

# 陈皮主要化学成分及药理作用研究进展



邸 晴<sup>1,2</sup>, 孙翠鸽<sup>1,2</sup>, 郑潇楠<sup>1,2</sup>, 赵相轩<sup>1,2</sup>

1. 辽宁中医药大学动物医学院 (沈阳 110847)
2. 辽宁中医药大学药学院 (辽宁大连 116600)

**【摘要】** 陈皮为芸香科植物橘 (*Citrus reticulata* Blanco) 及其栽培变种的干燥成熟果皮, 药材分为“陈皮”及“广陈皮”。作为我国传统的药食同源药材之一, 陈皮药用历史悠久, 且临床应用范围广泛。其性温, 味苦、辛, 归肺、脾经, 富含多种类型化学成分, 如黄酮类、挥发油类、多糖类、生物碱类等; 同时具有显著的药理活性, 能够充分发挥抗炎、抗氧化、抗肿瘤等功效。本文基于国内外相关文献, 对陈皮的化学成分及药理作用进行系统综述, 旨在为后续的深入研究提供科学依据。

**【关键词】** 陈皮; 化学成分; 药理作用; 抗氧化; 黄酮类; 生物碱; 天然产物; 研究进展

**【中图分类号】** R285.5; R284.1

**【文献标识码】** A

## Research progress on the main chemical constituents and pharmacological effects of Tangerine Peel

DI Qing<sup>1,2</sup>, SUN Cuige<sup>1,2</sup>, ZHENG Xiaonan<sup>1,2</sup>, ZHAO Xiangxuan<sup>1,2</sup>

1. College of Laboratory Animal Medicine, Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, Shenyang 110847, China
2. School of Pharmacy, Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, Dalian 116600, Liaoning Province, China

Corresponding author: ZHAO Xiangxuan, Email: xiangxuanzhao@163.com

**【Abstract】** Tangerine peel, the dried mature pericarp of *Citrus reticulata* Blanco and its cultivated varieties, is categorized into two medicinal types, namely “Tangerine Peel” and “Guang Tangerine Peel”. As one of the traditional herbs with both medicinal and edible values in China, it has a long medicinal history and extensive clinical applications. Tangerine Peel is warm in nature, bitter and pungent in taste, and acts on the meridians of the lung and spleen. It is rich in various types of chemical components, such as flavonoids, volatile oils, polysaccharides, and alkaloids. In addition, it exhibits significant pharmacological activities and exerts prominent effects including anti-inflammation, antioxidation, and antitumor activities. Based on relevant domestic and international literature, this paper systematically reviews the chemical components and pharmacological effects of Tangerine Peel, which is expected to provide a scientific basis for further in-depth research on this herb.

**【Keywords】** Tangerine Peel; Chemical components; Pharmacological effects; Antioxidation; Flavonoids; Alkaloids; Natural products; Research progress

DOI: 10.12173/j.issn.2097-4922.202509011

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (31371425); 辽宁省教育厅高校基金科研项目 (LJ212510162011); 辽宁中医药大学高层次人才引进科研启动经费项目 (21601A2177)

通信作者: 赵相轩, 博士, 教授, 博士研究生导师, Email: xiangxuanzhao@163.com

陈皮为芸香科植物橘 (*Citrus reticulata* Blanco) 及其栽培变种的干燥成熟果皮, 药材分为“陈皮”与“广陈皮”, 是我国传统常用中药材, 应用历史悠久, 且以“陈久者良”著称<sup>[1-2]</sup>。其中, 茶枝柑 (*Citrus reticulata* ‘Chachi’) 的干燥成熟果皮称为“广陈皮”, 新会陈皮则为广陈皮的上品<sup>[3-4]</sup>; 而外表呈棕褐色、香气较淡且略带苦辛味的果皮, 则通称为“陈皮”<sup>[5]</sup>。陈皮在作为中药使用的同时, 也常作为饮食调味料、茶饮和糕点的原料被广泛食用<sup>[6]</sup>。其首载于《神农本草经》<sup>[7]</sup>, 因此果皮入药, 故曰“一名橘皮”, 并将其列为上品; 《日华子本草》<sup>[8]</sup>中所记“消痰止咳, 破结痲癥癖”体现了陈皮能够调理脾胃气滞、改善消化的作用, 为脾胃之圣药; 《本草备要》<sup>[9]</sup>中提到“调中快膈, 导滞消痰, ……皆取其理气燥湿之功”。可见陈皮在多本古籍中均有记载。陈皮, 性温, 味苦、辛, 归脾、肺经, 具有理气健脾、燥湿化痰、和胃止呕等功效, 主治脾胃气滞症、痰湿咳嗽等, 能够保护心脏、祛痰平喘、消肿等。临床常与山楂、神曲等合用治疗食积不化; 配伍干姜、细辛等治疗肺寒咳嗽等, 应用广泛, 疗效显著<sup>[10-11]</sup>。此外, 陈皮也常与白术、茯苓等健脾药配伍, 用于治疗脾虚气滞证; 与半夏、生姜同用, 加强和胃止呕之效。值得注意的是, 陈皮理气但不过于耗气, 健脾而不滋腻, 体现了中医“理气健脾”的用药智慧。

## 1 化学成分

陈皮的化学成分复杂多样, 主要包括黄酮类、

挥发油类、多糖类、生物碱类等。这些成分赋予了陈皮丰富的药理活性。

### 1.1 黄酮类

黄酮类化合物是陈皮的主要活性成分之一, 含量较高。部分黄酮成分的含量随陈皮贮藏时间的延长显著增加, 例如在 15 年贮藏期内, 橙皮苷含量增加了 2.61 倍, 川陈皮素含量增加了 62.74%, 桔皮素含量增加了 55.5%<sup>[12]</sup>。同时, 陈皮黄酮类化合物的结构类型多样, 其母核上的取代基种类、数量及位置差异, 导致其生物活性有所不同。该类成分不仅在抗氧化、抗肿瘤方面效果突出, 还能有效降低胆固醇、预防心血管疾病, 并具有镇静消炎、抗菌杀虫以及抗血小板凝集等功效。基于这些特性, 黄酮类成分也可作为保健功能因子应用于食品和饲料中<sup>[12]</sup>。黄酮类化合物的种类与结构见表 1 和图 1。

表1 陈皮中主要黄酮类化学成分  
Table 1. Main flavonoid chemical components in Tangerine Peel

编号	化合物名称	化学式	参考文献
1	橙皮苷	C <sub>28</sub> H <sub>34</sub> O <sub>15</sub>	[12]
2	柚皮苷	C <sub>27</sub> H <sub>32</sub> O <sub>14</sub>	[12]
3	川陈皮素	C <sub>21</sub> H <sub>22</sub> O <sub>8</sub>	[13]
4	橘皮素	C <sub>20</sub> H <sub>20</sub> O <sub>7</sub>	[14]
5	甜橙黄酮	C <sub>20</sub> H <sub>20</sub> O <sub>7</sub>	[14]
6	5-OH, 6, 7, 8, 3', 4'-五甲氧基黄酮	C <sub>20</sub> H <sub>20</sub> O <sub>8</sub>	[15]
7	槲皮素	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>7</sub>	[16]
8	芸香柚皮苷	C <sub>27</sub> H <sub>32</sub> O <sub>14</sub>	[17]
9	新橙皮苷	C <sub>28</sub> H <sub>34</sub> O <sub>15</sub>	[18]
10	圣草次苷	C <sub>27</sub> H <sub>32</sub> O <sub>15</sub>	[18]
11	日当药黄素	C <sub>22</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>	[19]

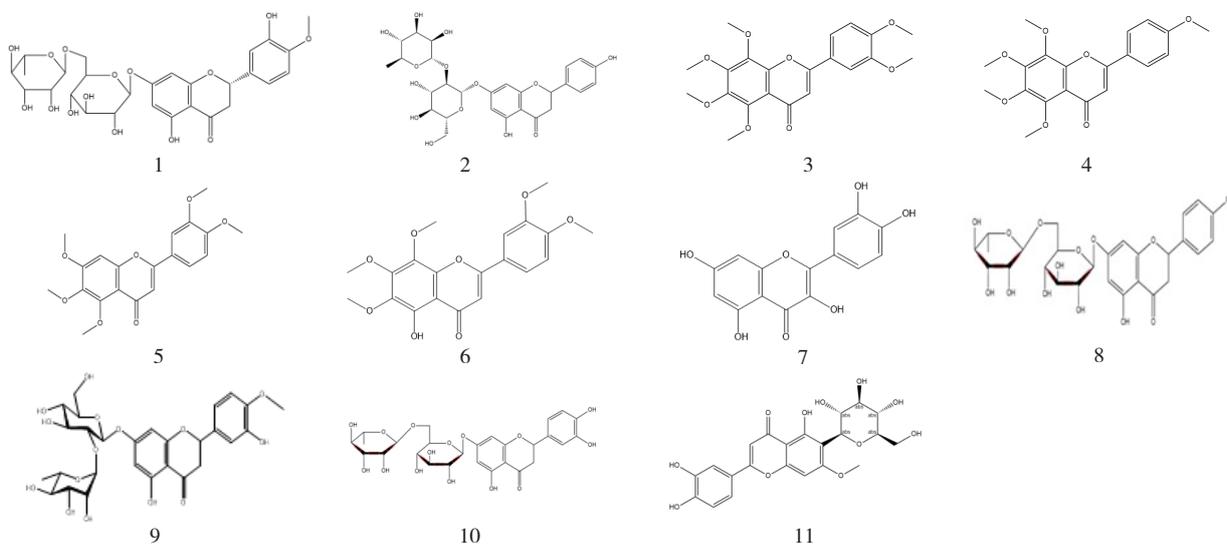


图1 陈皮中主要黄酮类化学成分的化学结构图

Figure 1. Chemical structures of major flavonoid components in Tangerine Peel

## 1.2 挥发油类

挥发油是陈皮组成的重要活性成分，其分子量小、易挥发，具有独特的香气且易于被人体吸收<sup>[20-22]</sup>。该成分主要通过提取或分解的方式从植物体内获得。陈皮挥发油的含量一般在1%~3%之间，伍锦鸣等<sup>[23]</sup>采用吹扫捕集法富集陈皮中的头香成分，并结合气相色谱-质谱联用技术对其进行分离鉴定，发现D-柠檬烯是陈皮特征香气的主要成分，其余香气成分包括γ-松油烯、β-月桂烯、α-蒎烯、β-蒎烯、邻伞花烃、异松油烯、蒎烯等。王瑞芳等<sup>[24]</sup>采用溶剂萃取法及溶剂辅助风味蒸发法提取陈皮中的挥发性成分，并借助气相色谱-质谱以及气相色谱-嗅闻联用技术对陈皮中的挥发性风味物质进行鉴定，进一步证实了D-柠檬烯在挥发油中占比较高。研究进一步发现，不同产地陈皮药材中的挥发油含量存在显著差异，这可能与油室占药材的厚度比例有关<sup>[25]</sup>。此外，陈皮挥发油成分种类丰富、结构多样，这为其多方面的药理活性提供了物质基础。挥发油类化合物的种类与结构见表2和图2。

## 1.3 生物碱类

生物碱类化合物是天然存在于陈皮中的碱性有机含氮化合物，主要包括辛弗林、N-甲基酪胺、水苏碱、N-甲基酪胺和大麦芽碱等，其中辛弗林与N-甲基酪胺是陈皮中主要的生物碱成分<sup>[38]</sup>。研究表明，陈皮中生物碱类成分的含量与种类、产地等因素有关，例如辛弗林的含量随着果实成熟度的增加而降低，且总生物碱含量每年通常在10月达到峰值，因此此时采收的陈皮总生物碱含量最高<sup>[39-40]</sup>。N-甲基酪胺具有增强心肌收缩力、升高血压、扩张血管等作用，对心血管系统具有重要影响。总体而言，陈皮中的生物碱类成分在药理作用中扮演重要角色，其作用机制与调节神经递质、影响心血管功能等密切相关。生物碱类化合物的种类与结构见表3和图3。

## 1.4 多糖类

陈皮多糖在现代药理研究中具有重要意义，主要由葡萄糖、半乳糖、阿拉伯糖、半乳糖醛酸、木糖、甘露糖及少量鼠李糖等多种单糖组成<sup>[44]</sup>。研究表明，采用密封状态下的微波辅助提取法相较于传统水提法在陈皮多糖提取中具有显著优

表2 陈皮中挥发油类化学成分

Table 2. Volatile oil chemical components in Tangerine Peel

编号	化合物名称	化学式	参考文献
12	D-柠檬烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	[26]
13	γ-松油烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	[26]
14	β-月桂烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	[26]
15	α-蒎烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	[27]
16	β-蒎烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	[27]
17	邻伞花烃	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	[28]
18	异松油烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	[28]
19	蒎烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	[28]
20	2-甲氨基-苯甲酸甲酯	C <sub>9</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub>	[29]
21	石竹烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	[29]
22	古巴烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	[29]
23	香茅醇	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O	[30]
24	苯甲醇	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	[30]
25	紫苏醛	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	[31]
26	麝香草酚	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	[32]
27	α-甜橙醛	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	[32]
28	α-松油醇	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	[32]
29	4-松油醇	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	[33]
30	α-合金欢烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	[33]
31	石竹烯氧化物	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	[34]
32	酞酸丁二酯	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	[34]
33	9,12-十八烷二烯酸甲酯	C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	[34]
34	反-9-十八碳烯酸甲酯及亚麻酸甲酯	C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	[34]
35	十七酸甲酯	C <sub>19</sub> H <sub>38</sub> O <sub>2</sub>	[34]
36	十七碳烯酸甲酯	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O <sub>2</sub>	[35]
37	亚油酸	C <sub>19</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	[35]
38	硬脂酸甲酯	C <sub>19</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	[35]
39	二十酸	C <sub>21</sub> H <sub>42</sub> O <sub>2</sub>	[35]
40	亚油酸甲酯	C <sub>17</sub> H <sub>34</sub>	[35]
41	11-甲基-二十烯酸甲酯	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	[35]
42	法尼醇	C <sub>19</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	[36]
43	6-顺-9-顺-11-反-十八碳三烯酸甲酯	C <sub>18</sub> H <sub>38</sub>	[36]
44	十九酸甲酯	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	[36]
45	十八烷	C <sub>11</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	[37]
46	十六酸	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>	[37]
47	丁位十一内酯	C <sub>17</sub> H <sub>34</sub>	[37]
48	9-顺-11-反-13-反-15-顺十八碳四烯酸	C <sub>30</sub> H <sub>50</sub>	[37]
49	反式角鲨烯	C <sub>21</sub> H <sub>44</sub>	[37]
50	二十一烷	C <sub>14</sub> H <sub>26</sub> O <sub>5</sub>	[37]
51	14-甲基-十七烷酸甲酯	C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	[37]
52	反油酸	C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	[37]
53	油酸	C <sub>30</sub> H <sub>50</sub>	[37]

表3 陈皮中生物碱类化学成分

Table 3. Alkaloid chemical components in Tangerine Peel

编号	化合物名称	化学式	参考文献
54	辛弗林	C <sub>9</sub> H <sub>13</sub> NO <sub>2</sub>	[41]
55	N-甲基酪胺	C <sub>9</sub> H <sub>13</sub> NO	[41]
56	酪胺	C <sub>8</sub> H <sub>11</sub> NO	[41]
57	色胺	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> N <sub>2</sub>	[42]
58	五羟色胺	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> N <sub>2</sub> O	[42]
59	N-顺式-对香豆酰酪胺	C <sub>17</sub> H <sub>17</sub> NO <sub>3</sub>	[42]
60	D-赤式-鞘氨醇	C <sub>18</sub> H <sub>37</sub> NO <sub>2</sub>	[43]
61	N-反式阿魏酰酪胺	C <sub>18</sub> H <sub>19</sub> NO <sub>4</sub>	[43]

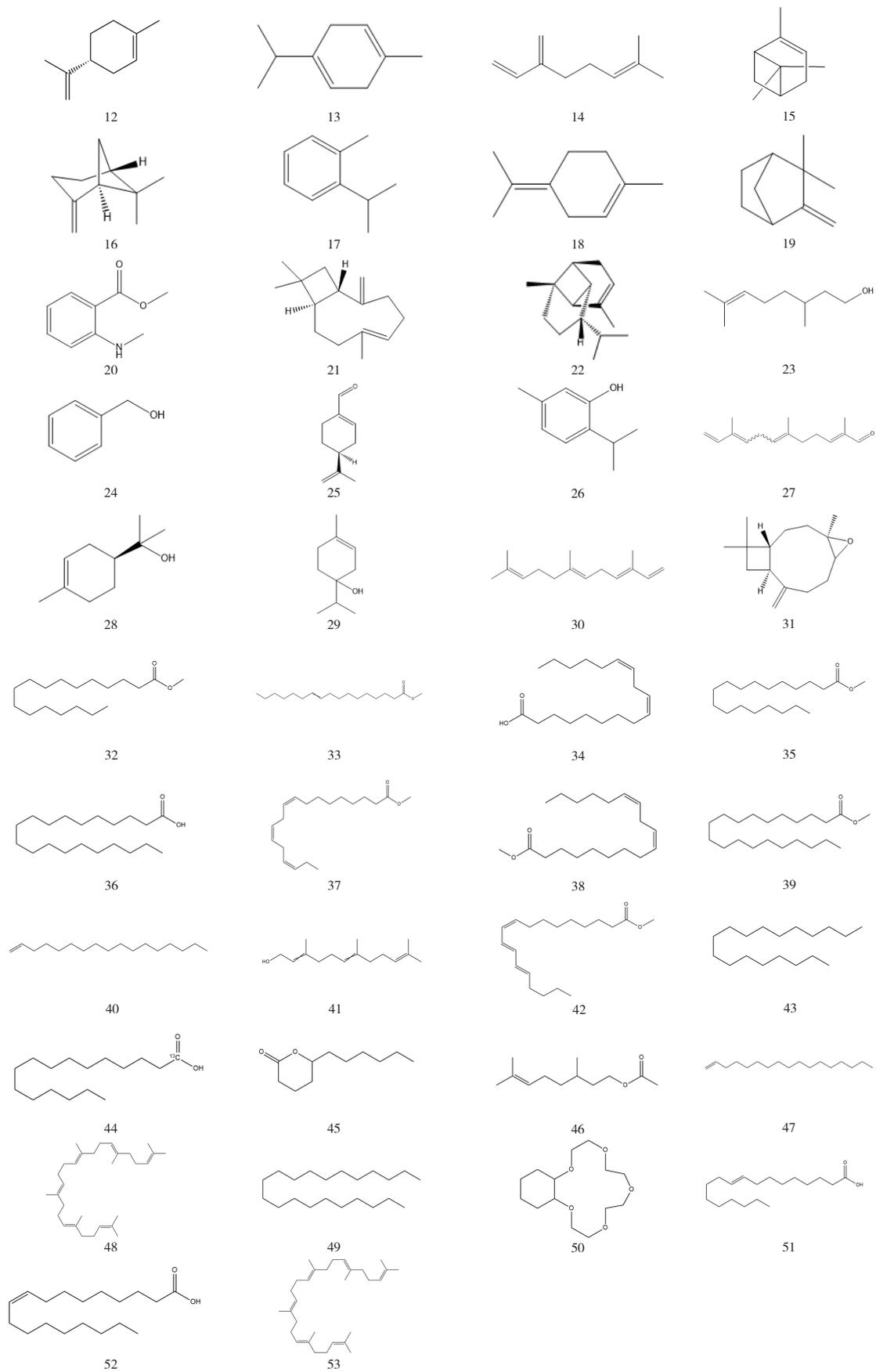


图2 陈皮中挥发油类化学成分的化学结构图

Figure 2. Chemical structures of volatile oil components in Tangerine Peel

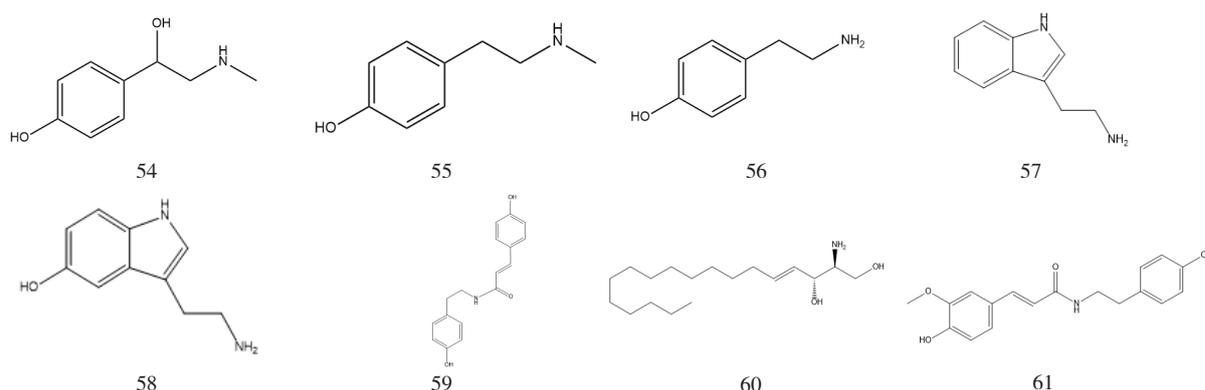


图3 陈皮中生物碱类化学成分的化学结构图

Figure 3. Chemical structures of alkaloid components in Tangerine Peel

势, 表现为提取时间短、提取效率高、能耗低以及环境友好。通过响应面法优化提取工艺参数发现, 在提取温度 90 °C、微波功率 1 200 W、液料比 5 : 1 (mL/g) 的最优条件下, 陈皮多糖的提取效果最佳<sup>[45]</sup>。王福等<sup>[46]</sup>研究表明, 陈皮在长期贮藏过程中, 其果胶多糖组分中的可溶性结合态酚酸含量呈现显著上升趋势。莫云燕等<sup>[47]</sup>通过不同自由基体系实验证明陈皮多糖具有抗氧化作用。此外, 刘荣等<sup>[48]</sup>研究证实, 星点设计-效应面法优化的陈皮多糖提取工艺简便可靠, 为陈皮多糖的开发利用奠定了坚实基础。

### 1.5 其他类化合物

除上述化合物外, 陈皮还含有香豆素类、酚酸类、柠檬苦素类及甾醇等多种成分。研究表明, 酚酸类物质与柠檬苦素类化合物分别具有抗肿瘤、体外美白以及抗炎等作用。此外, 陈皮富含多种矿物质元素, 包括钾 (K)、磷 (P)、钙 (Ca)、镁 (Mg)、铁 (Fe)、铜 (Cu)、锌 (Zn)、锰 (Mn)、钴 (Co)、铬 (Cr)、钼 (Mo)、钒 (V)、镍 (Ni)、硼 (B), 其他微量元素锂 (Li)、铍 (Be)、铅 (Pb)、砷 (As)、锶 (Sr)、钛 (Ti)、锑 (Sb)、钍 (Th)、铀 (U), 稀土元素镝 (Dy)、钆 (Gd)、钪 (Sc)、镧 (La)、铈 (Ce)、镨 (Pr)、钇 (Y) 等。李富荣等<sup>[49]</sup>研究发现, Co、B、Be、Sb、Gd、La、Nd、Pr、Sm、Ce、Y 等 11 种元素在广东、福建、重庆等产地的陈皮中存在显著差异, 为分析土壤、水、肥料等环境因素对陈皮矿物质元素指纹信息的影响提供了基础数据。其他类化合物的种类与结构见表 4 和图 4。

表4 陈皮中其他类化学成分

Table 4. Other types chemical components in Tangerine Peel

编号	化合物名称	化学式	参考文献
62	伞形花内酯	C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	[50]
63	东莨菪素	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>	[50]
64	柠檬苦素	C <sub>26</sub> H <sub>30</sub> O <sub>8</sub>	[50]
65	诺米林	C <sub>28</sub> H <sub>34</sub> O <sub>9</sub>	[51]
66	奥巴叩酮	C <sub>26</sub> H <sub>30</sub> O <sub>7</sub>	[51]
67	隐黄素	C <sub>40</sub> H <sub>56</sub> O	[51]
68	没食子酸	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>5</sub>	[52]
69	胆固醇	C <sub>27</sub> H <sub>46</sub> O	[53]
70	豆甾醇	C <sub>29</sub> H <sub>48</sub> O	[53]
71	菜油甾醇	C <sub>28</sub> H <sub>48</sub> O	[53]
72	谷甾醇	C <sub>29</sub> H <sub>50</sub> O	[53]

## 2 药理作用

### 2.1 抗氧化

近年来, 自由基学说受到广泛关注。自由基氧化性强, 能与细胞内蛋白质、DNA 等大分子物质发生反应。研究发现, 橙皮苷在体外能抑制过氧化的电子转移与质子转移反应; 橙皮苷和地奥司明的混合物可用于治疗氧化应激引起的慢性静脉功能不全<sup>[54]</sup>。利用液相色谱-电喷雾电离串联质谱与超高效液相色谱-二极管阵列检测器联用技术, 从陈皮中鉴别出 39 种黄酮类成分, 其中香蜂草苷、橙皮苷、新橙皮苷、枸橼苷和川陈皮素为主要的抗氧化活性成分<sup>[55]</sup>。大量体内外实验证实陈皮具有较强的抗氧化作用, 且在最佳提取工艺条件下, 其多糖得率可达 40.06%<sup>[56]</sup>。

崔佳韵等<sup>[57]</sup>采用 DPPH 自由基清除实验和 ABTS 自由基清除实验等, 综合评价了不同年份新会陈皮挥发油的抗氧化能力, 发现新会陈皮挥发油拥有 DPPH、ABTS 及羟基自由基清除能力与还

原能力, 且其抗氧化效果与挥发油的体积分数呈量效关系。张雄飞等<sup>[58]</sup>研究表明, 预先灌胃橘皮提取物的小鼠醉酒潜伏期明显延长, 死亡率降低,

同时血清乙醇浓度下降, 乙醇脱氢酶含量提高, 肝脏谷胱甘肽硫转移酶活性恢复, 还原型谷胱甘肽含量增加, 氧化应激介导的肝组织损伤减轻。

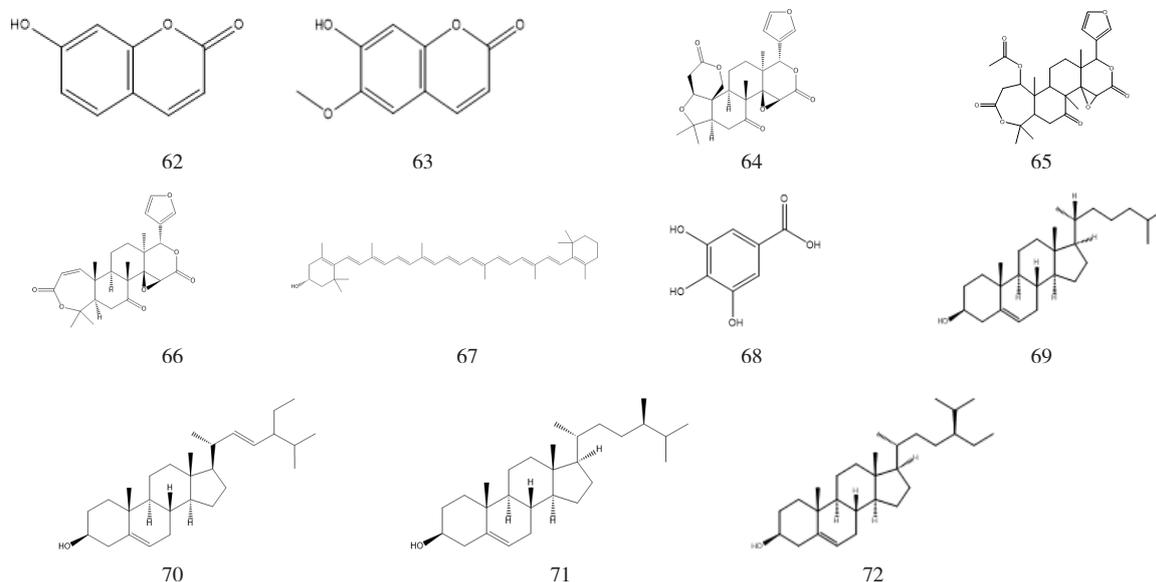


图4 陈皮中其他类化学成分的化学结构图

Figure 4. Chemical structures of other types of components in Tangerine Peel

国外研究考察了陈皮中橙皮苷对百草枯和过氧化氢诱导细胞损伤的作用, 结果也显示橙皮苷能显著减少自由基 DPPH 水平, 降低过氧化氢酶和超氧化物歧化酶活性<sup>[59]</sup>。另有研究发现, 橙皮苷能提高超氧化物歧化酶活性, 并显著降低骨骼肌缺血/再灌注损伤, 证实橙皮苷对骨骼肌缺血/再灌注损伤具有抗氧化作用<sup>[60]</sup>。相关研究还表明, 给予大鼠 200 mg/kg 橙皮苷干预后, 四氯化碳诱导的肝、肾组织脂质过氧化水平显著降低, 谷胱甘肽耗竭现象得到明显改善, 同时超氧化物歧化酶与过氧化氢酶的活性水平显著提升, 提示橙皮苷对四氯化碳所致肝、肾氧化应激损伤的保护作用与其直接的抗氧化活性密切相关<sup>[61]</sup>。

周贤梅等<sup>[62]</sup>研究发现, 陈皮挥发油可能通过调节氧化-抗氧化失衡、降低结缔组织生长因子蛋白及其 mRNA 表达、减少胶原沉积等途径, 减轻博莱霉素诱导的大鼠肺纤维化程度。

## 2.2 抗炎

陈皮可通过多靶点、多途径发挥抗炎作用。其中, 川陈皮素有显著的抗炎活性, 可应用于急性肺损伤、神经炎症性疾病、类风湿性关节炎等多种炎症相关疾病<sup>[63]</sup>。研究表明, 川陈皮素对小鼠巨噬细胞中的肿瘤坏死因子- $\alpha$ 、白细胞介素-6 和白细胞介素-1 $\beta$  等促炎因子的表达具有抑制作

用, 且可通过调控人滑膜成纤维细胞中基质金属蛋白酶前体/基质金属蛋白酶组织抑制因子-1 的平衡, 实现抗炎及免疫调节功能<sup>[64-65]</sup>。

钟南山院士团队研究发现, 陈皮提取物可有效降低大鼠支气管肺泡灌洗液中的炎症细胞数量和炎症介质浓度, 同时也能减少大鼠气道的杯状细胞增生和纤维化程度, 以缓解大气细颗粒物 PM2.5 诱导的慢性阻塞性肺疾病大鼠肺气肿和小气道重塑。其机制与上调核因子红系 2 相关因子 2 蛋白水平、抑制丝裂原活化蛋白激酶/核因子- $\kappa$ B 信号通路有关, 体现出抗炎与抗氧化双重作用<sup>[66]</sup>。另有研究显示, 陈皮提取物可改善糖尿病大鼠主动脉、颈动脉和肾动脉中受损的内皮依赖性舒张功能, 抑制主动脉血管炎症标志物, 并通过激活 AMP 依赖的蛋白激酶通路保护内皮功能、缓解血管炎症状态<sup>[67]</sup>。

此外, 陈皮中的槲皮素可通过降低环氧合酶-1 和环氧合酶-2 的表达实现抗炎效应。研究表明, 橙皮苷可能通过下调变应原的致敏作用和 Th2 型细胞因子的偏倚作用抑制过敏性哮喘的慢性气道炎症<sup>[68]</sup>。国外研究也证实, 陈皮精油能有效改善细胞迁移与蛋白质外渗, 减轻化学物质及角叉菜胶诱导的小鼠气囊炎症, 表现出显著的抗炎活性<sup>[69]</sup>。

## 2.3 免疫调节

免疫系统主要由免疫器官、免疫细胞和免疫分子组成，是人体抵御外来病原体的重要防御体系，对维持健康具有重要意义<sup>[70-72]</sup>。研究发现，在饲料中加入陈皮可明显提高草鱼的免疫功能<sup>[73]</sup>。采用水提醇沉法从砂仁、陈皮与地黄中提取粗多糖，经 DEAE-52 阴离子交换纤维素柱分离纯化得到一种新型中性多糖，实验结果证明其具有良好的免疫活性<sup>[74]</sup>。李荣等<sup>[75]</sup>研究发现，橙皮苷能有效改善免疫低下小鼠的相关指标，具体表现为脏器指数、碳廓清指数 K 及吞噬指数  $\alpha$  显著升高，且能恢复免疫抑制小鼠脾淋巴细胞的增殖能力，表明橙皮苷具有良好的免疫调节作用。国外研究亦发现，橙皮苷对大鼠全身及肠道免疫应答具有调控作用，尤其对肠道免疫过程表现出明确的免疫调节活性<sup>[76]</sup>。金治萃等<sup>[77]</sup>研究证实，陈皮能增强豚鼠血清溶血酶含量、血清血凝抗体滴度、心血 T 淋巴细胞 E 玫瑰花环形成率，对体液及细胞免疫具有促进作用。

## 2.4 调节胃肠道功能

陈皮所含的挥发油成分能温和刺激消化道黏膜，促进消化液分泌与胃肠蠕动，从而改善消化功能。同时，陈皮中的黄酮类成分具有调节胃肠平滑肌的作用，既能缓解胃肠痉挛引起的疼痛，又能促进胃肠排空，对功能性消化不良、胃轻瘫等病症具有改善作用<sup>[78]</sup>。研究表明，橙皮苷的促消化功能较弱，而陈皮中的多甲氧基黄酮是促消化的主要物质基础<sup>[79]</sup>。陈皮膏治疗慢性萎缩性胃炎临床疗效较好，能减轻胃黏膜慢性炎症，逆转胃黏膜腺体萎缩、肠化及异型增生，并有助于清除幽门螺杆菌，值得进一步研究<sup>[80]</sup>。

此外，陈皮中的川陈皮素、橘皮素及其组合可显著促进胃液、胃蛋白酶的分泌，提高胃蛋白酶活力，增强消化功能；其促消化活性较橙皮苷强，并具有更强的促进小肠推进和增强肠蠕动的的作用，进一步表明多甲氧基黄酮是陈皮促消化的关键成分<sup>[81]</sup>。研究表明，陈皮还可促进胃排空、抑制幽门溃疡<sup>[82]</sup>。何占坤等<sup>[83]</sup>研究发现，陈皮提取物能在不同程度上调节胃肠动力障碍大鼠的胃肠平滑肌收缩活动及血清胃泌素、胃窦组织胆囊收缩素、生长抑素水平。

张旭等<sup>[84]</sup>为探究陈皮提取物对在体小鼠胃排空、肠推进及离体家兔回肠平滑肌收缩的影响，

研究发现该提取物对在体动物胃肠动力有促进作用，并呈剂量-效应关系，但对离体肠管则具抑制作用。黄敏等<sup>[85]</sup>实验证实，不同贮存期陈皮水煎剂均能显著降低大白兔离体十二指肠平滑肌的收缩幅度与紧张度，且该作用呈剂量依赖性。

王光宁等<sup>[86]</sup>为探讨广陈皮对功能性消化不良小鼠肠动力的作用机制，发现广陈皮可促进法布雷病小鼠胃肠动力，其机制可能与调节胃动素、5-羟色胺及 5-羟色胺 4 受体有关。实验研究表明，陈皮乙酸乙酯提取物是促胃肠动力的有效部位<sup>[87]</sup>。此外，从胃动力调节角度分析，陈皮挥发性成分在补气方剂六君子汤中可通过增强脾虚大鼠胃动力，发挥理气补气之效<sup>[88]</sup>。

## 2.5 抗肿瘤

癌症作为全球重大公共卫生问题，是一种由细胞异常增殖、侵袭和转移所致的恶性疾病，其病死率长期位居慢性病前列，且发病呈年轻化趋势。癌症本质上为多基因、多阶段的复杂病变过程，尽管诊疗技术已取得进展，但仍面临诸多挑战<sup>[89-91]</sup>。近年来大量国内外研究表明，陈皮具有显著的抗肿瘤作用，可通过促进巨噬细胞向 M1 型极化、增强自然杀伤细胞活性等多途径发挥效应。

韦金红等<sup>[92]</sup>探讨了陈皮中川陈皮素抗肿瘤机制，主要包括抑制肿瘤细胞的生长和增殖、诱导肿瘤细胞凋亡、抑制肿瘤细胞的迁移和侵袭、调节癌细胞周期和蛋白表达以及与化疗药物联用增强抗肿瘤效果。基于网络药理学研究发现，陈皮-半夏可通过介导磷脂酰肌醇 3-激酶-蛋白激酶 B、丝裂原活化蛋白激酶等信号通路，影响肿瘤细胞增殖、凋亡和血管生成，从而发挥治疗胃癌的作用<sup>[93]</sup>。Fernandez-Bedmar 等<sup>[94]</sup>利用二乙基亚硝胺诱导的大鼠肝癌模型发现，橙皮苷能减少肝癌结节数量，表明其对肝癌具有一定抑制作用。同时，研究也证实橙皮苷能在一定程度上抑制非小细胞肺癌细胞的增殖<sup>[95]</sup>。

陈皮中的川陈皮素除具有抗炎、改善神经系统功能等作用外，还能通过多途径发挥广谱抗癌效应，已成为抗肿瘤新药研发的热点<sup>[96]</sup>。钱士辉等<sup>[97]</sup>通过多种移植性肿瘤模型进行体内抑制实验，结果表明陈皮提取物是具有开发潜力的抗肿瘤活性成分。国外研究显示，陈皮水提物具有双重抗癌功效：一方面可阻断静止期前列腺癌细胞重新进入细胞周期；另一方面能下调血清

白细胞介素-6 与肌肉特异性 E3 连接酶水平, 逆转携带结肠癌模型 CT26 腺癌的 BALB/c 小鼠的体重、胴体质量、腓肠肌、附睾脂肪组织及血红蛋白损失<sup>[98]</sup>。

此外, 陈皮中的柚皮素与橙皮素联合使用可通过诱导半胱氨酸-天冬氨酸蛋白酶-3 裂解抑制人胰腺癌细胞生长, 其机制可能与抑制黏着斑激酶和 p38 信号通路的磷酸化有关, 为癌症治疗提供了新思路<sup>[99]</sup>。研究还发现, 陈皮多糖类成分能够抑制乳腺癌细胞的迁移<sup>[100]</sup>。综上可见, 陈皮对多种肿瘤细胞均表现出抑制作用, 与传统化疗药物联用时可增强疗效、减轻毒副作用, 展现出良好的辅助治疗潜力。

## 2.6 其他作用

研究发现, 陈皮及其活性成分具有一定的骨骼保护作用。其中, 桔皮素可通过激活 AMP 活化蛋白激酶-过氧化物酶体增殖物激活受体  $\gamma$  辅激活因子 1 $\alpha$  通路, 促进线粒体生物合成, 从而保护骨骼与肌肉, 提升运动表现<sup>[101]</sup>。国外研究亦显示, 陈皮提取物中的多甲氧基黄酮能抑制小鼠胚胎成纤维细胞 3T3-L1 前脂肪细胞分化, 并对高脂饮食诱导的肥胖小鼠具有改善作用<sup>[102]</sup>。

史晶晶等<sup>[103]</sup>研究表明, 橙皮苷能改善高脂血症大鼠的血脂代谢紊乱, 且高剂量 (160 mg/kg) 效果最佳, 提示陈皮具有降血脂作用, 对心血管系统具有重要意义。此外, 国外相关研究指出, 陈皮还具有一定抗电离辐射作用, 并且橙皮苷对低氧诱导的心肌细胞损伤具有保护作用<sup>[104]</sup>。

为探究陈皮提取液的抗衰老机制, 苏丹等<sup>[105]</sup>通过动物实验发现, 该提取液可延长果蝇寿命, 提高其头部超氧化物歧化酶活性, 从而增强生命力。阚振荣等<sup>[106]</sup>采用不同有机溶剂浸提陈皮, 通过管碟法进行抗菌 (防霉) 实验, 结果显示陈皮提取液具有良好的抗菌能力, 其效果与制霉菌素相当。此外, 川陈皮素可通过下调高迁移率族蛋白 B1 的表达, 抑制炎症细胞因子及焦亡相关蛋白的生成, 减轻神经炎症, 对阿尔茨海默症具有潜在改善或治疗作用<sup>[107]</sup>。

综上所述, 陈皮具有广泛的药理活性, 在促进人类健康方面具有重要价值。

## 3 结语

陈皮作为我国广泛使用的药食同源中药, 其

药用与食用价值历经千年验证。本文基于现代国内外研究, 综述了其化学成分、结构特征及药理作用。研究表明, 陈皮在抗炎、抗氧化、抗肿瘤等方面均表现出显著的药理活性。

尽管目前对陈皮的研究已较为广泛, 但仍存在若干问题有待深入探究: 陈皮的陈化机制缺乏系统性研究, 现有研究多停留在细胞及动物实验层面, 临床研究相对不足; 加工工艺的创新与优化仍有提升空间, 研究成果向实际应用的转化尚不充分。

展望未来, 随着现代药理学、分子生物学及大数据技术的进步, 在多学科交叉融合的背景下, 相信陈皮这一承载千年中医药智慧的瑰宝, 将在传承中不断创新与发展, 进一步彰显其药用价值、食用价值及经济价值。其药效物质基础与作用机制有望得到更全面的阐释, 从而为人类健康事业与中医药产业的高质量发展贡献更大力量。

## 参考文献

- 1 陈淑娴, 朱佳, 谭喜莹. 陈皮陈用的古今论证与探讨 [J]. 上海医药, 2025, 46(4): 87-90. [Chen SX, Zhu J, Tan XY. Discussion on the historical and contemporary theoretical justification of Tangerine Peel[J]. Shanghai Medical & Pharmaceutical Journal, 2025, 46(4): 87-90.] DOI: 10.3969/j.issn.1006-1533.2025.04.019.
- 2 中国药典 2025 年版. 一部 [S]. 2025: 206-207.
- 3 Lai CL, Wu H, Ni GJ. Traditional Chinese medicine Pericarpium Citri Reticulatae from Guangdong and Xinhui textual criticism[J]. Zhongguo Zhong Yao Za Zhi, 2017, 42(4): 789-794. DOI: 10.19540/j.cnki.cjcm.20170103.010.
- 4 温宝莹, 陈玉霞, 李嘉俊, 等. 广陈皮黄酮类主成分代谢转化特征研究 [J]. 广东化工, 2025, 52(20): 34-37. [Wen BY, Chen YX, Li JJ, et al. Study on the metabolic transformation characteristics of flavonoids from *Citrus reticulata* 'Chachi'[J]. Guangdong Chemical Industry, 2025, 52(20): 34-37.] DOI: 10.3969/j.issn.1007-1865.2025.020.011.
- 5 梅全喜, 曾聪彦, 田素英, 等. 陈皮、广陈皮、新会陈皮炮制历史沿革及现代研究进展 [J]. 中药材, 2019, 42(12): 2992-2996. [Mei QX, Zeng CY, Tian SY, et al. Historical evolution of processing and modern research progress on Chenpi, Guangchenpi, and Xinhui Chenpi[J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2019, 42(12): 2992-2996.] DOI: 10.13863/j.issn1001-4454.2019.12.047.
- 6 Liu Y, Pu H, Li Q, et al. Discrimination of Pericarpium Citri Reticulatae in different years using Terahertz time-domain spectroscopy combined with convolutional neural network[J]. Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc, 2023, 286: 122035. DOI: 10.1016/j.saa.2022.122035.

- 7 支晓娟,整理. 神农本草经 [M]. 广州:广东科学技术出版社, 2022: 58.
- 8 尚志钧,辑校. 日华子本草 [M]. 合肥:安徽科学技术出版社, 2005: 122.
- 9 清·汪昂,编撰. 李可,点校. 本草备要 [M]. 太原:山西科学技术出版社, 2024: 212.
- 10 邸莎,马媛媛,赵林华. 陈皮的临床应用及其用量探究[J]. 吉林中医药, 2019, 39(6): 733-736. [Di S, Ma YY, Zhao LH. Clinical application and dosage of dried Tangerine Peel[J]. Jilin Journal of Chinese Medicine, 2019, 39(6): 733-736.] DOI: [10.13463/j.cnki.jlzyy.2019.06.010](https://doi.org/10.13463/j.cnki.jlzyy.2019.06.010).
- 11 李卫霞. 陈皮的药理分析及临床应用研究 [J]. 医学理论与实践, 2018, 31(10): 1521-1522, 1555. [Li WX. Pharmacological analysis and clinical application research of Chenpi[J]. The Journal of Medical Theory and Practice, 2018, 31(10): 1521-1522, 1555.] DOI: [10.19381/j.issn.1001-7585.2018.10.068](https://doi.org/10.19381/j.issn.1001-7585.2018.10.068).
- 12 李伟伟,张国伟. 陈皮黄酮类成分研究进展 [J]. 中国医学创新, 2014, 11(24): 154-156. [Li WW, Zhang GW. Research progress of Tangerine Peel flavonoids[J]. Medical Innovation of China, 2014, 11(24): 154-156.] DOI: [10.3969/j.issn.1674-4985.2014.24.053](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-4985.2014.24.053).
- 13 童红梅. 陈皮中黄酮类化合物药理作用研究进展 [J]. 山西中医学院学报, 2010, 11(3): 75-76. [Tong HM. Research progress on pharmacological effects of flavonoid compounds in Chenpi[J]. Journal of Shanxi University of Chinese Medicine, 2010, 11(3): 75-76.] DOI: [10.3969/j.issn.1671-0258.2010.03.031](https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-0258.2010.03.031).
- 14 王雪,潘兆平,陈嘉序,等. 湖南省 16 种柑橘陈皮加工适宜性分析 [J]. 中国食品学报, 2024, 24(10): 355-370. [Wang X, Pan ZP, Chen JX, et al. Suitability analysis of 16 citrus varieties for processing Pericarpium Citri Reticulatae in Hunan Province[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2024, 24(10): 355-370.] DOI: [10.16429/j.1009-7848.2024.10.033](https://doi.org/10.16429/j.1009-7848.2024.10.033).
- 15 文高艳,周贤梅. 陈皮有效成分在呼吸系统中的作用研究[J]. 现代中西医结合杂志, 2011, 20(3): 385-386. [Wen GY, Zhou XM. Study on the effects of active components of Chenpi in the respiratory system[J]. Modern Journal of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, 2011, 20(3): 385-386.] DOI: [10.3969/j.issn.1008-8849.2011.03.087](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-8849.2011.03.087).
- 16 童红梅. 用 HPLC 检测不同成药时间陈皮中类黄酮含量及其抗氧化活性 [J]. 西部中医药, 2012, 25(7): 17-19. [Tong HM. Detection of oxidation resisting activity and content of flavonoid in different Chenpi with HPLC[J]. Western Journal of Traditional Chinese Medicine, 2012, 25(7): 17-19.] DOI: [10.3969/j.issn.1004-6852.2012.07.007](https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-6852.2012.07.007).
- 17 王文昌,徐猛,赵益菲,等. 超高效液相色谱法快速测定陈皮及其提取物中 4 种黄酮类化合物的含量 [J]. 理化检验-化学分册, 2022, 58(2): 235-237. [Wang WC, Xu M, Zhao YF, et al. Rapid determination of the contents of four flavonoids in Chenpi and its extracts by ultra-high performance liquid chromatography[J]. Physical Testing and Chemical Analysis (Part B: Chemical Analysis), 2022, 58(2): 235-237.] DOI: [10.11973/lhxy-hx202202021](https://doi.org/10.11973/lhxy-hx202202021).
- 18 曹小敏,潘思轶. 柑橘属药食同源植物次生代谢物及生物活性研究进展 [J]. 食品科学, 2022, 43(23): 305-315. [Cao XM, Pan SY. Progress in research on secondary metabolites and biological activity of medicinal and edible citrus plants[J]. Food Science, 2022, 43(23): 305-315.] DOI: [10.7506/spkx1002-6630-20220627-302](https://doi.org/10.7506/spkx1002-6630-20220627-302).
- 19 Sakaki M, Harai K, Takahashi R, et al. Medicine and food with particular reference to Chinpi, dried citrus peel, and a component of Ninjin' yoeito[J]. Neuropeptides, 2021, 89: 102166. DOI: [10.1016/j.npep.2021.102166](https://doi.org/10.1016/j.npep.2021.102166).
- 20 徐健,曾万祥,王晓东,等. 陈皮的化学成分与药理学作用研究进展 [J]. 中国野生植物资源, 2022, 41(10): 72-76, 106. [Xu J, Zeng WX, Wang XD, et al. Research progress on chemical constituents and pharmacological effects of Tangerine Peel[J]. Chinese Wild Plant Resources, 2022, 41(10): 72-76, 106.] DOI: [10.3969/j.issn.1006-9690.2022.10.013](https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-9690.2022.10.013).
- 21 李俊健,林锦铭,高杰贤,等. 陈皮挥发油提取、成分分析及应用的研究进展 [J]. 中国调味品, 2021, 46(8): 169-173. [Li JJ, Lin JM, Gao JX, et al. Research progress on extraction, composition analysis and application of essential oils from *Citrus reticulata* Blanco[J]. China Condiment, 2021, 46(8): 169-173.] DOI: [10.3969/j.issn.1000-9973.2021.08.036](https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-9973.2021.08.036).
- 22 李思琦,李华. 陈皮主要化学成分及质量控制研究进展 [J]. 今日药学, 2020, 30(12): 861-864. [Li SQ, Li H. Advance of main chemical components and quality control of Citri Reticulatae Pericarpium[J]. Pharmacy Today, 2020, 30(12): 861-864.] DOI: [10.12048/j.issn.1674-229X.2020.12.017](https://doi.org/10.12048/j.issn.1674-229X.2020.12.017).
- 23 伍锦鸣,许春平,王华,等. 吹扫捕集-气相色谱/质谱/嗅闻法分析陈皮特征头香香气成分 [J]. 分析仪器, 2019, (6): 75-78. [Wu JM, Xu CP, Wang H, et al. Analysis of aroma components of Tangerine Peel by PT-GC/MS/O[J]. Analytical Instrumentation, 2019, (6): 75-78.] DOI: [10.3969/j.issn.1001-232x.2019.06.016](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-232x.2019.06.016).
- 24 王瑞芳,刘兵,孙杰,等. 陈皮的挥发性香气分析 [J]. 精细化工, 2022, 39(2): 321-329, 410. [Wang RF, Liu B, Sun J, et al. Volatile aroma analysis of Tangerine Peel[J]. Fine Chemicals, 2022, 39(2): 321-329, 410.] DOI: [10.13550/j.xjhg.20210836](https://doi.org/10.13550/j.xjhg.20210836).
- 25 朱丽云,柳小莉,郑琴,等. 陈皮挥发油质量标志物预测及 GC-MS 定量分析 [J]. 中国中药杂志, 2021, 46(24): 6403-6409. [Zhu LY, Liu XL, Zheng Q, et al. Prediction of Q-Markers of Citri Reticulatae Pericarpium volatile oil and GC-MS based quantitative analysis[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2021, 46(24): 6403-6409.] DOI: [10.19540/j.cnki.cjmm.20210924.302](https://doi.org/10.19540/j.cnki.cjmm.20210924.302).
- 26 李嘉,张赞赞,姜平川. 陈皮挥发油的气相色谱指纹图谱研究 [J]. 中南药学, 2015, 13(3): 231-233. [Li J, Zhang YY, Jiann PC. GC fingerprint of volatile oil of orange peel[J]. Central South Pharmacy, 2015, 13(3): 231-233.] DOI: [10.7539/j.issn.1672-2981.2015.03.002](https://doi.org/10.7539/j.issn.1672-2981.2015.03.002).
- 27 李皓翔,梅全喜,赵志敏,等. 陈皮广陈皮及新会陈皮的化学成分药理作用和综合利用研究概况 [J]. 时珍国医国药, 2019, 30(6): 1460-1463. [Li HX, Mei QX, Zhao ZM, et al. Research overview of chemical constituents, pharmacological

- effects and comprehensive utilization of Chenpi, Guangchenpi and Xinhui Chenpi[J]. Journal of Li-shizhen Traditional Chinese Medicine, 2019, 30(6): 1460–1463.] DOI: [10.3969/j.issn.1008-0805.2019.06.064](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-0805.2019.06.064).
- 28 李笛帆, 余祥英, 杨金易. 不同陈皮中游离态与键合态挥发性化合物成分分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2023, 14(18): 40–49. [Li DF, Yu XY, Yang JY. Composition analysis of free and bound volatile compounds in different Citri Reticulatae Pericarpiums[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2023, 14(18): 40–49.] DOI: [10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.2023.18.004](https://doi.org/10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.2023.18.004).
- 29 何静, 陈谷, 何倩娟, 等. 广陈皮精油的特异性分析[J]. 现代食品科技, 2020, 36(2): 224–231. [He J, Chen G, He QX, et al. Specificity analysis of essential oil from Pericarpium Citri Reticulatae 'Chachiensis'[J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(2): 224–231.] DOI: [10.13982/j.mfst.1673-9078.2020.2.032](https://doi.org/10.13982/j.mfst.1673-9078.2020.2.032).
- 30 陈树鹏, 刘昊澄, 杨婉媛, 等. 干燥方式对九制陈皮挥发性风味物质的影响[J]. 广东农业科学, 2022, 49(1): 142–150. [Chen SP, Liu HC, Yang WY, et al. Effect of different drying methods on the volatile flavor of nine-process dried Tangerine Peel[J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2022, 49(1): 142–150.] DOI: [10.16768/j.issn.1004-874X.2022.01.017](https://doi.org/10.16768/j.issn.1004-874X.2022.01.017).
- 31 裴亚萍. 陈皮提取物挥发性香气成分的 GC-MS 分析[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(17): 163–166. [Pei YP. Study on the analysis of volatile aroma components of Pericarpium Citri Reticulate extracts by GC-MS[J]. Food Research and Development, 2017, 38(17): 163–166.] DOI: [10.3969/j.issn.1005-6521.2017.17.036](https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-6521.2017.17.036).
- 32 杜玲玲, 孟晓伟, 胡伊涵, 等. 不同陈化年份陈皮(樟头红)挥发成分差异的电子鼻与 HS-GC-MS 对比分析[J]. 食品科学, 2025, 46(11): 253–262. [Du LL, Meng XW, Hu YH, et al. Integration of electronic nose and headspace gas chromatography-mass spectrometry for differentiating the volatile compositions of Citri Reticulatae Pericarpium made from *Citrus reticulata* Blanco var. zhany shuensis f. aged for different years[J]. Food Science, 2025, 46(11): 253–262.] DOI: [10.7506/spkx1002-6630-20241115-117](https://doi.org/10.7506/spkx1002-6630-20241115-117).
- 33 余祥英, 陈晓纯, 李玉婷, 等. 陈皮挥发油组成分析及其单体的抗氧化性研究[J]. 食品与发酵工业, 2021, 47(9): 245–252. [Yu XY, Chen XC, Li YT, et al. Chemical composition of volatile oil from Citri Reticulatae Pericarpium and its antioxidant activity analysis[J]. Food and Fermentation Industries, 2021, 47(9): 245–252.] DOI: [10.13995/j.cnki.11-1802/ts.025787](https://doi.org/10.13995/j.cnki.11-1802/ts.025787).
- 34 黄景晟, 张帅, 刘飞, 等. 超临界 CO<sub>2</sub> 萃取陈皮挥发油及其化学成分分析[J]. 现代食品科技, 2013, 29(8): 1961–1966. [Huang JS, Zhang S, Liu F, et al. Extraction of volatile oil from Tangerine Peel by supercritical carbon dioxide (SC-CO<sub>2</sub>) and analysis of its chemical constituents[J]. Modern Food Science and Technology, 2013, 29(8): 1961–1966.] DOI: [10.13982/j.mfst.1673-9078.2013.08.025](https://doi.org/10.13982/j.mfst.1673-9078.2013.08.025).
- 35 刘发宝, 曾建国, 李文亮, 等. 超临界 CO<sub>2</sub> 萃取法和水蒸气蒸馏法提取陈皮挥发油的比较[J]. 中南药学, 2010, 8(12): 883–886. [Liu FB, Zeng JG, Li WL, et al. Constituent of essential oil from tangerine peel by supercritical-CO<sub>2</sub> fluid extraction and steam distillation[J]. Central South Pharmacy, 2010, 8(12): 883–886.] DOI: [10.3969/j.issn.1672-2981.2010.12.002](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-2981.2010.12.002).
- 36 刘丽娜, 傅曼琴, 徐玉娟, 等. 基于 GC-MS 技术分析不同贮藏年份陈皮挥发性成分差异[J]. 广东农业科学, 2020, 47(9): 114–120. [Liu LN, Fu MQ, Xu YJ, et al. Analysis of differences in volatile components of Pericarpium Citri Reticulatae in different storage years based on GC-MS[J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2020, 47(9): 114–120.] DOI: [10.16768/j.issn.1004-874X.2020.09.015](https://doi.org/10.16768/j.issn.1004-874X.2020.09.015).
- 37 李梦涵, 陈玉婷, 吴继军, 等. 不同温度和湿度对广陈皮色泽及挥发性成分的影响[J]. 南方农业学报, 2024, 55(7): 2006–2020. [Li MH, Chen YT, Wu JJ, et al. Effects of different temperatures and humidities on color and volatile components in *Citri reticulata* 'Chachi'[J]. Journal of Southern Agriculture, 2024, 55(7): 2006–2020.] DOI: [10.3969/j.issn.2095-1191.2024.07.013](https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-1191.2024.07.013).
- 38 代琪, 罗文凯, 叶俏波, 等. 微生物作用下陈皮陈化前后化学成分及药理作用研究进展[J]. 亚太传统医药, 2024, 20(10): 250–255. [Dai Q, Luo WK, Ye QB, et al. Research progress on changes in chemical composition and pharmacological effects of Tangerine Peel during microbial fermentation[J]. Asia-Pacific Traditional Medicine, 2024, 20(10): 250–255.] DOI: [10.11954/ytctyy.202410056](https://doi.org/10.11954/ytctyy.202410056).
- 39 宋玉鹏, 陈海芳, 谭舒舒, 等. 不同陈皮来源药材中橙皮苷、川陈皮素、橘皮素和辛弗林的含量比较[J]. 时珍国医国药, 2017, 28(9): 2061–2064. [Song YP, Chen HF, Tan SS, et al. A comparative study on content of hesperidin, nobiletin, tangeretin and synephrine in Pericarpium Citri Reticulatae from different varieties[J]. Journal of Li-shizhen Traditional Chinese Medicine, 2017, 28(9): 2061–2064.] DOI: [10.3969/j.issn.1008-0805.2017.09.005](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-0805.2017.09.005).
- 40 赵祎嫻, 黄伟, 王晓宇, 等. 陈皮及青皮药材中辛弗林含量比较研究[J]. 时珍国医国药, 2011, 22(4): 900–901. [Zhao YS, Huang W, Wang XY, et al. The comparative analysis on the content of synephrine in Pericarpium Citri Reticulate and Pericarpium Citri Reticulatae Viride[J]. Journal of Li-shizhen Traditional Chinese Medicine, 2011, 22(4): 900–901.] DOI: [10.3969/j.issn.1008-0805.2011.04.052](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-0805.2011.04.052).
- 41 胡媛, 吴蓓, 易达, 等. 基于广泛靶向代谢组学技术与高通量测序技术探究广陈皮陈化机制[J]. 天然产物研究与开发, 2022, 34(4): 553–562. [Hu Y, Wu P, Yi D, et al. Integration of high throughput sequencing and widely targeted metabolomics reveals the aging mechanism of Pericarpium Citri Reticulatae 'Chachiensis'[J]. Natural Product Research and Development, 2022, 34(4): 553–562.] DOI: [10.16333/j.1001-6880.2022.4.002](https://doi.org/10.16333/j.1001-6880.2022.4.002).
- 42 Yang M, Jiang Z, Wen M, et al. Chemical variation of Chenpi (Citrus Peels) and corresponding correlated bioactive compounds by LC-MS metabolomics and multibioassay analysis[J]. Front Nutr, 2022, 9: 825381. DOI: [10.3389/fnut.2022.825381](https://doi.org/10.3389/fnut.2022.825381).
- 43 Liu N, Li X, Zhao P, et al. A review of chemical constituents and health-promoting effects of Citrus Peels[J]. Food Chem, 2021, 365: 130585. DOI: [10.1016/j.foodchem.2021.130585](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130585).
- 44 张赞赞, 巫凯, 杨海船, 等. 关于陈皮的成分和应用研究进展[J]. 大众科技, 2023, 25(7): 69–73. [Zhang YY, Wu K, Yang HC,

- et al. Research progress on the composition and application of Citri Reticulatae Pericarpium[J]. Popular Science & Technology, 2023, 25(7): 69–73.] DOI: [10.3969/j.issn.1008-1151.2023.07.018](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-1151.2023.07.018).
- 45 陈韵, 石展望, 黄晓敏. 编程全自动微波密封辅助提取陈皮多糖研究[J]. 时珍国医国药, 2011, 22(1): 140–141. [Chen Y, Shi ZW, Huang XM. Study on programmable automatic microwave-sealed-assisted extraction of polysaccharides from Chenpi[J]. Journal of Li-shizhen Traditional Chinese Medicine, 2011, 22(1): 140–141.] DOI: [10.3969/j.issn.1008-0805.2011.01.068](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-0805.2011.01.068).
- 46 王福, 李丹, 吴蓓, 等. 广陈皮外观性状与活性成分变化的相关性研究[J]. 时珍国医国药, 2021, 32(3): 761–763. [Wang F, Li D, Wu B, et al. Study on the correlation between the appearance character and the change of active component of the broad-leaved skin[J]. Journal of Li-shizhen Traditional Chinese Medicine, 2021, 32(3): 761–763.] DOI: [10.3969/j.issn.1008-0805.2021.03.73](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-0805.2021.03.73).
- 47 莫云燕, 黄庆华, 殷光玲, 等. 新会陈皮多糖的体外抗氧化作用及总糖含量测定[J]. 今日药学, 2009, 19(10): 22–25. [Mo YY, Huang QH, Yin GL, et al. *In vitro* antioxidative effect and determination of polysaccharides from Xinhui Tangerine Peel[J]. Pharmacy Today, 2009, 19(10): 22–25.] <https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTOTAL-YAXU200910020.htm>.
- 48 刘荣, 韦正, 银玲, 等. 星点设计-效应面法优化陈皮多糖提取工艺[J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(18): 23–26. [Liu R, Wei Z, Yin L, et al. Optimization of extraction technology for polysaccharides from Citri Reticulatae Pericarpium by central composite design-response surface methodology[J]. Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae, 2013, 19(18): 23–26.] DOI: [10.11653/syfj2013180023](https://doi.org/10.11653/syfj2013180023).
- 49 李富荣, 刘雯雯, 文典, 等. 基于矿质元素指纹分析的陈皮产地溯源研究[J]. 食品工业科技, 2022, 43(11): 295–302. [Li FR, Liu WW, Wen D, et al. Study on origin tracing of dried Tangerine Peel using mineral element fingerprints[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(11): 295–302.] DOI: [10.13386/j.issn1002-0306.2021090119](https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2021090119).
- 50 曾育聪, 朱新贵, 陈洪璋, 等. 陈皮柑橘籽中柠檬苦素类物质提取工艺的比较研究[J]. 食品工业科技, 2012, 33(21): 265–268, 272. [Zeng YC, Zhu XG, Chen HZ, et al. Comparative study on extraction technology of limonoids from citrus seeds[J]. Science and Technology of Food Industry, 2012, 33(21): 265–268, 272.] DOI: [10.13386/j.issn1002-0306.2012.21.055](https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2012.21.055).
- 51 刘雪峰, 杨梅, 向莘莘, 等. 柑橘果皮重要成分及其应用研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2024, 50(2): 379–388. [Liu XF, Yang M, Xiang PW, et al. Research progress on important components of Citrus Peel and their application[J]. Food and Fermentation Industries, 2024, 50(2): 379–388.] DOI: [10.13995/j.cnki.11-1802/ts.033939](https://doi.org/10.13995/j.cnki.11-1802/ts.033939).
- 52 杨秀娟, 巢颖欣, 蔡轶, 等. 新会陈皮化学成分的综合分析测定研究[J]. 中国医院药学杂志, 2019, 39(4): 348–352. [Yang XJ, Chao YX, Cai Y, et al. Comprehensive analysis and determination of chemical components in Xinhui Chenpi[J]. Chinese Journal of Hospital Pharmacy, 2019, 39(4): 348–352.] DOI: [10.13286/j.cnki.chinhosppharmacy.2019.04.07](https://doi.org/10.13286/j.cnki.chinhosppharmacy.2019.04.07).
- 53 黄秀芳, 庾国桢, 童晶晶. 基于网络药理学分析陈皮的药理作用机制[J]. 中成药, 2019, 41(12): 3038–3045. [Huang XF, Yu GZ, Tong JJ. Analysis of the pharmacological mechanism of Pericarpium Citri Reticulatae based on network pharmacology[J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2019, 41(12): 3038–3045.] DOI: [10.3969/j.issn.1001-1528.2019.12.043](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1528.2019.12.043).
- 54 曹铭希. 陈皮中橙皮苷的提取及其药理活性的研究进展[J]. 中国医药指南, 2012, 10(12): 452–454. [Cao MX. Research progress on extraction and pharmacological activities of hesperidin from Citrus Peel[J]. Guide of China Medicine, 2012, 10(12): 452–454.] DOI: [10.3969/j.issn.1671-8194.2012.12.345](https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-8194.2012.12.345).
- 55 Wang F, Chen L, Chen H, et al. Analysis of flavonoid metabolites in Citrus Peels (*Citrus reticulata* "Dahongpao") using UPLC-ESI-MS/MS[J]. Molecules, 2019, 24(15). DOI: [10.3390/molecules24152680](https://doi.org/10.3390/molecules24152680).
- 56 唐婷范, 李雪松, 卢梦影, 等. 陈皮多糖提取工艺及其抗氧化活性研究[J]. 中国调味品, 2024, 49(5): 183–187, 204. [Tang TF, Li XS, Lu MY, et al. Study on extraction technology and antioxidant activity of polysaccharides from Tangerine Peel[J]. China Condiment, 2024, 49(5): 183–187, 204.] DOI: [10.3969/j.issn.1000-9973.2024.05.031](https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-9973.2024.05.031).
- 57 崔佳韵, 梁建芬. 不同年份新会陈皮挥发油的抗氧化活性评价[J]. 食品科技, 2019, 44(1): 98–102. [Cui JY, Liang JF. Antioxidant capacities of essential oils in Xinhui Pericarpium Citri Reticulatae at different storage period[J]. Food Science and Technology, 2019, 44(1): 98–102.] DOI: [10.13684/j.cnki.spkj.2019.01.018](https://doi.org/10.13684/j.cnki.spkj.2019.01.018).
- 58 张雄飞, 竹剑平. 陈皮提取物对酒精肝的保护作用[J]. 当代医学(学术版), 2008, (8): 157–158. [Zhang XF, Zhu JP. Protective effect of Pericarpium Citri Reticulatae extract on alcoholic liver disease[J]. Contemporary Medicine, 2008, (8): 157–158.] DOI: [10.3969/j.issn.1009-4393.2008.11.115](https://doi.org/10.3969/j.issn.1009-4393.2008.11.115).
- 59 Wilmsen PK, Spada DS, Salvador M. Antioxidant activity of the flavonoid hesperidin in chemical and biological systems[J]. J Agric Food Chem, 2005, 53(12): 4757–4761. DOI: [10.1021/jf0502000](https://doi.org/10.1021/jf0502000).
- 60 Akdemir FNE, Gulcin I, Karagoz B, et al. A comparative study on the antioxidant effects of hesperidin and ellagic acid against skeletal muscle ischemia/reperfusion injury[J]. J Enzyme Inhib Med Chem, 2016, 31(sup4): 114–118. DOI: [10.1080/14756366.2016.1220378](https://doi.org/10.1080/14756366.2016.1220378).
- 61 Tirkey N, Pilkhwal S, Kuhad A, et al. Hesperidin, a citrus bioflavonoid, decreases the oxidative stress produced by carbon tetrachloride in rat liver and kidney[J]. BMC Pharmacol, 2005, 5: 2. DOI: [10.1186/1471-2210-5-2](https://doi.org/10.1186/1471-2210-5-2).
- 62 周贤梅, 赵阳, 何翠翠, 等. 陈皮挥发油对大鼠肺纤维化的干预作用(英文)[J]. 中西医结合学报, 2012, 10(2): 200–209. [Zhou XM, Zhao Y, He CC, et al. Preventive effects of Citrus reticulata essential oil on bleomycin-induced pulmonary fibrosis in rats and the mechanism[J]. Journal of Integrative Medicine, 2012, 10(2): 200–209.] DOI: [10.3736/jcim20120211](https://doi.org/10.3736/jcim20120211).
- 63 杨静帆, 李敏艳, 秦燕勤, 等. 川陈皮素的药理活性研究进展[J]. 中医学报, 2023, 38(4): 719–725. [Yang JF, Li MY,

- Qin YQ, et al. Research progress on pharmacological activity of nobiletin[J]. Acta Chinese Medicine, 2023, 38(4): 719–725.] DOI: [10.16368/j.issn.1674-8999.2023.04.120](https://doi.org/10.16368/j.issn.1674-8999.2023.04.120).
- 64 Lin N, Sato T, Takayama Y, et al. Novel anti-inflammatory actions of nobiletin, a citrus polymethoxy flavonoid, on human synovial fibroblasts and mouse macrophages[J]. Biochem Pharmacol, 2003, 65(12): 2065–2071. DOI: [10.1016/s0006-2952\(03\)00203-x](https://doi.org/10.1016/s0006-2952(03)00203-x).
- 65 陈俊. 川陈皮素对LPS诱导的RAW 264.7细胞损伤的保护作用[J]. 现代食品科技, 2019, 35(10): 44–49. [Chen J. The protective effect of nobiletin on lipopolysaccharides (LPS)-induced RAW 264.7 cell injury[J]. Modern Food Science and Technology, 2019, 35(10): 44–49.] DOI: [10.13982/j.mfst.1673-9078.2019.10.008](https://doi.org/10.13982/j.mfst.1673-9078.2019.10.008).
- 66 Fang ZF, Fu Y, Peng Y, et al. Citrus Peel extract protects against diesel exhaust particle-induced chronic obstructive pulmonary disease-like lung lesions and oxidative stress[J]. Food Funct, 2023, 14(21): 9841–9856. DOI: [10.1039/d3fo02010j](https://doi.org/10.1039/d3fo02010j).
- 67 Wang Y, Zhang X, Zhou C, et al. Citri Reticulatae Pericarpium (Chenpi) protects against endothelial dysfunction and vascular inflammation in diabetic rats[J]. Nutrients, 2022, 14(24): 5221. DOI: [10.3390/nu14245221](https://doi.org/10.3390/nu14245221).
- 68 罗春花, 莫斯锐, 黄杰连, 等. 陈皮的药理作用及产品开发生研究进展[J]. 亚太传统医药, 2023, 19(9): 229–234. [Luo CH, Mo SR, Huang JL, et al. Review on pharmacological effect and product development of Pericarpium Citri Reticulatae[J]. Asia-Pacific Traditional Medicine, 2023, 19(9): 229–234.] DOI: [10.11954/ytctyy.202309049](https://doi.org/10.11954/ytctyy.202309049).
- 69 Amorim JL, Simas DL, Pinheiro MM, et al. Anti-inflammatory properties and chemical characterization of the essential oils of four citrus species[J]. PLoS One, 2016, 11(4): e0153643. DOI: [10.1371/journal.pone.0153643](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153643).
- 70 许文龙. 免疫系统——人类健康的守护者[J]. 科学生活, 2025, (9): 132–133. [Xu WL. The immune system—the protector of human health[J]. Science & Lifestyle, 2025, (9): 132–133.] DOI: [10.20197/j.cnki.kxsh.2025.09.044](https://doi.org/10.20197/j.cnki.kxsh.2025.09.044).
- 71 Feng JJ, Maddirala NR, Saint Fleur A, et al. Gut microbiome and immune system crosstalk in chronic inflammatory diseases: a narrative review of mechanisms and therapeutic opportunities[J]. Microorganisms, 2025, 13(11): 2516. DOI: [10.3390/microorganisms13112516](https://doi.org/10.3390/microorganisms13112516).
- 72 Cappel C, Damme M. The lysosomal catabolism of nucleic acids—critical regulators of the innate immune system[J]. Nucleic Acids Res, 2025, 53(22): gkaf1302. DOI: [10.1093/nar/gkaf1302](https://doi.org/10.1093/nar/gkaf1302).
- 73 丁光, 陈振昆, 李梅, 等. 饲料添加陈皮对草鱼淋巴细胞转化率影响的研究[J]. 云南农业大学学报, 2003, 18(4): 401–403. [Ding G, Chen ZK, Li M, et al. Studies on transformation rate of lymphocyte in grass carp influenced by adding orange peel to base feed[J]. Journal of Yunnan Agricultural University (Natural Science), 2003, 18(4): 401–403.] DOI: [10.16211/j.issn.1004-390x\(n\).2003.04.020](https://doi.org/10.16211/j.issn.1004-390x(n).2003.04.020).
- 74 林巧红, 王芳, 李凤琴, 等. 砂仁陈皮制地黄多糖的分离纯化及免疫活性研究[J]. 中国中医基础医学杂志, 2025, 31(10): 1848–1855. [Lin QH, Wang F, Li FQ, et al. Isolation, purification and immunomodulatory activity of polysaccharides from Dihuang processed with Sharen and Chenpi[J]. Journal of Basic Chinese Medicine, 2025, 31(10): 1848–1855.] DOI: [10.19945/j.cnki.issn.1006-3250.2025.10.030](https://doi.org/10.19945/j.cnki.issn.1006-3250.2025.10.030).
- 75 李荣, 李俊, 胡成穆, 等. 橙皮苷对免疫功能低下小鼠免疫调节作用的实验研究[J]. 中国药理学通报, 2007, 23(2): 169–172. [Li R, Li J, Hu CM, et al. Immunomodulative effect of hesperidin on immunodepressed mice[J]. Chinese Pharmacological Bulletin, 2007, 23(2): 169–172.] DOI: [10.3321/j.issn:1001-1978.2007.02.009](https://doi.org/10.3321/j.issn:1001-1978.2007.02.009).
- 76 Camps-Bossacoma M, Franch A, Perez-Cano FJ, et al. Influence of hesperidin on the systemic and intestinal rat immune response[J]. Nutrients, 2017, 9(6): 580. DOI: [10.3390/nu9060580](https://doi.org/10.3390/nu9060580).
- 77 金治萃, 胡荫, 白莲花, 等. 桔皮注射液对免疫功能的影响[J]. 内蒙古医学杂志, 1993, (2): 1–3. [Jin ZC, Hu Y, Bai LH, et al. Effects of JuPi injection on immune function[J]. Inner Mongolia Medical Journal, 1993, (2): 1–3.] DOI: [10.16096/j.cnki.nmgxzz.1993.02.001](https://doi.org/10.16096/j.cnki.nmgxzz.1993.02.001).
- 78 李荃, 郑鹏, 黎攀, 等. 广陈皮药理作用与临床应用研究进展[J]. 吉林中医药, 2022, 42(9): 1092–1095. [Li J, Zheng P, Li P, et al. Research progress of pharmacological actions and clinical applications of pericarp of *Citrus reticulata* 'Chachi'[J]. Jilin Journal of Chinese Medicine, 2022, 42(9): 1092–1095.] DOI: [10.13463/j.cnki.jlzy.2022.09.025](https://doi.org/10.13463/j.cnki.jlzy.2022.09.025).
- 79 傅曼琴, 肖更生, 吴继军, 等. 广陈皮促消化功能物质基础的研究[J]. 中国食品学报, 2018, 18(1): 56–64. [Fu MQ, Xiao GS, Wu JJ, et al. Studies on chemical basis of digestion promoting function of Pericarpium Citri Reticulatae (*Citrus reticulata* 'Chachi')[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2018, 18(1): 56–64.] DOI: [10.16429/j.1009-7848.2018.01.008](https://doi.org/10.16429/j.1009-7848.2018.01.008).
- 80 虎喜成, 田文荣, 刘敬霞, 等. 加味陈皮膏治疗慢性萎缩性胃炎临床观察[J]. 中国中西医结合消化杂志, 2014, 22(9): 517–520. [Hu XC, Tian WR, Liu JX, et al. Clinical observation on effect of modified Tangerine Peel ointment in treating chronic atrophic gastritis[J]. Chinese Journal of Integrated Traditional and Western Medicine on Digestion, 2014, 22(9): 517–520.] DOI: [10.3969/j.issn.1671-038X.2014.09.08](https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-038X.2014.09.08).
- 81 梅全喜, 林慧, 宋叶, 等. 广陈皮的药理作用与临床研究进展[J]. 中国医院用药评价与分析, 2019, 19(8): 899–902. [Mei QX, Lin H, Song Y, et al. Pharmacological actions and clinical research progress of Guangchenpi[J]. Evaluation and Analysis of Drug-Use in Hospitals of China, 2019, 19(8): 899–902.] DOI: [10.14009/j.issn.1672-2124.2019.08.002](https://doi.org/10.14009/j.issn.1672-2124.2019.08.002).
- 82 舒尊鹏, 胡书法, 翟亚东, 等. 中药枳壳化学成分及药理作用研究[J]. 科技创新与应用, 2012, (17): 8–9. [Shu ZP, Hu SF, Zhai YD, et al. Research on the chemical components and pharmacological effects of traditional Chinese medicine Fructus Aurantii[J]. Technology Innovation and Application, 2012, (17): 8–9.] DOI: [10.19981/j.cn23-1581/g3.2012.17.008](https://doi.org/10.19981/j.cn23-1581/g3.2012.17.008).
- 83 何占坤, 张国梁, 唐方, 等. 陈皮、藿香不同提取物对胃肠

- 动力障碍大鼠胃肠平滑肌收缩活动及胃肠激素的影响[J]. 天津医药, 2017, 45(11): 1175–1179. [He ZK, Zhang GL, Tang F, et al. Effects of extracts of Pericarpium Citri Reticulatae and Pogostemon Cablin on the contraction of gastrointestinal smooth muscle and gastrointestinal hormones in rats with gastrointestinal motility disorder[J]. Tianjin Medical Journal, 2017, 45(11): 1175–1179.] DOI: [10.11958/20170739](https://doi.org/10.11958/20170739).
- 84 张旭, 纪忠岐, 赵长敏, 等. 陈皮提取物对小鼠胃排空、肠推进及家兔离体回肠平滑肌的影响[J]. 河南大学学报(医学版), 2012, 31(1): 12–14. [Zhang X, Ji ZQ, Zhao CM, et al. Effects of Chenpi extract on gastric emptying and small bowel peristalsis in mice in vivo and smooth muscle of ileum of rabbits in vitro[J]. Journal of Henan University(Medical Science), 2012, 31(1): 12–14.] DOI: [10.15991/j.cnki.41-1361/r.2012.01.005](https://doi.org/10.15991/j.cnki.41-1361/r.2012.01.005).
- 85 黄敏, 陈有根, 叶小勇, 等. 陈皮贮存期及其功效关系的研究(II) 不同贮存期陈皮理气作用的药理研究[J]. 中国野生植物资源, 1999, 18(1): 40–42. [Huang M, Chen YG, Ye XY, et al. Study on the relationship between storage period and efficacy of Chenpi (II) pharmacological study on the Qi regulating effect of Chenpi at different storage periods[J]. Chinese Wild Plant Resources, 1999, 18(1): 40–42.] DOI: [CNKI:SUN:ZYSZ.0.1999-01-015](https://doi.org/CNKI:SUN:ZYSZ.0.1999-01-015).
- 86 王光宁, 史梦娜, 黄月, 等. 广陈皮对功能性消化不良大鼠胃肠动力的影响[J]. 医药导报, 2023, 42(9): 1312–1317. [Wang GN, Shi MN, Huang Y, et al. Effect of Guangchenpi on gastrointestinal motility in functional dyspepsia rats[J]. Herald of Medicine, 2023, 42(9): 1312–1317.] DOI: [10.3870/j.issn.1004-0781.2023.09.008](https://doi.org/10.3870/j.issn.1004-0781.2023.09.008).
- 87 李庆耀, 梁生林, 褚洪标, 等. 陈皮促胃肠动力有效部位的筛选研究[J]. 中成药, 2012, 34(5): 941–943. [Li QY, Liang SL, Chu HB, et al. Screening of the active fractions of Citri Reticulatae Pericarpium for promoting gastrointestinal motility[J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2012, 34(5): 941–943.] DOI: [10.3969/j.issn.1001-1528.2012.05.045](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1528.2012.05.045).
- 88 吕邵娃, 郭红丽, 李影, 等. 六君子汤中理气药陈皮挥发性成分与胃肠动力调节关联性研究[J]. 吉林中医药, 2024, 44(5): 582–589. [Lyu SW, Guo HL, Li Y, et al. Study on the correlation between dried tangerine peel volatile components in LiuJunzi decoction and regulation of gastrointestinal motility[J]. Jilin Journal of Chinese Medicine, 2024, 44(5): 582–589.] DOI: [10.13463/j.cnki.jlzyy.2024.05.021](https://doi.org/10.13463/j.cnki.jlzyy.2024.05.021).
- 89 Morford KL, Tetrault JM, O'connor PG. Alcohol and cancer-reply[J]. JAMA, 2025, 335(1): 94. DOI: [10.1001/jama.2025.19212](https://doi.org/10.1001/jama.2025.19212).
- 90 Fahrman JF, Irajizad E, Rudsari H, et al. Validation of a blood test for multi-cancer risk stratification in a lung cancer screening cohort[J]. medRxiv, 2025, 2025: 25340518. DOI: [10.1101/2025.11.20.25340518](https://doi.org/10.1101/2025.11.20.25340518).
- 91 Pant S, Fan J, Oh DY, et al. Zanidatamab in HER2-positive metastatic biliary tract cancer: final results from HERIZON-BTC-01[J]. JAMA Oncol, 2025, 12(1):106–109. DOI: [10.1001/jamaoncol.2025.4736](https://doi.org/10.1001/jamaoncol.2025.4736).
- 92 韦金红, 韦金双, 吴炜邦, 等. 川陈皮素抗肿瘤机制研究进展[J]. 中国医院药学杂志, 2019, 39(11): 1211–1216. [Wei JH, Wei JS, Wu WB, et al. Research progress in the antitumor mechanism effects of Nobiletin[J]. Chinese Journal of Hospital Pharmacy, 2019, 39(11): 1211–1216.] DOI: [10.13286/j.cnki.chinhosp-pharmacy.2019.11.22](https://doi.org/10.13286/j.cnki.chinhosp-pharmacy.2019.11.22).
- 93 Song S, Huang W, Lu X, et al. A network pharmacology study based on the mechanism of Citri Reticulatae Pericarpium-Pinelliae Rhizoma in the treatment of gastric cancer[J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2021, 2021: 6667560. DOI: [10.1155/2021/6667560](https://doi.org/10.1155/2021/6667560).
- 94 Fernandez-Bedmar Z, Anter J, Alonso-Moraga A, et al. Demethylating and anti-hepatocarcinogenic potential of hesperidin, a natural polyphenol of citrus juices[J]. Mol Carcinog, 2017, 56(6): 1653–1662. DOI: [10.1002/mc.22621](https://doi.org/10.1002/mc.22621).
- 95 Cincin ZB, Unlu M, Kiran B, et al. Anti-proliferative, apoptotic and signal transduction effects of hesperidin in non-small cell lung cancer cells[J]. Cell Oncol (Dordr), 2015, 38(3): 195–204. DOI: [10.1007/s13402-015-0222-z](https://doi.org/10.1007/s13402-015-0222-z).
- 96 辛力, 龚文慧, 郭静英, 等. 天然产物川陈皮素的成分差异及抗肿瘤作用机制研究进展[J]. 中华中医药学刊, 2025, 43(1): 191–195. [Xin L, Gong WH, Guo JY, et al. Research progress on compositional differences and anti-tumor effect mechanism of nobiletin[J]. Chinese Archives of Traditional Chinese Medicine, 2025, 43(1): 191–195.] DOI: [10.13193/j.issn.1673-7717.2025.01.033](https://doi.org/10.13193/j.issn.1673-7717.2025.01.033).
- 97 钱士辉, 王侑先, 亢寿海, 等. 陈皮提取物体内抗肿瘤作用及其对癌细胞增殖周期的影响[J]. 中国中药杂志, 2003, 28(12): 67–70. [Qian SH, Wang YX, Kang SH, et al. Study on the anticancer activities (*in vivo*) of the extract from *Citrus reticulata* Bianco and its influence on sarcoma-180 cells cycle[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2003, 28(12): 67–70.] DOI: [10.3321/j.issn:1001-5302.2003.12.021](https://doi.org/10.3321/j.issn:1001-5302.2003.12.021).
- 98 Kim A, Im M, Gu MJ, et al. Citrus unshiu peel extract alleviates cancer-induced weight loss in mice bearing CT-26 adenocarcinoma[J]. Sci Rep, 2016, 6: 24214. DOI: [10.1038/srep24214](https://doi.org/10.1038/srep24214).
- 99 Lee J, Kim DH, Kim JH. Combined administration of naringenin and hesperetin with optimal ratio maximizes the anti-cancer effect in human pancreatic cancer via down regulation of FAK and p38 signaling pathway[J]. Phytomedicine, 2019, 58: 152762. DOI: [10.1016/j.phymed.2018.11.022](https://doi.org/10.1016/j.phymed.2018.11.022).
- 100 Park JY, Shin MS, Kim SN, et al. Polysaccharides from Korean Citrus hallabong peels inhibit angiogenesis and breast cancer cell migration[J]. Int J Biol Macromol, 2016, 85: 522–529. DOI: [10.1016/j.ijbiomac.2016.01.015](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.01.015).
- 101 Kou G, Li Z, Wu C, et al. Citrus tangeretin improves skeletal muscle mitochondrial biogenesis via activating the ampk-pgc1-alpha pathway *in vitro* and *in vivo*: a possible mechanism for its beneficial effect on physical performance[J]. J Agric Food Chem, 2018, 66(45): 11917–11925. DOI: [10.1021/acs.jafc.8b04124](https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b04124).
- 102 Feng K, Zhu X, Liu G, et al. Dietary citrus peel essential oil ameliorates hypercholesterolemia and hepatic steatosis by

- modulating lipid and cholesterol homeostasis[J]. *Food Funct*, 2020, 11(8): 7217–7230. DOI: [10.1039/d0fo00810a](https://doi.org/10.1039/d0fo00810a).
- 103 史晶晶, 时博. 橙皮苷对高脂血症模型大鼠脂代谢紊乱的影响[J]. *中医学报*, 2016, 31(4): 554–557. [Shi JJ, Shi B. Effect of hesperidin on lipid metabolism disorder in hyperlipemia model rats[J]. *Acta Chinese Medicine*, 2016, 31(4): 554–557.] DOI: [10.16368/j.issn.1674-8999.2016.04.156](https://doi.org/10.16368/j.issn.1674-8999.2016.04.156).
- 104 李箫纹, 张岭, 曹瑞琪, 等. 橙皮苷对低氧损伤心肌细胞的保护作用[J]. *营养学报*, 2025, 47(3): 285–291. [Li XW, Zhang L, Cao RQ, et al. Protective effect of hesperidin on cardiomyocytes injured by hypoXIA[J]. *Acta Nutrimenta Sinica*, 2025, 47(3): 285–291.] DOI: [10.3969/j.issn.0512-7955.2025.03.013](https://doi.org/10.3969/j.issn.0512-7955.2025.03.013).
- 105 苏丹, 鲁心安, 秦德安. 陈皮提取液抗衰老作用的实验研究[J]. *上海铁道大学学报(医学辑)*, 1999, 20(9): 18–20. [Su D, Lu XA, Qin DA. A Study of antiaging activities of extracts from Pericarpium Citri Reticulatae[J]. *Journal of Shanghai Tiedao University (Natural Science Edition)*, 1999, 20(9): 18–20.] DOI: [10.3969/j.issn.1008-0392.1999.09.007](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-0392.1999.09.007).
- 106 阚振荣, 于娟. 陈皮提取液的抗菌作用比较[J]. *河北大学学报(自然科学版)*, 1998, 18(4): 384–386. [Kan ZR, Yu J. Antibiotic activity of Pericarpium Citri extract using organic reagents[J]. *Journal of Hebei University (Natural Science Edition)*, 1998, 18(4): 384–386.] DOI: [CNKI:SUN:HBDD.0.1998-04-016](https://doi.org/CNKI:SUN:HBDD.0.1998-04-016).
- 107 张超. 陈皮陈化机制及其生物活性研究进展[J]. *食品科学*, 2025–10–24. [Zhang C. Research progress on the aging mechanism and biological activity of Tangerine Peel[J]. *Food Science*, 2025–10–24.] DOI: [10.7506/spkx1002-6630-20250721-171](https://doi.org/10.7506/spkx1002-6630-20250721-171).

收稿日期: 2025 年 09 月 04 日 修回日期: 2026 年 01 月 18 日  
本文编辑: 钟巧妮 李 阳