

牛蒡子的炮制历史沿革、化学成分及药理作用研究进展



程乐志¹, 邓文剑¹, 朱蔚然², 蒋莉萍², 陈桂林³, 黄传奇²

1. 湖北天济药业有限公司质量管理部 (武汉 430000)

2. 武汉市第一医院药学部 (武汉 430000)

3. 中国科学院武汉植物园 (武汉 430074)

【摘要】牛蒡子是我国常用的传统中药材,具有疏散风热、解毒利咽、宣肺透疹的功效。牛蒡子炮制历史悠久,早在南北朝就有酒拌蒸的记载,其后出现了炒制、熅制、煮制等多种炮制方法,牛蒡子经过炮制后可缓和其寒滑之性,利于临床使用。现代研究表明,牛蒡子的主要成分有木脂素类、挥发油类、脂肪酸类等,具有抗肿瘤、抗糖尿病、抗炎、抗病毒等药理作用。本文查阅历代本草及医药典籍、中外相关文献及资料,从牛蒡子的炮制历史沿革、化学成分、药理作用等方面展开论述,以期牛蒡子的相关研究提供参考依据。

【关键词】牛蒡子;炮制;历史沿革;化学成分;药理作用

【中图分类号】 R282.71

【文献标识码】 A

Research progress on the processing history, chemical constituents, and pharmacological actions of *Arctii fructus*

CHENG Lezhi¹, DENG Wenjian¹, ZHU Weiran², JIANG Liping², CHEN Guilin³, HUANG Chuanqi²

1. Department of Quality Management, Hubei Tianji Pharmaceutical Co., Ltd. Wuhan 430000, China

2. Department of Pharmacy, Wuhan No.1 Hospital, Wuhan 430000, China

3. Wuhan Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430074, China

Corresponding author: HUANG Chuanqi, Email: chuanqi_huang@outlook.com

【Abstract】*Arctii fructus*, a widely utilized traditional Chinese medicinal herb, possesses therapeutic properties such as dispersing wind-heat, detoxifying, relieving sore throat, promoting lung qi circulation, and facilitating rash eruption. *Arctii Fructus* has long history of processing, and there were records of steaming with wine as early as the Southern and Northern Dynasties. Subsequently, various methods such as stir-frying, roasting, and boiling have been developed. After processing, *Arctii fructus* exhibits a moderated cold and slippery properties, making it more suitable for clinical application. Contemporary research has identified that the primary chemical constituents of *Arctii fructus* include lignans, volatile oils, fatty acids, and others, which exhibit pharmacological effects such as anti-tumor, anti-diabetic, anti-inflammatory, and anti-viral activities. This article reviews ancient and modern herbal and medical classics, along with relevant Chinese and international literature and materials, to discuss the historical evolution of processing,

DOI: 10.12173/j.issn.2097-4922.202505032

基金项目: 湖北省自然科学基金项目 (2022CFB450)

通信作者: 黄传奇, 博士, 副主任中药师, 硕士研究生导师, Email: chuanqi_huang@outlook.com

chemical composition, and pharmacological effects of *Arctii fructus*, aiming to provide a reference for further research on *Arctii fructus*.

【Keywords】 *Arctii fructus*; Processing; Historical evolution; Chemical constituent; Pharmacological action

牛蒡子是菊科植物牛蒡 *Arctium lappa* L. 的干燥成熟果实，别名恶实、鼠粘子、大力子等，其味辛、苦，性寒，归肺、胃经^[1]。牛蒡子具有疏散风热、解毒利咽、宣肺透疹的功效，临床上常用于风热感冒、咽喉肿痛、肺热喘咳、痈肿疮毒、麻疹等^[2]。作为我国常用的中药材之一，牛蒡子用药历史悠久，且其炮制品种和炮制方法很多，包括酒制、炒制、熇制、煮制等多种炮制方法^[3]。查阅文献发现，现代国内外学者也对牛蒡子的炮制方法、化学成分和各种药理作用进行了大量深入研究^[4]，但目前尚未见到牛蒡子的炮制、化学成分和药理作用的综合整理研究。本文就牛蒡子的炮制历史沿革、化学成分、药理作用以及炮制对化学成分、药理作用的影响等文献进行整理综述，为阐明牛蒡子炮制机理、挖掘功效成分等相关研究提供科学参考和依据。

1 牛蒡子的炮制

1.1 古代炮制方法

南北朝《雷公炮炙论》^[5]中首次记载了牛蒡子的炮制方法“酒拌蒸”法。唐代《食疗本草》^[6]首次提出炒制牛蒡子的炮制方法。至宋代，对于牛蒡子的炮制方法有了长足发展，不仅新增牛蒡子的炮

制方法，如修制、熇制、水煮等，并且对于炒制提出具体要求，如微炒、炒熟、炒香、隔纸炒等^[7]。金元时期，新增烧制的炮制方法^[8]。明清时期，又出现不少新的炮制方法，《普济方》首次记载焙黄色^[9]、去油^[10]的炮制方法；《外科启玄》^[11]首次提出酥炙的炮制方法；《奇效良方》^[12]增加了加辅料的炒制方法“麸炒”法。通过查阅文献资料、电子书籍、相关纸质书籍以及历代中药炮制资料辑要^[7]，筛选出古代牛蒡子各种炮制方法的相关内容。历代本草典籍收录的牛蒡子炮制方法具体见表 1。

综上可知，历代本草典籍中记载了牛蒡子的多种炮制方法，包括酒制、炒制、修制、熇制、煮制、烧制、焙制、火炮制、酥炙、蒸制等。尽管炮制方法多样，但总体而言，其核心工艺多围绕加热处理展开，旨在通过热处理改变药性，增强疗效或降低毒副作用。

1.2 现代炮制方法

在药典及地方炮制规范中，牛蒡子的炮制方法主要为净制法和炒制法。自 1960 年以来，国家与各地方中医药管理部门为了传承与规范中药饮片的炮制工艺，相继制定并颁布了《中国药典》以及各省（市、自治区）中药饮片炮制规范，收录的牛蒡子炮制方法概况见表 2。

表1 历代本草收录的牛蒡子炮制方法

Table 1. Processing methods of *Arctii fructus* from materia medica in past dynasties

编号	朝代	炮制方法	本草古籍	相关记载
1	南北朝	酒制	《雷公炮炙论》	凡使，采之，净拣，勿令有杂子，然后用酒拌蒸，待上有薄白霜重出，却用布拭去，然后焙干，别捣如粉用
2	唐	炒制	《食疗本草》	却入其子炒过，末之如茶，煎三匕，通利小便
3	宋	炒制；修制；煎制	《太平圣惠方》	微炒；酥炒微黄；杵罗为末；烂捣，以水二大盏，煎至一盏，去滓
4	宋	炒制	《博济方》	炒令熟，杵为细末；铤子内，以文武火，隔纸炒令香为度
5	宋	酒制；熇制	《太平惠民和剂局方》	要净拣，勿令有杂子，然后用酒拌，蒸一伏时，取出焙干，别捣如粉，方入药用；熇
6	宋	酒制；炒制	《证类本草》	子研末，投酒中，浸三日，每日服三二盏，任性饮多少，除诸风，去丹石毒，主明目，利腰脚；炒令熟，杵为末；微炒
7	宋	炒制	《圣济总录》	微炒令香；隔纸炒香
8	宋	炒制	《本草衍义》	微炒
9	宋	炒制	《小儿卫生总微论方》	炒，纸衬；炒香；微炒黑
10	宋	煮制	《妇人大全良方》	水煮，一两净，晒干，炒令香
11	宋	炒制	《陈氏小儿痘疹方论》	炒杵
12	金	烧制	《儒门事亲》	烧存性

续表1

编号	朝代	炮制方法	本草古籍	相关记载
13	元	炒制	《丹溪心法》	炒黑色
14	明	炒制；焙制； 去油；煮制	《普济方》	新瓦上炒；隔纸炒；炒，碾细；焙黄色；去油；用鼠粘子四两，煮取二升半，滤去滓
15	明	酒制	《本草蒙荃》	秋后采取，制宜酒蒸
16	明	炒制	《仁术便览》	水洗，晒干炒研
17	明	炒制	《医学入门》	微炒捣碎用
18	明	炒制	《医学纲目》	隔纸炒；炒
19	明	煮制；炒制	《证治准绳》	水煮，一两净，晒干，炒令香；新瓦上炒香
20	明	酥炙	《外科启玄》	酥炙末
21	明	炒制	《寿世保元》	微炒
22	明	蒸制；炒制	《景岳全书》	蒸；炒研；炒杵；炒香
23	明	炒制	《奇效良方》	微炒；炒研；麸炒；上以牛蒡子，不限多少，炒令熟，杵为细末
24	明	酒制	《炮炙大法》	用酒拌蒸，待上有薄白霜重出，却用布拭上，然后焙干，捣如粉用
25	明	酒制	《医宗必读》	酒炒，研
26	清	炒制；酒制	《握灵本草》	炒；酒拌蒸焙干，研粉用
27	清	炒制；酒制	《本草述钩元》	用酒淘去砂土，又掠去浮面者，取沉重者，晒干，瓦器微炒，研细入药。须酒浸三日乃可，不惟取其入血，并移其性冷，胜于微炒用之
28	清	酒制	《本草易读》	酒蒸焙干，研粉用
29	清	酒制	《本草求真》	酒拌蒸，待有霜，拭去用
30	清	修制；酒制	《得配本草》	牙痛，生研绵裹喉患处，去黄水即愈；酒蒸去霜用，炒熟亦可

表2 《中国药典》及各地方标准中收录的牛蒡子炮制方法

Table 2. Processing methods of Arctii fructus included in Chinese Pharmacopoeia and local standards

炮制方法	具体方法	参考文献
净制	除去杂质，洗净，干燥	[13–29]
	除去杂质，洗净，晒干	[30–32]
	除去杂质	[33–35]
	筛去灰屑及杂质，洗净，干燥	[36]
	取原药材，除去杂质，抢水洗净，干燥，筛去灰屑	[37]
炒制	取净牛蒡子，照清炒法炒至略鼓起、微有香气	[13–24, 32–33]
	取净牛蒡子，照清炒法（附录–炮制通则）用文火炒至略鼓起、微有香气	[26, 29–30]
	将净牛蒡子置锅内，文火炒至表面鼓起，有爆裂声，香气逸出时，取出，放凉	[27]
	取牛蒡子，照炒黄法炒至有爆裂声，透出香气	[31]
	取净牛蒡子，照炒黄法（附录I），炒至微鼓起，有爆裂声，微有香气	[34]
	取净药材，除去杂质，抢水洗净，干燥，筛去灰屑，置锅内，用文火炒至微鼓起，有爆裂声、略有香气，取出放凉，用时捣碎	[35]
	取净牛蒡子，置锅内，用文火炒至略鼓起，有爆裂声，微有香气，取出	[28, 36–38]
	取原药材，除去杂质，洗净，干燥。将净药材置锅内加热，搅动均匀，炒至略鼓起，微显火色，嗅有香味，取出，放凉	[39]
	将药材除去杂质及灰屑，淘净，取出，干燥；照清炒法（附录I）炒至略鼓起，微有香气，并具焦斑	[40]
	除去杂质，筛去灰屑，洗净灰土，捞出，晒干；置锅中，用文火炒至出现爆裂声而稍变色时，取出，晾凉	[41]
	取原药，除去杂质，洗净，干燥，炒至表面微鼓起，有爆裂声，香气逸出时，取出，摊凉	[42]

结果发现，牛蒡子的现代炮制方法多为净制、炒制法，许多传统的炮制方法如酒浸、酒蒸等多已不再被采用。各版《中国药典》^[13–21, 32]收录牛蒡子的品种为生牛蒡子和炒牛蒡子，且各省市的炮制规范、炮制品也主要为生牛蒡子和炒牛蒡子。各地记载的牛蒡子炒制方法类似，多为清炒法。但不同地方在炒制的具体要求上存在差异，历代

药典以及大部分省市炮制规范对于炒牛蒡子的要求是“炒至略鼓起，微有香气”或“炒至微鼓起，有爆裂声，微有香气”，而《天津市中药饮片炮制规范》2012年版^[39]规定“炒至略鼓起，微显火色，嗅有香味”，还有《上海市中药饮片炮制规范》2018年版^[40]中则是“炒至略鼓起，微有香气，并具焦斑”。可见在不同地方的炮制规范中，牛蒡

子的炒制工艺还不够规范统一，为保证炒牛蒡子的饮片质量稳定，且方便各地管理，细化牛蒡子的炒制工艺及炒制工艺参数的标准化十分必要。

1.3 现代炮制工艺研究

目前，关于牛蒡子炮制工艺研究的文章较少。刘启迪^[43]以牛蒡子苷、牛蒡子苷元及绿原酸的含量为评价指标，同时选择炒制锅温，炒制药温和炒制时间为考察因素对牛蒡子炒制工艺进行优化，采用星点设计-效应面法优选出炒制牛蒡子的最佳工艺为：锅温至 310℃时，投入适量净牛蒡子，不断翻炒，炒至药温达到 119℃，开始计时，翻炒 123 s，停止加热，继续翻炒，直至有香味溢出，取出，放凉，即得。而王平等^[44]以牛蒡子苷、牛蒡子苷元的含量为评价指标，通过正交设计优选出牛蒡子的最佳炮制工艺：取原药材，除去杂质和灰屑，淘净，干燥后投入炒药机中，300℃清炒 4~5 min。高赛男等^[45]以牛蒡子苷和牛蒡子苷元的总含量为考察指标，同时选择黄酒用量、闷制时间、微波强度及微波时间为考察因素，通过正交试验法确定牛蒡子的最佳微波炮制工艺为黄酒用量 10%，闷润时间 90 min，微波强度 80%，微波时间 3 min。张宏都等^[46]采用四因素三水平正交设计试验，考察砂用量、砂炒温度和炒制时间等影响因素，选择牛蒡子苷的含量、

爆裂率和煎出率作为评价指标，综合评分优选出砂炒牛蒡子的最佳工艺为：砂用量为药物重量的 12 倍，砂炒温度 200℃，炒制时间 4 min。

2 化学成分

牛蒡子是一味常用的中药材，且分布较为广泛^[47]。目前，已从牛蒡子中分离出 200 余个不同类型化合物，包括木脂素类、挥发油类、三萜类、甾体类、脂肪酸类、脂酚酸类及多糖类等多种化合物^[48]。

2.1 木脂素类

木脂素类化合物是牛蒡子中的主要药理活性成分，主要有牛蒡子苷、牛蒡子苷元等^[49]。迄今为止，已从牛蒡子分离鉴定出 70 多个木脂素类化合物。具体见表 3。

2.2 挥发油类

牛蒡子中含有大量挥发油类化合物。有学者分别采用同时蒸馏萃取法和水蒸气蒸馏法提取牛蒡子中的挥发油，前者发现含量较高的化合物主要为叶绿醇和 2,4-癸二烯醛，后者主要测出 R-胡薄荷酮和黄葵内酯^[75-76]。具体见表 4。

2.3 三萜类和甾体类

目前，从牛蒡子中发现了羽扇豆醇、齐墩果酸 2 种三萜类化合物，β-谷甾醇、胡萝卜苷 2 种甾体类化合物。具体见表 5。

表3 牛蒡子中木脂素类化合物
Table 3. Lignans in *Arctii fructus*

编号	化合物名称	分子式	相对分子质量	参考文献
1	牛蒡子苷 (arctiin)	C ₂₇ H ₃₄ O ₁₁	534.6	[50]
2	牛蒡子苷元 (arctigenin)	C ₂₁ H ₂₄ O ₆	372.4	[50]
3	(+)-7,8-didehydroarctigenin	C ₂₁ H ₂₂ O ₆	370.4	[51]
4	络石贰元 (trachelogenin)	C ₂₁ H ₂₄ O ₇	388.4	[52]
5	罗汉松脂素 (matairesinol)	C ₂₀ H ₂₂ O ₆	358.4	[53]
6	罗汉松脂素苷 (matairesinoside)	C ₂₆ H ₃₂ O ₁₁	520.5	[54]
7	新牛蒡子苷 (neoarctiin)	C ₂₅ H ₃₂ O ₁₂	524.5	[54]
8	(-)-thujaplicatintrimethyl ether	C ₂₁ H ₂₄ O ₇	388.4	[54]
9	牛蒡酚A (lappaol A)	C ₃₀ H ₃₂ O ₉	536.6	[55]
10	牛蒡酚B (lappaol B)	C ₃₁ H ₃₄ O ₉	550.6	[55]
11	牛蒡酚C (lappaol C)	C ₃₀ H ₃₄ O ₁₀	554.6	[56]
12	牛蒡酚D (lappaol D)	C ₃₁ H ₃₆ O ₁₀	568.6	[56]
13	牛蒡酚E (lappaol E)	C ₃₀ H ₃₄ O ₁₀	554.6	[56]
14	牛蒡酚F (lappaol F)	C ₄₀ H ₄₂ O ₁₂	714.8	[57]
15	牛蒡酚H (lappaol H)	C ₄₀ H ₄₆ O ₁₄	750.8	[57]
16	arctignan A	C ₃₀ H ₃₄ O ₁₀	554.6	[58]
17	arctignan B	C ₃₀ H ₃₂ O ₁₀	552.6	[58]
18	arctignan C	C ₃₀ H ₃₂ O ₁₀	552.6	[58]
19	arctignan D	C ₄₀ H ₄₄ O ₁₃	732.8	[58]
20	arctignan E	C ₄₀ H ₄₄ O ₁₃	732.8	[58]

续表3

编号	化合物名称	分子式	相对分子质量	参考文献
21	arctignan F	C ₄₀ H ₄₂ O ₁₃	730.8	[59]
22	arctignan G	C ₄₀ H ₄₄ O ₁₃	732.8	[59]
23	arctignan H	C ₄₀ H ₄₄ O ₁₃	732.8	[59]
24	异牛蒡酚A (isolappaol A)	C ₃₀ H ₃₂ O ₉	536.6	[60]
25	异牛蒡酚C (isolappaol C)	C ₃₀ H ₃₄ O ₁₀	554.6	[61]
26	diarctigenin	C ₄₂ H ₄₆ O ₁₂	742.8	[62]
27	neoarctin A	C ₄₂ H ₄₆ O ₁₂	742.8	[63]
28	neoarctin B	C ₄₂ H ₄₆ O ₁₂	742.8	[53]
29	松脂素 (pinoresinol)	C ₂₀ H ₂₂ O ₆	358.4	[64]
30	落叶松树脂醇 (lariciresinol)	C ₂₀ H ₂₄ O ₆	360.4	[64]
31	(+)-secoisolariciresinol	C ₂₀ H ₂₆ O ₆	362.4	[64]
32	(+)-fraxiresinol	C ₂₁ H ₂₄ O ₈	404.4	[65]
33	无梗五加苷B (acanthoside B)	C ₂₈ H ₃₆ O ₁₃	580.6	[65]
34	8-羟基松脂醇 (8-hydroxypinoresinol)	C ₂₀ H ₂₂ O ₇	374.4	[66]
35	arctiinoside A	C ₂₆ H ₃₄ O ₁₃	554.5	[67]
36	arctiinoside B	C ₃₂ H ₄₂ O ₁₇	698.7	[67]
37	(+)-diasyringaresinol	C ₂₂ H ₂₆ O ₈	418.4	[68]
38	tanegool	C ₂₀ H ₂₄ O ₇	376.4	[68]
39	(7 <i>S</i> ,8 <i>R</i> ,7' <i>S</i>)-dihydrodehydrodiconiferyl alcohol-7'-hydroxy-4- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₆ H ₃₄ O ₁₂	538.5	[69]
40	(7 <i>R</i> ,8 <i>S</i> ,7' <i>S</i>)-dihydrodehydrodiconiferyl alcohol-7'-hydroxy-4- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₆ H ₃₄ O ₁₂	538.5	[69]
41	(8 <i>R</i> ,7' <i>S</i>)-4,9,7',9'-tetrahydroxy-3,3'-dimethoxy-7-oxo-8-4'-oxy-neolignan-4- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₆ H ₃₄ O ₁₃	554.5	[69]
42	(8 <i>S</i> ,7' <i>S</i>)-4,9,7',9'-tetrahydroxy-3,3'-dimethoxy-7-oxo-8-4'-oxy-neolignan-4- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₆ H ₃₄ O ₁₃	554.5	[69]
43	(8 <i>R</i> ,7' <i>R</i> ,8' <i>R</i>)-4,4',7'-trihydroxy-3,3'-dimethoxy-9-oxo dibenzyl-butyrolactone lignan-4- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₆ H ₃₂ O ₁₂	536.5	[69]
44	(8 <i>R</i> ,7' <i>S</i> ,8' <i>R</i>)-4,4',7'-trihydroxy-3,3'-dimethoxy-9-oxo dibenzyl-butyrolactone lignan-4- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₆ H ₃₂ O ₁₂	536.5	[69]
45	(7 <i>R</i> ,8 <i>S</i> ,7' <i>S</i> ,8' <i>R</i>)-4,9,4',7'-tetrahydroxy-3,3'-dimethoxy-7,9'-epoxy-lignan-4'- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₆ H ₃₄ O ₁₂	538.5	[69]
46	(7 <i>S</i> ,8 <i>R</i> ,7' <i>R</i> ,8' <i>S</i>)-4,9,4',7'-tetrahydroxy-3,3'-dimethoxy-7,9'-epoxy-lignan-4'- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₆ H ₃₄ O ₁₂	538.5	[69]
47	(7 <i>S</i> ,8 <i>R</i> ,7' <i>S</i> ,8' <i>S</i>)-4,9,4',7'-tetrahydroxy-3,3'-dimethoxy-7,9'-epoxy-lignan-4'- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₆ H ₃₄ O ₁₂	538.5	[69]
48	(7 <i>R</i> ,8 <i>S</i> ,7' <i>S</i> ,8' <i>R</i>)-4,9,4',7'-tetrahydroxy-3,3'-dimethoxy-7,9'-epoxy-lignan-4'- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₆ H ₃₄ O ₁₂	538.5	[69]
49	(7 <i>S</i> ,8 <i>R</i> ,7' <i>R</i> ,8' <i>S</i>)-4,9,4',7'-tetrahydroxy-3,3'-dimethoxy-7,9'-epoxy-lignan-4'- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₆ H ₃₄ O ₁₂	538.5	[69]
50	(7 <i>S</i> ,8 <i>R</i> ,7' <i>S</i> ,8' <i>S</i>)-4,9,4',7'-tetrahydroxy-3,3'-dimethoxy-7,9'-epoxy-lignan-4'- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₆ H ₃₄ O ₁₂	538.5	[69]
51	(7 <i>S</i> ,8 <i>R</i>)-4,7,9,9'-tetrahydroxy-3,3'-dimethoxy-8- <i>O</i> -4'-neo-lignan-9'- <i>O</i> -β- <i>D</i> -apiofuranosyl-(1→6)- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranoside.	C ₃₁ H ₄₄ O ₁₆	672.7	[70]
52	(8 <i>R</i>)-4,9,9'-trihydroxy-3,3'-dimethoxy-7-oxo-8- <i>O</i> -4'-neolignan-4- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₆ H ₃₄ O ₁₂	538.5	[70]
53	(7 <i>R</i> ,8 <i>S</i>)-dihydrodehydrodiconiferyl alcohol-7'-oxo-4- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₆ H ₃₂ O ₁₂	536.5	[70]
54	(7' <i>S</i> ,8' <i>R</i> ,8 <i>S</i>)-4,4',9'-trihydroxy-3,3'-dimethoxy-7',9'-epoxylignan-7-oxo-4- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₆ H ₃₂ O ₁₂	536.5	[70]
55	arctiidilactone	C ₂₀ H ₂₁ O ₈	389.1	[71]

续表3

编号	化合物名称	分子式	相对分子质量	参考文献
56	arctiiapolignan A	C ₂₀ H ₂₈ O ₁₀	428.4	[71]
57	arctiisesquieolignan A	C ₄₂ H ₅₂ O ₁₉	860.9	[71]
58	arctigenin-4- <i>O</i> - α - <i>D</i> -galactopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucopyranoside	C ₃₃ H ₄₄ O ₁₆	696.7	[71]
59	arctigenin-4- <i>O</i> - β - <i>D</i> -apiofuranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucopyranoside	C ₃₂ H ₄₂ O ₁₅	666.7	[71]
60	5'-propanediolmatairesinose	C ₂₉ H ₃₈ O ₁₃	594.6	[71]
61	(7' <i>R</i> ,8 <i>R</i> ,8' <i>R</i>)-rafanotrachelogenin-4- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₇ H ₃₄ O ₁₂	550.6	[71]
62	(7' <i>S</i> ,8 <i>R</i> ,8' <i>R</i>)-rafanotrachelogenin-4- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₇ H ₃₄ O ₁₂	550.6	[71]
63	(7 <i>S</i> ,8 <i>S</i> ,8' <i>R</i>)-4,7-dihydroxy-3,3',4'-trimethoxyl-9-oxo dibenzylbu-tyrolactone lignan-4- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₇ H ₃₄ O ₁₂	550.6	[71]
64	(7 <i>S</i> ,8 <i>S</i> ,8' <i>R</i>)-4,7-dihydroxy-3,3',4'-trimethoxyl-9-oxo dibenzylbu-tyrolactone lignan	C ₂₁ H ₂₄ O ₇	388.4	[71]
65	(7 <i>R</i> ,8 <i>S</i> ,8' <i>R</i>)-4,7-dihydroxy-3,3',4'-trimethoxyl-9-oxo dibenzylbu-tyrolactone lignan-4- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₇ H ₃₄ O ₁₂	550.6	[71]
66	(7 <i>R</i> ,8 <i>S</i> ,8' <i>R</i>)-4,7,4'-trihydroxy-3,3'-dimethoxyl-9-oxodibenzylbu-tyrolactonelignan-4- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₆ H ₃₂ O ₁₂	536.5	[71]
67	arctiisesquieolignan B	C ₃₆ H ₄₆ O ₁₆	734.7	[72]
68	(7 <i>R</i> ,8 <i>R</i>)-4,7,9,9'-tetrahydroxy-3,3'-dimethoxy-8-4'-oxyneolign-7'-ene-9'- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₆ H ₃₄ O ₁₂	538.5	[73]
69	(7 <i>R</i> ,8 <i>R</i>)-7,9,9'-trihydroxy-3,3'-dimethoxy-8- <i>O</i> -4'-neolignan	C ₂₀ H ₂₆ O ₇	378.4	[73]
70	(7 <i>R</i> ,8 <i>R</i>)-7,9,9'-trihydroxy-3,3'-dimethoxy-8- <i>O</i> -4'-neolignan-9'- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₆ H ₃₆ O ₁₂	540.6	[73]
71	(7 <i>S</i> ,8 <i>R</i> ,7' <i>R</i> ,8' <i>R</i>)-pinoresinol-4,4'-di- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucopyranoside	C ₃₂ H ₄₂ O ₁₆	682.7	[73]
72	(8 <i>S</i> ,7' <i>S</i> ,8' <i>R</i>)-4,4',9'-trihydroxy-3,3'-dimethoxy-7',9'-epoxylignan-7-oxo-4'- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₆ H ₃₂ O ₁₂	536.5	[73]
73	(7 <i>S</i> ,8 <i>R</i>)-dihydrodehydrodiconiferylalcohol-4- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucopyranoside	C ₂₆ H ₃₄ O ₁₁	522.5	[73]
74	1-(7-hydroxy-2-(4-methoxyphenyl)-3-methylbenzofuran-5-yl)propan-2-one	C ₁₉ H ₁₈ O ₄	310.3	[74]
75	5-(3-hydroxypropyl)-2-(4-methoxyphenyl)-3-methylbenzofuran-7-ol	C ₁₉ H ₂₀ O ₄	312.3	[74]

表4 牛蒡子中挥发油类化合物
Table 4. Volatile oils in Arctii fructus

编号	化合物名称	分子式	相对分子质量	参考文献
76	异戊醛 (isovaleraldehyde)	C ₅ H ₁₀ O	86.1	[75]
77	反式-2-己烯-1-醇 (trans-2-hexen-1-ol)	C ₆ H ₁₂ O	100.2	[75]
78	正戊醛 (pentanal)	C ₅ H ₁₀ O	86.1	[75]
79	3-丁烯-1-醇 (3-buten-1-ol)	C ₄ H ₈ O	72.1	[75]
80	正己醛 (hexanal)	C ₆ H ₁₂ O	100.2	[75]
81	反-2-己烯醛 (trans-2-hexenal)	C ₆ H ₁₀ O	98.1	[75]
82	3-甲基-1-戊醇 (3-methyl-1-pentanol)	C ₆ H ₁₄ O	102.2	[75]
83	2-庚酮 (2-heptanone)	C ₇ H ₁₄ O	114.2	[75]
84	2-丁基呋喃 (2-butylfuran)	C ₈ H ₁₂ O	124.2	[75]
85	正庚醛 (heptanal)	C ₇ H ₁₄ O	114.2	[75]
86	3,6,6-三甲基-双环[3.1.1]庚-2-烯 (3,6,6-trimethyl-bicyclo [3.1.1]hept-2-ene)	C ₁₀ H ₁₆	136.2	[75]
87	顺式-2-庚烯醛 [(<i>Z</i>)-2-heptenal]	C ₇ H ₁₂ O	112.2	[75]
88	苯甲醛 (benzaldehyde)	C ₇ H ₆ O	106.1	[75]
89	异丁醇 (2-methyl-1-propanol)	C ₄ H ₁₀ O	74.1	[75]
90	左旋-beta-蒎烯 [(1 <i>S</i>)-(1)-beta-pinene]	C ₁₀ H ₁₆	136.2	[75]
91	2,3-辛二酮 (2,3-octanedione)	C ₈ H ₁₄ O ₂	142.2	[75]
92	2-正戊基呋喃 (2-pentylfuran)	C ₉ H ₁₄ O	138.2	[75]
93	正辛醛 (octanal)	C ₈ H ₁₆ O	128.2	[75]
94	异丁酸芳樟酯 (linalyl isobutyrate)	C ₁₄ H ₂₄ O ₂	224.3	[75]
95	邻异丙基甲苯 [1-methyl-2-(1-methylethyl)-benzene]	C ₁₀ H ₁₄	134.2	[75]

续表4

编号	化合物名称	分子式	相对分子质量	参考文献
96	柠檬烯 (limonene)	C ₁₀ H ₁₆	136.2	[75]
97	3,5-辛二烯-2-醇 (3,5-octadien-2-ol)	C ₈ H ₁₄ O	126.2	[75]
98	2-苯基乙醛 (benzeneacetaldehyde)	C ₈ H ₈ O	120.1	[75]
99	<i>E</i> -2-辛烯醛 [(<i>E</i>)-2-octenal]	C ₈ H ₁₄ O	126.2	[75]
100	正壬醛 (nonanal)	C ₉ H ₁₈ O	142.2	[75]
101	反式-3-壬烯-2-酮 (trans-3-nonen-2-one)	C ₉ H ₁₆ O	140.2	[75]
102	樟脑 (camphor)	C ₁₀ H ₁₆ O	152.2	[75]
103	反式-2-壬烯 [(<i>E</i>)-2-nonenal]	C ₉ H ₁₆ O	140.2	[75]
104	4-萜烯醇[4-methyl-1-(1-methylethyl)-3-cyclohexen-1-ol]	C ₁₀ H ₁₈ O	154.2	[75]
105	癸醛 (decanal)	C ₁₀ H ₂₀ O	156.3	[75]
106	(<i>E,E</i>)-2,4-壬二烯醛 [(<i>E,E</i>)-2,4-nonadienal]	C ₉ H ₁₄ O	138.2	[75]
107	(1,1'-联环戊基)-2-酮 [(1,1'-bicyclopentyl)-2-one]	C ₁₀ H ₁₆ O	152.2	[75]
108	2-癸烯醛 (2-decenal)	C ₁₀ H ₁₈ O	154.2	[75]
109	1-甲基-2-环己烯-1-醇 (1-methyl-2-cyclohexen-1-ol)	C ₇ H ₁₂ O	112.2	[75]
110	甲基异丁基酚 [1-methoxy-4-(1-propenyl)-benzene]	C ₁₀ H ₁₂ O	148.2	[75]
111	2,4-癸二烯醛 (2,4-decadienal)	C ₁₀ H ₁₆ O	152.2	[75]
112	<i>E,E</i> -2,4-癸二烯醛 [(<i>E,E</i>)-2,4-decadienal]	C ₁₀ H ₁₆ O	152.2	[75]
113	2-十一烯醛 (2-undecenal)	C ₁₁ H ₂₀ O	168.3	[75]
114	<i>E,E</i> -2,4-十一碳二烯醛 [(<i>E,E</i>)-2,4-undecadienal]	C ₁₁ H ₁₈ O	166.3	[75]
115	香橙烯 (aromadendrene)	C ₁₅ H ₂₄	204.4	[75]
116	α -蒎烯 (α -pinene)	C ₁₀ H ₁₆	136.2	[75]
117	α -姜黄烯 [1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl benzene]	C ₁₅ H ₂₂	202.3	[75]
118	榄香素 [1,2,3-trimethoxy-5-(2-propenyl)-benzene]	C ₁₂ H ₁₆ O ₃	208.3	[75]
119	α -柏木萜烯 [(+)-1,7-diepi- α -cedrene]	C ₁₅ H ₂₄	204.4	[75]
120	榄香烯 (elemene)	C ₁₅ H ₂₄	204.4	[75]
121	氧化石竹烯 (caryophyllene oxide)	C ₁₅ H ₂₄ O	220.4	[75]
122	叶绿醇 (3,7,11,15-tetramethyl-2-hexadecen-1-ol)	C ₂₀ H ₄₀ O	296.5	[75]
123	2,4-二甲基-3-己烯 (2,4-dimethyl-3-hexene)	C ₈ H ₁₆	112.2	[76]
124	辛烯醇 (octenol)	C ₈ H ₁₆ O	128.2	[76]
125	<i>R</i> -薄荷酮 [(<i>R</i>)-Pulegone]	C ₁₀ H ₁₆ O	152.2	[76]
126	黄葵内酯 (ambrettolide)	C ₁₆ H ₂₈ O ₂	252.4	[76]

表5 牛蒡子中三萜类和甾体类化合物

Table 5. Steroids and triterpenoids in *Arctii fructus*

编号	化合物名称	分子式	相对分子质量	参考文献
127	羽扇豆醇 (lupeol)	C ₃₀ H ₅₀ O	426.7	[77]
128	齐墩果酸 (oleanic acid)	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	456.7	[77]
129	β -谷甾醇 (β -sitosterol)	C ₂₉ H ₅₀ O	414.7	[66]
130	胡萝卜苷 (daucosterin)	C ₃₅ H ₆₀ O ₆	576.8	[53]

2.4 脂肪酸类

牛蒡子中脂肪酸类成分主要有油酸、亚油酸、棕榈酸等。具体见表6。

2.5 酚酸类

酚酸类成分也是牛蒡子主要药理活性成分之一，主要有绿原酸、异绿原酸A等。具体见表7。

2.6 多糖类

近年来，有研究表明天然多糖有着多种药理作用^[89]，但目前对于牛蒡子多糖的分离纯化、药理作用以及结构分析相关研究的文章较少。高

浩天^[90]采用超声辅助-水提醇沉法提取牛蒡子多糖，然后通过DAEA纤维素柱分离得到4个纯化牛蒡子多糖组分，分别为FAP-W、FAP-S1、FAP-S2、FAP-S3，且发现FAP-W主要由阿拉伯糖、葡萄糖、半乳糖和甘露糖组成。

2.7 其他类

除上述几大类成分外，有研究还发现牛蒡子中含无机元素、氨基酸、维生素、蛋白质、生物碱类等多种化学成分^[91]。

表6 牛蒡子中脂肪酸类化合物
Table 6. Fatty acids in Arctii fructus

编号	化合物名称	分子式	相对分子质量	参考文献
131	正丁酸 (butyric acid)	C ₄ H ₈ O ₂	88.1	[78]
132	庚酸 (heptanoic acid)	C ₇ H ₁₄ O ₂	130.2	[78]
133	棕榈酸 (hexadecanoic acid)	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256.4	[78]
134	硬脂酸 (stearic acid)	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	284.5	[79]
135	油酸 (oleic acid)	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	282.5	[79]
136	亚油酸 (linoleic acid)	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	280.4	[79]
137	α-亚麻酸 (linolenic acid)	C ₁₈ H ₃₀ O ₂	278.4	[79]
138	二十酸 (eicosanoic acid)	C ₂₀ H ₄₀ O ₂	312.5	[80]
139	山俞酸 (docosanoic acid)	C ₂₂ H ₄₄ O ₂	340.6	[80]
140	二十三酸 (tricosanoic acid)	C ₂₃ H ₄₆ O ₂	354.6	[80]
141	二十四酸 (lignoceric acid)	C ₂₄ H ₄₈ O ₂	368.6	[80]
142	棕榈油酸 (hexadecenoic acid)	C ₁₆ H ₃₀ O ₂	254.4	[81]
143	顺式-10-十七烯酸 (heptadecenoic acid)	C ₁₇ H ₃₂ O ₂	268.4	[81]
144	十七烷酸 (margaric acid)	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	270.5	[81]
145	十九碳二烯酸 (nonadecadienoic acid)	C ₁₉ H ₃₄ O ₂	294.5	[81]
146	花生烯酸 (eicosenoic acid)	C ₂₀ H ₃₈ O ₂	310.5	[81]
147	二十一碳酸 (heneicosanoic acid)	C ₂₁ H ₄₂ O ₂	326.6	[81]
148	花生四烯酸 (arachidonic acid)	C ₂₀ H ₃₂ O ₂	304.5	[82]
149	反油酸 (elaidic acid)	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	282.5	[82]
150	9,12-十八碳二烯酸甲酯 (methyl octadeca-9,12-dienoate)	C ₁₉ H ₃₄ O ₂	294.5	[82]
151	十六烷酸甲酯 (hexadecanoic acid, methyl ester)	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	270.5	[82]
152	二十烷酸甲酯 (methyl icosanoate)	C ₂₁ H ₄₂ O ₂	326.6	[82]
153	二十二烷酸甲酯 (methyl behenate)	C ₂₃ H ₄₆ O ₂	354.6	[83]
154	十四烷酸 (tetradecanoic acid)	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	228.4	[83]
155	蜡酸 (hexacosanic acid)	C ₂₆ H ₅₂ O ₂	396.7	[84]
156	月桂酸 (lauric acid)	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	200.3	[84]
157	正己酸 (hexanoic acid)	C ₆ H ₁₂ O ₂	116.2	[75]
158	正壬酸 (nonanoic acid)	C ₉ H ₁₈ O ₂	158.2	[75]

表7 牛蒡子中酚酸类化合物
Table 7. Phenolic acid in Arctii fructus

编号	化合物名称	分子式	相对分子质量	参考文献
159	阿魏酸 (ferulic acid)	C ₁₀ H ₁₀ O ₄	194.2	[54]
160	咖啡酸 (caffeic acid)	C ₉ H ₈ O ₄	180.2	[54]
161	绿原酸 (chlorogenic acid)	C ₁₆ H ₁₈ O ₉	354.3	[85]
162	异绿原酸A (isochlorogenic acid A)	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₂	516.5	[85]
163	5-O-咖啡酰奎宁酸 (5-O-caffeoylquinic acid)	C ₁₆ H ₁₈ O ₉	354.3	[86]
164	1,3-di-O-caffeoylquinic acid	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₂	516.4	[86]
165	1,5-di-O-caffeoylquinic acid	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₂	516.4	[86]
166	异绿原酸C (4,5-dicaffeoylquinic acid)	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₂	516.4	[87]
167	异绿原酸B (3,4-dicaffeoylquinic acid)	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₂	516.4	[87]
168	隐绿原酸 (4-O-caffeoylquinic acid)	C ₁₆ H ₁₈ O ₉	318.3	[88]

2.8 炮制对化学成分的影响

目前，已有不少学者对牛蒡子炮制前后化学成分的变化展开研究。秦昆明^[3]采用 HPLC 法检测炮制过程中牛蒡子主要活性成分的变化，发现经 180℃加热后，牛蒡子苷、绿原酸和异绿

原酸 A 含量降低，而牛蒡子苷元含量上升，表明高温促使牛蒡子苷分解转化为牛蒡子苷元；何钦等^[92]也得出类似结论，指出炒制后牛蒡子苷、绿原酸和异绿原酸 A 含量减少，牛蒡子苷元含量增加。叶欣等^[93]研究了炒制对挥发性成

分的影响,发现炒牛蒡子中单萜和倍半萜类化合物明显减少,并新生成含氮杂环类、含氮芳香烃类化合物以及吡嗪类化合物,同时在挥发性成分中鉴定出愈创木酚。袁颖等^[94]发现炮制过程中异绿原酸 A 在高温作用下可转化为结构更稳定的异绿原酸 C。胡静等^[95]通过 GC-MS 分析脂肪油成分的变化,表明牛蒡子在 140℃ 炒制后脂肪油含量显著降低,其组成类型也发生较为复杂的变化。

3 药理作用

牛蒡子味辛、苦,性寒,归肺、胃经,具有疏散风热、解毒利咽、宣肺透疹的功效,主要用于治疗风热感冒、咽喉肿痛、肺热喘咳、痈肿疮毒、麻疹等。现代药理研究表明,牛蒡子具有抗肿瘤、抗糖尿病、抗炎、抗病毒、抗纤维化等药理作用^[96]。

3.1 抗肿瘤作用

Shi 等^[97]研究发现,牛蒡子苷元能够下调乳腺癌细胞中多种促肿瘤细胞因子(包括粒细胞-巨噬细胞集落刺激因子、基质金属蛋白酶 3、基质金属蛋白酶 9 及胸腺基质淋巴细胞生成素)的表达。在体内外实验中,牛蒡子苷元通过抑制 p65 蛋白的核转位,降低粒细胞-巨噬细胞集落刺激因子和胸腺基质淋巴细胞生成素的启动子活性,并阻碍转录激活蛋白 3 的磷酸化及 β -连环蛋白信号通路,从而抑制乳腺癌细胞的增殖、侵袭与干性,发挥抗肿瘤作用。另一方面,钙结合蛋白 S100A4 作为 S100 家族成员,在人类肿瘤发生和转移中具有重要作用^[98]。Lee 等^[99]通过体外实验证实,牛蒡子苷可抑制 S100A4 的表达,进而有效抑制宫颈癌细胞的迁移和侵袭能力。

3.2 抗糖尿病作用

现代药理研究表明,牛蒡子中的某些成分对糖尿病及其并发症具有多种生理活性^[100]。胰岛素抵抗已被认为是 2 型糖尿病的主要驱动因素之一^[101]。Zhou 等^[102]对 2 型糖尿病小鼠进行了连续 10 周的牛蒡子苷元灌胃处理,发现该处理可降低小鼠的血糖和血脂水平,并减轻肝脏和胰腺的组织损伤。进一步通过体内外实验和分子对接技术探讨其作用机制,结果显示牛蒡子苷元能够抑制 Toll 样受体 4 介导的炎症信号通路,并通过调节胰岛素受体底物 2 减轻 2 型糖尿病小鼠的胰岛素抵抗。此外,Zhong 等^[103]的研究表明,牛蒡子苷

元能够显著减少糖尿病小鼠的蛋白尿,延缓糖尿病肾病的进展,其机制可能与牛蒡子苷元结合并激活蛋白磷酸酶 2A 有关。

3.3 抗炎作用

哮喘是一种常见的慢性气道炎症性疾病^[104]。Yuan 等^[105]通过卵清蛋白诱导小鼠哮喘模型,发现经牛蒡子苷治疗后,小鼠肺部病理变化减轻,炎症细胞数量减少,支气管肺泡灌洗液中 Th1/Th2 细胞因子失衡得以缓解,肺组织损伤也得到改善。李家驹等^[106]分别采用葡聚糖硫酸钠诱导小鼠模型和脂多糖刺激人肠道细胞,在体内外建立炎症性肠病模型,实验结果表明,牛蒡子苷元可通过抑制核因子 κ B 通路激活,降低氧化应激水平并抑制炎症因子释放,从而缓解炎症性肠病。此外,潘博雅等^[107]利用脂多糖刺激小鼠单核巨噬细胞白血病细胞构建细胞炎症模型,发现牛蒡子多糖处理能显著降低肿瘤坏死因子 α 和白细胞介素 -6 的水平。

3.4 抗病毒作用

Dias 等^[108]通过细胞实验研究了牛蒡子醇提取物的抗 1 型单纯疱疹病毒(herpes simplex virus type 1, HSV-1)活性,结果显示该提取物能够降低感染细胞中的病毒载量,并通过维持细胞正常形态结构,保护细胞免受 HSV-1 的侵害。Hayashi 等^[109]在甲型 H1N1 流感病毒感染细胞的模型中评估了牛蒡子苷元的抗病毒作用,发现在病毒感染后立即添加牛蒡子苷元可最有效地抑制病毒复制,并阻碍子代病毒的释放。

3.5 抗纤维化作用

Wang 等^[110]研究了牛蒡子苷元对博莱霉素诱导的小鼠肺纤维化的影响,发现该成分能够减轻肺组织损伤、抑制胶原沉积,并下调胶原蛋白、 α -平滑肌肌动蛋白和纤连蛋白等纤维化标志物的表达,同时调控氧化应激指标。综合结果表明,牛蒡子苷元通过其抗氧化作用间接调节转化生长因子/蛋白激酶 B 信号通路,从而发挥抗肺纤维化作用。Lyu 等^[111]利用四氯化碳构建小鼠肝纤维化模型,通过马松染色、天狼星红染色及 α -平滑肌肌动蛋白表达分析,发现牛蒡子苷元可显著改善肝纤维化程度,并抑制肝纤维化相关基因的表达。

3.6 其他作用

此外,牛蒡子还具有神经保护、抗心肌缺血再灌注损伤及抗氧化等多种药理作用。Qi 等^[112]

研究发现,牛蒡子苷元能够显著改善阿尔茨海默病小鼠的学习与记忆障碍,并抑制微管相关蛋白 Tau 的过度磷酸化。Liu 等^[113]通过建立大鼠急性心肌缺血再灌注损伤模型及氧糖剥夺诱导的心肌细胞损伤模型,在体内外实验中证实,牛蒡子苷元可降低氧化应激、炎症和细胞凋亡水平,其作用机制与激活腺苷酸活化蛋白激酶/沉默信息调节因子 1 信号通路并抑制核因子 κ B 磷酸化有关,从而有效减轻心肌缺血再灌注损伤。

3.7 炮制对药理作用的影响

目前,关于牛蒡子炮制前后药理作用变化的研究相对较少。Hu 等^[114]通过对比加热炮制与生品牛蒡子提取物对人急性早幼粒白血病细胞增殖的影响,发现炮制后的提取物抑制细胞增殖的效果显著更强,提示加热炮制可增强牛蒡子的抗肿瘤作用。邵晶等^[115]分别利用二甲苯致小鼠耳肿胀和角叉菜胶致大鼠足肿胀模型,以肿胀度及肿胀抑制率为指标,评价不同炒制条件下牛蒡子的抗炎活性。结果显示,在 200℃ 和 250℃ 下炒制 6 min 的牛蒡子抗炎效果优于低温炒制品及生品,结合液相分析推测,其机制可能与高温促使部分牛蒡子苷分解为活性更强的牛蒡子苷元有关。

4 结语

牛蒡子的炮制历史悠久,历代本草与医药典籍中均有丰富记载。其炮制方法最早见于南北朝时期的《雷公炮炙论》,后世逐渐发展出炒制、修制、熇制、煮制、烧制、焙制、火炮制、酥炙等多种方法。如今,《中国药典(2025 年版)》及各省市炮制规范中收录的牛蒡子炮制方法主要为净制与炒制。然而,当前药典和地方规范对炒制工艺的描述仍较为简略,缺乏具体的火力控制、炒制温度与时间等关键参数,这在一定程度上影响了炒牛蒡子饮片的质量稳定性和临床疗效。因此,系统细化和标准化其炒制工艺参数显得尤为重要。目前已有诸多研究致力于牛蒡子的炮制工艺优化,但由于所考察的因素、评价指标及实验条件存在差异,导致所报道的最佳工艺参数并不一致。今后需更深入研究炮制参数与主要活性成分动态变化之间的关联,以确立更精确、可重复的工艺标准,从而实现炮制过程的可控与一致。

作为我国常用果实类中药,牛蒡子具有重要的药用价值。国内外学者已对其化学成分开展了

广泛研究,发现主要包括木脂素类、挥发油、三萜、甾体、脂肪酸、酚酸及多糖等。现有研究多集中于木脂素类成分(如牛蒡子苷和牛蒡子苷元),因其含量较高且药理活性显著,而其他类别成分的研究则相对薄弱,有待系统完善。

在炮制研究方面,目前文献多聚焦于炮制后成分“量”的变化,而对“质”的转变,即化学成分结构、活性转化及新生成分等方面的研究仍较为缺乏。同时,尽管已有大量研究报道牛蒡子单体成分(如牛蒡子苷元、牛蒡子苷)的抗肿瘤、抗糖尿病、抗炎、抗病毒等药理作用,但炮制前后药效差异及其机制的系统对比研究尚且不足,尤其缺乏将化学成分变化与药效关联的整体分析。因此,后续研究应综合运用现代科学技术,深入探讨牛蒡子炮制过程中化学成分的转化规律及其与药效变化的关联性,揭示炮制机制,加强炮制品的功效评价与作用机制研究,为推进牛蒡子炮制工艺的规范化和临床合理应用提供科学依据。

参考文献

- 1 邢耀堂,王姿杨,何海,等.传统中药牛蒡子的研究现状与发展趋势分析[J].山西中医药大学学报,2023,24(1):28–37,56. [Xing YY, Wang ZY, He H, et al. Analysis on the research status and development trend of traditional Chinese medicine Fructus arctii[J]. Journal of Shanxi university of Chinese Medicine, 2023, 24(1): 28–37, 56.] DOI: 10.19763/j.cnki.2096-7403.2023.01.05.
- 2 杜毅,王晓芸,陈伦,等.基于网络药理学探讨牛蒡子药理作用机制[J].中医学报,2020,35(9):1971–1975. [Du Y, Wang XY, Chen L, et al. Discussion on the pharmacological mechanism of Niubangzi (Fructus arctii) based on network pharmacology[J]. China Journal of Chinese Medicine, 2020, 35(9): 1971–1975.] DOI: 10.16368/j.issn.1674-8999.2020.09.440.
- 3 秦昆明.牛蒡子质量评价及炮制过程化学成分变化规律研究[D].南京:南京中医药大学,2015. <https://cdmd.cnki.com.cn/Article/CDMD-10315-1015649299.htm>.
- 4 Li Y, Wang Q, Wei HC, et al. Fructus arctii: an overview on its traditional uses, pharmacology and phytochemistry[J]. J Pharm Pharmacol, 2022, 74(3): 321–336. DOI: 10.1093/jpp/rgab140.
- 5 刘宋·雷斅,著.雷公炮炙论[M].南京:江苏科学技术出版社,1985:57.
- 6 唐·孟诜,著.食疗本草[M].北京:人民卫生出版社,1984:9–10.
- 7 中医研究院中药研究所,编.历代中药炮制资料辑要[M].长春:吉林人民出版社,1973:49–189.
- 8 金·张子和,著.儒门事亲[M].太原:山西科学技术出版社,2009:270.
- 9 明·朱橚,著.普济方第二册身形(卷四四至卷八六)[M].北京:人民卫生出版社,1959:26.

- 10 明·朱橚,著.普济方第七册诸疮肿(卷二七二至卷三一五)[M].北京:人民卫生出版社,1960:627-628.
- 11 明·申斗垣,著.外科启玄[M].北京:人民卫生出版社,1955:22.
- 12 明·董宿,著.奇效良方[M].北京:中国中医药出版社,1995:625.
- 13 中国药典1985年版.一部[S].1985:54.
- 14 中国药典1990年版.一部[S].1990:57.
- 15 中国药典1995年版.一部[S].1995:57.
- 16 中国药典2000年版.一部[S].2000:53.
- 17 中国药典2005年版.一部[S].2005:48-49.
- 18 中国药典2010年版.一部[S].2010:66.
- 19 中国药典2015年版.一部[S].2015:72.
- 20 中国药典2020年版.一部[S].2020:73.
- 21 中国药典2025年版.一部[S].2025:75.
- 22 湖北省食品药品监督管理局.湖北省中药饮片炮制规范[S].2009:321.
- 23 河南省食品药品监督管理局.河南省中药饮片炮制规范[S].2005:160.
- 24 重庆市食品药品监督管理局.重庆市中药饮片炮制规范及标准[S].2006:237.
- 25 内蒙古自治区药品监督管理局.内蒙古蒙药饮片炮制规范[S].2020:76.
- 26 贵州省食品药品监督管理局.贵州省中药饮片炮制规范[S].2005:51.
- 27 山东省药品监督管理局.山东省中药炮制规范[S].2002:164.
- 28 江苏省药品监督管理局.江苏省中药饮片炮制规范[S].2002:290.
- 29 江西省食品药品监督管理局.江西省中药饮片炮制规范[S].2008:274.
- 30 广东省卫生厅.广东省中药炮制规范[S].1984:114.
- 31 福建省卫生厅.福建省中药炮制规范[S].1988:96-97.
- 32 中国药典1977年版.一部[S].1977:104.
- 33 四川省药品监督管理局.四川省中药饮片炮制规范[S].2002:258.
- 34 安徽省食品药品监督管理局.安徽省中药饮片炮制规范[S].2005:427.
- 35 广西壮族自治区食品药品监督管理局.广西壮族自治区中药饮片炮制规范[S].2007:66.
- 36 新疆维吾尔自治区食品药品监督管理局.新疆维吾尔自治区中药维吾尔药饮片炮制规范[S].2010:169.
- 37 湖南省食品药品监督管理局.湖南省中药饮片炮制规范[S].2010:267.
- 38 北京市药品监督管理局.北京市中药饮片炮制规范[S].2008:250.
- 39 天津市食品药品监督管理局.天津市中药饮片炮制规范[S].2012:97.
- 40 上海市药品监督管理局.上海市中药饮片炮制规范[S].2018:193.
- 41 吉林省卫生厅.吉林省中药炮制标准[S].1987:64.
- 42 浙江省食品药品监督管理局.浙江省中药炮制规范[S].2006:130.
- 43 刘启迪.牛蒡子炮制工艺及质量标准研究[D].南京:南京中医药大学,2014. <https://cdmd.cnki.com.cn/Article/CDMD-10315-1014416729.htm>.
- 44 王平,韩丽妹,王建新.正交设计法优化炒牛蒡子的炮制工艺[J].中成药,2010,32(4):607-610.[Wang P, Han LM, Wang JX. Processing for *Arctium lappa* with orthogonal test[J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2010, 32(4): 607-610.] DOI: 10.3969/j.issn.1001-1528.2010.04.023.
- 45 高赛男,李森,魏东华,等.微波炮制酒制牛蒡子的工艺研究[J].中国医药导报,2013,10(17):119-120,124.[Gao SN, Li S, Wei DH, et al. Microwave processing technology research of wine-processed *Fructus arctii*[J]. China Medical Herald, 2013, 10(17): 119-120, 124.] DOI: 10.3969/j.issn.1673-7210.2013.17.042.
- 46 张宏都,蒋晓煌,蒋孟良.正交设计优选砂炒牛蒡子的炮制工艺[J].中国医院药学杂志,2021,41(23):2443-2446.[Zhang HD, Jiang XH, Jiang ML. Optimization of processing technology for Burdock of stir-baking with sand by orthogonal design[J]. Chinese Journal of Hospital Pharmacy, 2021, 41(23): 2443-2446.] DOI: 10.13286/j.1001-5213.2021.23.10.
- 47 杨春,师立伟,王莉,等.基于MaxEnt模型的甘肃省牛蒡子生态适宜性分布研究[J].中国野生植物资源,2022,41(10):77-80.[Yang C, Shi LW, Wang L, et al. Analysis on ecological suitability distribution of *arctiumlappa* in gansu province by using maxent mode[J]. Chinese Wild Plant Resources, 2022, 41(10): 77-80.] DOI: 10.3969/j.issn.1006-9690.2022.10.014.
- 48 任裕斌,金爽,李慧玲,等.牛蒡子中化学成分及其木脂素类化合物提取方法的研究进展[J].化学工程师,2023,37(11):75-77,102.[Ren YB, Jin S, Li HL, et al. Research progress on extraction methods of chemical constituents and lignans from *Fructus arctii*[J]. Chemical Engineer, 2023, 37(11): 75-77, 102.] DOI: 10.16247/j.cnki.23-1171/tq.20231175.
- 49 Mei JW, Li XB, Xu ZY, et al. Acute and chronic toxicity in sprague-dawley rats of orally-administered total lignans from *Arctii fructus*, a potential therapeutic drug for diabetes[J]. Regul Toxicol Pharmacol, 2024, 146: 105542. DOI: 10.1016/j.yrtph.2023.105542.
- 50 鞠玫君.牛蒡子中木脂素类成分的提取工艺研究[D].沈阳:辽宁中医药大学,2008. DOI: 10.7666/d.y1404246.
- 51 Matsumoto T, Hosono-Nishiyama K, Yamada H. Antiproliferative and apoptotic effects of butyrolactone lignans from *Arctium lappa* on leukemic cells[J]. Planta Med, 2006, 72(3): 276-278. DOI: 10.1055/s-2005-916174.
- 52 Ichikawa K, Kinoshita T, Nishibe S, et al. The Ca^{2+} antagonist activity of lignans[J]. Chem Pharm Bull, 1986, 34(8): 3514-3517. DOI: 10.1248/cpb.34.3514.
- 53 王海燕,杨峻山.牛蒡子化学成分的研究[J].药学学报,1993,28(12):911-917.[Wang HY, Yang JS. Studies on the chemical constituents of *Arctium lappa* L.[J]. Acta Pharmaceutica Sinica, 1993, 28(12): 911-917.] DOI: 10.3321/j.issn:0513-4870.1993.12.004.
- 54 米靖宇.常用中药牛蒡子的化学、体内外代谢及质量控制研究[D].上海:上海中医药大学,2002. <https://d.wanfangdata.com.cn/thesis/Y460336>.

- 55 Ichihara A, Oda K, Numata Y, et al. Lappaol A and B, novel lignans from *Arctium lappa* L.[J]. Tetra Lett, 1976, 17(44): 3961–3964. DOI: [10.1016/S0040-4039\(00\)92547-4](https://doi.org/10.1016/S0040-4039(00)92547-4).
- 56 Ichihara A, Numata Y, Kanai S, et al. New sesquilignans from *Arctium lappa* L. the structure of lappaol C, D and E[J]. Agric Biol Chem, 1977, 41(9): 1813–1814. DOI: [10.1080/00021369.1977.10862556](https://doi.org/10.1080/00021369.1977.10862556).
- 57 Ichihara A, Kanai S, Nakamura Y, et al. Structures of lappaol F and H, dilignans from *Arctium lappa* L.[J]. Tetra Lett, 1978, 19(33): 3035–3038. DOI: [10.1016/S0040-4039\(01\)94932-9](https://doi.org/10.1016/S0040-4039(01)94932-9).
- 58 Umehara K, Sugawa A, Kuroyanagi M, et al. Studies on differentiation-inducers from *Arctium fructus*(l)[J]. Chem Pharm Bull, 1993, 41(10): 1774–1779. DOI: [10.1248/cpb.41.1774](https://doi.org/10.1248/cpb.41.1774).
- 59 Umehara K, Nakamura M, Miyase T, et al. Studies on differentiation inducers. VI. lignan derivatives from *Arctium fructus*(2)[J]. Chem Pharm Bull, 1996, 44(12): 2300–2304. DOI: [10.1248/cpb.44.2300](https://doi.org/10.1248/cpb.44.2300).
- 60 刘抗伦. 牛蒡子的化学成分研究与抗肿瘤作用初步研究 [D]. 广州: 广州中医药大学, 2008. <https://cdmd.cnki.com.cn/Article/CDMD-10572-2008100645.htm>.
- 61 Park SY, Hong SS, Han XH, et al. Lignans from *Arctium lappa* and their inhibition of LPS-induced nitric oxide production[J]. Chem Pharm Bull, 2007, 55(1): 150–152. DOI: [10.1248/cpb.55.150](https://doi.org/10.1248/cpb.55.150).
- 62 Hoon HB, Hwa KY, Ok YH, et al. A butyrolactone lignan dimer from *Arctium lappa*[J]. Phytochemistry, 1994, 37(4): 1161–1163. DOI: [10.1016/S0031-9422\(00\)89550-3](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)89550-3).
- 63 Yong M, Kun G, Qiu MH. A new lignan from the seeds of *Arctium lappa*[J]. J Asian Nat Prod Res, 2007, 9(6–8): 541–544. DOI: [10.1080/10286020600882577](https://doi.org/10.1080/10286020600882577).
- 64 Suzuki S, Umezawa T, Shimada M. Stereochemical difference in secoisolariciresinol formation between cell-free extracts from petioles and from ripening seeds of *Arctium lappa* L.[J]. Biosci Biotechnol Biochem, 1998, 62(7): 1468–1470. DOI: [10.1271/bbb.62.1468](https://doi.org/10.1271/bbb.62.1468).
- 65 卢来春. 牛蒡子苷分离、纯化及其对实验性糖尿病大鼠血管内皮细胞保护机制的初步探讨 [D]. 重庆: 第三军医大学, 2007. DOI: [10.7666/d.y1179571](https://doi.org/10.7666/d.y1179571).
- 66 李卓恒, 于彩平, 管海燕, 等. 牛蒡子化学成分的分离与鉴定[J]. 中国药房, 2012, 23(39): 3696–3699. [Li ZH, Yu CP, Guan HY, et al. Separation and identification of chemical constituents of *Arctium lappa*[J]. China Pharmacy, 2012, 23(39): 3696–3699.] DOI: [10.6039/j.issn.1001-0408.2012.39.17](https://doi.org/10.6039/j.issn.1001-0408.2012.39.17).
- 67 Yang YN, Zhang F, Feng ZM, et al. Two new neolignan glucosides from *Arctii fructus*[J]. J Asian Nat Prod Res, 2012, 14(10): 981–985. DOI: [10.1080/10286020.2012.729050](https://doi.org/10.1080/10286020.2012.729050).
- 68 秦智彬, 丁林芬, 李兰, 等. 牛蒡子化学成分的研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2015, 27(12): 2050–2055. [Qin ZB, Ding LF, Li L, et al. Chemical constituents of the seed of *Arctium lappa* L.[J]. Natural Product Research and Development, 2015, 27(12): 2050–2055.] DOI: [10.16333/j.1001-6880.2015.12.010](https://doi.org/10.16333/j.1001-6880.2015.12.010).
- 69 Yang YN, Huang XY, Feng ZM, et al. Hepatoprotective activity of twelve novel 7'-hydroxy lignan glucosides from *Arctii fructus*[J]. J Agric Food Chem, 2014, 62(37): 9095–9102. DOI: [10.1021/jf501859x](https://doi.org/10.1021/jf501859x).
- 70 Huang XY, Feng ZM, Yang YN, et al. Four new neolignan glucosides from the fruits of *Arctium lappa*[J]. J Asian Nat Prod Res, 2015, 17(5): 504–511. DOI: [10.1080/10286020.2015.1039525](https://doi.org/10.1080/10286020.2015.1039525).
- 71 Yang YN, Huang XY, Feng ZM, et al. New butyrolactone type lignans from *Arctii fructus* and their anti-inflammatory activities[J]. J Agric Food Chem, 2015, 63(36): 7958–7966. DOI: [10.1021/acs.jafc.5b02838](https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b02838).
- 72 He J, Huang XY, Yang YN, et al. Two new compounds from the fruits of *Arctium lappa*[J]. J Asian Nat Prod Res, 2016, 18(5): 423–428. DOI: [10.1080/10286020.2016.1145671](https://doi.org/10.1080/10286020.2016.1145671).
- 73 杨桢楠, 黄小英, 王尉, 等. 牛蒡子中一个新木脂素类化合物 [J]. 药学报, 2017, 52 (5): 779–784. [Yang YN, Huang XY, Wang W, et al. A new neolignan from the fruits of *Arctium lappa* L.[J]. Acta Pharmaceutica Sinica, 2017, 52(5): 779–784.] DOI: [10.16438/j.0513-4870.2017-0139](https://doi.org/10.16438/j.0513-4870.2017-0139).
- 74 Mi QL, Liang MJ, Gao Q, et al. Arylbenzofuran lignans from the seeds of *arctium lappa* and their bioactivity[J]. Chem Nat Compd, 2020, 56(11): 1–5. DOI: [10.1007/s10600-020-02942-2](https://doi.org/10.1007/s10600-020-02942-2).
- 75 胡珊珊, 梁梦洁, 徐兴梦, 等. 同时蒸馏-萃取牛蒡子挥发油化学成分的 GC-MS 分析 [J]. 昆明学院学报, 2018, 40(3): 95–99. [Hu SS, Liang MJ, Xu XM, et al. GC-MS analysis on the chemical components of *Arctium Lappa* L. essential oil by simultaneous distillation extraction[J]. Journal of Kunming University, 2018, 40(3): 95–99.] DOI: [10.14091/j.cnki.kmxyxb.2018.03.019](https://doi.org/10.14091/j.cnki.kmxyxb.2018.03.019).
- 76 高奕红, 张知侠. 牛蒡子精油的提取及成分分析 [J]. 广东化工, 2019, 46(11): 29–30. [Gao YH, Zhang ZX. Extraction and component analysis of essential oil from *Arctium lappa*[J]. Guangdong Chemical Industry, 2019, 46(11): 29–30.] DOI: [10.3969/j.issn.1007-1865.2019.11.013](https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-1865.2019.11.013).
- 77 赵杨. 牛蒡化学成分的研究 [D]. 齐齐哈尔: 齐齐哈尔大学, 2013. <https://cdmd.cnki.com.cn/Article/CDMD-10232-1013340173.htm>.
- 78 罗永明, 朱英, 李斌, 等. 牛蒡子挥发油成分的 GC-MS 分析 [J]. 中药材, 1997, 20(12): 621–623. [Luo YM, Zhu Y, Li B, et al. GC-MS analysis of volatile oil components in the fruits of *Arctium lappa* L.[J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 1997, 20(12): 621–623.] DOI: [10.13863/j.issn1001-4454.1997.12.014](https://doi.org/10.13863/j.issn1001-4454.1997.12.014).
- 79 刘军海, 崔庆新, 程霜. 牛蒡籽油理化特性及脂肪酸组成的研究 [J]. 中国油脂, 2000, 25(2): 51–52. [Liu JH, Cui QX, Cheng S. Study on the physicochemical properties and fatty acid composition of *Arctium lappa* L. seed oil[J]. China Oils and Fats, 2000, 25(2): 51–52.] DOI: [10.3321/j.issn:1003-7969.2000.02.020](https://doi.org/10.3321/j.issn:1003-7969.2000.02.020).
- 80 柳仁民, 张坤, 崔庆新. 牛蒡籽油的超临界 CO₂ 流体萃取研究 [J]. 聊城师院学报 (自然科学版), 2002, 15(4): 32–35. [Liu RM, Zhang K, Cui QX. Study on extraction of lappa seed oil by supercritical carbon dioxide[J]. Journal of Liaocheng University (Natural Science Edition), 2002, 15(4): 32–35.] DOI: [10.3969/j.issn.1672-6634.2002.04.012](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-6634.2002.04.012).

- 81 王程田, 张学杰, 李法曾, 等. 牛蒡籽油中脂肪酸成分的气相色谱质谱联用分析[J]. 植物资源与环境学报, 2002, 11(4): 58–59. [Wang CT, Zhang XJ, Li FZ, et al. Analysis of fatty acid in *Arctium lappa* L. seed oil by GC–MS[J]. Journal of Plant Resources and Environment, 2002, 11(4): 58–59.] DOI: [10.3969/j.issn.1674-7895.2002.04.014](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-7895.2002.04.014).
- 82 丁玉萍, 崔兆杰, 邱琴, 等. 牛蒡子脂肪油的超临界 CO₂ 流体萃取及 GC–MS 分析[J]. 食品工业科技, 2006, 27(4): 73–75. [Ding YP, Cui ZJ, Qiu Q, et al. Supercritical fluid CO₂ extraction of fatty oil from *Arctium lappa* L. seed and analysis by GC/MS[J]. Science and Technology of Food Industry, 2006, 27(4): 73–75.] DOI: [10.3969/j.issn.1002-0306.2006.04.021](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-0306.2006.04.021).
- 83 卢淑君, 杨燕云, 许亮, 等. 中国牛蒡属药用植物果实脂肪油类成分 GC–MS 分析[J]. 中华中医药学刊, 2012, 30(5): 988–990. [Lu SJ, Yang YY, Xu L, et al. GC–MS analysis of constituents in fatty oils of China arctium[J]. Chinese Archives of Traditional Chinese Medicine, 2012, 30(5): 988–990.] DOI: [10.13193/j.archtcm.2012.05.62.lushj.070](https://doi.org/10.13193/j.archtcm.2012.05.62.lushj.070).
- 84 齐艳明. 牛蒡化学成分研究[D]. 齐齐哈尔: 齐齐哈尔大学, 2012: 54. <https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotol-QQHE201202008.htm>.
- 85 Ferracane R, Graziani G, Gallo M, et al. Metabolic profile of the bioactive compounds of burdock (*Arctium lappa*) seeds, roots and leaves[J]. J Pharm Biomed Anal, 2010, 51(2): 399–404. DOI: [10.1016/j.jpba.2009.03.018](https://doi.org/10.1016/j.jpba.2009.03.018).
- 86 Liu J, Cai YZ, Wong RN, et al. Comparative analysis of caffeoylquinic acids and lignans in roots and seeds among various burdock (*Arctium lappa*) genotypes with high antioxidant activity[J]. J Agric Food Chem, 2012, 60(16): 4067–1075. DOI: [10.1021/jf2050697](https://doi.org/10.1021/jf2050697).
- 87 Tezuka Y, Yamamoto K, Awale S, et al. Anti-austeric activity of phenolic constituents of seeds of *Arctium lappa*[J]. Nat Prod Commun, 2013, 8(4): 463–466. DOI: [10.1177/1934578X1300800414](https://doi.org/10.1177/1934578X1300800414).
- 88 黄小英. 牛蒡子化学成分及药理活性研究[D]. 北京: 北京协和医学院, 2015. DOI: [10.7666/d.Y2817957](https://doi.org/10.7666/d.Y2817957).
- 89 刘双, 张红艳, 董红敬. 果实类药食同源中药多糖化学结构及药理作用研究进展[J]. 辽宁中医药大学学报, 2022, 24(12): 107–113. [Liu S, Zhang HY, Dong HJ. Research progress on the chemical structure and pharmacological effects of polysaccharides from medicinal and edible plants of fruits[J]. Journal of Liaoning University of TCM, 2022, 24(12): 107–113.] DOI: [10.13194/j.issn.1673-842x.2022.12.019](https://doi.org/10.13194/j.issn.1673-842x.2022.12.019).
- 90 高浩天. 牛蒡子多糖的制备、结构鉴定及降糖活性研究[D]. 西安: 陕西科技大学, 2021. <https://cdmd.cnki.com.cn/Article/CDMD-10708-1021098832.htm>.
- 91 马天宇, 陈燕平, 程素盼, 等. 牛蒡子研究进展[J]. 辽宁中医药大学学报, 2018, 20(9): 113–116. [Ma TY, Chen YP, Cheng SP, et al. Research progress of *Fructus arctii*[J]. Journal of Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, 2018, 20(9): 113–116.] DOI: [10.13194/j.issn.1673-842x.2018.09.032](https://doi.org/10.13194/j.issn.1673-842x.2018.09.032).
- 92 何钦, 刘缘章, 白发平, 等. 牛蒡子炮制前后水煎液中主要成分含量变化研究[J]. 世界中西医结合杂志, 2016, 11(4): 506–509. [He Q, Liu YZ, Bai FP, et al. Study on the content change of the main compositions in the decoction before and after the processing of *Fructus arctii*[J]. World Journal of Integrated Traditional and Western Medicine, 2016, 11(4): 506–509.] DOI: [10.13935/j.cnki.sjzx.160419](https://doi.org/10.13935/j.cnki.sjzx.160419).
- 93 叶欣, 卢金清, 曹利, 等. 牛蒡子炒制前后挥发性成分的比较[J]. 中药材, 2017, 40(7): 1586–1589. [Ye X, Lu JQ, Cao L, et al. Comparison of volatile components in *Arctii fructus* before and after stir-frying[J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2017, 40(7): 1586–1589.] DOI: [10.13863/j.issn1001-4454.2017.07.018](https://doi.org/10.13863/j.issn1001-4454.2017.07.018).
- 94 袁颖, 冉小库, 徐煜彬, 等. 牛蒡子炮制前后化学成分变化研究[J]. 中国现代中药, 2015, 17(8): 791–795, 811. [Yuan Y, Ran XK, Xu YB, et al. Studies on change of chemical constituents in *Arctii fructus* after processing[J]. Modern Chinese Medicine, 2015, 17(8): 791–795, 811.] DOI: [10.13313/j.issn.1673-4890.2015.8.007](https://doi.org/10.13313/j.issn.1673-4890.2015.8.007).
- 95 胡静, 秦昆明, 童黄锦, 等. 牛蒡子炒制过程中脂肪油成分的变化[J]. 中成药, 2017, 39(5): 1014–1017. [Hu J, Qin KM, Tong HJ, et al. Changes of fatty oils in *Arctii fructus* during stir-frying[J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2017, 39(5): 1014–1017.] DOI: [10.3969/j.issn.1001-1528.2017.05.028](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1528.2017.05.028).
- 96 Wang GM, Ge L, Liu TY, et al. The therapeutic potential of arctigenin against multiple human diseases: a mechanistic review[J]. Phytomedicine, 2023, 110: 154647. DOI: [10.1016/j.phymed.2023.154647](https://doi.org/10.1016/j.phymed.2023.154647).
- 97 Shi H, Zhao LP, Guo XL, et al. Arctigenin attenuates breast cancer progression through decreasing GM–CSF/TSLP/STAT3/β–catenin signaling[J]. Int J Mol Sci, 2020, 21(17): 6357. DOI: [10.3390/ijms21176357](https://doi.org/10.3390/ijms21176357).
- 98 Arif SH. Correlation of S100A4 and S100A14 expression with clinico–pathological features and tumor location in colorectal cancer patients[J]. Cureus, 2024, 16(7): e65615. DOI: [10.7759/cureus.65615](https://doi.org/10.7759/cureus.65615).
- 99 Lee CY, Hsin MC, Chen PN, et al. Arctiin inhibits cervical cancer cell migration and invasion through suppression of S100A4 expression via PI3K/Akt pathway[J]. Pharmaceutics, 2022, 14(2): 365. DOI: [10.3390/pharmaceutics14020365](https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14020365).
- 100 Zhou M, Li GB, Zhu LC, et al. Arctiin attenuates high glucose–induced human retinal capillary endothelial cell proliferation by regulating ROCK1/PTEN/PI3K/Akt/VEGF pathway *in vitro*[J]. J Cell Mol Med, 2020, 24(10): 5695–5706. DOI: [10.1111/jcmm.15232](https://doi.org/10.1111/jcmm.15232).
- 101 Wolosowicz M, Prokopiuk S, Kaminski TW. Recent advances in the treatment of insulin resistance targeting molecular and metabolic pathways: fighting a losing battle?[J]. Medicina (Kaunas), 2022, 58(4): 472. DOI: [10.3390/medicina58040472](https://doi.org/10.3390/medicina58040472).
- 102 Zhou YY, Liu LN, Xiang RX, et al. Arctigenin mitigates insulin resistance by modulating the IRS2/GLUT4 pathway via TLR4 in type 2 diabetes mellitus mice[J]. Int Immunopharmacol, 2023, 114: 109529. DOI: [10.1016/j.intimp.2022.109529](https://doi.org/10.1016/j.intimp.2022.109529).
- 103 Zhong YF, Lee K, Deng YY, et al. Arctigenin attenuates diabetic

- kidney disease through the activation of PP2A in podocytes[J]. Nat Commun, 2019, 10(1): 4523. DOI: [10.1038/s41467-019-12433-w](https://doi.org/10.1038/s41467-019-12433-w).
- 104 夏阿信, 向双娣, 苏小璞, 等. 基于 IL-25/NF- κ B 信号通路探讨益气温阳护卫汤对支气管哮喘大鼠气道炎症的改善作用[J]. 中成药, 2024, 46(2): 431–436. [Xia AX, Xiang SD, Su XP, et al. Efficacy of Yiqi Wenyang Huwei decoction on airway inflammation in bronchial asthma in rats based on IL-25/NF- κ B signaling pathway[J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2024, 46(2): 431–436.] DOI: [10.3969/j.issn.1001-1528.2024.02.013](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1528.2024.02.013).
- 105 Yuan L, Sun C. The protective effects of Arctiin in asthma by attenuating airway inflammation and inhibiting p38/NF- κ B signaling[J]. Aging(Albany NY), 2024, 16(6): 5038. DOI: [10.18632/aging.205584](https://doi.org/10.18632/aging.205584).
- 106 李家驹, 黄佑娇, 李远迪, 等. 牛蒡子苷元对葡聚糖硫酸钠诱导的小鼠炎症性肠病的治疗作用及机制 [J]. 中国免疫学杂志, 2023, 39(10): 2166–2170. [Li JJ, Huang YJ, Li YD, et al. Therapeutic effect and mechanism of arctigenin on dextran sodium sulfate induced inflammatory bowel disease in mice[J]. Chinese Journal of Immunology, 2023, 39(10): 2166–2170.] DOI: [10.3969/j.issn.1000-484X.2023.10.026](https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-484X.2023.10.026).
- 107 潘博雅, 孟宪群, 康廷国, 等. 基于响应面法优化牛蒡子多糖提取工艺及对细胞抗炎作用研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2024, 36(1): 102–108. [Pan BY, Meng XQ, Kang TG, et al. Optimization of extraction process of Arctii fructus polysaccharide based on response surface method and its anti-inflammatory effect on cells[J]. Natural Product Research and Development, 2024, 36(1): 102–108.] DOI: [10.16333/j.1001-6880.2024.1.012](https://doi.org/10.16333/j.1001-6880.2024.1.012).
- 108 Dias MM, Zuza O, Riani LR, et al. In vitro schistosomicidal and antiviral activities of *Arctium lappa* L. (Asteraceae) against *Schistosoma mansoni* and Herpes simplex virus-1[J]. Biomed Pharmacother, 2017, 94: 489–498. DOI: [10.1016/j.biopha.2017.07.116](https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.07.116).
- 109 Hayashi K, Narutaki K, Nagaoka Y, et al. Therapeutic effect of arctiin and arctigenin in immunocompetent and immunocompromised mice infected with influenza A virus[J]. Biol Pharm Bull, 2010, 33(7): 1199–1205. DOI: [10.1248/bpb.33.1199](https://doi.org/10.1248/bpb.33.1199).
- 110 Wang YS, Li XP, Pu SW, et al. Ameliorative effects of arctigenin on pulmonary fibrosis induced by bleomycin via the antioxidant activity[J]. Oxid Med Cell Longev, 2022, 2022: 3541731. DOI: [10.1155/2022/3541731](https://doi.org/10.1155/2022/3541731).
- 111 Lyu MJ, Chen SY, Shan MW, et al. Arctigenin induces activated HSCs quiescence via AMPK-PPAR γ pathway to ameliorate liver fibrosis in mice[J]. Eur J Pharmacol, 2024, 974: 176629. DOI: [10.1016/j.ejphar.2024.176629](https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2024.176629).
- 112 Qi Y, Dou DQ, Jiang H, et al. Arctigenin attenuates learning and memory deficits through PI3k/Akt/GSK-3 β pathway reducing tau hyperphosphorylation in A β -Induced AD mice[J]. Planta Med, 2017, 83(1–2): 51–56. DOI: [10.1055/s-0042-107471](https://doi.org/10.1055/s-0042-107471).
- 113 Liu CY, Zhou Y, Chen T, et al. AMPK/SIRT1 pathway is involved in arctigenin-mediated protective effects against myocardial ischemia-reperfusion injury[J]. Front Pharmacol, 2021, 11: 616813. DOI: [10.3389/fphar.2020.616813](https://doi.org/10.3389/fphar.2020.616813).
- 114 Hu J, Shi Y, Yang B, et al. Changes in chemical components and antitumor activity during the heating process of Fructus Arctii[J]. Pharm Biol, 2019, 57(1): 363–368. DOI: [10.1080/13880209.2019.1616778](https://doi.org/10.1080/13880209.2019.1616778).
- 115 邵晶, 文喜艳, 王兰霞, 等. 牛蒡子不同炒制品中的成分与含量及其对动物的抗炎活性对比研究 [J]. 中国临床药理学杂志, 2017, 33(15): 1464–1468. [Shao J, Wen XY, Wang LX, et al. Study on component content and anti-inflammatory activity of different processed products of Great burdock achene in animals[J]. The Chinese Journal of Clinical Pharmacology, 2017, 33(15): 1464–1468.] DOI: [10.13699/j.cnki.1001-6821.2017.15.025](https://doi.org/10.13699/j.cnki.1001-6821.2017.15.025).

收稿日期: 2025 年 05 月 12 日 修回日期: 2025 年 08 月 06 日
本文编辑: 钟巧妮 李 阳