

泽泻及其炮制品化学成分和药理作用的研究进展

戴梦翔¹, 金姝娜², 宋成武³, 李 森^{4*}

1. 孝感市中医医院 药剂科, 湖北 孝感 432000

2. 湖北中医药大学基础医学院, 湖北 武汉 430065

3. 湖北中医药大学药学院, 湖北 武汉 430065

4. 华中科技大学同济医学院附属协和医院 药学部, 湖北 武汉 430022

摘 要: 泽泻 *Alisma Rhizoma* 是具有着悠久使用历史的传统中药, 具有利水渗湿、泄热、化浊调脂之功效。历代医书古籍中均有记载, 是许多经典名方的主要组成部分。泽泻有多种炮制品, 随着泽泻炮制工艺的历史变革以及使用需求的改变, 目前以盐泽泻和麸泽泻最为常用。由于不同的炮制方法对泽泻的化学成分种类、含量有着不同程度的影响, 其炮制品的药理作用也不尽相同。目前尚未有文献对泽泻及其炮制品的差异进行系统比较和总结。通过对泽泻及其炮制品的化学成分、药理作用、炮制机制等方面的研究进行系统梳理, 为泽泻药材的合理使用、质量控制、炮制工艺研究及开发利用提供参考。

关键词: 泽泻; 炮制; 三萜; 24-乙酰泽泻醇 A; 23-乙酰泽泻醇 B; 盐泽泻; 麸泽泻; 质量控制

中图分类号: R284; R285 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2023)05-1620-16

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2023.05.029

Research progress on chemical constituents and pharmacological effects of *Alisma Rhizoma* and its processed products

DAI Meng-xiang¹, JIN Shu-na², SONG Cheng-wu³, LI Sen⁴

1. Department of Pharmacy, Xiaogan Chinese Medical Hospital, Xiaogan 432000, China

2. College of Basic Medicine, Hubei University of Chinese Medicine, Wuhan 430065, China

3. College of Pharmacy, Hubei University of Chinese Medicine, Wuhan 430065, China

4. Department of Pharmacy, Union Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430022, China

Abstract: *Alisma Rhizoma*, a traditional Chinese medicine with a long history of use, has good therapeutic effects for promoting water metabolism, removing dampness, resolving turbidity and regulating blood lipids. It has been recorded in ancient medical books for many generations and is the main component of many classic recipes. There are many kinds of processed *Alisma Rhizoma*. With the historical change of processing technology and the change of use demand, salt-processed *Alisma Rhizoma*, and bran-processed *Alisma Rhizoma* are the most commonly used at present. Because different processing methods have different effects on the chemical composition and content of *Alisma Rhizoma*, the pharmacological effects of processed *Alisma Rhizoma* are also different. At present, there is no literature to systematically compare and summarize the differences between *Alisma Rhizoma* and its processed products. The chemical composition, pharmacological effects, processing mechanism of *Alisma Rhizoma* and its processed products are systematically sorted out to provide reference for the rational use, quality control, processing technology research, development and utilization of *Alisma Rhizoma*.

Key words: *Alisma Rhizoma*; processing; triterpenes; alisol A 24-acetate; alisol B 23-acetate; salt-processed *Alisma Rhizoma*; bran-processed *Alisma Rhizoma*; quality control

收稿日期: 2022-12-26

基金项目: 国家自然科学基金青年资助项目 (81803717)

作者简介: 戴梦翔 (1997—), 男, 中药学硕士, 药师, 从事中药药效成分分析研究。E-mail: dm199704@163.com

*通信作者: 李 森, 主管药师, 从事中药药效成分及质量控制研究。Tel: (027)85726062 E-mail: lisentome728@hotmail.com

泽泻 *Alisma Rhizoma* 为泽泻科植物东方泽泻 *Alisma orientale* (Sam.) Juzep. 或泽泻 *A. plantago-aquatica* Linn. 的干燥块茎。其广泛种植于江西、广东、广西、福建、四川等地，是四川和福建的道地药材^[1]。中医理论认为其性寒，味甘、淡，归肾、膀胱经，具有利水渗湿、泄热、化浊调脂之功效^[2]。泽泻已有上千年的使用历史，《神农本草经》《本草纲目》《伤寒论》等经典古籍均有记载，六味地黄丸、五苓散、龙胆泻肝汤、泽泻汤等经典名方中均有泽泻的配伍使用。泽泻的化学成分主要包括三萜类、二萜类、倍半萜类、多糖类、酚类、氨基酸和各种微量元素等，其中三萜类化合物为其主要药效成分。现代药理学研究表明，泽泻除了利尿作用以外，还有调血脂、降糖、抗肿瘤、抗病毒等多种功效^[3-7]。

炮制古称“炮炙”“修治”“修事”“修制”等，指中药原料经过烘、炮、泡、漂、蒸、煮等方法制成药物的过程^[8]。泽泻的炮制方法早在南北朝刘宋时期《雷公炮炙论》中便有记载：“细挫，酒浸一宿，漉出，晒干任用”；宋代出现酒制泽泻和炒泽泻，随后历代又出现了盐制、蒸制和米泔水制等炮制方法^[9]。关于泽泻炮制功效的记载最早出现于清代：“健脾生用或酒炒用，滋阴利水盐水炒。”然而随着炮制工艺的历史变革，沿用的泽泻炮制方法为净制、切制、盐制和炒制，目前我国各省市炮制规范中记载的泽泻炮制品主要有生泽泻、清炒泽泻、麸泽泻、盐泽泻和土泽泻 5 种^[10]，而《中国药典》2020 年版收载的泽泻炮制品仅有盐泽泻，此外临床常用的还有麸泽泻^[11]。

由于泽泻的炮制方法不同，必然导致其炮制品化学成分和药理作用的改变。本文查阅了近年来有关泽泻、盐泽泻和麸泽泻的研究进展，对其化学成分和药理作用进行系统的总结和比较，以期对泽泻及其炮制品的临床合理使用、质量控制、炮制工艺优化及进一步开发利用提供重要的参考依据。

1 泽泻化学成分

自 20 世纪 60 年代，中国、日本、韩国等国家已对泽泻进行了研究，由于泽泻入药部位主要为根茎，目前对其化学成分的研究也主要集中在根茎上。萜类化合物被认为是泽泻的主要成分，原萜烷型四环三萜及愈创木烷型倍半萜为泽泻的特征化合物^[7]。原萜烷型三萜主要包括泽泻醇 A~I 及其衍生物，而愈创木烷型倍半萜主要包括泽泻烯醇、环氧泽泻烯、orientalols A~F 以及 orientalols sulphate 等化合物。此外，泽泻中还含有少量的二萜类、黄酮类、生物碱类、天冬酰胺类、植物甾醇类、脂肪酸类等化合物^[12]。

1.1 三萜类化合物

三萜类化合物是泽泻中的主要生物活性成分。Murata 等^[13]从泽泻中首次分离得到 23-乙酰泽泻醇 C、泽泻醇 A、泽泻醇 B 及其衍生物，该类化合物均有原萜烷型四环骨架结构，具有 A/B、B/C 和 C/D 环的反式结构特征，同时 C-8、C-10 和 C-14 位存在 α -CH₃ 或 β -CH₃ 取代，C-17 侧链存在多羟基或乙酰基取代。目前已从泽泻属植物中分离鉴定出 129 种三萜，具体名称和结构见表 1 和图 1。

表 1 泽泻中的三萜类化合物
Table 1 Triterpenes in *Alisma Rhizoma*

编号	化合物名称	化学式	文献	编号	化合物名称	化学式	文献
1	23-乙酰泽泻醇 B	C ₃₂ H ₅₀ O ₅	14	14	23-乙酰泽泻醇 A	C ₃₂ H ₅₂ O ₆	23
2	泽泻醇 A	C ₃₀ H ₅₀ O ₅	15	15	25-anhydro-alisol A 11-acetate	C ₃₂ H ₅₀ O ₅	24
3	24-乙酰泽泻醇 A	C ₃₂ H ₅₂ O ₆	16	16	25-O-ethylalisol A	C ₃₂ H ₅₄ O ₅	25
4	泽泻醇 B	C ₃₀ H ₄₈ O ₄	17	17	alisol B 11-monoacetate	C ₃₂ H ₅₀ O ₅	16
5	泽泻醇 W	C ₃₀ H ₄₈ O ₄	18	18	25-anhydro-alisol A 24-acetate	C ₃₂ H ₅₀ O ₅	24
6	alisanin A	C ₃₄ H ₄₆ O ₃	19	19	alisanin I	C ₃₀ H ₄₈ O ₄	26
7	alisanin B	C ₂₉ H ₄₈ O ₃	19	20	alisanol H	C ₂₉ H ₄₄ O ₃	27
8	25-O-methylalisol A	C ₃₁ H ₅₂ O ₅	16	21	25-obutyl alisol A	C ₃₄ H ₅₈ O ₅	27
9	泽泻醇 G	C ₃₀ H ₄₈ O ₄	20	22	16 β -hydroperoxy alisol B 23-acetate	C ₃₂ H ₅₀ O ₇	28
10	泽泻醇 E	C ₃₀ H ₅₀ O ₅	20	23	16S,24S-dihydroxy-24-deacetyl-alisol O	C ₃₀ H ₄₆ O ₅	29
11	23-乙酰泽泻醇 E	C ₃₂ H ₅₂ O ₆	20	24	16 β -hydroperoxy alisol B	C ₃₀ H ₄₈ O ₆	28
12	24-乙酰泽泻醇 E	C ₃₂ H ₅₂ O ₆	21	25	16 β -methoxy alisol B	C ₃₁ H ₅₀ O ₅	28
13	泽泻醇 X	C ₃₀ H ₄₆ O ₃	22	26	16 β -methoxy alisol E	C ₃₁ H ₅₂ O ₆	28

续表 1

编号	化合物名称	化学式	文献	编号	化合物名称	化学式	文献
27	16 β ,25-dimethoxyalisol E	C ₃₂ H ₅₄ O ₆	28	69	alisol D acetate	C ₃₄ H ₅₂ O ₇	42
28	16 β -hydroperoxy alisol E	C ₃₀ H ₅₀ O ₇	28	70	11-去氧-23-乙酰泽泻醇 C	C ₃₂ H ₄₈ O ₅	16
29	泽泻醇 T	C ₃₁ H ₅₀ O ₅	28	71	24-乙酰泽泻醇 F	C ₃₂ H ₅₀ O ₆	43
30	16 β -methoxy alisol B monoacetate	C ₃₃ H ₅₂ O ₆	30	72	24-deacetyl-alisol O	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	44
31	16 β -hydroxy-alisol B 23-acetate	C ₃₂ H ₅₀ O ₆	30	73	泽泻醇 O	C ₃₂ H ₄₈ O ₅	7
32	15,16-dihydroalisol A	C ₃₀ H ₄₈ O ₅	25	74	泽泻醇 F	C ₃₀ H ₄₈ O ₅	41
33	16 β -ethoxy alisol B 23-acetate	C ₃₄ H ₅₄ O ₆	27	75	25-methoxyalisol F	C ₃₁ H ₅₀ O ₅	28
34	16 β -acetoxy alisol B	C ₃₂ H ₅₀ O ₆	31	76	16,23 氧化泽泻醇 B	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	16
35	16 α -acetoxy alisol B	C ₃₂ H ₅₀ O ₆	31	77	25-anhydro-alisol F	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	45
36	11-去氧泽泻醇 A	C ₃₀ H ₅₀ O ₄	16	78	alisol F diacetate	C ₃₄ H ₅₂ O ₇	14
37	11-去氧-23-乙酰泽泻醇 B	C ₃₂ H ₅₀ O ₄	32	79	泽泻醇 I	C ₃₀ H ₄₆ O ₃	40
38	11-去氧泽泻醇 B	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	32	80	alisolide A	C ₂₆ H ₃₆ O ₅	36
39	11-deoxy-25-anhydroalisol E	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	25	81	alisolide B	C ₂₆ H ₃₆ O ₆	36
40	23-乙酰泽泻醇 C	C ₃₂ H ₄₈ O ₆	32	82	alisolide D	C ₃₀ H ₄₆ O ₆	36
41	泽泻醇 L	C ₃₀ H ₄₄ O ₄	33	83	17- <i>epi</i> alisolide	C ₂₆ H ₃₆ O ₄	46
42	23-乙酰泽泻醇 L	C ₃₂ H ₄₆ O ₅	20	84	alisol J 23-acetate	C ₃₂ H ₄₆ O ₆	40
43	16-oxo-alisol A	C ₃₀ H ₄₈ O ₆	34	85	alisol K 23-acetate	C ₃₂ H ₄₆ O ₆	40
44	泽泻醇 C	C ₃₀ H ₄₆ O ₅	16	86	alisol Q 23-acetate	C ₃₂ H ₄₈ O ₆	6
45	16-oxo-11-anhydro-alisol A	C ₃₀ H ₄₆ O ₅	35	87	alisolide	C ₂₆ H ₃₆ O ₄	47
46	alisolide H	C ₃₀ H ₄₄ O ₆	36	88	alisanol M	C ₃₀ H ₄₈ O ₆	38
47	alisolide I	C ₃₅ H ₅₂ O ₆	36	89	alisolide G	C ₃₂ H ₄₈ O ₆	36
48	11,24-dehydroxy-alisol H	C ₃₁ H ₄₈ O ₆	12	90	alisolide C	C ₂₆ H ₃₈ O ₅	36
49	16-oxo-11-anhydroalisol A 24-acetate	C ₃₂ H ₄₈ O ₆	37	91	alisolide E	C ₃₀ H ₄₈ O ₆	36
50	16-oxo-alisol A 23-acetate	C ₃₂ H ₅₀ O ₇	33	92	alisolide F	C ₃₀ H ₄₆ O ₅	36
51	16-oxo-alisol A 24-acetate	C ₃₂ H ₅₀ O ₇	33	93	neotalisol	C ₃₀ H ₄₈ O ₅	24
52	alisanol A	C ₃₀ H ₄₄ O ₅	25	94	23-乙酰泽泻醇 S	C ₃₂ H ₅₀ O ₆	28
53	alisanol B	C ₃₀ H ₄₄ O ₄	25	95	泽泻醇 U	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	28
54	alisanol C	C ₃₂ H ₄₈ O ₆	25	96	泽泻醇 V	C ₃₁ H ₅₀ O ₅	28
55	20-hydroxyalisol C	C ₃₀ H ₄₆ O ₆	25	97	neotalisol 11,24-diacetate	C ₃₄ H ₅₂ O ₇	14
56	alisanol G	C ₂₄ H ₃₂ O ₃	25	98	24- <i>epi</i> alisanol D	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	46
57	alisanol O	C ₃₀ H ₄₆ O ₆	38	99	alisanol D	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	25
58	alisanol P	C ₃₀ H ₄₆ O ₇	38	100	alisanol Q	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	38
59	12-hydroxy-16-oxo-alisol A 24 acetate	C ₃₂ H ₅₀ O ₈	39	101	11-去氧-13 β ,17 β -环氧泽泻醇 A	C ₃₀ H ₅₀ O ₅	16
60	23-乙酰泽泻醇 M	C ₃₂ H ₄₈ O ₇	40	102	11-去氧-13 β ,17 β -环氧-23-乙酰泽泻醇 B	C ₃₂ H ₅₀ O ₅	16
61	11-deoxy-16-oxo-alisol A	C ₃₀ H ₄₈ O ₅	33	103	11-去氧泽泻醇 D	C ₃₀ H ₄₈ O ₄	40
62	13 β ,17 β -环氧泽泻醇 A	C ₃₀ H ₅₀ O ₆	41	104	alimalactone 23-acetate	C ₃₂ H ₄₈ O ₇	48
63	13 β ,17 β -环氧-24-乙酰泽泻醇 A	C ₃₂ H ₅₂ O ₇	21	105	泽泻醇 P	C ₃₀ H ₄₈ O ₇	47
64	13 β ,17 β -epoxy-24,25,26,27-tetranor-alisol A 23-oic acid	C ₂₆ H ₄₀ O ₅	37	106	3-methyl-alimalactone 23-acetate	C ₃₃ H ₅₀ O ₇	20
65	泽泻醇 D	C ₃₂ H ₅₀ O ₆	42	107	11,25-anhydro-alisol F	C ₃₁ H ₄₆ O ₃	49
66	泽泻醇 H	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	20	108	5 β ,29-dihydroxy alisol A	C ₃₀ H ₅₀ O ₇	50
67	11-去氧泽泻醇 C	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	42	109	alimaketone B 23-acetate	C ₃₂ H ₅₀ O ₆	20
68	13 β ,17 β -环氧泽泻醇 B	C ₃₀ H ₄₈ O ₅	16	110	alisanol E	C ₃₀ H ₄₄ O ₄	25
				111	16-methoxy-alisol 23-acetate	C ₃₂ H ₅₀ O ₅	14

续表 1

编号	化合物名称	化学式	文献	编号	化合物名称	化学式	文献
112	alismarin C	C ₃₂ H ₄₈ O ₆	19	121	alismanol J	C ₃₀ H ₄₄ O ₄	27
113	23-乙酰泽泻醇 N	C ₃₂ H ₅₀ O ₆	40	122	7 α -hydroxy alisol A	C ₃₀ H ₅₀ O ₆	27
114	16-oxo-23-deoxy-alisol A	C ₃₀ H ₄₈ O ₅	35	123	7 β -hydroxy alisol A	C ₃₀ H ₅₀ O ₆	27
115	3-oxo-16-oxo-11-anhydroalisol A	C ₃₀ H ₄₄ O ₆	25	124	7 α ,12 α -dihydroxy alisol A	C ₃₀ H ₅₀ O ₇	27
116	alismanol F	C ₂₉ H ₄₆ O ₅	25	125	7 α -hydroxy-24-oxo alisol A	C ₃₀ H ₄₈ O ₅	27
117	泽泻醇 R	C ₂₂ H ₃₂ O ₃	28	126	7 α ,12 α -dihydroxy-24-oxo alisol A	C ₃₀ H ₄₈ O ₇	27
118	alisketone A 23-acetate	C ₃₂ H ₅₀ O ₆	48	127	dehydro-16-oxo-alisol A	C ₃₀ H ₄₆ O ₆	34
119	alisketone C 23-acetate	C ₃₂ H ₄₈ O ₆	20	128	23-acetate-25-anhydroalisol E	C ₃₀ H ₅₀ O ₅	51
120	alismanol I	C ₂₂ H ₃₂ O ₄	27	129	24-acetate-25-anhydroalisol E	C ₃₀ H ₅₀ O ₅	51

1.2 倍半萜类化合物

倍半萜类化合物是泽泻中的另一类主要成分,是由 3 个异戊二烯单元组成的萜类化合物。Yoshiteru 等^[52]于 1983 年首次从泽泻中分离出 2 种愈创木烷型倍半萜化合物。Yoshikawa 等^[53-54]于泽泻中发现了愈创木烷型倍半萜化合物 germacrene C、germacrene D、orientalol A、orientalol B、orientalol C、sulfoorientalol A、sulfoorientalol B、sulfoorientalol C 和 sulfoorientalol D。彭国平等^[55]从泽泻中首次分离出刺参烷型倍半萜类化合物 orientalol E、orientalol F 和 oplopanane。目前为止,在泽泻中已发现了包括愈创木烷型、吉马烷型、桉叶烷型、刺参烷型和苍耳烷型等在内的 58 种倍半萜,倍半萜化合物总结及其结构见表 2 和图 2。

1.3 二萜类化合物

迄今为止,从泽泻中分离得到的二萜类化合物只有 3 个,且都为贝壳杉烷型二萜。Nakajima 等^[16]首次从泽泻中分离得到 16(R)-ent-kaurane-2,12-dione。彭国平等^[67]从泽泻中分离得到 2 种新的二萜类化合物 oriditerpenol 和 oriditerpenoside。

1.4 其他成分

泽泻中除了三萜类、倍半萜类和二萜类成分外,还有黄酮类、多糖类等化合物。目前,从泽泻中分离得到的黄酮类化合物有 9 种,包括 robustaflavone、amentoflavone、2,2',4-trihydroxychalcone、daidzein、calycosin、7-hydroxy-coumarin、apigene、luteolin 和 emodin^[49,60,68-69]。Tomoda 等^[70-71]首次从泽泻中分离得到多糖类成分 alisman PIIF,并分离得到 alisman SI。除此之外,还有 alisman PII、manninotriose、verbascotetraose、verbascose、 β -D-fructofuranose、5-hydroxymethylfuraldehyde、 α -D-fructofuranose、ethyl α -D-fructofuranoside 和 ethyl β -D-fructofuranoside 等

多糖化合物^[69,71-72]。

2 泽泻的药理作用

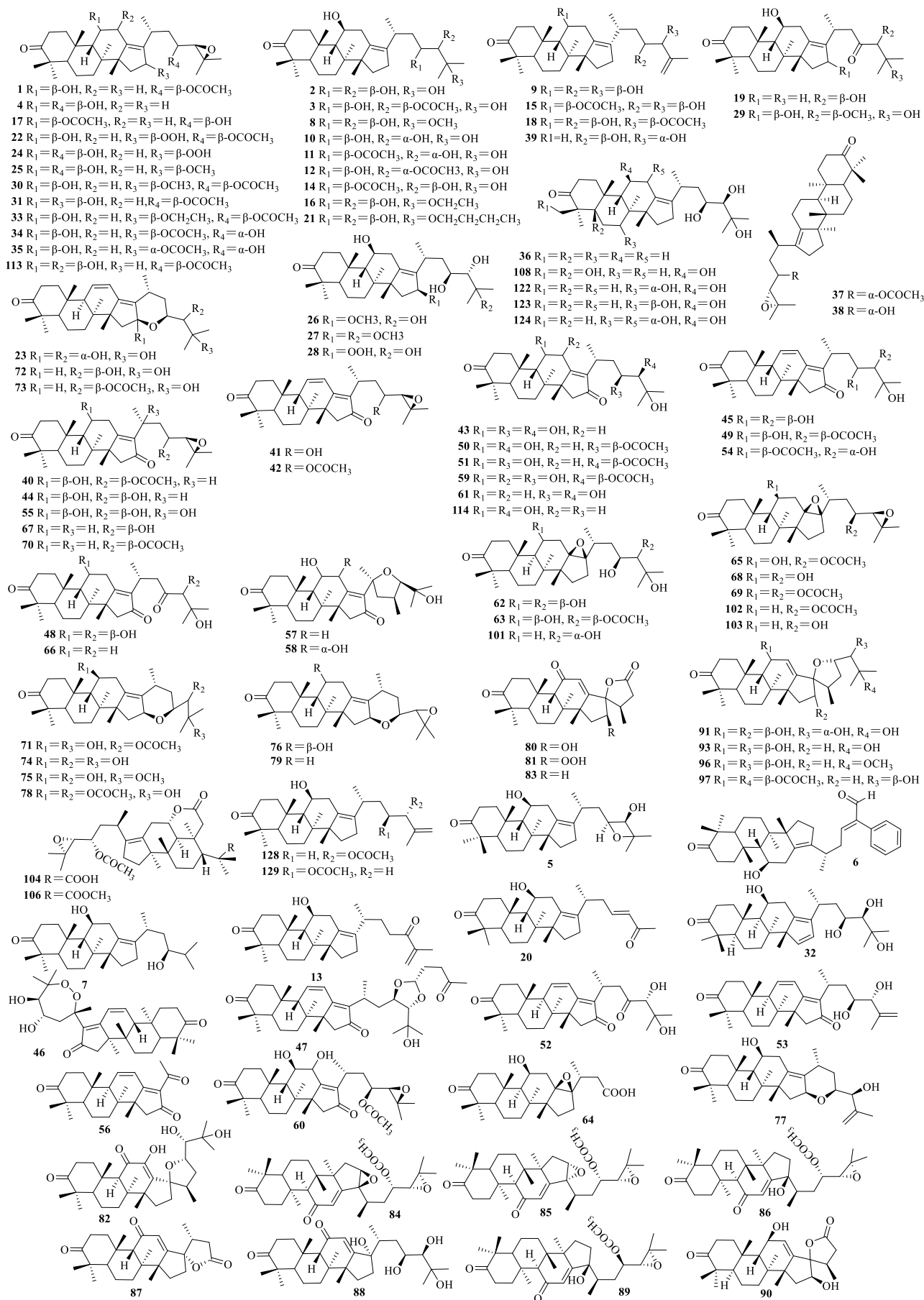
《中国药典》2020 年版中记载泽泻主要用于小便不利、水肿胀满、泄泻尿少、痰饮眩晕、热淋涩痛和高脂血症。现代药理学研究主要围绕泽泻的利尿和调脂作用,此外泽泻还有抗癌、抗炎、抗菌和抗病毒等药理活性。

2.1 利尿作用

现代医学研究已证实泽泻具有良好的利尿作用,三萜类化合物为利尿的活性成分^[73-74]。研究发现,泽泻醇提取物能显著增加大鼠尿液量和 Na⁺、K⁺离子浓度,并且下调肾髓质水通道蛋白 mRNA 表达^[75]。然而,不同极性和不同剂量的泽泻提取物对大鼠的利尿作用不同。王立新等^[74]和 Feng 等^[76]研究表明泽泻乙醇提取物比水提取物具有更强的利尿作用,且泽泻乙醇提取物低剂量(2.5、5、10 mg/kg)表现为利尿作用,高剂量(20、40、80 mg/kg)表现为抗利尿作用,其作用机制可能与肾末端血管的 Na⁺、Cl⁻协同转运蛋白有关。为了进一步筛选其利尿活性成分,Chen 等^[77]发现泽泻乙醇提取物的醋酸乙酯和正丁醇部位较强极性的成分具有更好的利尿作用,但高剂量(醋酸乙酯部位 800 mg/kg,正丁醇部位 75、100 mg/kg)却表现为抗利尿作用。Zhang 等^[78]对大鼠 ig 泽泻三萜的混合物(23-乙酰泽泻醇 B、泽泻醇 B、24-乙酰泽泻醇 A、泽泻醇 A 和 23-乙酰泽泻醇 C),通过三萜的代谢研究发现 23-乙酰泽泻醇 B 和 24-乙酰泽泻醇 A 能促进 Na⁺、K⁺和 Cl⁻的排出,发挥利尿作用,而其他成分无利尿作用。

2.2 调脂作用

血脂异常通常伴随着总胆固醇、三酰甘油、低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)含量的升高和高密度脂蛋白胆



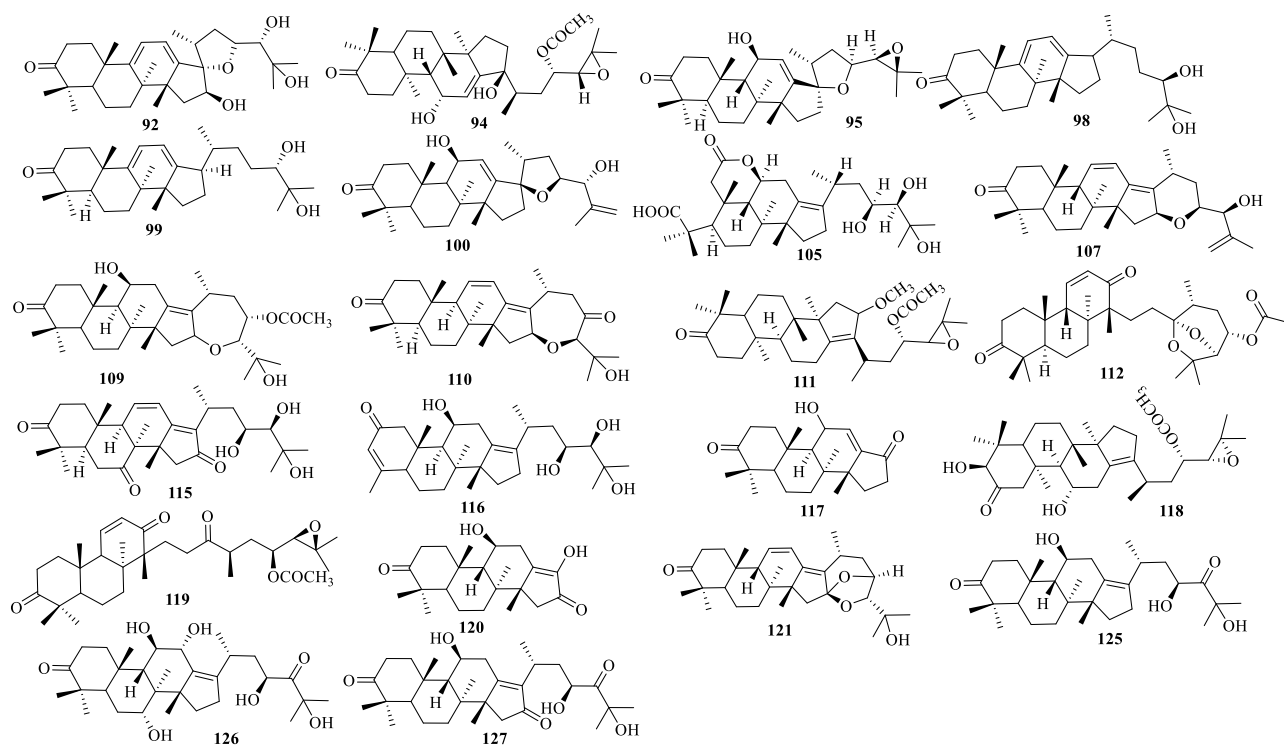


图 1 泽泻中的三萜类化合物结构

Fig. 1 Structure of triterpenes in *Alisma Rhizoma*

表 2 泽泻中的倍半萜类化合物

Table 2 Sesquiterpenoids in *Alisma Rhizoma*

编号	化合物名称	化学式	文献	编号	化合物名称	化学式	文献
130	orientalol E	C ₁₅ H ₂₆ O ₃	56	149	sulfoorientalol C	C ₁₅ H ₂₄ O ₄ S	54
131	泽泻烯醇	C ₁₅ H ₂₄ O	52	150	sulfoorientalol D	C ₁₅ H ₂₆ O ₅ S	54
132	orientalol F	C ₁₅ H ₂₄ O ₂	56	151	sulfoorientalol D monoacetate	C ₁₇ H ₂₈ O ₆ S	54
133	环氧泽泻烯	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	52	152	10-O-ethyl-alismoxide	C ₁₇ H ₃₀ O ₃	61
134	alismorientols A	C ₁₅ H ₂₈ O ₄	57	153	10-O-methoxyl-alismoxide	C ₁₆ H ₂₈ O ₂	16
135	alismorientols B	C ₁₅ H ₂₆ O ₃	57	154	1S,5S-guaia-6,7-en-4,10-diol	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	61
136	1αH,5αH-guaia-6-ene-4β,10β-diol	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	37	155	1α,5β-guaia-6,7-en-4,10-diol	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	61
137	aliguuaiaone	C ₁₅ H ₂₀ O ₄	37	156	4α,10α-dihydroxy-5β-H-gua-6-en	C ₁₅ H ₂₆ O ₃	12
138	4β,10β-dihydroxy-1αH,5βH-guaia-6-ene	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	37	157	4β,1,2-dihydroxyguaian-6,10-diene	C ₁₅ H ₂₄ O ₂	6
139	orientalol A	C ₁₄ H ₂₄ O ₃	58	158	clovandiol	C ₁₄ H ₂₄ O ₃	12
140	orientalol B	C ₁₅ H ₂₆ O ₃	58	159	germacrene D	C ₁₅ H ₂₄	58
141	10-hydroxy-7,10-epoxysalvialane	C ₁₇ H ₃₀ O ₂	37	160	germacrene C	C ₁₅ H ₂₄	56
142	ent-oplopanone	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	37	161	eudesma-4(14)-ene-1β,6α-diol	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	16
143	orientalol C	C ₁₅ H ₂₄ O ₂	57	162	oplopanone	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	55
144	orientalol D	C ₁₅ H ₂₆ O ₃	59	163	orientalol L	C ₁₅ H ₂₄ O ₃	62
145	orientalol E 6-acetate	C ₁₇ H ₃₀ O ₄	56	164	orientalol M	C ₁₅ H ₂₂ O ₄	62
146	orientanone	C ₂₀ H ₃₆ O ₆ S ₂	60	165	orientalol N	C ₁₄ H ₁₈ O ₂	62
147	sulfoorientalol A	C ₁₅ H ₂₆ O ₄ S	54	166	orientalol O	C ₁₂ H ₁₆ O ₃	62
148	sulfoorientalol B	C ₁₅ H ₂₆ O ₅ S	54	167	orientalol P	C ₁₂ H ₁₈ O ₃	62

续表 2

编号	化合物名称	化学式	文献	编号	化合物名称	化学式	文献
168	gibberodione	C ₁₆ H ₂₆ O ₂	63	178	orientalol G	C ₁₅ H ₂₂ O ₂	64
169	7 α ,10 α -epoxy-salvialan-10 β -ol	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	63	179	alisanoid B	C ₁₄ H ₂₀ O ₃	66
170	4- <i>epi</i> -alismoxide	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	64	180	alisanoid C	C ₁₅ H ₂₆ O ₃	66
171	10 α -hydroxy-4 α -methoxy-guai-6-ene	C ₁₆ H ₂₈ O ₂	65	181	1 β ,11-dihydroxy- β -cyperone	C ₁₅ H ₂₂ O ₃	31
172	11-hydroxy-8-ox-alismoxide	C ₁₅ H ₂₄ O ₄	31	182	1 β -hydroxy- β -cyperone	C ₁₅ H ₂₂ O ₂	31
173	11-oxo-13-noralismo	C ₁₄ H ₂₀ O ₂	31	183	10S-11-hydroxy- β -cyperone	C ₁₅ H ₂₂ O ₂	65
174	4 α ,12-dihydroxyguaian-6,10-diene	C ₁₅ H ₂₄ O ₂	31	184	zingibertriol	C ₁₅ H ₂₈ O ₃	65
175	ligucyperonol	C ₁₅ H ₂₂ O ₂	31	185	8 <i>R</i> -alisanoid A	C ₁₄ H ₂₀ O ₄	66
176	10- <i>O</i> -methyl-orientalol A	C ₁₆ H ₂₈ O ₃	64	186	8 <i>S</i> -alisanoid A	C ₁₄ H ₂₀ O ₄	66
177	3 β ,4 β -epoxy-chrysothol	C ₁₅ H ₂₄ O ₂	64	187	litseachromolaevane B	C ₁₅ H ₂₂ O ₂	65

固醇 (high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C) 含量的降低。作为肥胖、代谢紊乱、胰岛素抵抗和 2 型糖尿病的典型特征,血脂异常已成为心肌梗死和心血管疾病的重要危险因素^[79-80]。近年来,大量研究表明泽泻具有调节脂代谢紊乱的作用。Park 等^[3]通过研究泽泻提取物对小鼠骨髓基质 OP9 细胞分化的影响,发现泽泻提取物主要在脂肪形成的早期阶段 (第 1~2 天) 发挥抑制作用,且对 OP9 细胞分化的抑制作用是通过降低人 CCAAT 增强子结合蛋白 β 的表达来介导的,从而引起有丝分裂克隆扩增和自噬的抑制。Miao 等^[81]运用代谢组学方法研究泽泻对高脂饮食诱导的高脂血症大鼠的尿液代谢物的影响,共发现 19 个与高脂血症相关的内源性生物标志物,如精氨酸、次黄嘌呤、甲基尿苷、肌酸酐等,表明泽泻可通过调节氨基酸代谢、嘌呤代谢、嘧啶代谢和能量代谢,使代谢异常的生物标志物回调至正常水平,从而起到调血脂的作用。

大量研究证实三萜类化合物是泽泻发挥调脂作用的药效成分^[82-85]。Li 等^[86]以高脂饮食诱导的高脂血症小鼠为实验对象,研究泽泻水提物中三萜部位和非三萜部位的调血脂作用的差异,首次证实泽泻的调血脂活性源于三萜类成分,并运用液相色谱-串联质谱联用技术 (liquid chromatography-tandem mass spectrometry, LC-MS/MS) 从高脂小鼠血清中鉴定出 59 个溶血磷脂酰胆碱 (lysophosphatidylcholine, lyso-PC),发现 78% 的 lyso-PC 在高脂小鼠血清中呈现不同程度的升高或降低,而泽泻三萜能使 52% 异常的 lyso-PC 回调并趋于正常水平。然而,不同结构类型的三萜对血脂有着不同的调节作用。Xu 等^[87]通过测定泽泻中 23-乙酰泽泻醇 B 和 24-乙酰

泽泻醇 A 对高脂血症小鼠总胆固醇、三酰甘油、HDL-C 和 LDL-C 水平的影响,发现其可通过抑制 3-羟基-3-甲基糖基辅酶 A (3-hydroxy-3-methylglutarylcoenzyme A, HMG-CoA) 还原酶的活性来降低总胆固醇水平,且这种抑制作用可能是通过与 HMG-CoA 直接竞争性结合来实现的。而泽泻醇 A 和泽泻醇 B 则是通过提高脂蛋白脂酶活性降低血浆的三酰甘油水平^[88]。Imai 等^[89]研究发现三萜结构侧链 C-23 位的羟基被酰基化取代后调脂活性增强,表明乙酰基可能为三萜类化合物的调脂活性基团。Li 等^[90]进一步发现 C-16 位含羰基的三萜化合物调脂活性显著强于其他结构的三萜,且具有调脂活性的三萜结构的侧链 C-24 和 C-25 位多为环氧取代。同时,该研究还发现泽泻中含量较高的 23-乙酰泽泻醇 B 并非调脂活性最好的三萜类成分,泽泻中还有更多三萜类成分的调脂活性有待证明。

2.3 抗肿瘤

Wang 等^[4]研究表明 23-乙酰泽泻醇 B 可作为潜在的调节因子,通过激活内源性途径诱导人肺癌 A549 和 NCI-H292 细胞凋亡与自噬从而达到抗肿瘤作用。Zhang 等^[91]研究发现 23-乙酰泽泻醇 B 对卵巢癌细胞具有抗增殖、抗转移和抗侵袭作用。Huang 等^[92]研究发现 23-乙酰泽泻醇 B 通过线粒体介导的半胱氨酸天冬氨酸蛋白酶-3、8 和 9 诱导人前列腺癌 PC-3 细胞凋亡。Lee 等^[93]研究发现泽泻醇 B 对人卵巢癌 SK-OV3 细胞、小鼠黑色素瘤 B16-F10 细胞和人纤维肉瘤 HT-1080 细胞具有细胞毒性。24-乙酰泽泻醇 F 通过抑制 P-糖蛋白介导和逆转肿瘤细胞多系耐药达到诱导细胞凋亡的作用^[94-96]。然而,有关泽泻的抗肿瘤研究并不深入,其他结构三萜的抗肿瘤作

用有待进一步深入探索。

2.4 抗炎

现代医学研究表明, 水肿、糖尿病、高脂血、高血压等与炎症密切相关^[97-98]。谢治深等^[5]在泽泻对脂多糖诱导小鼠单核巨噬细胞白血病 RAW264.7 细胞炎症反应的影响及作用机制的研究中发现, 泽泻能显著降低一氧化氮的释放, 并可显著下调环氧合酶-2、诱导型一氧化氮合酶、白细胞介素-1 β (interleukin-1 β , *IL-1 β*)、*IL-6* 和肿瘤坏死因子- α 等炎症因子 mRNA 的表达。黄小强等^[99]发现泽泻三萜

能显著降低肺组织湿干质量比, 减轻脂多糖诱导的急性肺损伤。林娜等^[100]通过建立脂多糖诱导的小鼠小胶质 BV-2 细胞炎症模型和检测炎症因子的表达量, 发现泽泻能有效抑制 *IL-6* 分泌, 并减轻小鼠耳廓肿胀及大鼠棉球肉芽肿胀程度。

2.5 抗菌

泽泻中的三萜和倍半萜也具有良好的抗菌活性。Jin 等^[6]通过比较 23-乙酰泽泻醇 B、泽泻醇 B、23-乙酰泽泻醇 C 和 24-乙酰泽泻醇 A 的抗菌活性, 发现其对屎肠球菌和绿脓杆菌等耐药菌株的最小抑

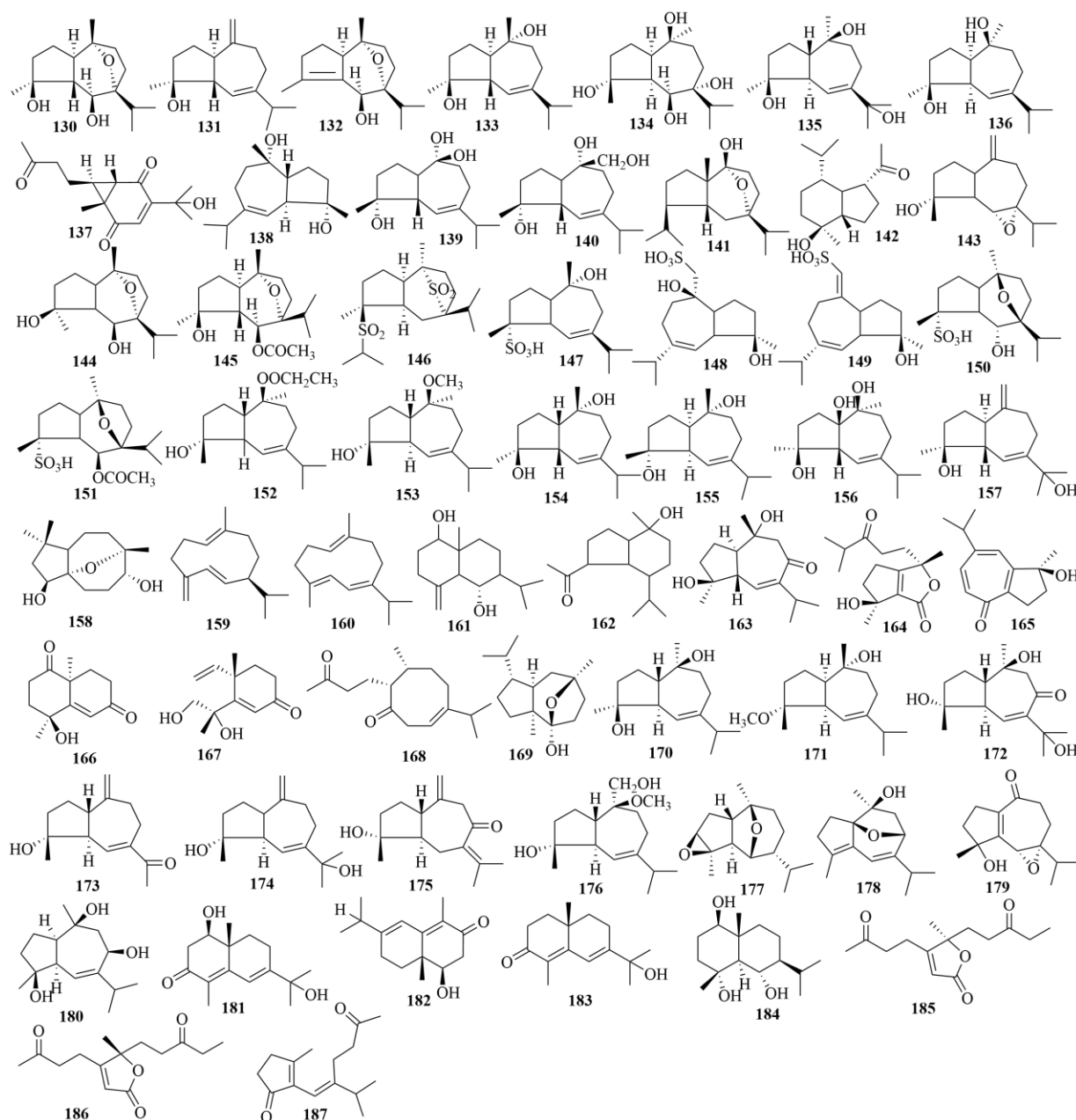


图 2 泽泻中的倍半萜类化合物结构

Fig. 2 Structure of sesquiterpenoids in *Alisma Rhizoma*

菌浓度 (minimum inhibitory concentration, MIC) 为 2.5~10 $\mu\text{g/mL}$, 均低于阳性对照 (氯霉素和氨苄西林的 MIC 值为 5~80 $\mu\text{g/mL}$)。Ma 等^[37]研究发现, 泽泻醇 A、25-*O*-ethylalisol A、11-去氧泽泻醇 A、24-乙酰泽泻醇 E、泽泻醇 G 和 25-anhydroalisol F 以及倍半萜 5 β -*H*-guaia-6-ene 和 10-hydroxy-7,10-epoxysalvialane 对革兰阳性菌枯草芽孢杆菌和金黄色葡萄球菌具有良好的抗菌活性。

2.6 抗病毒

研究表明泽泻具有抗乙肝病毒的活性。Jiang 等^[7]研究发现 24-乙酰泽泻醇 A、25-anhydroalisol A、13 β ,17 β -环氧泽泻醇 A、23-乙酰泽泻醇 B、泽泻醇 F 和 24-乙酰泽泻醇 F 对人肝癌 HepG2.2.15 细胞的乙型肝炎病毒表面抗原的分泌具有抑制作用。Zhang 等^[101-103]通过对泽泻醇 A 进行化学修饰, 得到一系列四酰基化三萜化合物, 发现 tetra-acetyl alisol A、tetra-methoxyacetyl alisol A 和 tetra-ethoxyacetyl alisol A 表现出较强的抗乙型肝炎病毒活性。

3 炮制对泽泻化学成分的影响

中药炮制是根据中医药理论, 依照辨证施治用药的需要和药物自身性质, 以及调剂、制剂的不同要求, 所采取的一项制药技术。炮制除了可降低药物的不良反应外, 还可增强药物疗效、改变或缓和药物药性、改变或增强药物作用部位和趋势^[9]。药材经不同炮制方法处理后, 其化学成分及其含量可能会发生相应变化^[104]。目前, 盐泽泻的炮制工艺大多采用 100 kg 生泽泻加 2 kg 食盐, 待盐水浸透生泽泻后以文火 (80~120 $^{\circ}\text{C}$) 炒制干燥微黄即可。麸泽泻的炮制工艺多采用 100 kg 生泽泻加 10~15 kg 麸皮, 以中火 (150~220 $^{\circ}\text{C}$) 炒制, 先放入麸皮, 待起烟后加入生泽泻, 共同炒制焦黄, 捞出后筛去麸皮即可。23-乙酰泽泻醇 B 和 24-乙酰泽泻醇 A 是泽泻中含量较高的三萜, 为常用的质量控制成分。目前, 大多数研究主要以这 2 个三萜的含量变化为指标, 评价炮制温度、炮制时间和辅料用量对泽泻三萜的影响。三萜化合物由于结构和官能团的差异, 在炮制过程中发生一系列脱水、去乙酰化、氧环开裂和重排等反应, 从而导致盐泽泻和麸泽泻三萜的结构和组成比例发生变化。

3.1 炮制温度对泽泻三萜的影响

炮制温度是影响泽泻三萜含量发生变化最主要的因素之一。向茜等^[105]运用 LC-MS/MS 技术研究

泽泻盐制前后 28 个三萜类成分和 2 个倍半萜类成分含量的差异, 发现泽泻经盐制后三萜成分含量显著下降。Tai 等^[106]运用 LC-MS/MS 技术研究加热干燥温度对生泽泻三萜含量的影响, 结果表明随着温度升高, 泽泻中的三萜总含量逐渐下降, 在 80 $^{\circ}\text{C}$ 时质量分数由 93.4% 下降至 38.8%, 在 150 $^{\circ}\text{C}$ 23-乙酰泽泻醇 B 质量分数降至《中国药典》2020 年版要求的 0.5 mg/g 以下。韩伟健等^[107]基于核磁共振氢谱技术的代谢组学方法研究生泽泻与盐泽泻中 8 种三萜化合物的含量差异, 发现 23-乙酰泽泻醇 B 和 24-乙酰泽泻醇 A 含量在盐制后降低。

3.2 炮制时间对泽泻三萜的影响

炮制时间也是影响泽泻成分变化的另一个重要因素, 随着炮制时间的延长, 会使三萜结构上羟基、乙酰基等基团发生不同程度的断裂。由于盐泽泻的炮制温度低于麸泽泻, 需要 30~40 min 的炒制时间才能干透, 而麸泽泻在 150~220 $^{\circ}\text{C}$ 下炮制时间一般不超过 8 min。所以长时间的加热可使三萜类化合物发生转化而导致含量降低。研究表明, 泽泻盐制过程中 23-乙酰泽泻醇 B 和 24-乙酰泽泻醇 A 的含量均会慢慢升高, 但在炒制 40 min 后, 二者含量迅速降低^[108]。炮制过程中二者含量升高的原因与其结构中 C-23 和 C-24 位上乙酰基异构化有关, 使 2 种成分发生了不同比例的相互转化, 见图 3。戴小欢等^[109]运用高效液相色谱技术对盐泽泻、麸泽泻中的 23-乙酰泽泻醇 B 和 24-乙酰泽泻醇 A 含量进行测定, 发现二者在麸泽泻中含量增加, 而在盐泽泻中的含量降低。谢一辉等^[110]以泽泻有效成分和饮片外观色泽均匀性为指标, 优化泽泻炮制工艺条件, 发现 23-乙酰泽泻醇 B 的含量与炮制温度和时间呈负相关, 但在最佳炮制温度和时间, 其含量变化不显著。24-乙酰泽泻醇 A 在最佳炮制温度和时间, 其含量与炮制温度和时间呈正相关。这是由于 23-乙酰泽泻醇 B 在高温下发生氧化裂解生成结构不稳定的 23-乙酰泽泻醇 A (14), 随之发生异构化反应生成 24-乙酰泽泻醇 A, 所以炮制过程中 23-乙酰泽泻醇 B 含量会逐渐降低, 24-乙酰泽泻醇 A 含量增加。但是随着加热时间的进一步延长, 24-乙酰泽泻醇 A 发生去乙酰基反应, 生成泽泻醇 A (2)、泽泻醇 G (9) 和 23-acetate-25-anhydroalisol E (128) 等其他结构的三萜, 见图 3。

3.3 炮制辅料对泽泻三萜的影响

段启等^[111]运用高效液相色谱技术分析比较盐

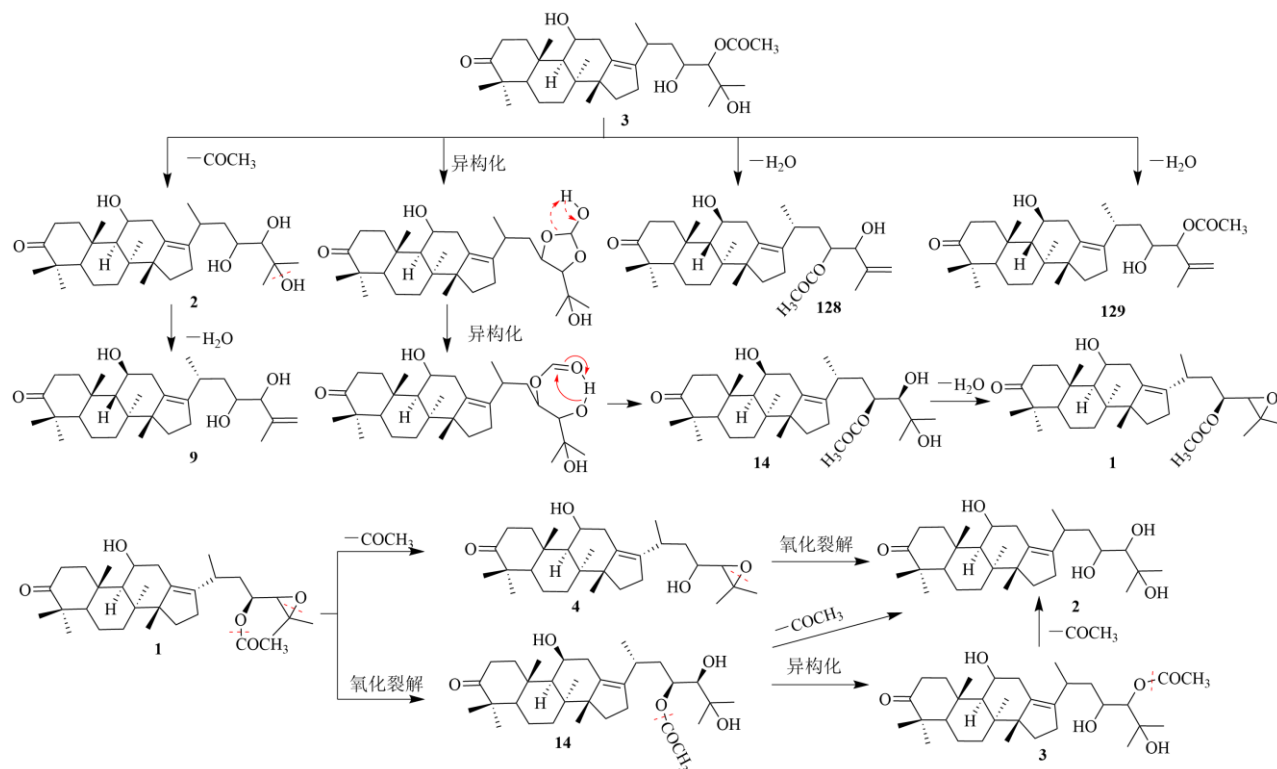


图 3 24-乙酰泽泻醇 A 和 23-乙酰泽泻醇 B 在泽泻炮制过程中的转化途径

Fig. 3 Transformation pathway of alisol A 24-acetate and alisol B 23-acetate in processing of *Alisma Rhizoma*

泽泻、建昌帮法盐炙泽泻、樟帮法盐炙泽泻、烘法制泽泻、清炒泽泻（焦）、樟帮麸炒泽泻、盐麸泽泻和生泽泻中的 23-乙酰泽泻醇 B 含量，发现 23-乙酰泽泻醇 B 在樟帮麸炒泽泻中的含量最高，而其余炮制品中的含量均低于生品。Dai 等^[112]运用 LC-MS/MS 技术和代谢组学的方法系统研究泽泻盐制和麸制前后三萜类成分的变化，分别从生泽泻、盐泽泻和麸泽泻中鉴定了 83、100 和 103 个三萜类化合物；盐泽泻中三萜类化合物含量大多呈下降趋势，而麸泽泻中的三萜含量上升。其原因可能与麸皮的存在有关，麸皮使泽泻受热更加均匀，且麸泽泻炒制时间比盐泽泻时间短很多，使得含有乙酰基、多羟基、环氧基取代的三萜化合物不易发生裂解转化。

4 炮制对泽泻药理作用的影响

中医理论认为泽泻炒后寒性缓和，麸炒制后更能缓和药物性能，增强补脾益气的作用，盐制后能引药下行，增强滋阴泄热的作用^[105]。泽泻炮制后，其三萜的种类和含量均发生变化，必然导致药理作用发生改变。目前，关于泽泻炮制前后药理作用的研究多集中于利尿作用，此外还有少量的抗炎、抗

应激和健脾作用的研究，而泽泻炮制前后调血脂作用差异的比较未见报道。表 3 总结了泽泻及其炮制品药理作用的差异。

4.1 炮制对利尿作用的影响

曾春晖等^[113-114]发现泽泻盐制后能显著增加水肿模型小鼠的尿量，并降低其水肿程度；广西和四川产泽泻盐制前后均能明显增加大鼠尿液量，且最大增长率分别为 64.8%、56.6%，然而福建和江西产泽泻盐制后却显著减少大鼠尿液量，表现出抗利尿作用，表明泽泻中某些具有利尿活性的三萜成分含量或种类发生了变化。Tao 等^[115]使用 LC-MS/MS 技术，对泽泻盐制前后 6 种三萜类成分进行了定量分析，并比较了其利尿作用的差异。发现泽泻醇 B、泽泻醇 F 和泽泻醇 A 盐制后含量升高，且与利尿作用呈正相关，而盐制后 24-乙酰泽泻醇 A、23-乙酰泽泻醇 B 和 23-乙酰泽泻醇 C 的含量降低，与利尿作用呈负相关。由此可见，不同结构类型的三萜由于含量或结构的差异，对泌尿系统产生不同的调节作用。在研究盐泽泻炮制工艺的时候，应以具有利尿活性作用的三萜为指标，筛选盐泽泻的最佳炮制温度、炮制时间等工艺参数。

表 3 泽泻及其炮制品的药理作用比较

Table 3 Comparisons of pharmacological effect of *Alisma Rhizoma* and its processed products

药理作用	药理指标	给药剂量	作用结果			文献
			生泽泻	盐泽泻	麸泽泻	
利尿	小鼠尿液量	2.5, 5, 10 g·kg ⁻¹	↑	↑		113
	小鼠肺水肿程度		↓	↓		
	SD 大鼠尿液量		广西↑、四川（高剂量） ↑、福建（高剂量）↓	广西、四川（中、高剂 量）↑；江西、福建（中、 高剂量）↓		114
	雄性大鼠尿液量	1.3 g·kg ⁻¹	↑	↑		115
抗炎	巴豆油致小鼠耳肿胀抑制率	1.9, 5.7 g·kg ⁻¹	*	***	**	108
	二甲苯致小鼠耳肿胀抑制率	1.62, 3.24, 6.48 g·kg ⁻¹	*	***	**	116
	蛋清致大鼠足肿胀抑制率	3.24, 6.48 g·kg ⁻¹	*	***	**	
健脾	大鼠胃泌素含量	2, 6 g·L ⁻¹	无显著变化		↑（高剂量）	117
	大鼠肠 Na ⁺ , K ⁺ -ATP 酶含量		无显著变化		↑	
	大鼠肠收缩振幅及张力		↑		↑	
抗应激	小鼠耐常压缺氧能力	20 g·kg ⁻¹	↓	↑		118
	小鼠耐高温能力		↓	↑		

“↑”表示增加或增强 “↓”表示减少或减弱 ***作用最强 **作用次之 *作用最弱

“↑” means increase or enhance “↓” means reduce or decrease *** means the strongest ** means the second * means the weakest

4.2 炮制对抗炎作用的影响

各项抗炎实验表明泽泻炮制后抗炎活性显著增强,且盐泽泻的抗炎作用优于麸泽泻。戴小欢^[108]通过巴豆油诱发小鼠耳廓肿胀,比较了生泽泻、盐泽泻和麸泽泻的抗炎作用,发现生泽泻及其炮制品均能有效抑制小鼠耳廓肿胀,抑制作用强度为盐泽泻>麸泽泻>生泽泻。龚又明等^[116]采用小鼠耳廓二甲苯致炎法和大鼠蛋清性足肿胀法研究生泽泻、盐泽泻和麸泽泻抗炎作用的差异。发现生泽泻及其炮制品均能显著抑制小鼠耳廓肿胀度和各时间点的大鼠足肿胀度,且抑制作用强度为盐泽泻>麸泽泻>生泽泻。

4.3 炮制对健脾作用的影响

张宏达等^[117]以大鼠胃泌素含量以及十二指肠 Na⁺, K⁺-ATP 酶活性为指标,研究泽泻炮制前后健脾作用的差异。发现生泽泻和麸泽泻对大鼠离体十二指肠收缩振幅及相对张力都有增强的作用,麸泽泻组的胃泌素和 Na⁺, K⁺-ATP 酶含量显著高于同剂量的生泽泻组,证明麸泽泻健脾作用优于生泽泻。此外,关于泽泻健脾作用的现代药理研究鲜有报道。中医认为脾失健运是因饮食不节、水湿痰饮、情志失调等导致脾的运化功能失常。脾失健运,水湿停留,日久成痰湿体质,而致肥胖^[119]。现代研究证明,

“健脾”主要通过影响消化系统、内分泌系统、免疫系统等相关功能达到效果^[120]。未来可围绕以上相关内容对泽泻及其炮制品的健脾作用进行评价。

4.4 炮制对抗应激作用的影响

韦海等^[118]通过研究泽泻盐制前后对小鼠抗疲劳、耐缺氧及耐高温等抗应激作用的影响,发现生泽泻能明显减少小鼠负重游泳时间,并降低其常压耐缺氧和耐高温的能力,而盐泽泻能显著延长小鼠负重游泳持续时间,提高小鼠常压耐缺氧和耐高温能力。可见,盐泽泻和生泽泻在对抗应激作用方面表现出相反的药理作用。

5 结语

泽泻作为传统中药,有着悠久的使用和炮制历史,其炮制品也有不同的药用功效,见图 4。生泽泻以利水渗湿为主,多用于小便不利、水肿泄泻、淋浊、湿热黄疸、滞下、痰饮等证。盐泽泻可引药下行,滋阴泻热功效增强,利尿而不伤阴。麸泽泻缓和寒性,以渗湿和脾,升清降浊为主,多用于湿阻中焦、脾失健运、大便泄泻和小便不利。虽然大量研究已证实三萜化合物为泽泻的主要药效成分,但不同结构类型的三萜有着不同的药理作用。三萜成分在炮制过程中发生脱水、去乙酰化、氧环裂解和异构化等一系列反应,其化学结构和组成比例发

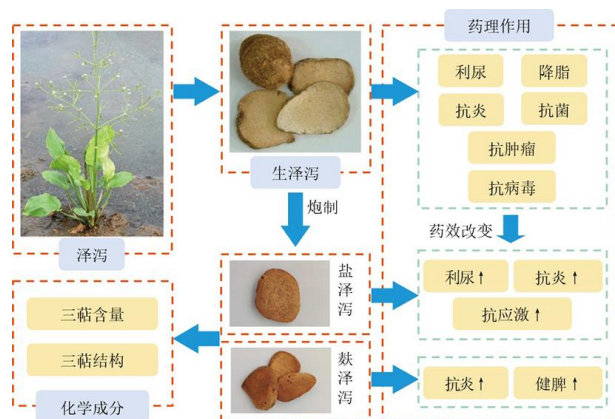


图 4 泽泻及其炮制品的化学成分及药理作用

Fig. 4 Chemical components and pharmacological effects of *Alisma Rhizoma* and its processed products

生改变, 导致泽泻炮制品的药效强度发生变化甚至产生相反的作用。因此, 系统阐明不同类型三萜对应的各种药效作用和量效关系, 对泽泻药材的质量控制、炮制工艺参数的优化尤为重要。

泽泻除利尿作用以外, 已被证实具有卓越的调脂功效, 在治疗脂代谢紊乱引起的高脂血症、非酒精性脂肪肝和动脉粥样硬化等心血管疾病方面有着良好的应用前景。但仍需运用各种组学方法, 从分子水平和动物水平, 深入揭示泽泻对脂代谢调节的作用机制。目前, 生泽泻和盐泽泻的利尿作用已被系统比较, 但泽泻炮制品的调脂作用差异尚未报道, 这也为泽泻的后续研究提供了新方向。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 程志红, 萧伟, 王振中, 等. 泽泻调血脂活性成分及其药理和临床应用研究进展 [J]. 中草药, 2015, 46(22): 3420-3426.
- [2] 中国药典 [S]. 一部. 2020: 239.
- [3] Park Y J, Kim M S, Kim H R, et al. Ethanol extract of *Alismatis rhizoma* inhibits adipocyte differentiation of OP9 cells [J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2014, 2014: 415097.
- [4] Wang J X, Li H Z, Wang X N, et al. Alisol B-23-acetate, a tetracyclic triterpenoid isolated from *Alisma orientale*, induces apoptosis in human lung cancer cells via the mitochondrial pathway [J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 2018, 505(4): 1015-1021.
- [5] 谢治深, 黄小虹, 袁永, 等. 泽泻抑制脂多糖诱导的 RAW264.7 炎症及作用机制 [J]. 时珍国医国药, 2020, 31(7): 1586-1590.

- [6] Jin H G, Jin Q L, Kim A R, et al. A new triterpenoid from *Alisma orientale* and their antibacterial effect [J]. *Arch Pharm Res*, 2012, 35(11): 1919-1926.
- [7] Jiang Z Y, Zhang X M, Zhang F X, et al. A new triterpene and anti-hepatitis B virus active compounds from *Alisma orientalis* [J]. *Planta Med*, 2006, 72(10): 951-954.
- [8] 贾天柱. 中药炮制学 [M]. 第 2 版. 上海: 上海科学技术出版社, 2013: 2.
- [9] 叶定江, 原思通. 中药炮制学辞典 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2005: 281.
- [10] 张立强, 李媛媛, 鞠成国. 泽泻的炮制历史沿革研究 [J]. 药学研究, 2022, 41(2): 96-99.
- [11] 张慧娟, 龚苏晓, 许浚, 等. 泽泻药材的研究进展及其质量标志物的预测分析 [J]. 中草药, 2019, 50(19): 4741-4751.
- [12] Shu Z H, Pu J, Chen L, et al. *Alisma orientale*: Ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of an important traditional Chinese medicine [J]. *Am J Chin Med*, 2016, 44(2): 227-251.
- [13] Murata T, Shinohara M, Hirata T, et al. New triterpenes of *Alisma plantago-aquatica* L. Var. *orientale samuels* [J]. *Tetrahedron Lett*, 1968, 9(1): 103-108.
- [14] Tian T, Chen H, Zhao Y Y. Traditional uses, phytochemistry, pharmacology, toxicology and quality control of *Alisma orientale* (Sam.) Juzep: A review [J]. *J Ethnopharmacol*, 2014, 158 Pt A: 373-387.
- [15] Kubo M, Matsuda H, Tomohiro N, et al. Studies on *Alismatis rhizoma*. I. Anti-allergic effects of methanol extract and six terpene components from *Alismatis rhizoma* (dried rhizome of *Alisma orientale*) [J]. *Biol Pharm Bull*, 1997, 20(5): 511-516.
- [16] Nakajima Y, Satoh Y, Katsumata (nee Ohtsuka) M, et al. Terpenoids of *Alisma orientale* rhizome and the crude drug *Alismatis rhizoma* [J]. *Phytochemistry*, 1994, 36(1): 119-127.
- [17] Murata T, Imai Y, Hirata T, et al. Biological-active trieterpenes of *Alismatis rhizoma*. I. isolation of the alisols [J]. *Chem Pharm Bull*, 1970, 18(7): 1347-1353.
- [18] Li H M, Liu D, Dai W F, et al. A new protostane-type triterpenoid from *Alisma plantago-aquatica* subsp. *orientale* (Sam.) Sam [J]. *Nat Prod Res*, 2019, 33(21): 3083-3088.
- [19] Wang C, Huo X K, Luan Z L, et al. Alismanin A, a triterpenoid with a C₃₄ skeleton from *Alisma orientale* as a natural agonist of human pregnane X receptor [J]. *Org Lett*, 2017, 19(20): 5645-5648.
- [20] Matsuda H, Kageura T, Toguchida I, et al. Effects of

- sesquiterpenes and triterpenes from the rhizome of *Alisma orientale* on nitric oxide production in lipopolysaccharide-activated macrophages: Absolute stereostructures of alismaketones-B 23-acetate and-C 23-acetate [J]. *Bioorg Med Chem Lett*, 1999, 9(21): 3081-3086.
- [21] 彭国平, 朱国元, 楼凤昌. 泽泻三萜成分的研究 III [J]. 天然产物研究与开发, 2002, 14(6): 7-10.
- [22] 许枏, 张宏达, 谢雪. 泽泻中的新三萜成分 [J]. 中草药, 2012, 43(5): 841-843.
- [23] Makabel B, Zhao Y Y, Wang B, *et al.* Stability and structure studies on alisol a 24-acetate [J]. *Chem Pharm Bull*, 2008, 56(1): 41-45.
- [24] 彭国平, 朱国元, 楼凤昌. 泽泻中二个三萜新成分的研究 II [J]. 天然产物研究与开发, 2002, 14(4): 5-8.
- [25] Mai Z P, Zhou K, Ge G B, *et al.* Protostane triterpenoids from the rhizome of *Alisma orientale* exhibit inhibitory effects on human carboxylesterase 2 [J]. *J Nat Prod*, 2015, 78(10): 2372-2380.
- [26] Yi J, Bai R, An Y, *et al.* A natural inhibitor from *Alisma orientale* against human carboxylesterase 2: Kinetics, circular dichroism spectroscopic analysis, and docking simulation [J]. *Int J Biol Macromol*, 2019, 133: 184-189.
- [27] Zhang Z J, Huo X K, Tian X G, *et al.* Novel protostane-type triterpenoids with inhibitory human carboxylesterase 2 activities [J]. *RSC Adv*, 2017, 7: 28702-28710.
- [28] Li H M, Chen X J, Luo D, *et al.* Protostane-type triterpenoids from *Alisma orientale* [J]. *Chem Biodivers*, 2017, 14(12): e1700452.
- [29] Liu S S, Sheng W L, Li Y, *et al.* Chemical constituents from *Alismatis Rhizoma* and their anti-inflammatory activities *in vitro* and *in vivo* [J]. *Bioorg Chem*, 2019, 92: 103226.
- [30] Geng P W, Fukuyama Y, Yamada T, *et al.* Triterpenoids from the rhizome of *Alisma plantago-aquatica* [J]. *Phytochemistry*, 1988, 27(4): 1161-1164.
- [31] Cang J, Wang C, Huo X K, *et al.* Sesquiterpenes and triterpenoids from the rhizomes of *Alisma orientalis* and their pancreatic lipase inhibitory activities [J]. *Phytochem Lett*, 2017, 19: 83-88.
- [32] Yoshikawa M, Yamaguchi S, Chatani N, *et al.* Crude drugs from aquatic plants. III. Quantitative analysis of triterpene constituents in *Alismatis Rhizoma* by means of high performance liquid chromatography on the chemical change of the constituents during *Alismatis Rhizoma* processing [J]. *Yakugaku Zasshi*, 1994, 114(4): 241-247.
- [33] Zhao W L, Huang X Q, Li X Y, *et al.* Qualitative and quantitative analysis of major triterpenoids in *Alismatis Rhizoma* by high performance liquid chromatography/diode-array detector/quadrupole-time-of-flight mass spectrometry and ultra-performance liquid chromatography/triple quadrupole mass spectrometry [J]. *Molecules*, 2015, 20(8): 13958-13981.
- [34] Song C W, Huang L, Huang X F, *et al.* Characterization of protostane triterpenoids in dried *Tuber* of *Alisma orientalis* by Q-TOF mass spectrometry in both positive and negative modes [J]. *Asian J Chem*, 2013, 25(18): 10296-10304.
- [35] Kato T, Tomita M, Takigawa M, *et al.* Inhibitory effects and active constituents of *Alisma Rhizomes* on vascular contraction induced by high concentration of KCl [J]. *Bull Chem Soc Jpn*, 1994, 67(5): 1394-1398.
- [36] Jin Q H, Zhang J Q, Hou J J, *et al.* Novel C-17 spirost protostane-type triterpenoids from *Alisma plantago-aquatica* with anti-inflammatory activity in Caco-2 cells [J]. *Acta Pharm Sin B*, 2019, 9(4): 809-818.
- [37] Ma Q J, Han L, Bi X X, *et al.* Structures and biological activities of the triterpenoids and sesquiterpenoids from *Alisma orientale* [J]. *Phytochemistry*, 2016, 131: 150-157.
- [38] Xin X L, Mai Z P, Wang X, *et al.* Protostane alisol derivatives from the rhizome of *Alisma orientale* [J]. *Phytochem Lett*, 2016, 16: 8-11.
- [39] Li S, Jin S N, Song C W, *et al.* The strategy for establishment of the multiple reaction monitoring based characteristic chemical profile of triterpenes in *Alismatis Rhizoma* using two combined tandem mass spectrometers [J]. *J Chromatogr A*, 2017, 1524: 121-134.
- [40] Yoshikawa M, Tomohiro N, Murakami T, *et al.* Studies on *Alismatis Rhizoma*. III. stereostructures of new protostane-type triterpenes, alisol H, I, J-23-acetate, K-23-acetate, L-23-acetate, M-23-acetate, and N-23-acetate, from the dried rhizome of *Alisma orientale* [J]. *Cheminform*, 1999, 47(4): 524-528.
- [41] Yoshikawa M, Hatakeyama S, Tanaka N, *et al.* Crude drugs from aquatic plants. I. on the constituents of *Alismatis Rhizoma*. (1). absolute stereostructures of alisol E 23-acetate, F, and G, three new protostane-type triterpenes from Chinese *Alismatis Rhizoma* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1993, 41(11): 1948-1954.
- [42] Fukuyama Y, Pei-Wu G, Rei W, *et al.* 11-deoxyalisol C and alisol D: New protostane-type triterpenoids from *Alisma plantago-aquatica* [J]. *Planta Med*, 1988, 54(5): 445-447.
- [43] Zeng L, Pen X, Zhang R Y. Alizexol A. A novel protostane type of triterpene from *Alisma orientalis* (Sam). juzep [J]. *Chin Chem Lett*, 1995, 6(8): 675-678.
- [44] Zhou A C, Zhang C F, Zhang M. A new protostane triterpenoid from the rhizome of *Alisma orientale* [J]. *Chin*

- J Nat Med*, 2008, 6(2): 109-111.
- [45] Hu X Y, Guo Y Q, Gao W Y, *et al.* Two new triterpenes from the rhizomes of *Alisma orientalis* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2008, 10(5/6): 481-484.
- [46] Xin X L, Zhao X Y, Huo X K, *et al.* Two new protostane-type triterpenoids from *Alisma orientalis* [J]. *Nat Prod Res*, 2018, 32(2): 189-194.
- [47] Zhao M, Xu L J, Che C T. Alisolide, alisol O and P from the rhizome of *Alisma orientale* [J]. *Phytochemistry*, 2008, 69(2): 527-532.
- [48] Yoshikawa M, Murakami T, Ikebata A, *et al.* Absolute stereostructures of alismalactone 23-acetate and alismaketone-a 23-acetate, new seco-protostane and protostane-type triterpenes with vasorelaxant effects from Chinese *Alismatis Rhizoma* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1997, 45(4): 756-758.
- [49] Hu X Y, Guo Y Q, Gao W Y, *et al.* A new triterpenoid from *Alisma orientalis* [J]. *Chin Chem Lett*, 2008, 19(4): 438-440.
- [50] Wang Y L, Zhao J C, Liang J H, *et al.* A bioactive new protostane-type triterpenoid from *Alisma plantago-aquatica* subsp. *orientale* (Sam.) Sam [J]. *Nat Prod Res*, 2019, 33(6): 776-781.
- [51] Han C W, Kwun M J, Kim K H, *et al.* Ethanol extract of *Alismatis Rhizoma* reduces acute lung inflammation by suppressing NF- κ B and activating Nrf2 [J]. *J Ethnopharmacol*, 2013, 146(1): 402-410.
- [52] Yoshiteru O, Tsuneo I, Hiroshi H. Alismol and alismoxide, sesquiterpenoids of *Alisma rhizomes* [J]. *Phytochemistry*, 1983, 22(1): 183-185.
- [53] Yoshikawa M, Yamaguchi S, Matsuda H, *et al.* Crude drugs from aquatic plants. V. On the constituents of *Alismatis Rhizoma*. (3). Stereostructures of water-soluble bioactive sesquiterpenes, sulfoorientalols a, b, c, and d, from Chinese *Alismatis Rhizoma* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1994, 42(12): 2430-2435.
- [54] Yoshikawa M, Fukuda Y, Hatakeyama S, *et al.* Sulfoorientalols a, b, c, and d, four new biologically active sesquiterpenes from *Alismatis Rhizoma* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1993, 41(6): 1194-1196.
- [55] 彭国平, 楼凤昌. 碳碳相关谱测定 Oplopanone 的结构 [J]. 天然产物研究与开发, 2001, 13(6): 9-11.
- [56] Peng G P, Tian G, Huang X F, *et al.* Guaiane-type sesquiterpenoids from *Alisma orientalis* [J]. *Phytochemistry*, 2003, 63(8): 877-881.
- [57] Jiang Z Y, Zhang X M, Zhou J, *et al.* Two new sesquiterpenes from *Alisma orientalis* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2007, 55(6): 905-907.
- [58] Yoshikawa M, Hatakeyama S, Tanaka N, *et al.* Orientalols A, B, and C, sesquiterpene constituents from Chinese *Alismatis Rhizoma*, and revised structures of alismol and alismoxide [J]. *Chem Pharm Bull*, 1992, 40(9): 2582-2584.
- [59] 彭国平, 楼凤昌. 泽泻化学成分的研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2001, 13(3): 1-3.
- [60] Peng G P, Lou F C, Huang X F, *et al.* Structure of orientanone from *Alisma orientalis*, a novel sesquiterpene originating from guaiane-type carbon skeleton by isopropyl shift [J]. *Tetrahedron*, 2002, 58(44): 9045-9048.
- [61] 许丹. 泽泻的降血脂活性成分研究 [D]. 沈阳: 辽宁中医药大学, 2000.
- [62] Zhang J Q, Jin Q H, Li S Y, *et al.* Orientalol L-P, novel sesquiterpenes from the rhizome of *Alisma orientale* (Sam.) Juzep and their nephrotoxicity on HK2 cells [J]. *New J Chem*, 2018, 42(16): 13414-13420.
- [63] Yu J, Wang J, Liang H, *et al.* Sesquiterpenes from *Alisma plantago-aquatica* [J]. *J Chin Pha Sci*, 2016, 25(8): 614.
- [64] Li H M, Fan M, Xue Y, *et al.* Guaiane-type sesquiterpenoids from *Alismatis Rhizoma* and their anti-inflammatory activity [J]. *Chem Pharm Bull*, 2017, 65(4): 403-407.
- [65] Zhao X Y, Wang G, Wang Y, *et al.* Chemical constituents from *Alisma plantago-aquatica* subsp. *orientale* (Sam.) Sam and their anti-inflammatory and antioxidant activities [J]. *Nat Prod Res*, 2018, 32(23): 2749-2755.
- [66] Yu Z L, Peng Y L, Wang C, *et al.* Alismanoid A, an unprecedented 1,2-seco bisabolene from *Alisma orientale*, and its protective activity against H₂O₂-induced damage in SH-SY₅Y cells [J]. *New J Chem*, 2017, 41(21): 12664-12670.
- [67] 彭国平, 楼凤昌. 泽泻中二萜成分的结构测定 [J]. 药学报, 2002, 37(12): 950-954.
- [68] 蔡立宁, 王红姝, 曹红兴, 等. 泽泻化学成分的研究 [J]. 天然产物研究与开发, 1996, 8(1): 5-9.
- [69] 邱东风. 泽泻化学成分研究 [D]. 兰州: 兰州大学, 2009.
- [70] Tomoda M, Gonda R, Shimizu N, *et al.* An immunologically active polysaccharide from the tuber of *Alisma orientale* [J]. *Pharmacol Lett*, 1993, 3: 147.
- [71] Tomoda M, Gonda R, Shimizu N, *et al.* Characterization of an acidic polysaccharide having immunological activities from the tuber of *Alisma orientale* [J]. *Biol Pharm Bull*, 1994, 17(5): 572-576.
- [72] Zhang Z, Wang D, Zhao Y, *et al.* Fructose-derived carbohydrates from *Alisma orientalis* [J]. *Nat Prod Res*,

- 2009, 23(11): 1013-1020.
- [73] Zhang L L, Xu W, Xu Y L, *et al.* Therapeutic potential of *Rhizoma Alismatis*: A review on ethnomedicinal application, phytochemistry, pharmacology, and toxicology [J]. *Ann N Y Acad Sci*, 2017, 1401(1): 90-101.
- [74] 王立新, 吴启南, 张桥, 等. 泽泻中利尿活性物质的研究 [J]. 华西药理学杂志, 2008, 23(6): 670-672.
- [75] 伍小燕, 陈朝, 张国伟. 泽泻水提物对正常大鼠利尿活性及肾脏髓质 AQP2 作用研究 [J]. 实用临床医药杂志, 2010, 14(21): 5-7.
- [76] Feng Y L, Chen H, Tian T, *et al.* Diuretic and anti-diuretic activities of the ethanol and aqueous extracts of *Alismatis Rhizoma* [J]. *J Ethnopharmacol*, 2014, 154(2): 386-390.
- [77] Chen D Q, Feng Y L, Tian T, *et al.* Diuretic and anti-diuretic activities of fractions of *Alismatis Rhizoma* [J]. *J Ethnopharmacol*, 2014, 157: 114-118.
- [78] Zhang X, Li X Y, Lin N, *et al.* Diuretic activity of compatible triterpene components of *Alismatis Rhizoma* [J]. *Molecules*, 2017, 22(9): 1459.
- [79] Musunuru K. Atherogenic dyslipidemia: Cardiovascular risk and dietary intervention [J]. *Lipids*, 2010, 45(10): 907-914.
- [80] Panth N, Abbott K A, Dias C B, *et al.* Differential effects of medium- and long-chain saturated fatty acids on blood lipid profile: A systematic review and meta-analysis [J]. *Am J Clin Nutr*, 2018, 108(4): 675-687.
- [81] Miao H, Zhang L, Chen D Q, *et al.* Urinary biomarker and treatment mechanism of *Rhizoma Alismatis* on hyperlipidemia [J]. *Biomed Chromatogr*, 2017, 31(4): e3829.
- [82] Zhou X, Ren Q, Wang B, *et al.* Alisol A 24-acetate isolated from the *Alismatis Rhizoma* improves hepatic lipid deposition in hyperlipidemic mice by ABCA1/ABCG1 pathway [J]. *J Nanosci Nanotechnol*, 2019, 19(9): 5496-5502.
- [83] Ho C, Gao Y, Zheng D N, *et al.* Alisol A attenuates high-fat-diet-induced obesity and metabolic disorders via the AMPK/ACC/SREBP-1c pathway [J]. *J Cell Mol Med*, 2019, 23(8): 5108-5118.
- [84] Meng Q, Duan X P, Wang C Y, *et al.* Alisol B 23-acetate protects against non-alcoholic steatohepatitis in mice via farnesoid X receptor activation [J]. *Acta Pharmacol Sin*, 2017, 38(1): 69-79.
- [85] Zeng L, Tang W J, Yin J J, *et al.* Alisol A 24-acetate prevents hepatic steatosis and metabolic disorders in HepG2 cells [J]. *Cell Physiol Biochem*, 2016, 40(3/4): 453-464.
- [86] Li S, Jin S N, Song C W, *et al.* The metabolic change of serum lysophosphatidylcholines involved in the lipid lowering effect of triterpenes from *Alismatis Rhizoma* on high-fat diet induced hyperlipidemia mice [J]. *J Ethnopharmacol*, 2016, 177: 10-18.
- [87] Xu F, Yu H, Lu C, *et al.* The cholesterol-lowering effect of alisol acetates based on HMG-CoA reductase and its molecular mechanism [J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2016, 2016: 4753852.
- [88] Xu F, Lu C, Wu Q N, *et al.* Studies on the lipid-regulating mechanism of alisol-based compounds on lipoprotein lipase [J]. *Bioorg Chem*, 2018, 80: 347-360.
- [89] Imai Y, Matsumura H, Aramaki Y. Hypogholesterolemic effect of alisol A-24-mono-acetate and its related compounds in rats [J]. *Jpn J Pharmacol*, 1970, 20(2): 222-228.
- [90] Li S, Wang L, Du Z F, *et al.* Identification of the lipid-lowering component of triterpenes from *Alismatis Rhizoma* based on the MRM-based characteristic chemical profiles and support vector machine model [J]. *Anal Bioanal Chem*, 2019, 411(15): 3257-3268.
- [91] Zhang L L, Xu Y L, Tang Z H, *et al.* Effects of alisol B 23-acetate on ovarian cancer cells: G₁ phase cell cycle arrest, apoptosis, migration and invasion inhibition [J]. *Phytomedicine*, 2016, 23(8): 800-809.
- [92] Huang Y T, Huang D M, Chueh S C, *et al.* Alisol B acetate, a triterpene from *Alismatis Rhizoma*, induces Bax nuclear translocation and apoptosis in human hormone-resistant prostate cancer PC-3 cells [J]. *Cancer Lett*, 2006, 231(2): 270-278.
- [93] Lee S, Min B, Bae K. Chemical modification of alisol B 23-acetate and their cytotoxic activity [J]. *Arch Pharm Res*, 2002, 25(5): 608-612.
- [94] Pan G X, Li T T, Zeng Q Q, *et al.* Alisol F 24 acetate enhances chemosensitivity and apoptosis of MCF-7/DOX cells by inhibiting P-glycoprotein-mediated drug efflux [J]. *Molecules*, 2016, 21(2): 183.
- [95] Wang C, Zhang J X, Shen X L, *et al.* Reversal of P-glycoprotein-mediated multidrug resistance by alisol B 23-acetate [J]. *Biochem Pharmacol*, 2004, 68(5): 843-855.
- [96] Hyuga S, Shiraishi M, Hori A, *et al.* Effects of Kampo medicines on MDR-1-mediated multidrug resistance in human hepatocellular carcinoma HuH-7/PTX cells [J]. *Biol Pharm Bull*, 2012, 35(10): 1729-1739.
- [97] Chang C J, Jian D Y, Lin M W, *et al.* Evidence in obese children: Contribution of hyperlipidemia, obesity-inflammation, and insulin sensitivity [J]. *PLoS One*, 2015, 10(5): e0125935.
- [98] Choi S, Jung J E, Yang Y R, *et al.* Novel phosphorylation of

- PPAR γ ameliorates obesity-induced adipose tissue inflammation and improves insulin sensitivity [J]. *Cell Signal*, 2015, 27(12): 2488-2495.
- [99] 黄小强, 朱怀昌, 许文, 等. 泽泻总三萜对脂多糖诱导的小鼠急性肺损伤的保护作用 [J]. 福建中医药, 2020, 51(6): 37-39.
- [100] 林娜, 黄锦芳, 张雪, 等. 泽泻总三萜的抗炎活性研究 [J]. 福建中医药, 2018, 49(4): 68-69.
- [101] Zhang Q, Jiang Z Y, Luo J, *et al.* Anti-HBV agents. Part 3: Preliminary structure-activity relationships of tetraacylalisol A derivatives as potent hepatitis B virus inhibitors [J]. *Bioorg Med Chem Lett*, 2009, 19(23): 6659-6665.
- [102] Zhang Q, Jiang Z Y, Luo J, *et al.* Anti-HBV agents. Part 2: Synthesis and *in vitro* anti-hepatitis B virus activities of alisol A derivatives [J]. *Bioorg Med Chem Lett*, 2009, 19(8): 2148-2153.
- [103] Zhang Q, Jiang Z Y, Luo J, *et al.* Anti-HBV agents. Part 1: Synthesis of alisol A derivatives: A new class of hepatitis B virus inhibitors [J]. *Bioorg Med Chem Lett*, 2008, 18(16): 4647-4650.
- [104] Zhao J P, Wang M, Avula B, *et al.* Effect of processing on the traditional Chinese herbal medicine *Flos Ionicerae*: An NMR-based chemometric approach [J]. *Planta Med*, 2015, 81(9): 754-764.
- [105] 向茜, 赵文燕, 王蝉, 等. 基于 UPLC-Q-TOF-MS 的泽泻盐制前后萜类化学成分分析 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2022, 28(19): 154-161.
- [106] Tai Y N, Zou F X, Zhang Q R, *et al.* Quantitative analysis of eight triterpenoids and two sesquiterpenoids in *Rhizoma Alismatis* by using UPLC-ESI/APCI-MS/MS and its application to optimisation of best harvest time and crude processing temperature [J]. *J Anal Methods Chem*, 2019, 2019: 8320171.
- [107] 韩伟健, 林晓彤, 郭娜, 等. 泽泻盐制前后成分转化的¹H NMR 分析 [J]. 波谱学杂志, 2016, 33(1): 117-124.
- [108] 戴小欢. 泽泻炮制工艺及作用研究 [D]. 沈阳: 辽宁中医药大学, 2009.
- [109] 戴小欢, 曲琰, 贾天柱. 不同炮制方法对泽泻中主要成分含量的影响 [J]. 吉林中医药, 2009, 29(4): 330-331.
- [110] 谢一辉, 余无双, 周丽姣, 等. 泽泻不同炮制工艺及评价方法的研究 [J]. 中成药, 2010, 32(10): 1736-1740.
- [111] 段启, 王少军, 龚千锋, 等. 不同炮制方法对泽泻中泽泻醇 B23-乙酸酯的影响 [J]. 中草药, 2005, 36(1): 46-48.
- [112] Dai M X, Li S, Shi Q X, *et al.* Changes in triterpenes in *Alismatis Rhizoma* after processing based on targeted metabolomics using UHPLC-QTOF-MS/MS [J]. *Molecules*, 2021, 27(1): 185.
- [113] 曾春晖, 杨柯, 卢国安, 等. 广西泽泻盐炙前后利尿作用的实验研究 [J]. 广西中医药, 2011, 34(1): 55-56.
- [114] 曾春晖, 杨柯, 刘海燕, 等. 不同产地泽泻盐炙前后成分差异及利尿作用的研究 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(2): 148-152.
- [115] Tao Y, Jiang E C, Yan J Z, *et al.* A biochemometrics strategy for tracing diuretic components of crude and processed *Alisma orientale* based on quantitative determination and pharmacological evaluation [J]. *Biomed Chromatogr*, 2020, 34(2): e4744.
- [116] 龚又明, 高妮. 泽泻不同炮制品药理研究 [J]. 新中医, 2011, 43(7): 136-138.
- [117] 张宏达, 谢雪, 陈昱竹, 等. 泽泻麸制前后健脾作用研究 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(10): 187-190.
- [118] 韦海, 曾春晖, 李先梅, 等. 福建产泽泻炮制前后抗应激作用的实验研究 [J]. 广西中医药大学学报, 2013, 16(1): 3-5.
- [119] 李慧敏, 贺凯, 郑慧, 等. 中医药健脾的保健作用机制及药食资源 [J]. 中草药, 2020, 51(3): 780-787.
- [120] 肖吉祥, 周杨升, 田鏐清, 等. “健脾”类药食同源中药现状及产业前瞻 [J]. 现代食品, 2021(18): 44-49.

[责任编辑 赵慧亮]