会. 中国果树志 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1993.
- [4] 姚焕英, 唐静成, 张鞍灵, 等. 核桃属植物化学成分及生物活性研究 [J]. 西北植物学报, 2003, 23(9): 1650-1655.
- [5] 赵焕新, 景援朝, 白 虹, 等. 分心木中的化学成分及抗氧化活性研究 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2016, 22(7): 54-57.
- [6] 陈永浩, 李 俊, 郭雪霞, 等. 核桃抗氧化作用研究进

- 展 [J]. 食品工业科技, 2012, 33(17): 409-412.
- [7] 高岳芳, 张 丽, 韩 颖, 等. 核桃属植物叶的化学成分及生物活性研究进展 [J]. 西北林学院学报, 2010, 25(4): 165-169.
- [8] 周 晔, 王 伟, 王成章, 等. 核桃属 (*Juglans*) 植物多酚类物质研究进展 [J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2013, 37(5): 146-152.
- [9] 刘传水, 太志刚, 冯四全, 等. 核桃种皮的化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2012, 37(10): 1417-1421.
- [10] 彭友伦, 李冬梅, 刘光明. 泡核桃壳的化学成分研究 [J]. 中草药, 2013, 44(12): 1534-1538.
- [11] 张建斌. 甘肃青龙衣 (核桃青皮) 化学成分的研究 [D]. 西安: 西北师范大学, 2009.
- [12] 令狐晨. 新疆分心木体外抗肿瘤作用及其化学成分的研究 [D]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学, 2016.
- [13] 常仁龙, 孙佳明, 张 博, 等. 核桃楸叶化学成分研究 [J]. 中成药, 2009, 31(7): 1082-1085.
- [14] 贾 忠, 张培芬, 陶保全, 等. 核桃花的黄酮类化学成分研究 [J]. 中国药理学杂志, 2009, 44(7): 496-497.
- [15] 卢四平, 张向云, 向同寿. 气相色谱-质谱法测定核桃壳提取物中化学成分 [J]. 理化检验: 化学分册, 2012, 48(12): 1450-1453.
- [16] 景援朝, 赵焕新, 孙永丽, 等. 分心木化学成分的研究 [J]. 食品与药品, 2015, 17(2): 87-90.
- [17] 韩艳春. 维吾尔药新疆核桃分心木有效化学成分及其药理作用的研究 [D]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学, 2010.
- [18] 朱青梅. 维吾尔药材核桃分心木化学成分、质量标准及其活性研究 [D]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学, 2015.
- [19] 石建辉. 核桃楸皮化学成分研究 [D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2006.
- [20] 胡 钰. 野核桃叶化学成分的研究 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2008.
- [21] 陆 瑶. 尼泊尔菊三七和核桃花化学成分研究 [D]. 北京: 北京协和医学院, 2015.
- [22] 杨明珠, 周星利, 王玘玮, 等. 分心木化学成分研究 [J]. 大理学院学报, 2011, 10(2): 7-9.
- [23] 杨 犇. 核桃花絮成分及花絮与核桃叶挥发性成分的对比研究 [D]. 兰州: 兰州大学, 2011.
- [24] 宋 倩. 核桃壳黄酮类化合物的制备工艺、结构分析及降脂活性研究 [D]. 昆明: 昆明理工大学, 2013.
- [25] 李冬梅, 彭友伦, 刘光明. 漾濞泡核桃青皮化学成分的研究 [J]. 中草药, 2015, 46(7): 962-965.
- [26] 何春梅, 陈冠林, 俞 憬, 等. 核桃壳多酚的提取、含量测定及其抗氧化活性研究 [J]. 广东药科大学学报, 2016, 32(2): 153-158.
- [27] 杨明珠, 田新雁, 肖朝江, 等. 核桃分心木化学成分与生物活性研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2012, 24(12): 1707-1711.
- [28] 王艳梅. 核桃隔膜黄酮类化合物、挥发油及其微量元素初探 [D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2009.
- [29] 李寅珊, 刘光明, 李冬梅. GC-MS 法鉴定漾濞泡核桃壳中挥发性化学成分 [J]. 安徽农业科学, 2011, 39(25): 15277-15278.
- [30] 吴 威, 曹家庆, 李 巍, 等. 山核桃壳的化学成分研究 [A] // 第十届全国药用植物及植物药学术研讨会论文集 [C]. 昆明: 中国植物学会药用植物及植物药专业委员会, 2011.
- [31] 张 旭, 梁 杏, 陈朝银, 等. 核桃壳的化学成分及其功能活性研究进展 [J]. 食品研究与开发, 2015, 36(14): 143-147.
- [32] 卢四平, 张向云, 向同寿. 气相色谱-质谱法测定核桃壳提取物中化学成分 [J]. 理化检验: 化学分册, 2012, 48(12): 1450-1453.
- [33] 王宗芳. 野核桃叶化学成分及抗肿瘤活性的研究 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2009.
- [34] 石建辉, 王金辉, 车 东, 等. 核桃楸树皮化学成分研究 [J]. 中国现代中药, 2005, 7(1): 7-8.
- [35] Junxi L, Min M, Chen L, *et al.* Simultaneous determination of three diarylheptanoids and an alpha-tetralone derivative in the green walnut husks (*Juglans regia* L.) by high-performance liquid chromatography with photodiode array detector [J]. *J Chromatogr A*, 2008, 1190(1): 80-85.
- [36] 李冬梅, 彭友伦, 刘光明, 等. 漾濞泡核桃青皮中二芳基庚烷类成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2017, 42(18): 3553-3556.
- [37] Liu Y, Gao J, Dong Y, *et al.* Effects of flavonoids extracted from the diaphragm of walnut (*Juglans regia* L.) on spatial memory of the aged-model mice [A] // 2016 International Conference on Artificial Intelligence and Engineering Applications [C]. Hong Kong: Academy & Industry Research Collaboration Center, 2016.
- [38] 汤慧民, 李茂兴. 微波辅助提取核桃壳多糖及其抗氧化活性研究 [J]. 中国油脂, 2018, 43(5): 123-126.
- [39] 李汉洋, 李建杰, 王 帅, 等. 核桃多肽的抗氧化活性及其分子量、氨基酸组成特性研究 [J]. 食品工业科技, 2018, 39(13): 1-7.
- [40] 刘丽金. 核桃酚酸类成分抗氧化活性的初步研究 [D]. 大理: 大理大学, 2018.
- [41] 郑忠培. 核桃楸树皮的化学成分及其抗氧化活性研究 [J]. 普洱学院学报, 2017, 33(3): 9-11.
- [42] 徐红艳, 刘富国, 于阳阳, 等. 东北山核桃仁油对 D-半乳糖衰老小鼠抗氧化能力的影响 [J]. 食品科学, 2012, 33(7): 266-269.
- [43] Labuckas D O, Maestri D M, Perelló M, *et al.* Phenolics from walnut (*Juglans regia* L.) kernels: Antioxidant

- activity and interactions with proteins [J]. *Food Chem*, 2008, 107(2): 607-612.
- [44] Yang J, Chen C, Zhao S, *et al.* Effect of solvents on the antioxidant activity of walnut (*Juglans regia* L.) shell extracts [J]. *Social Policy Admin*, 2014, 2(9): 621-626.
- [45] 杨霞, 赵玉雪, 朱佳敏, 等. 野核桃青皮中胡桃醌含量测定及抗菌活性研究 [J]. *应用化工*, 2019, 48(1): 234-237.
- [46] 周万成. 核桃树皮抗真菌作用 [D]. 长春: 白求恩医科大学, 吉林大学, 1998.
- [47] 闫金萍, 吴连春, 李秀凤, 等. 核桃属特定部位提取物体外抑菌作用研究 [J]. *食品研究与开发*, 2007, 28(7): 41-43.
- [48] 尉芹, 马希汉, 郑滔. 核桃壳木醋液的制取、成分分析及抑菌试验 [J]. *农业工程学报*, 2008, 24(7): 276-279.
- [49] 张海珠, 马媛, 周萍. 泡核桃壳提取物体外抗菌实验的初步研究 [J]. *大理学院学报*, 2012, 11(9): 38-40.
- [50] Meng Q, Li Y, Xiao T, *et al.* Antioxidant and antibacterial activities of polysaccharides isolated and purified from *Diaphragma juglandis fructus* [J]. *Int J Biol Macromol*, 2017, 105(1): 431-437.
- [51] 高莉, 王艳梅, 帕提古丽, 等. 核桃分心木粗提物抑菌活性的研究 [J]. *食品科学*, 2008, 29(11): 69-71.
- [52] 刘安军, 王玥玮, 朱振元, 等. 核桃仁种皮多糖的提取及抑菌作用的研究 [J]. *现代食品科技*, 2010, 26(4): 362-365.
- [53] 吴莹, 包晓玮, 陈勇, 等. 核桃 (*Juglans regia* L.) 青皮提取物抗氧化及抑菌活性的研究 [J]. *畜牧兽医学报*, 2017, 48(6): 1118-1127.
- [54] Oliveira I, Sousa A, Ferreira I C, *et al.* Total phenols, antioxidant potential and antimicrobial activity of walnut (*Juglans regia* L.) green husks [J]. *Food Chem Toxicol*, 2008, 46(7): 2326-2331.
- [55] Fernández-Agulló A, Pereira E, Freire M S, *et al.* Influence of solvent on the antioxidant and antimicrobial properties of; walnut (*Juglans regia* L.) green husk extracts [J]. *Ind Crops Prod*, 2013, 42(1): 126-132.
- [56] 于冬梅, 刘熙, 李冬梅, 等. 云南漾濞泡核桃壳醇沉物对人肺癌、肝癌细胞增殖的影响 [J]. *中成药*, 2015, 37(10): 2299-2302.
- [57] 吴威, 毕秀丽, 曹家庆, 等. 山核桃壳中抗肿瘤物质的发现与活性评价 [A] // 海峡两岸暨 CSNR 全国第十届中药及天然药物资源学术研讨会 [C]. 兰州: CSNR 天然药物资源专业委员会, 2012.
- [58] 欧阳瑾, 曹志友, 王爽, 等. 核桃青皮提取物抑制小鼠 Lewis 肺癌生长的实验研究 [J]. *时珍国医国药*, 2009, 20(11): 2749-2750.
- [59] 张仲卫. 中药核桃青皮提取物对食管癌细胞增殖的抑制作用及其分子机制的探讨 [D]. 天津: 天津医科大学, 2014.
- [60] 郑莹, 王帅, 孟宪生, 等. 基于量效融合评价的正交优选核桃楸皮抗肝 SMMC-7721 肿瘤黄酮类成分的提取工艺 [J]. *中药材*, 2013, 36(10): 1686-1689.
- [61] 刘桂彪, 郭莹, 范琰华, 等. 核桃叶提取液对 CCl₄ 诱发小鼠急性肝损伤的保护作用 [J]. *中外医学研究*, 2016, 14(27): 156-157.
- [62] 纪学师. 核桃仁对大鼠 CCl₄ 肝损伤的保护作用 [J]. *实用中西医结合临床*, 2006, 6(4): 81-82.
- [63] 杜侃莹. 核桃多肽降血糖功能效果研究 [D]. 长春: 吉林农业大学, 2017.
- [64] 陈阳, 刘全芳, 陈宇驰, 等. 山核桃叶总黄酮苷元降血糖作用研究 [J]. *中华中医药学刊*, 2017, 35(8): 2033-2035.
- [65] 陈琳. 山核桃叶总黄酮苷元降血糖作用研究 [D]. 杭州: 浙江中医药大学, 2014.
- [66] 李丽, 黄雪梦, 杨璐嘉, 等. 采用 2 种降糖模型考察核桃蛋白及多肽的降糖作用 [J]. *食品科技*, 2017, 42(4): 218-221.
- [67] 李丽. 核桃多肽防治糖尿病物质基础及作用机制研究 [D]. 武汉: 武汉工程大学, 2016.
- [68] 张坤, 沈勇, 徐敏, 等. 山核桃叶总黄酮苷元抗炎镇痛作用的研究 [J]. *浙江中医药大学学报*, 2013, 37(10): 1226-1229.
- [69] 李煦. 核桃仁抗氧化、降血压作用及提取工艺研究 [D]. 贵州: 贵州师范大学, 2015.
- [70] 李洁, 申俊龙, 段金殿. 中药资源产业副产品循环利用模式研究 [J]. *中草药*, 2019, 50(1): 1-7.