

中药薤白的现代研究进展

王晓宇^{1,2,3}, 张松林^{1,2,3}, 吴萍^{1,2,3},
郭俊霞^{1,2,3}, 李青苗^{1,2,3}, 王鑫⁴, 肖杨^{1*}, 詹志来⁵

¹四川省中医药科学院; ²四川省道地药材系统开发工程技术研究中心;

³中药材品质及创新中药研究四川省重点实验室, 成都 610041;

⁴长治医学院, 长治 046000; ⁵中国中医科学院 中药资源中心, 北京 100700

摘要: 中药薤白为百合科植物小根蒜 *Alliurn macrostemon* Bge. 或薤 *Allium chinense* G. Don. 的干燥鳞茎。作为我国传统药食两用品, 薤白的化学成分主要含有甾体皂苷、挥发油、含氮化合物、脂肪酸类、多糖等成分, 其药理活性研究主要集中在解痉平喘、降血脂、抗动脉粥样硬化、抗菌、抗氧化、抗肿瘤、抗血小板聚集等方面。本文综述了薤白的化学成分、药理活性及近现代品质研究进展, 旨在为该药材的进一步研究、开发利用提供参考。

关键词: 薤白; 化学成分; 药理活性; 品质评价

中图分类号: R932

文献标识码: A

文章编号: 1001-6880(2023) Suppl-0139-15

DOI: 10.16333/j.1001-6880.2023.S.018

Research progress on *Allii Macrostemonis Bulbus*

WANG Xiao-yu^{1,2,3}, ZHANG Song-lin^{1,2,3}, WU Ping^{1,2,3},
GUO Jun-xia^{1,2,3}, LI Qing-miao^{1,2,3}, WANG Xin⁴, XIAO Yang^{1*}, ZHAN Zhi-lai⁵

¹Traditional Chinese Medicine Academy of Sciences in Sichuan Province; ²The System Development Engineering Technology Researching Center of Daodi Chinese Medicinal Materials in Sichuan Province; ³The Key Laboratory on Quality and Innovation of Traditional Chinese Medicine in Sichuan Province, Chengdu 610041, China;

⁴The Medicine College in Changzhi, Changzhi 046000, China; ⁵National Resource Center for Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China

Abstract: *Allii Macrostemonis Bulbus* is the dried bulbs of *Alliurn macrostemon* Bge. or *Allium chinense* G. Don. from the liliaceous plant. As a traditional chinese medicinal and edible product, the chemical components of *Allii Macrostemonis Bulbus* mainly contain steroidal saponins, volatile oil, nitrogen compounds, fatty acids, polysaccharides and other components. The pharmacological activities of *Allii Macrostemonis Bulbus* mainly focus on antispasmodic, antihyperlipidemia, antiatherosclerosis, antibacterial, antioxidation, antitumor, antiplatelet aggregation, etc. In this paper, the chemical constituents, the pharmacological activities and the quality evaluation of *Allii Macrostemonis Bulbus* were reviewed, in order to provide reference for further research, development and utilization of this herb.

Key words: *Allii Macrostemonis Bulbus*; chemical compositions; pharmacological activities; quality evaluation

中药薤白为百合科植物小根蒜 *Alliurn macrostemon* Bge. 或薤 *Allium chinense* G. Don. 的干燥鳞茎^[1]。广泛分布于朝鲜、日本、俄罗斯等地; 国内除新疆、青海外, 各省均有, 主产东北、河北、江苏、湖北、陕西等省。实地调查发现薤白原植物多为野生,

少有大面积栽培。作为传统药食两用品, 以“薤”之名始载于《神农本草经》^[2], 列为菜部中品, 附“葱实”条下, 味辛、苦, 性温, 归心、肺、胃、大肠经, 可通阳散结, 行气导滞。现代研究表明, 薤白主要含有甾体皂苷、挥发油、含氮化合物、脂肪酸类、多糖等化学成分; 具有降血脂、抗动脉粥样硬化、解痉平喘、抗菌、抗氧化、抗肿瘤、抗血小板聚集等药理活性^[3], 目前薤白的相关研究较少, 开发应用价值潜力较大。本文综述了薤白化学成分、药理活性及品质评价的

收稿日期: 2022-11-16

接受日期: 2023-02-16

基金项目: 中央本级重大增减支项目--名贵中药资源可持续利用能力建设(2060302); 四川省科技计划项目(2020YFQ0054)

* 通信作者 Tel: 86-28-85237056; E-mail: 13551879543@163.com

研究现况,以期为薤白资源的开发利用提供一定依据。

1 化学成分

薤白作为我国传统中药材,用药历史悠久,自1986年起^[4],学者陆续发现薤白的主要化学成分类型为甾体皂苷,其次为挥发油类,含氮化合物、脂肪酸类及多糖等。

1.1 甾体皂苷

甾体皂苷(steroidal saponins)是甾体皂苷元与糖或糖醛酸缩合而成的苷类化合物。此类皂苷在植物界多分布于百合科、薯蓣科、玄参科等。甾体皂苷作为薤白的主要成分之一,在解痉、降血脂、抗血小

板聚集、抗动脉粥样硬化、抗肿瘤等方面药效显著,具有较好的应用价值。主要有螺甾型皂苷和呋甾型皂苷两类;皂苷中糖的连接方式有三种:一是两个末端葡萄糖(glucose, Glc)通过1→2和1→3方式接于内侧Glc,再通过内侧Glc以1→4方式接于半乳糖(galactose, Gal);二是Glc直接以1→2方式接于Gal;三是阿拉伯糖(arabinose, Ara)和木糖(xylose, Xyl)分别以1→6和1→4方式接于Glc上。其中小根蒜的皂苷中糖连接方式主要为前两种,薤的皂苷中糖连接方式三种均有^[5]。目前从薤白药材中鉴定出的甾体皂苷类化合物约54个,其中有明确命名及结构式的化合物27个(1~27)(见表1)。

表1 薤白中的甾体皂苷类化合物
Table 1 Steroid saponins in *Allii Macrostemonis Bulbus*

序号 No.	化合物 Compound	分子式 Molecular formula	来源植物 Plant origin
1	薤白皂苷 A Macrostemonoside A	C ₅₁ H ₈₄ O ₂₃	AM 和 AC
2	薤白皂苷 B Macrostemonoside B	C ₅₇ H ₉₆ O ₂₉	AM 和 AC
3	薤白皂苷 C Macrostemonoside C	C ₅₈ H ₉₈ O ₂₉	AM 和 AC
4	薤白皂苷 D Macrostemonoside D	C ₅₃ H ₈₆ O ₂₄	AM 和 AC
5	薤白皂苷 E Macrostemonoside E	C ₅₇ H ₉₄ O ₂₈	AM 和 AC
6	薤白皂苷 F Macrostemonoside F	C ₄₅ H ₇₄ O ₁₈	AM 和 AC
7	薤白皂苷 G Macrostemonoside G	C ₄₅ H ₇₄ O ₂₀	AM 和 AC
8	薤白皂苷 H Macrostemonoside H	C ₄₆ H ₇₆ O ₂₀	AM 和 AC
9	薤白皂苷 I Macrostemonoside I	C ₄₅ H ₇₂ O ₂₀	AM 和 AC
10	薤白皂苷 J Macrostemonoside J	C ₄₅ H ₇₆ O ₂₀	AM 和 AC
11	薤白皂苷 K Macrostemonoside K	C ₄₆ H ₇₈ O ₂₀	AM 和 AC
12	薤白皂苷 L Macrostemonoside L	C ₄₅ H ₇₄ O ₁₉	AM 和 AC
13	薤白皂苷 M Macrostemonoside M	C ₃₃ H ₅₆ O ₁₂	AM 和 AC
14	薤白皂苷 N Macrostemonoside N	C ₃₃ H ₅₄ O ₁₂	AM 和 AC
15	薤白皂苷 O Macrostemonoside O	C ₄₅ H ₇₄ O ₁₉	AM 和 AC
16	薤白皂苷 P Macrostemonoside P	C ₄₅ H ₇₆ O ₂₀	AM 和 AC
17	薤白皂苷 Q Macrostemonoside Q	C ₄₅ H ₇₆ O ₂₁	AM 和 AC
18	薤白皂苷 R Macrostemonoside R	C ₅₇ H ₉₆ O ₃₀	AM 和 AC
19	薤白皂苷 S Macrostemonoside S	C ₃₉ H ₆₂ O ₁₄	AM 和 AC
20	藟头苷 Chinenoside	C ₄₅ H ₇₂ O ₁₉	AC
21	藟头苷 I Chinenoside I	C ₄₉ H ₈₀ O ₂₃	AC
22	藟头苷 II Chinenoside II	C ₄₉ H ₇₈ O ₂₂	AC
23	藟头苷 III Chinenoside III	C ₄₄ H ₇₀ O ₁₈	AC
24	藟头苷 IV Chinenoside IV	C ₅₀ H ₈₀ O ₂₃	AC
25	藟头苷 V Chinenoside V	C ₄₅ H ₇₂ O ₁₉	AC

续表 1 (Continued Tab. 1)

序号 No.	化合物 Compound	分子式 Molecular formula	来源植物 Plant origin
26	藜头苷 VI Chinenoside VI	C ₄₄ H ₇₀ O ₁₉	AC
27	藜头苷 VII Chinenoside VII	C ₄₀ H ₆₂ O ₁₄	AC

注:AM;小根蒜;AC:薤。

Note:AM;*Allium macrostemon* Bge.;AC;*Allium chinense* G. Don.

1.1.1 螺甾烷醇(spirostanol)型皂苷

螺甾烷醇型皂苷是较早从薤白中提取分离鉴定出的化合物,属于由环戊烷骈多氢菲(A/B/C/D环)与五元环(E环)、六元环(F环)以缩酮形式连接而成的骨架类化合物,又根据C₂₅的两种构型分为螺甾烷型和异螺甾烷型^[6]。1992年Peng等^[7]、Wu

等^[8]从小根蒜中得到如下螺甾烷醇型皂苷:薤白皂苷A(1)、薤白皂苷D(4)(见表1),并通过实验证实化合物1对由ADP诱导的家兔体外血小板聚集有很强的抑制作用。1998年Jiang等^[9]从薤中得到螺甾烷醇型皂苷:藜头苷VI(26),具体结构式见图1。

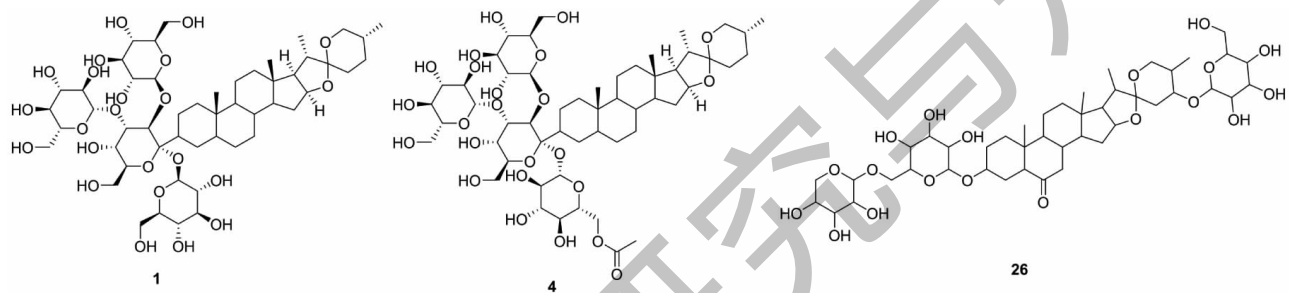


图1 部分螺甾烷醇型皂苷结构

Fig. 1 Part of the chemical structures of spirostanol saponins compounds

1.1.2 呋甾烷醇(furostanol)型皂苷

呋甾烷醇型皂苷是由环戊烷骈多氢菲(A/B/C/D环)与五元环(E环)、F环为开环以缩酮形式连接而成的骨架类化合物。1989年Matsuura等^[10]从薤中得到如下呋甾烷醇型皂苷:藜头苷I(21)。1993年Peng等^[11]从小根蒜中得到如下呋甾烷醇型皂苷:薤白皂苷E(5)、薤白皂苷F(6);并初步通过药理实验证实二者均有较强的抑制ADP诱导的人血小板聚集作用。1994年从薤白中得到呋甾烷醇型皂苷:薤白皂苷J(10)、薤白皂苷L(12)^[12,13];1995年从小根蒜中得到呋甾烷醇型皂苷:薤白皂苷G(7)、薤白皂苷H(8)^[14];1996年从薤中得到呋甾烷醇型皂苷:藜头苷II(22)、藜头苷III(23)、藜头苷IV(24)、藜头苷V(25)^[15]。具体结构式见图2。

1.2 含硫化合物

含硫化合物是薤白的主要挥发性成分之一,约占其挥发油总量的50%以上,也是薤白特征性气味的主要来源^[5]。该类化合物具有解痉平喘、抗血小板聚集等生物活性。1993年Wu等^[16]对小根蒜的挥发油成分发现19种含硫化合物:二甲基二硫

(28)、二甲基三硫(29)、二甲基四硫(30)、甲基丙基二硫(31)、正丙基甲基三硫(32)、甲基烯丙基二硫(33)、甲基烯丙基三硫(34)、丙基烯丙基二硫(35)、丙基烯丙基三硫(36)、异丙基烯丙基二硫(37)、1,3-二噻烷(38)、丙基异丙基二硫(39)、4-甲基-1,2,3-二噻烷(40)、二丙基三硫(41)、2,4-二甲基噻吩(42)、2,2-双甲硫基丙烷(43)、3-[(1-甲基乙基) 硫]-1-丙烯(44)、5-甲基-1,2,3,4-四硫杂环己烷(45)、3,5-二甲基-1,2,4-三硫杂环戊烷(46)。1994年Peng等^[17]对薤的挥发油成分发现16种含硫化合物:二甲基二硫(28)、二甲基三硫(29)、二甲基四硫(30)、甲基丙基二硫(31)、正丙基甲基三硫(32)、甲基烯丙基二硫(33)、甲基烯丙基三硫(34)、丙基烯丙基二硫(35)、丙基烯丙基三硫(36)、异丙基烯丙基二硫(37)、1,3-二噻烷(38)、甲基丙基三硫(47)、二烯丙基二硫(48)、二丙烯基二硫(49)、二烯丙基三硫(50)、丙烯基烯丙基三硫(51)。最终发现两种植物的挥发油中,有11种相同的含硫化合物:二甲基二硫(28)、二甲基三硫(29)、二甲基四硫(30)、甲基丙基二硫(31)、正丙基甲基三硫(32)、甲

基烯丙基二硫(33)、甲基烯丙基三硫(34)、丙基烯丙基二硫(35)、丙基烯丙基三硫(36)、异丙基烯丙基

基二硫(37)1,3-二噻烷(38)(见表2),具体结构式见图3。

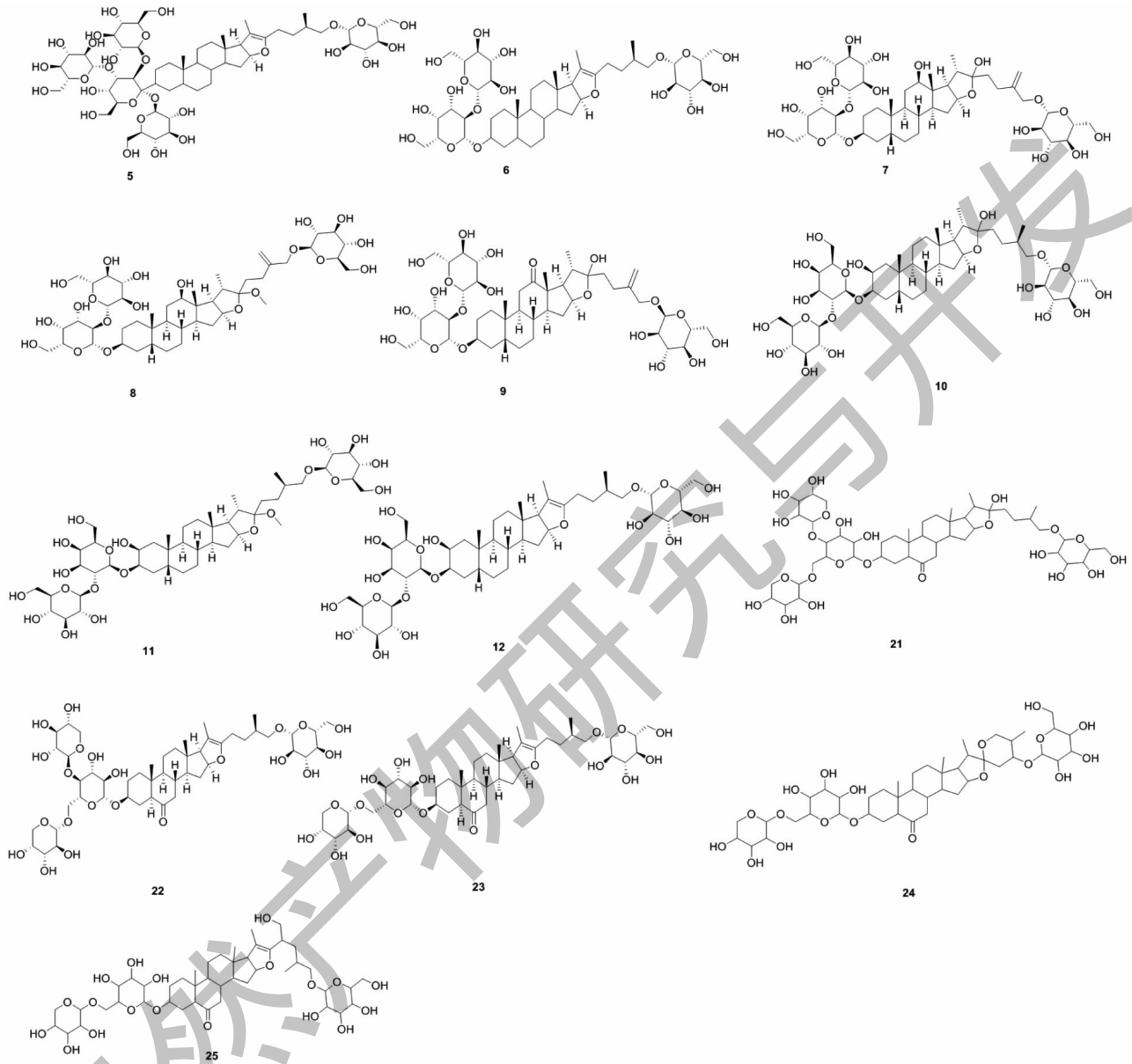


图2 呋甾烷醇型皂苷结构

Fig. 2 The chemical structures of furostanol saponins compounds

表2 薤白中含硫化合物

Table 2 Sulphur-containing compounds in *Allii Macrostemonis Bulbus*

序号 No.	化合物 Compound	分子式 Molecular formula	来源植物 Plant origin
28	二甲基二硫 Dimethyl disulfide	$C_2H_6S_2$	AM 和 AC
29	二甲基三硫 Dimethyl trisulfide	$C_2H_6S_3$	AM 和 AC
30	二甲基四硫 Dimethyl tetrasulfide	$C_2H_6S_4$	AM 和 AC
31	甲基丙基二硫 Methyl propyl disulfide	$C_4H_{10}S_2$	AM 和 AC

续表 2 (Continued Tab. 2)

序号 No.	化合物 Compound	分子式 Molecular formula	来源植物 Plant origin
32	正丙基甲基三硫化物 <i>N</i> -Propyl methyl trisulfide	C ₄ H ₁₀ S ₃	AM 和 AC
33	甲基烯丙基二硫化物 Methyl allyl disulfide	C ₄ H ₈ S ₂	AM 和 AC
34	甲基烯丙基三硫化物 Methyl allyl trisulfide	C ₄ H ₈ S ₃	AM 和 AC
35	丙基烯丙基二硫化物 Propyl allyl disulfide	C ₆ H ₁₂ S ₂	AM 和 AC
36	丙基烯丙基三硫化物 Propyl allyl trisulfide	C ₆ H ₁₂ S ₃	AM 和 AC
37	异丙基烯丙基二硫化物 Isopropyl allyl disulfide	C ₆ H ₁₂ S ₂	AM 和 AC
38	1,3-二噻烷 1,3-Dithiane	C ₄ H ₈ S ₂	AM 和 AC
39	异丙基丙基二硫化物 Isopropyl propyl disulfide	C ₆ H ₁₄ S ₂	AM
40	4-甲基-1,2,3-三硫杂环戊烷 4-Methyl-1,2,3-trithiolane	C ₃ H ₆ S ₃	AM
41	二丙基三硫化物 Dipropyl trisulfide	C ₆ H ₁₄ S ₃	AM
42	2,4-二甲基噻吩 2,4-Dimethyl thiophene	C ₆ H ₈ S	AM
43	2,2-双甲硫基丙烷 2,2-bis-methylthiopropene	C ₁₃ H ₁₂ FN ₃ O ₂ S ₂	AM
44	3-[(1-甲基乙基)硫]-1-丙烯 3-[(1-Methylethyl)thio]-1-propene	C ₆ H ₁₂ S	AM
45	5-甲基-1,2,3,4-四硫杂环己烷 5-Methyl-1,2,3,4-tetrathiane	C ₃ H ₆ S ₄	AM
46	3,5-二甲基-1,2,4-三硫杂环戊烷 3,5-Dimethyl-1,2,4-trithiolane	C ₄ H ₈ S ₃	AM
47	甲基丙烯基三硫化物 Methyl propenyl trisulfide	C ₄ H ₈ S ₃	AC
48	二烯丙基二硫化物 Diallyl disulfide	C ₆ H ₁₀ S ₂	AC
49	二丙烯基二硫化物 Dipropenyl disulfide	C ₆ H ₁₀ S ₂	AC
50	二烯丙基三硫化物 Diallyl trisulfide	C ₆ H ₁₀ S ₃	AC
51	丙烯基烯丙基三硫化物 Propenyl allyl trisulfide	C ₆ H ₁₀ S ₃	AC

注: AM; 小根蒜; AC; 薤。

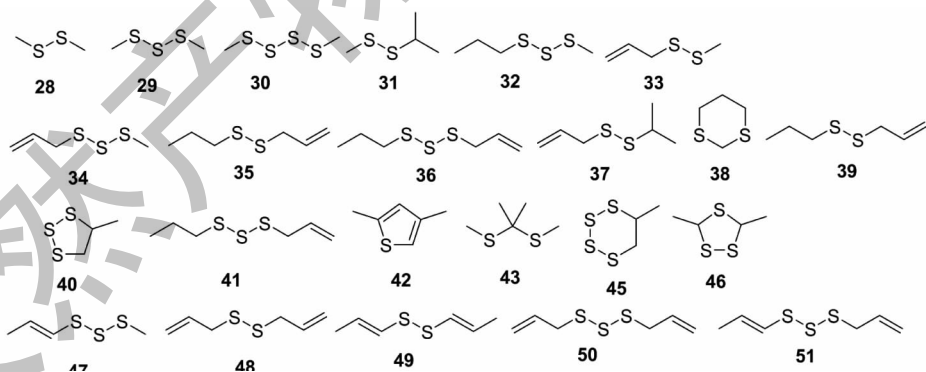
Note: AM; *Allium macrostemon* Bge.; AC; *Allium chinense* G. Don.

图 3 含硫化合物结构

Fig. 3 The chemical structures of sulfocompound

1.3 含氮化合物

含氮化合物也是薤白的主要化学组成, 具有降血脂、抑制血小板活性等药理作用。1986年 Okuyama 等^[18]从薤白中分离得到含氮化合物: *N*-反式-阿魏酰酪胺 (**52**); 1989年^[19]从薤白中分离得到含氮化合物: 色氨酸 (**54**)、鸟苷 (**56**) 等。1987年 Goda

等^[20]从薤中分离得到含氮化合物: 反式-*N*-对-香豆酰酪胺 (**53**)、顺式-*N*-对-香豆酰酪胺 (**53**)。1995年 Peng 等^[21]从小根蒜中分离得到含氮化合物 5 种: 腺苷 (**57**)、胸苷 (**58**)、2,3,4,9-四氢-1-甲基-1*H*-吡啶并[3,4-*b*]咪唑-3-羧酸 (**59**)、2,3,4,9-四氢-1*H*-吡啶并[3,4-*b*]咪唑-3-羧酸 (**60**)、丁香苷; 从薤中分离得

到含氮化合物 3 种:腺苷、色氨酸、2,3,4,9-四氢-1-甲基-1*H*-吡啶并[3,4-*b*]吲哚-3-羧酸;并初步测试了以上化合物的抗血小板聚集活性,其中腺苷活性最

强,其次为 2,3,4,9-四氢-1*H*-吡啶并[3,4-*b*]吲哚-3-羧酸,且活性与甾体皂苷活性相当,胸苷活性最弱。化合物具体信息见表 3,结构式见图 4。

表 3 薤白中含氮化合物

Table 3 Nitrogen-containing compound in *Allii Macrostemonis Bulbus*

序号 No.	化合物 Compound	分子式 Molecular formula	来源植物 Plant origin
52	<i>N</i> -反式阿魏酰酪胺 <i>N-trans-Feruloyltyramine</i>	C ₁₈ H ₁₉ NO ₄	AM 和 AC
53	<i>N</i> -对-香豆酰酪胺 <i>N-p-trans-Coumaroyltyramine</i>	C ₁₇ H ₁₇ NO ₃	AM 和 AC
54	色氨酸 Tryptophan	C ₁₁ H ₁₂ N ₂ O ₂	AM 和 AC
55	鸟氨酸 Ornithine	C ₅ H ₁₂ N ₂ O ₂	AM 和 AC
56	鸟苷 Vermine	C ₁₀ H ₁₃ N ₅ O ₅	AM 和 AC
57	腺苷 Adenosine	C ₁₀ H ₁₃ N ₅ O ₄	AM 和 AC
58	胸苷 Thymidine	C ₁₀ H ₁₄ N ₂ O ₅	AM 和 AC
59	2,3,4,9-四氢-1-甲基-1 <i>H</i> -吡啶并[3,4- <i>b</i>]吲哚-3-羧酸 2,3,4,9-Tetrahydro-1-methyl-1 <i>H</i> -pyrido[3,4- <i>b</i>]indole-3-carboxylic acid	C ₁₃ H ₁₄ N ₂ O ₂	AM 和 AC
60	2,3,4,9-四氢-1 <i>H</i> -吡啶并[3,4- <i>b</i>]吲哚-3-羧酸 2,3,4,9-Tetrahydro-1 <i>H</i> -pyrido[3,4- <i>b</i>]indole-3-carboxylic acid	C ₁₂ H ₁₂ N ₂ O ₂	AM 和 AC

注:AM:小根蒜;AC:薤。

Note:AM;*Allium macrostemon* Bge.;AC;*Allium chinense* G. Don.

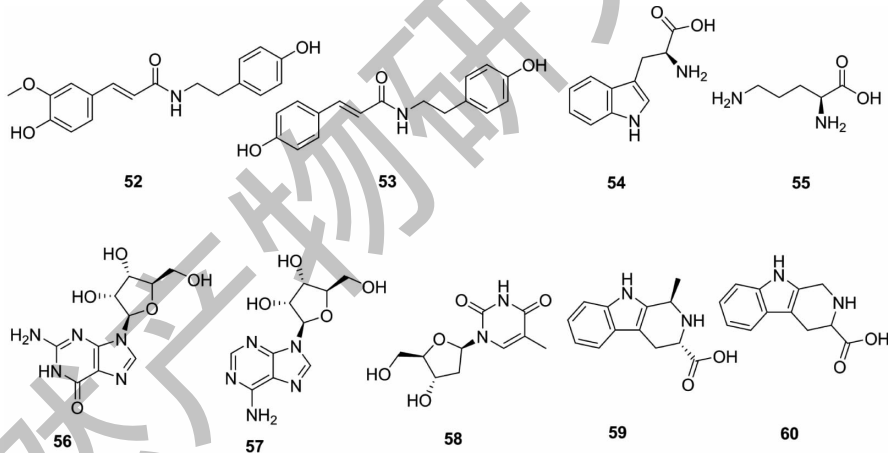


图 4 含氮化合物结构

Fig. 4 The chemical structures of nitrogen-containing compound

1.4 酸类化合物

薤白中还含有多种酸类化合物,分为脂肪酸和有机酸两类,其中脂肪酸类成分多具有降血脂、抗动脉粥样硬化等药理作用;有机酸类成分具有抗菌、解痉平喘、扩张血管等活性。1986年 Okuyama 等^[18]从薤白中分离得到有机酸类成分 3 种:丁二酸(72)、对羟基肉桂酸(73)、对羟基苯甲酸(74)。1987年 Goda 等^[20]从薤中分离得到脂肪酸类成分:油酸(61)、亚麻酸(62)、棕榈酸(67)、21-甲基二十三烷酸等(70)。2010年 Xia 等^[22]从中药薤白中分

离得到的脂肪酸类成分有 9 种:油酸(61)、亚油酸(63)、花生酸(64)、肉豆蔻酸(65)、棕榈油酸(66)、棕榈酸(67)、硬脂酸(68)、山芋酸(69)、木脂酸(71)。具体信息见表 4,结构式见图 5。

1.5 多糖类成分

多糖是一类由 10 个以上的单糖通过糖苷键聚合而成的化合物,通常是由几百甚至几千个单糖组成的高分子化合物,能被水解为多个单糖^[6]。多具有抗肿瘤、增强免疫功能等活性。目前薤白多糖(polysaccharides from *A. macrostemon* Bunge., AMP)

表 4 薤白中脂肪酸和有机酸类化合物

Table 4 Fatty acid and organic acid compounds in *Allii Macrostemonis Bulbus*

序号 No.	化合物名称 Compound name	分子式 Molecular formula	来源植物 Plant origin
61	油酸 Octadecenoic acid	$C_{18}H_{34}O_2$	AM 和 AC
62	亚麻酸 Linolenic acid	$C_{18}H_{30}O_2$	AC
63	亚油酸 Linoleic acid	$C_{18}H_{32}O_2$	AM 和 AC
64	花生酸 Arachidic acid	$C_{20}H_{40}O_2$	AM 和 AC
65	肉豆蔻酸 Myristic acid	$C_{14}H_{28}O_2$	AM 和 AC
66	棕榈油酸 Palmitoleic acid	$C_{16}H_{30}O_2$	AM 和 AC
67	棕榈酸 Palmitic acid	$C_{16}H_{32}O_2$	AM 和 AC
68	硬脂酸 Stearic acid	$C_{18}H_{36}O_2$	AM 和 AC
69	山芋酸 Behenic acid	$C_{22}H_{44}O_2$	AM 和 AC
70	21-甲基二十三烷酸 21-Methyl-tricodcanoic acid	$C_{24}H_{48}O_2$	AC
71	木脂酸 Lignan acid	$C_{24}H_{48}O_2$	AM 和 AC
72	丁二酸 Succinic acid	$C_4H_6O_4$	AM 和 AC
73	对羟基肉桂酸 <i>p</i> -Hydroxy-cinnamic acid	$C_9H_8O_3$	AM 和 AC
74	对羟基苯甲酸 <i>p</i> -Hydroxybenzoic acid	$C_7H_6O_3$	AM 和 AC

注:AM;小根蒜;AC;薤。

Note:AM;*Allium macrostemon* Bge.;AC;*Allium chinense* G. Don.

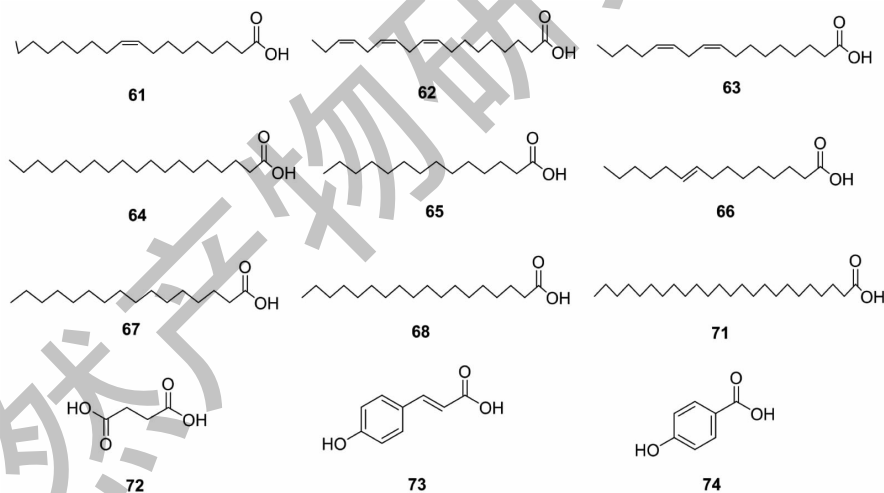


图 5 部分脂肪酸与有机酸类化合物结构

Fig. 5 Part of the chemical structures of fatty acid and organic acid compounds

的成分研究主要集中在提取工艺、分离纯化等方面。2007年 Xia 等^[23]对薤白多糖半纯品(part-pure product of polysaccharide, PAM)进行分离纯化,得到三种精制多糖 PAM- I b (75)、PAM- II a (76)、PAM- III' (77), 抗氧化活性试验显示 PAM 活性较强。2012年 Zhang 等^[24]对分离纯化得到的薤白多糖 AMP40-1 (78)、AMP40-2 (79)、AMP60 (80)、AMP80 (81)的分子量、单糖组成及结构特点进行分析,后

续药理研究表明 AMP40-2 相较于其他三种多糖具有更强的抗氧化、抗肿瘤及神经营养活性, AMP40 具有肝保护作用。2013年 Zheng 等^[25]用柱层析法和分级醇沉法对薤白多糖进行分离纯化,得到三种不同分子量的均一多糖薤白多糖- I (1.50×10^4 Da) (82)、薤白多糖- II (8.95×10^5 Da) (83)、薤白多糖- III (1.55×10^6 Da) (84)。2017年 Zhang 等^[26]从薤白中分离纯化得到一种多糖 AMP60N (85), 同时证明

该多糖具有一定抗氧化活性。分得多糖成分的具体信息(见表5)。

表5 薤白中多糖类成分

Table 5 Polysaccharides in *Allii Macrostemonis* Bulbus

序号 No.	多糖名称 Polysaccharide name	分子量 Molecular weight (kDa)	单糖组成 Monosaccharide form	结构组成 Structure form
75	PAM-I b	12.18	半乳糖、葡萄糖	-
76	PAM-II a	51.5	半乳糖、葡萄糖、果糖、木糖、鼠李糖	-
77	PAM-III'	291.6	半乳糖、葡萄糖、木糖	-
78	AMP40-1	18.2	阿拉伯糖、葡萄糖	以 β -吡喃糖形式存在,以1,2-葡萄糖残基和1,2-阿拉伯糖残基构成主链,以葡萄糖为非还原末端,含有1,2,6-葡萄糖分支的杂多糖。
79	AMP40-2	105.0	鼠李糖、阿拉伯糖、葡萄糖、半乳糖	主链主要由Glc(1 \rightarrow 6)和Gal(1 \rightarrow 6)连接组成,支链由Rha(1 \rightarrow 2)构成,分支点位于Glc(1 \rightarrow 6)的C-2处,末端残基为Glc,Rha,Ara,各糖苷主要以吡喃糖形式存在,糖苷键构型存在 α 型和 β 型两种构型
80	AMP60	11.2	阿拉伯糖、葡萄糖、半乳糖	主要由Glc(1 \rightarrow 2)和Ara(1 \rightarrow 5)构成主链,以Gal(1 \rightarrow 6)和Glc(1 \rightarrow 6)为支链,分支点位于Glc(1 \rightarrow 2)的C-6处,末端残基为Ara,各糖苷主要以 β -吡喃糖形式存在。
81	AMP80	8.1	阿拉伯糖、葡萄糖	主链主要由Glc(1 \rightarrow 2)连接组成,支链由Glc(1 \rightarrow 6)构成,分支点位于Glc(1 \rightarrow 2)的C-6处,以葡萄糖和阿拉伯糖为非还原末端,各糖苷主要以 β -吡喃糖形式存在。
82	薤白多糖-I	15.0	葡萄糖、半乳糖	主链核心由葡萄糖构成,葡萄糖和半乳糖构成支链或主链的末端残基。
83	薤白多糖-II	895.0	-	-
84	薤白多糖-III	1550.0	葡萄糖、半乳糖、果糖	葡萄糖及半乳糖构成其主链核心,支链或主链的残基末端由葡萄糖及果糖构成。
85	AMP60N	11.2	阿拉伯糖、葡萄糖、半乳糖	主链主要由Glc(1 \rightarrow 2)和Ara(1 \rightarrow 5)构成,以Gal(1 \rightarrow 6)和Glc(1 \rightarrow 6)为支链。

注: - ;未提及。

Note: - ;not mentioned.

1.6 其他成分

相关学者从薤白中还分离得到一些其他成分,包括三萜类、甾醇类、氨基酸等。如胡萝卜苷(86)、丁香苷(87)^[21]、前列腺素A1^[27]、胡萝卜苷十一烷

酸酯、 β -谷甾醇(88)、 α -菠甾醇(89)、无机元素、微量元素等^[28-31]。化合物具体信息见表6,结构式见图6。

表6 薤白中其他成分

Table 6 Other components in *Allii Macrostemonis* Bulbus

序号 No.	化合物名称 Compound name	分子式 Molecular formula	来源植物 Plant origin
86	胡萝卜苷 Daucosterol	C ₃₅ H ₆₀ O ₆	AM 和 AC
87	丁香苷 Syringin	C ₁₇ H ₂₄ O ₉	AM 和 AC
88	β -谷甾醇 β -Sitosterol	C ₂₉ H ₅₀ O	AM 和 AC
89	α -菠甾醇 α -Bosterol	C ₂₉ H ₄₈ O	AM 和 AC
90	α -菠甾醇-3-O- β -D-葡萄糖苷 α -Bosterol-3-O- β -D-glucoside	C ₃₅ H ₅₈ O ₆	AM 和 AC

注:AM;小根蒜;AC;薤。

Note:AM;*Allium macrostemon* Bge.;AC;*Allium chinense* G. Don.

2 药理活性

2.1 对心血管系统的保护作用

历代医家认为薤白通阳散结,多用于胸痹、心

痛。现代药理研究发现薤白具有较强的降糖降脂,保护血管内皮,抗血小板聚集,抗动脉粥样硬化等作用。

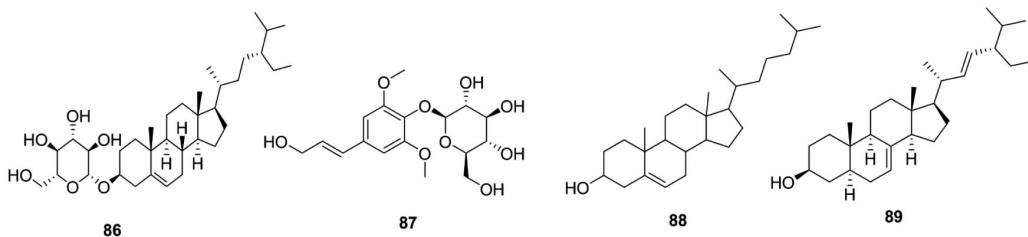


图6 其他化合物结构

Fig. 6 The chemical structures of other compounds

2.1.1 保护血管内皮的作用

Ji 等^[32]发现薤白能使与内皮损伤相关的关键蛋白:环氧化酶-2(cyclooxygenase-2, COX-2)和诱导型一氧化氮合酶(inducible nitric oxide synthase, iNOS)蛋白含量降低,并使二者相互作用减弱,起到保护血管内皮免受损伤的作用。Wu 等^[33]研究发现薤白能改善血管病变时基因表达谱的异常,从而起到保护血管的作用。Wei 等^[34]发现薤白提取物可通过增强介导舒血管作用的5-羟色胺(5-hydroxytryptamine, 5-HT)1型受体1D mRNA和蛋白表达,抑制介导缩血管作用的5-HT 2型受体2A mRNA和蛋白表达,进而有效保护束缚应激所致抑郁状态导致的血管内皮结构和分泌功能损伤。

2.1.2 对缺氧缺血心肌的保护作用

Wu 等^[35]通过实验发现薤白提取物能延长异丙肾上腺素作用的小鼠的常压缺氧存活时间,对抗垂体后叶素所致的大鼠急性心肌缺血作用,并能明显保护缺血再灌注引起的大鼠心肌的损伤。Lei 等^[36]采用结扎左冠脉建立大鼠急性心肌缺血损伤模型,给予薤白提取物、硝酸甘油干预后,监测大鼠造模前后心电图II导联ST(the interval between the S wave and the T wave, ST)段变化,检测血清谷胱甘肽转移酶(glutathione peroxidase, GSH-Px)、总胆碱酯酶(total cholinesterase, TChE)的活性。游离脂肪酸(non-esterified Fatty Acid, NEFA)、丙二醛(malondialdehyde, MDA)的水平,结果发现薤白提取物对大鼠急性心肌缺血损伤具有一定的保护作用。

2.1.3 降糖降脂作用

Wei 等^[37]发现薤白中的类固醇样化合物能轻度或中度抑制高脂饮食喂养的C57BL/6小鼠的血糖、肝糖、血清总胆固醇及内脏脂肪堆积;其降血糖作用可能与增加胰岛素敏感性有关,减肥作用可能与提升内脏脂肪细胞总脂酶活性、上调过氧化物酶体扩散激活受体 γ 2的表达有关。此外,该化合物还

能促进肌肉中的能量代谢,具有潜在保护心血管的作用。Chen^[38]通过实验证实薤白中甲基烯丙基三硫具有较强的降血脂作用,机理可能与其抑制脂质过氧化物酶,降低血清中脂质过氧化物水平,脂质过氧化物可选择性抑制 PGI_2 合成,从而促进胆固醇酯的水解和转运有关。Ju 等^[39]考察薤白对高脂血症模型大鼠血脂水平的影响及机制,结果发现薤白各剂量组大鼠,与模型组比较,其血清中的总胆固醇(total cholesterol, TC)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)含量显著降低,高密度脂蛋白胆固醇(high density lipid-cholesterol, HDL-C)含量显著升高;且薤白中、高剂量组大鼠肝组织中低密度脂蛋白受体(low density lipoprotein receptor, LDLR)、肝X受体(liver X-activated receptor, LXR) α m核糖核酸(ribonucleic acid, RNA)表达水平显著升高,肝、脾指数显著降低,差异均有统计学意义;表明薤白具有较好的降血脂作用,其机制可能与上调肝组织中LDLR、LXR α m RNA的表达有关。

2.1.4 抗血小板聚集作用

Ou 等^[40]证明从薤白中分离得到呋甾皂苷,具有抑制ADP-诱导人类血小板聚集、抑制P-蛋白和整合素 β -3表达的作用,同时抑制钙动员,大幅度减少磷酸化AKT的蛋白表达,从而起到抑制血小板活化聚集的作用。Xie 等^[41]发现薤白不同溶剂提取物能延长小鼠凝血时间,提高胶原蛋白-肾上腺素血栓模型小鼠的恢复率,证明薤白提取物具有抑制凝血、抗血栓形成的作用。Ou 等^[42]证明薤白皂苷能抑制血小板CD40L的表达,并明显抑制ADP诱导的血小板与中性粒细胞之间的黏附,进而具有抗血小板相关炎症的作用。Jiang 等^[43]还发现中所含的呋甾皂苷和腺苷均有较强的抗体外ADP诱导的血小板聚集活性;其含硫化合物、含氮化合物、黄酮类化合物、甾体皂苷也有抑制血小板聚集的作用。

2.2 行气导滞作用

2.2.1 预防肠粘连作用

薤白为医家治疗泄痢的常用品,可行气导滞,多用于脘腹痞满胀痛,泄痢后重等症。Jin 等^[44]通过家兔肠粘连模型实验证明早期用薤白对术后肠粘连具有较强的预防作用。

2.2.2 解痉平喘作用

Qin 等^[45]发现薤白提取物能明显延长豚鼠哮喘的潜伏期,具有明显的平喘作用。Zhang 等^[46]认为薤白可能通过抑制炎症反应、缓解慢性炎症,进而缓解支气管平滑肌痉挛而达到平喘的作用。Tan 等^[47]通过实验证明薤白的皂苷部位具有显著平喘作用,初步认为皂苷类化合物是薤白平喘的药效成分。Fan 等^[48]证实薤白治疗组能明显改善慢性阻塞性肺病患者的胸闷气急、呼吸困难等临床症状,与对照组相比较有统计学意义,且能降低平均肺动脉压。

2.3 抗菌作用

Chen 等^[49]研究薤白不同稀释度水浸提物的抑菌率,随着浸提液稀释倍数的增加抑菌能力逐渐减弱;抑菌能力依次为金黄色葡萄球菌 > 枯草芽孢杆菌 > 蜡状芽孢杆菌 > 大肠杆菌 > 绿脓杆菌 > 沙门氏菌。Chen 等^[50]发现小根蒜汁对革兰阳性、阴性细菌,啤酒酵母菌,霉菌均有明显抑制作用,且最低抑菌浓度较低,对细菌抑制效果为:金黄色葡萄球菌 > 枯草芽孢杆菌 > 大肠杆菌 > 普通变形杆菌 > 四联球菌 > 产气肠杆菌 > 八叠球菌;对霉菌的抑制效果为:绿色木霉 > 米曲霉 > 匍枝根霉 > 桔青霉;同时发现抑菌活性物质在鳞茎、蒜苗中均有分布,且抑菌活性:鳞茎 > 蒜苗。藟头对变形杆菌、金黄色葡萄球菌敏感性高于绿脓杆菌、霉菌,但对大肠杆菌等显示耐药性。Meng 等^[51]从藟头中提取的活性成分对酿酒酵母、白色念珠菌、黑曲霉、黄曲霉、红曲霉、青霉、灰黄链霉菌都有较强的抑制作用,对酿酒酵母、白色念珠菌、青霉的最低抑菌浓度为 0.31%;对黑曲霉、黄曲霉、红曲霉三种霉菌的生长抑制呈浓度依赖性。

2.4 抗肿瘤作用

Jiang 等发现藟头中的含硫化合物能有效缓解食道癌、胃癌的恶化,临床上将其作为部分恶性肿瘤的辅助抗癌药使用^[43]。挥发油可明显减少体外癌症细胞滋生,具有显著的抗癌防癌活性^[52]。同时,Zhang 等证明藟头在碱性条件下对亚硝酸盐(具致癌性)有较好的清除作用,随着温度升高,用量增

加,清除率也随之增加^[53]。Chen 等^[54]发现从薤白干燥鳞茎中分得的甙体皂苷 1 对 SF-268 有细胞毒性作用,甙体皂苷 2 对 NCI-H460 和 SF-268 有细胞毒性作用,其抗癌机理可能与抑制肿瘤细胞增殖,导致细胞凋亡相关。Wu 等^[55]研究发现薤白挥发油有明显的肿瘤抑制作用,主要通过诱导细胞凋亡来实现,而促进 p53 蛋白的表达是诱发胃癌细胞凋亡的作用途径之一。

2.5 抗氧化作用

Li 等^[56]发现藟头原汁具有类似于谷胱甘肽的抗氧化机理,能降低血清抗坏血酸自由基自旋浓度,同时与羟自由基剂甘露作用机制一致,可改变血清发光特征,进而证实了藟头的抗氧化活性,藟头提取物还可通过干扰人体正常的皮肤纤维细胞增殖,从而增长细胞寿命。此外,还发现^[57]藝白原汁能提高氧应激大鼠血清的 SOD 和过氧化氢酶的活性,对 T 淋巴细胞有保护作用,能抑制血清过氧化脂质形成,且对 Fenton 反应生成的羟自由基也有清除作用。Xia 等^[58]发现薤白多糖半纯品(PAM)具有抗羟自由基($\cdot\text{OH}$)和超氧阴离子($\text{O}_2^{\cdot-}$)的双重功效,且呈剂量依赖关系;精制多糖 PAM-Ib 清除 $\cdot\text{OH}$ 和 $\text{O}_2^{\cdot-}$ 活性较弱,其活性大小与多糖用量成正比;PAM-II a 对 $\cdot\text{OH}$ 和 $\text{O}_2^{\cdot-}$ 均无清除作用;PAM-III 具有较高的清除 $\cdot\text{OH}$ 作用,对 $\text{O}_2^{\cdot-}$ 不起作用。Ding 等^[59]发现薤白乙醚提取物及其原汁具有清除 $\cdot\text{OH}$ 作用,并能保护 DNA 的氧化损伤,作用强度与浓度存在正比关系。

2.6 其他作用

Wan 等^[60]认为薤白可促进单核巨噬细胞的吞噬功能,并能提高机体的特异性免疫功能。Dao 等^[61]薤白能改善环磷酰胺对机体造成的免疫抑制影响。Zhang 等^[62]通过研究证明薤白可增强荷瘤小鼠的免疫功能进而达到抑制肿瘤生长的作用。Wu 等^[63]证明薤白能舒张已为氯化钙、高钾和去甲肾上腺素收缩的兔主动脉条,使去甲肾上腺素、氯化钾和氯化钙的剂量-效应曲线非平行右移,最大效应降低。其扩血管机制与其对钙通道阻断作用有关。Lee 等^[64]证明薤白水提物具有抗抑郁活性,其作用机制可能与脑神经再生及脑源性神经营养因子的释放有关。

3 品质评价

3.1 鉴定

据报道^[65],Yang 等采用聚合酶链反应(poly-

merase chain reaction, PCR) 测序法对贵州不同地区薤白进行测定,发现葱属部分植物可分为4支,其中薤白聚为一支并可作为一个单系类群,不同产地薤白可分为4小支,来自贵阳清镇、六盘水平寨、安顺平坝、黔西南兴仁、铜仁思南的薤白亲缘关系较近。Shi等^[66]对中国南方不同产地薤白进行系统发育分析,结果显示基于 ITS + rps16 + trn L-F 联合序列构建最大简约法和贝叶斯系统发育树均可将薤白与其他葱属植物区分,且发现薤白为单系种,总体可划分为位于南方地区西部的A组和东部的B组。此外,研究构建的系统发育树表明不宜将长梗韭作为中药薤白的生药原料。

3.2 加工

Liu等^[67]利用高效液相色谱法测定薤白中腺苷的含量,结果显示花期时薤白中的腺苷主要向花和叶中转移;春秋两季主要存在于鳞茎中,宜采摘;腺苷含量:蒸法加工 > 煮法加工。Guan等^[68]采用鼓风干燥、真空干燥和阴干对薤白进行加工,测定干燥后薤白的皂苷、糖组分含量及干燥速率、干燥能耗,结果发现薤白药材中蔗糖含量最高,木糖含量最低。皂苷含量在80℃鼓风干燥处理后达最高;蔗糖含量在60℃鼓风干燥后达最高;葡萄糖醛酸和半乳糖醛酸含量在真空干燥处理后达最高;阿拉伯糖、可溶性糖含量在干燥后相对稳定。综合优选80℃鼓风干燥可作为规模化生产时薤白的干燥方法。

3.3 炮制

Yang等^[69]测定了炮制前后中药薤白的无机元素、氨基酸含量,结果表明经炮制的薤白中P、Ca、Mg、Sr均有不同程度减少,而Fe、Cu、Mn、Zn4种元素均有不同程度增加,人体所必需的宏、微量元素总和:未经炮制品 > 炮制品;同时发现未经炮制的薤白总氨基酸含量为炮制品的2倍多,必需氨基酸含量比炮制品高2.5倍左右。Han等^[70]通过GC-MS技术对炮制前后薤白鳞茎和叶中挥发油的化学成分和相对含量进行比较,结果发现炮制前后存在差异:薤白鲜品的鳞茎和叶中分别鉴定出13种和20种化合物,分别占总量的62.5%和59.63%;薤白炮制品鳞茎和叶中分别鉴定出9种和13种化合物,分别占总量的74.89%和87.66%。炮制前后有6种共有成分:2,3-二甲基二硫醚、3,4-二甲基噻吩、甲基烯丙基二硫醚、二甲基三硫醚、丙硫醇、Z-甲硫基丙烯。郑旭^[71]采用正交试验优化薤白的炒制条件,结果发现炒制程度、炒制时间和泼水次数对薤白皂苷含量

无显著影响,对总皂苷含量影响依次为炒制时间 > 炒制程度 > 泼水次数。炒制程度对浸出物含量有显著影响,最终确定最佳工艺为:大火下炒制4 min,泼水2次(每50 g薤白泼水1次为1 mL)。Zheng等^[72]还对薤白生品进行炮制方法的优选,结果发现薤白炒制品的针晶较为破碎,方晶更加明显;炒制和蒸制水分和总灰分结果大致相同;浸出物含量:蒸制品 < 炒制品;薄层结果显示炒制品比蒸制品色斑更清晰。

3.4 提取工艺

3.4.1 皂苷类成分提取

Xie等^[73]通过实验优选薤白的醇提工艺,选择乙醇浓度、浸泡时间、乙醇用量、提取次数、提取时间作为考察指标,最终确定最佳醇提工艺为:12倍量的60%乙醇浸泡0.5 h,回流提取2次,每次1 h。Gu等^[74]采用大孔吸附树脂对薤白总皂苷进行吸附纯化,最终确定薤白总皂苷纯化工艺为提取液上D101大孔树脂柱,吸附3 h,以水和5%乙醇洗至无色,再以60%乙醇洗脱,60%乙醇部分为皂苷部位,总皂苷含量达到55%。Guan等^[75]根据响应面Box-Behnken试验设计原理,优选薤白皂苷最佳提取工艺为:固液比1:50,提取温度64℃,超声功率500 W,薤白皂苷提取率达4.86%。

3.4.2 多糖类成分提取

Xia等^[76]对薤白中可溶性粗多糖的提取工艺进行研究,结果显示影响提取率的因素依次为提取温度 > 提取时间 > 料液比,最佳提取工艺为提取温度90℃、料液比1:12、提取时间90 min,薤白多糖提取率为13.93%;同时指出脱蛋白处理以木瓜蛋白酶 + Seavage法效果最佳。Xu等^[77]对薤白多糖的提取工艺进行优化,结果酶解温度50℃,酶解时间2.5 h,酶解pH值5.0,酶添加量0.4%条件下,薤白粗多糖的提取率为17.27%,较传统水提法提高了34.19%。Zhang等^[78]通过Box-Behnken试验设计对薤白多糖脱蛋白工艺条件进行优化,结果表明:超声时间45 min、水浴温度38℃、酶液pH值8.0、10 mL体系酶液用量0.80 mL条件下蛋白脱除率为88.25%。Xue等^[79]研究薤白多糖超声辅助提取的最佳工艺参数,得出提取温度51℃,超声提取时间12 min,液固比30:1(mL/g),提取功率100 W;多糖提取率预测值为14.24%,验证值为13.97%。Huang等^[80]对胰蛋白酶脱除薤白多糖中蛋白质的工艺进行优化。结果得到最佳工艺条件为:超声时

间 35 min, 水浴温度 30 ℃, 酶液 pH 8.5, 酶液用量 0.80 mL。此条件下蛋白脱除率为 86.86%, 多糖剩余率为 74.69%。

3.4.3 挥发油类成分的提取

据报道^[81], 超临界 CO₂ 萃取薤白挥发油成分的最佳工艺为压力 15 MPa, 温度 30 ℃, 时间 3 h, 挥发油得率为 1.093%, 是水蒸气蒸馏法得率的 3.7 倍。Huang 等^[82] 采用水蒸气蒸馏法提取薤白挥发油; 采用响应面法优化提取工艺, 并利用气相色谱-质谱法对挥发油化学成分进行分析, 最终确定最佳工艺条件为浸泡温度 40 ℃、超声预处理 30 min、液固比 4.40:1 (mL/g)、蒸馏时间 2.2 h, 薤白挥发油提取率为 1.030%。经气-质分析共测出 17 个组分, 鉴定出 14 种化合物, 占提取物的 93.46%。

3.5 含量测定

Ma 等^[83] 采用 RP-HPLC 法测定薤白中腺苷含量, 结果显示腺苷含量在 20 ~ 300 ng 之间与峰面积呈线性关系, 并测定了东北不同产地薤白的腺苷含量, 以辽宁产含量较高。Liu 等^[84] 建立了测定薤白中呋甾皂苷含量的 E 试剂比色法, 结果显示标准曲线在 0.197 5 ~ 0.988 0 mg/mL 线性关系良好。Jiao 等^[85] 采用电感耦合等离子体质谱法对小根蒜样品中无机元素含量进行分析, 并采用多元统计分析进行评价, 主成分分析选出 6 个主因子, 得出小根蒜的特征元素为 Cu、Zn、Fe、Mn、Ni、Cr、Se; 聚类分析将样品聚为 2 类, 不同产地小根蒜内无机元素含量与气温、地理位置等生态环境存在一定相关性。Liu 等^[86,87] 采用 RP-HPLC 法同时测定小根蒜中尿苷、鸟苷和腺苷含量, 以及蒜头中腺苷和鸟苷的含量, 各成分在一定范围内线性关系均良好。Zhang 等^[88] 结合顶空技术与表面增强拉曼散射技术获得不同产地、药源的薤白挥发物表面增强拉曼散射 (surface-enhanced raman scattering, SERS) 光谱, 结果表明不同产地小根蒜挥发物 SERS 谱及蒜头挥发物 SERS 谱的峰位峰形非常相似, 不同产地的小根蒜和楚雄地区蒜头的挥发物中都含有烯丙基甲基硫醚和 1-丙硫醇成分。Huang 等^[89] 同时测定了小根蒜中 8 种碱基和核苷的含量, 在线性范围内关系良好, 检出限为 10.78 ~ 37.62 ng/mL, 定量限为 35.81 ~ 115.28 ng/mL, 平均回收率为 97.72% ~ 100.29%; 不同部位的小根蒜均可检测到 8 种碱基和核苷类成分, 部分非入药、非食用部位的碱基和核苷含量高于鳞茎。聚类分析可将小根蒜分为 2 类; 主成分分析

筛选出重庆市万州区小根蒜鳞茎的综合质量评价最好。

4 结语和展望

本文对薤白现有文献进行整理归纳, 成分研究方面, 学者陆续鉴定出了 100 多个化合物, 初步认为甾体皂苷、挥发油和含氮化合物为其主要药效成分。药理活性方面, 薤白具有降血脂、抗动脉粥样硬化、抑制血小板聚集、解痉平喘、抗菌、抗氧化、抗肿瘤等多种药理作用, 对心血管系统、消化系统、呼吸系统及免疫系统均有较好疗效。品质评价方面, 目前研究多集中在化学成分分离纯化、药理作用方面, 对薤白有效组分、药效成分的定量研究及质量标准等综合评价相对较少。因此, 针对薤白资源及其临床制剂的有效开发利用, 有待进一步深入。

薤白属二基原、广布型中药, 目前《中华人民共和国药典》2020 版收录的薤白基原, 主要依赖野生, 尚无大规模人工栽培及规模化生产。不同地区流通的薤白药材基原, 存在较大差异, 尚无全面的质量评价标准及商品规格等级标准, 亟待修订完善。因此, 本文对薤白化学成分、药理药效及品质的总结与展望, 可为薤白药用植物资源的有效开发和临床应用奠定基础。

参考文献

- 1 Chinese Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the People's Republic of China: Vol I (中华人民共和国药典: 第一部) [M]. Beijing: China Medical Science Press, 2010: 392.
- 2 Cui L. The Herbal Lecture by Shennong (神农本草经) [M]. Tianjin: Tianjin Ancient Works Publishing House, 2009: 178.
- 3 The State Administration of TCM Editorial Board of Chinese Materia Medica. Chinese Materia Medica (Vol I) (中华本草·第八卷) [M]. Shanghai: Shanghai publisher of Science and Technology, 1999: 1785.
- 4 Okuyama T, et al. Effect of oriental plant drugs on platelet-aggregation; III. Effect of Chinese drug Xiebai on human-platelet aggregation [J]. Planta Med, 1986, 3: 171-175.
- 5 Jiang Y, et al. The research progress of Xiebai [J]. Nat Prod Res Dev (天然产物研究与开发), 2000, 12: 74-79.
- 6 Ding LS. The Chemistry of Traditional Chinese Medicine (中药化学) [M]. Beijing: The traditional Chinese Medicine Publishing House, 1997: 139, 179.
- 7 Peng JP, et al. Two new steroidal saponins from *Allii Macrostemonis Bulbus* [J]. Acta Pharm Sin (药学学报), 1992,

- 27:918-922.
- 8 Wu Y, et al. Macrostemonide A-a new steroid saponin[J]. J Shenyang Pharm Coll(沈阳药学院学报), 1992, 9:69-70.
- 9 Jiang Y, et al. The Structural identification of anti-coagulant and anti-cancer components from *Allium chinense* G. Don [J]. Acta Pharm Sin(药学学报), 1998, 33:355-361.
- 10 Matsuura H, et al. A furostanol glycoside from *Allium chinense* G. Don [J]. Chem Pharm Bull, 1989, 37: 1390-1391.
- 11 Peng JP, et al. The Structure of two new furostanol saponins from *Allii Macrostemonis Bulbus*[J]. Acta Pharm Sin(药学学报), 1993, 28:526-531.
- 12 Peng JP, et al. The Structure of macrostemon J, K and L [J]. Acta Pharm Sin(药理学报), 1994, 29:526-531.
- 13 Peng JP, et al. Further studies on new furostnaol saponins from the bulbs of *Allium macrostemon* [J]. Chem Pharm Bull, 1994, 42:2180-2182.
- 14 Peng JP, et al. Novel furostanol glycosides from *Allium macrostemon*[J]. Planta Med, 1995, 61:58-61.
- 15 Peng JP, et al. Furostanol glycosides from bulbs of *Allium chinense*[J]. Phytochemistry, 1996, 41:283-285.
- 16 Wu Y, et al. The research on volatile oil of *Allii Macrostemonis Bulbus*- I The research on volatile oil from *Allium macrostemon* Bunge [J]. J Shenyang Pharm Coll(沈阳药学院学报), 1993, 10:45-46.
- 17 Peng JP, et al. The research on volatile oil of *Allii Macrostemonis Bulbus*- III; The research on volatile oil from *Allium chinense* G. Don [J]. Chin J Med Chem(中国药物化学杂志), 1994, 4:282-283.
- 18 Okuyama T, et al. Effect of oriental plant drugs on platelet aggregation; III. Effect of Chinese drug "Xiebai" on human platelet aggregation [J]. Planta Med, 1986, 52:171-175.
- 19 Okuyama T, et al. Effects of Chinese drugs "Xie-Bai" And "Dasuan" on human platelet aggregation (*Allium bakeri*, *A. sativum*) [J]. Planta Med, 1989, 55:242-244.
- 20 Goda Y, et al. Inhibitors of the arachidonate cascade from *Allium chinense* and their effect on *in vitro* platelet aggregation [J]. Chem Pharm Bull, 1987, 35:2668-2674.
- 21 Peng JP, et al. Some nitrogenous compounds which obtained from *Allii Macrostemonis Bulbus*[J]. Chin J Med Chem(中国药物化学杂志), 1995, 5:134-139.
- 22 Xia XK, et al. The constitute analysis of fatty acids from *Allium macrostemon* by GC-MS [J]. Food Sci Technol(食品科技), 2010, 35:279-280, 283.
- 23 Xia XK. The research on isolation, purification and anti-oxidant activity of polysaccharides from *Allium macrostemon* [D]. : Xianyang: Northwest A&F University(西北农林科技大学), 2007.
- 24 Zhang JJ. The Study on preparation, properties, structure and bioactivity of polysaccharides from *Allium macrostemon* [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University(南京农业大学), 2012.
- 25 Zheng RG. The Study on chemical modification, structural analysis and bioactivity of polysaccharides from *Allium macrostemon* [D]. Haikou: Hainan University(海南大学), 2013.
- 26 Zhang ZJ, et al. The Study on structure identification and *in vitro* antioxidant activity of a neutral polysaccharide from *Allium macrostemon* [J]. Sci Technol Food Ind(食品工业科技), 2017, 38:77-82.
- 27 Sun QL. The studies on prostaglandins from Plants III. The solation and identification of prostaglandins A1 and B1 from *Allium macrostemon* [J]. Chin Tradit Herb Drugs(中草药), 1991, 22:150-152.
- 28 Kang XD, et al. The study on chemical constituents of *Allium macrostemon* [J]. Drugs Clin(现代药物与临床), 2012, 27:97-99.
- 29 Liu H, et al. A microwave-assisted digestion method and ICP-AES method were used to determine 11 microelements in *Allium chinense* G. Don [J]. China Condiment(中国调味品), 2013, 4:111-113.
- 30 Si Q. The determination of amino acid composition in *Allium macrostemon* Bge [J]. Chin J Ethnomed Ethnopharm(中国民族民间医药), 2007, 16:352-353.
- 31 Yang XH, et al. The content analysis of inorganic elements and amino acids of *Allium macrostemon* before and after processing [J]. J Bethune Med Univ(白求恩医科大学学报), 1997, 23:472-474.
- 32 Ji ZS, et al. The effects of *Allium macrostemon* on the contents and interaction of COX-2 and iNOS in vascular injury of Qi stagnation type [J]. J Beijing Univ TCM(北京中医药大学学报), 2008, 31:835-838.
- 33 Wu YL, et al. The effect of *Allium macrostemon* on gene profiles related to endothelial injury of Qi stagnation type [J]. J Chin Med Mater(中药材), 2007, 30:1266-1270.
- 34 Wei C, et al. The Effect of binding stress on expression of 5-HT1D and 5-HT2A receptors in rat aorta and the intervention of medicine Tongxinluo and extracts of *Allium macrostemon* [J]. J Chin Gerontol(中国老年学杂志), 2010, 30:3668-3671.
- 35 Wu B, et al. The protective effect of extracts of *Allium macrostemon* on myocardial hypoxic ischemia and ischemia reperfusion injury [J]. J Shenyang Pharm Univ(沈阳药科大学学报), 2001, 18:131-133.

- 36 Lei J, et al. The protective effect of extracts of *Allium macrostemon* on acute myocardial ischemic injury in rats [J]. J Jiangnan Univ; Nat Sci (江汉大学学报: 自科版), 2018, 46: 67-71.
- 37 Xie WD, et al. Novel effects of macrostemonoside A, a compound from *Allium macrostemon* Bung, on hyperglycemia, hyperlipidemia, and visceral obesity in high-fat diet-fed C57BL/6 mice [J]. Eur J Pharmacol, 2008, 599: 159-165.
- 38 Chen LP, et al. The high resolution ultrasound observe to the therapeutic effect of *Allium macrostemon* on hyperlipidemia [J]. J Chin Gerontol (中国老年学杂志), 2002, 22: 182-183.
- 39 Ju K, et al. The Effect and mechanism of *Allium macrostemon* on rats with blood lipid level in hyperlipidemia model [J]. China Pharm (中国药房), 2018, 29: 976-979.
- 40 Ou WC, et al. Inhibition of platelet activation and aggregation by furostanol saponins isolated from the bulbs of *Allium macrostemon* Bunge [J]. Am J Med Sci, 2012, 344: 261-267.
- 41 Xie H, et al. The effects of extract of *Allium macrostemon* on blood coagulation time and *in vivo* thrombosis in mice [J]. Lishizhen Med Mater Med Res (时珍国医国药), 2004, 15: 811-812.
- 42 Ou WC, et al. The effects of saponin compound in *Allium macrostemon* on CD40L expression and platelet neutrophil adhesion [J]. Guangdong Med J (广东医学), 2011, 32: 833-835.
- 43 Jiang Y. The studies on components in *Allium macrostemon* and components of antiplatelet aggregation and anticancer activities [D]. Shenyang: Shenyang Pharmaceutical University (沈阳药科大学), 1997.
- 44 Jin LY, et al. The experimental and clinical study of *Allium macrostemon* on preventing intestinal adhesion [J]. Chin J Exp Surg (中华实验外科杂志), 2010, 27: 1928-1929.
- 45 Qin LR, et al. The experimental study on antiasthmatic effect of extracts of *Allium macrostemon* [J]. Guangxi Med. (广西医学), 2008, 30: 1844-1845.
- 46 Zhang HT, et al. The effects of extracts of *Allium macrostemon* on serum IL-6, TXB2 and 6-Keto-PGF1 α in asthmatic guinea pigs [J]. J Radioimmu (放射免疫学杂志), 2012, 30: 154-156.
- 47 Tan ZY, et al. The Screening study of effective parts on antiasthmatic of *Allium macrostemon* [J]. Chin Mod Med (中国现代中药), 2011, 13: 40-41.
- 48 Fan CQ, et al. The observation of therapeutic effect of *Allium macrostemon* on pulmonary hypertension during acute attack of chronic obstructive pulmonary disease [J]. J Basic Chin Med (中国中医基础医学杂志), 2011, 17: 87-88.
- 49 Chen XX. The preliminary study on bacteriostatic activity of *Allium macrostemon* [J]. J Hangzhou Teach Coll; Nat Sci (杭州师范学院学报: 自科版), 2004, 3: 337-340.
- 50 Chen XM, et al. The preliminary study on bacteriostatic effect of *Allium macrostemon* Bge [J]. J Anhui Agric Sci (安徽农业科学), 2005, 33: 1676-1677.
- 51 Meng S. A study on Antifungal effects and mechanism of active components in *Allium chinense* G. Don of the genus *Allium* [D]. Changsha: Hunan Normal University (湖南师范大学), 2006.
- 52 Bo JS. The isolation, purification, identification and functional study of antibacterial and cancer-inhibiting active components in *Allium chinense* G. Don of the genus *Allium* [D]. Changsha: Hunan Normal University (湖南师范大学), 2004.
- 53 Zhang GY, et al. Study on the removal of nitrite from *Allium macrostemon* and scallion [J]. J Changchun Coll TCM (长春中医学院院报), 2002, 18: 48-49.
- 54 Chen HF, et al. Two new steroidal saponins from *Allium macrostemon* Bunge and their cytotoxicity on different cancer cell lines [J]. Molecules, 2009, 14: 2246-2253.
- 55 Wu ZM, et al. The volatile oil of *Allium macrostemon* induced apoptosis of human gastric cancer cells [J]. Chin J Clin Rehab (中国临床康复), 2006, 10: 115-117.
- 56 Li XH, et al. The influences of *Allium macrostemon* on serum ascorbic acid free radicals and serum luminescence in rats [J]. J Chin Med Mater (中药材), 1995, 18: 521-523.
- 57 Li XH, et al. Study on antioxidant activity of extracts from *Allium macrostemon* [J]. J Chin Med Mater (中药材), 1994, 17: 34-37.
- 58 Xia XK, et al. Study on antioxidant activity of polysaccharides from *Allium macrostemon* [J]. J Xinyang Agric Coll (信阳农业高等专科学校学报), 2007, 17: 138-139.
- 59 Ding F, et al. Study on scavenging hydroxyl radical and anti-DNA damage of extracts from *Allium macrostemon* [J]. J Chin Med Mater (中药材), 2005, 28: 592-593.
- 60 Wan JH, et al. Effect of *Allium macrostemon* on immune function of mice [J]. J Chengde Med Coll (承德医学院学报), 2005, 22: 188-190.
- 61 Gao M, et al. Effect of Wild *Allium macrostemon* on immune function of mice [J]. Guizhou Med J (贵州医药), 2004, 28: 932-933.
- 62 Zhang Q, et al. Effect of volatile oil of *Allium macrostemon* on immune function of S₁₈₀ tumor-bearing mice [J]. J Weifang Med Coll (潍坊医学院学报), 2002, 24: 94-95.
- 63 Wu B, et al. Effect of extracts of *Allium macrostemon* on isolated rabbit aorta [J]. J Shenyang Pharml Univ (沈阳药科大

- 学学报),2000,17:447-449.
- 64 Lee SJ, et al. Antidepressant-like activity of the aqueous extract of *Allium macrostemon* in mice [J]. J Ethnopharm, 2010,131:386-395.
- 65 Yang P, et al. The analysis of nrDNA ITS sequence and phylogenetic relationship of *Allium macrostemon* from different producing areas in Guizhou [J]. Plant Sci J(植物科学学报),2017,35:171-176.
- 66 Shi T, et al. Based on DNA sequence to investigate the genetic relationship and geographical distribution pattern of *Allium macrostemon* from the southern China [J]. Mol Plant Breed(分子植物育种),2020,18:7926-7934.
- 67 Liu DL, et al. The determination of adenosine content of *Allium macrostemon* from different producing areas and harvesting periods [J]. J Shenyang Pharm Univ(沈阳药科大学学报),2000,17:184-187.
- 68 Guan F, et al. Effects of different drying treatments on saponin content and sugar component of *Allium macrostemon* bulb [J]. Food Sci(食品科学),2014,35:89-93.
- 69 Yang XH, et al. The content analysis of inorganic elements and amino acids of *Allium macrostemon* before and after processing [J]. J Bethune Med Univ(白求恩医科大学学报),1997,23:472-474.
- 70 Han CH, et al. Analysis of volatile oil from bulb and leaf of *Allium macrostemon* before and after processing by gas chromatography-mass spectrometry [J]. Lishizhen Med Mater Med Res(时珍国医国药),2017,28:111-113.
- 71 Zheng X, et al. Study on frying processed technology of *Allium macrostemon* [J]. Chin J Control Endemic Dis(中国地方病防治杂志),2019,34:656-659.
- 72 Zheng X, et al. Study on the quality of two processing methods of *Allium macrostemon* [J]. J Jilin Med Coll(吉林医药学院学报),2019,40:247-249.
- 73 Xie H, et al. To improve the extraction technology of *Allium macrostemon* by orthogonal method [J]. Chin Tradit Pat Med(中成药),2004,26:1-3.
- 74 Gu W, et al. Study on the purification of Total saponins from *Allium macrostemon* by macroporous resin [J]. Pharm Clin Res(药学与临床研究),2009,17:455-458.
- 75 Guan F, et al. Study on improving the extraction process and antibacterial activity of saponin in *Allium macrostemon* by response surface method [J]. J Jiangxi Agric Univ(江西农业大学学报),2019,41:372-379.
- 76 Xia XK, et al. Study on extracting technology of polysaccharide from *Allium macrostemon* [J]. J Anhui Agric Sci(安徽农业科学),2006,34:4403-4405.
- 77 Xu M, et al. Study on extraction of polysaccharides from *Allium macrostemon* by cellulase [J]. Lishizhen Med Mater Med Res(时珍国医国药),2012,23:3003-3005.
- 78 Zhang F, et al. Study on improving technique conditions of removing protein from polysaccharide of *Allium macrostemon* [J]. Jiangsu Agric Sci(江苏农业科学),2013,41:285-287.
- 79 Xue CH, et al. Improvement of extracting process of polysaccharides from *Allium macrostemon* by response surface method [J]. Food Ind(食品工业),2013,34:46-49.
- 80 Huang F, et al. Improvement of removal protein from polysaccharides of *Allium macrostemon* by enzymatic method [J]. Food Ind(食品工业),2014,35:79-81.
- 81 Jiang HZ, et al. Study on supercritical carbon dioxide extraction of volatile oil of *Allium macrostemon* [J]. Lishizhen Med Mater Med Res(时珍国医国药),2009,20:91-92.
- 82 Huang F, et al. Improvement of extraction process of volatile oil from *Allium macrostemon* and analysis of its chemical constituents by gas chromatography-mass spectrometry [J]. Food Sci(食品科学),2014,35:80-84.
- 83 Ma J, et al. The determination of adenosine in *Allium macrostemon* by RP-HPLC [J]. J Shenyang Pharm Univ(沈阳药科大学学报),1996,13:262-265.
- 84 Liu DL, et al. The determination of content of furosteronin from *Allium macrostemon* [J]. China J Chin Mater Med(中国中药杂志),2000,25:357-359.
- 85 Jiao Y, et al. Based on ICP-MS by Principal component analysis and cluster analysis to research inorganic elements of *Allium macrostemon* Bge. from different producing areas [J]. Chin J Pharm Anal(药物分析杂志),2011,31:2063-2066.
- 86 Liu H, et al. The simultaneous determination of uridine, guanosine and adenosine in *Allium macrostemon* Bge. by reversed-phase high performance liquid chromatography [J]. Mod Food Sci Technol(现代食品科技),2013,29:1128-1131.
- 87 Liu H, et al. The simultaneous determination of adenosine and guanosine of *Allium chinense* G. Don. by reversed phase high performance liquid chromatography [J]. Lishizhen Med Mater Med Res(时珍国医国药),2013,24:1376-1377.
- 88 Zhang CY, et al. Study on the volatiles of *Allium macrostemon* from different origin and different drug sources based on headspace-SERS technique [J]. Acta Optica Sin(光学学报),2015,35:395-401.
- 89 Huang Y, et al. The simultaneous determination of 8 bases and nucleosides in *Allium macrostemon* Bge. by HPLC [J]. Sci Technol Food Ind(食品工业科技),2018,39:249-255.