·综述·

紫菀的研究进展及质量标志物预测分析△

韩杨杨[1]，高凡[1]，秦飘然[1]，白然[1]，田佳业[1]，刘兴超[1]，袁骢冲[2,3*]，郭秋红[1*]

1. 河北中医学院，石家庄　河北　050200；

2. 河北省中医药科学院，石家庄　河北　050031；

3. 道地药材国家重点实验室，北京　100700

［**摘要**］　紫菀是临床常用的化痰止咳要药，始载于《神农本草经》。紫菀化学成分丰富，主要包括萜类及其苷、肽类、黄酮、蒽醌、香豆素、有机酸、酚类、甾醇、挥发油及苯丙素类等。现代药理学研究表明，紫菀在抗肿瘤、抗病毒、抗氧化等方面也具有显著的药理活性。对紫菀的资源分布、化学成分、药理活性研究进展进行综述，并依据质量标志物的概念及确定原则对紫菀的质量标志物进行预测分析，以期为紫菀质量标准的深入研究提供参考。

［**关键词**］　紫菀；紫菀酮；质量标志物；化学成分；药理活性

［**中图分类号**］　R282. 71　　［**文献标识码**］　A　　［**文章编号**］　1673-4890(2023)03-0655-10

doi：10. 13313/j. issn. 1673-4890. 20211115004

Advances in Studies on Asteris Radix et Rhizoma and Prediction of Its Quality Markers

HAN Yang-yang[1], GAO Fan[1], QIN Piao-ran[1], BAI Ran[1], TIAN Jia-ye[1], LIU Xing-chao[1], YUAN Cong-chong[2,3*], GUO Qiu-hong[1*]

1. *Hebei University of Chinese Medicine*, *Shijiazhuang* 050200, *China*;

2. *Hebei Academy of Chinese Medical Sciences*, *Shijiazhuang* 050031, *China*;

3. *State Key Laboratory of Dao-di Herbs*, *Beijing* 100700, *China*

[**Abstract**]　Asteris Radix et Rhizoma is a common clinical medicine first recorded in *Shen Nong's Herbal Classic* for expelling phlegm and relieving cough. Asteris Radix et Rhizoma has abundant chemical constituents, with terpenoids, glycosides, peptides, flavonoids, anthraquinones, coumarins, organic acids, phenols, sterols, volatile oils and phenylpropanoids being the most prevalent components. Modern pharmacological studies have shown that Asteris Radix et Rhizoma also has significant pharmacological activities, such as anti-tumor, antiviral, antioxidant, and other activities. This review focused on the research progress in the resource distribution, chemical composition, and pharmacological activities of Asteris Radix et Rhizoma. Moreover, the quality markers of Asteris Radix et Rhizoma were predicted and analyzed in accordance with the concepts and determination principles of quality markers. These results may provide a reference for in-depth studies on quality criteria of Asteris Radix et Rhizoma.

[**Keywords**]　Asteris Radix et Rhizoma; shionone; quality markers; chemical constituent; pharmacological activity

紫菀为菊科植物紫菀 *Aster tataricus* L. f. 的干燥根和根茎[1]，是我国传统的常用中药材。《神农本草经》中记载紫菀性温、味苦，有化痰止咳和润肺下气的功效，常用于治疗痰多咳嗽、肺虚咳嗽、唠嗖咳血、小便不利等[2]。药理作用研究结果表明，紫菀在化痰止咳方面疗效显著，其提取物在抗肿瘤、抗菌、抗氧化等方面同样展现了巨大的药用价值[3]。对紫菀质量控制的研究引起了学者的广泛关注[4-8]，质量控制方法由单一指标成分控制发展到多成分测定，然而对其测定指标与功效之间关联性的研究较少。本文对紫菀的资源分布、化学成分及药理作用进行综述；针对紫菀同属植物品种混杂等现象，从植物

△［**基金项目**］　中央本级重大增减支项目（2060302）；河北省重点研发计划项目（20373001D）

*［**通信作者**］　袁骢冲，主管中药师，研究方向：中药资源、临床中药学；E-mail：19379534@qq.com

郭秋红，教授，研究方向：临床中药学；E-mail：qiuhong70105@163.com

基原的角度比较紫菀不同基原之间成分的差异，主要为紫菀属与橐吾属成分的区别；从紫菀传统功效和现代药理活性报道等角度进行文献挖掘，分析比较与功效相关的化学物质；依据质量标志物的概念及筛选原则预测分析紫菀可能的质量标志物，为紫菀质量控制标准的制定及后续深入研究提供参考。

1 资源分布

紫菀为菊科多年生草本植物，易生长于背阴潮湿的环境中，在全球分布范围广泛，亚洲、欧洲、北美洲等地区均有生长。在我国，野生紫菀主要分布于东北、西北、西南等地，以东北、内蒙古产量较高。野生紫菀质量参差不齐，一般不入药，所以现今中药紫菀大多为栽培[9]。栽培品紫菀产于河北、安徽、河南、浙江、江苏等地。《中药大辞典》[10]、《新编中药志》[11]、《中华本草》[12]等现代本草记载："紫菀主产安徽亳州、涡阳及河北安国，其中河北安国、安徽亳县（现今亳州市）、涡阳均为栽培"。《祁州中药志》记载："祁州所产紫菀，根粗且长，质柔韧。因其质地纯正，药效良好，畅销全国各地，故名祁紫菀"[13]；亳紫菀之名出现在《药物出产辨》[14]，《亳州志》将其作为药材列出[15]。《祁州药志》记载："紫菀自本帮所得者，乃亳州（亳紫菀）移植于祁州之种。"[16]河北省安国市及安徽省亳州市因其独特的地理环境，使得紫菀质优效佳，为临床所公认，为道地药材。

2 化学成分

紫菀化学成分丰富，主要包括萜类及苷类、肽类、黄酮、蒽醌、香豆素、有机酸、酚类、甾醇、挥发油及苯丙素类等[17]。

2.1 萜类及其苷类

萜类化合物是紫菀属植物最主要的成分，其中紫菀酮是紫菀特征性成分，且研究发现其单萜、三萜和三萜皂苷的含量直接影响紫菀化痰止咳的功效。紫菀中萜类及其苷类成分见表1，结构见图1。

2.1.1 单萜类 1988年Nagao等[18]从紫菀根中分离出2个单萜苷紫菀苷A和紫菀苷B。1993年程东亮等[19]提取紫菀的根部时首次发现另一单萜皂苷紫菀苷C。也有学者从紫菀根中分离出来紫菀它酮A[20]和紫菀它酮B[21]。

2.1.2 三萜类 紫菀中三萜类化合物包括羊毛脂烷型（紫菀酮[19]、表紫菀酮[22]）、木栓烷型（表木栓醇[22]、木栓酮[23-24]、friedel-3-ene[23]）、齐墩果烷型（β-香树脂[25]、β-香树脂醇醋酸脂、蒲公英萜醇和蒲公英醇醋酸酯[24]）和乌苏烷型（Ψ-蒲公英醇[26]）等。

2.1.3 三萜皂苷 目前研究发现的紫菀中三萜皂苷类成分均为齐墩果烷型，主要为紫菀皂苷A[27]、紫菀皂苷B[28]、紫菀皂苷C[27]、紫菀皂苷D[29]、紫菀皂苷E[27]和紫菀皂苷F[28]、紫菀皂苷G[28]、紫菀皂苷Ha、紫菀皂苷Hb、紫菀皂苷Hc、紫菀皂苷Hd及极臭南瓜苷A[30]。紫菀中萜类及其皂苷类成分见表1，结构见图1。

2.2 肽类

肽类是紫菀的另一指标性成分，五肽和环五肽是紫菀中抗肿瘤活性的主要成分。Morita等[31]从紫菀中确认了环五肽紫菀亭A、紫菀亭B、紫菀亭C的存在。卢艳花等[32]对紫菀中的肽类成分进行了研究，发现并分离出1个二肽化合物金色酰胺醇酯。紫菀中肽类成分见表2，结构见图2。

2.3 蒽醌、香豆素及黄酮类

截至目前，紫菀中发现的蒽醌、香豆素及黄酮类大多具有抗氧化、止痛、免疫调节等生理活性，其中黄酮类成分槲皮素、山柰酚具有抗氧化活性[34-35]。

研究者用石油醚和乙酸乙酯对紫菀水煎液进行提取，成功从提取液中分离得到了多种多元酚，为蒽醌类、香豆素类和黄酮类成分[23,36-37]。其中蒽醌类成分为大黄酚、大黄素、大黄素甲醚[36]和芦荟大黄素[37]；香豆素类成分为东莨菪素[23]；黄酮类成分为槲皮素、山柰酚、芹菜素、木犀草素、橙皮苷、芦丁[36-37]等。紫菀中蒽醌、香豆素及黄酮类成分见表3，结构见图3。

2.4 有机酸类及酚类化合物

目前从紫菀中发现多种有机酸成分[25,38-40]，分别是苯甲酸、对羟基苯甲酸、咖啡酸、阿魏酸、异阿魏酸、咖啡酸甲酯、四羟基肉桂酸甲酯、齐墩果酸、阿魏酸二十六烷酯、lachnophyllic acid、二十二烷酸、琥珀酸、2,2-二甲基琥珀酸、绿原酸、隐绿原酸等。高金海等[41]首次从紫菀中分离出来的2个酚类化合物3-*O*-阿魏酰基奎尼酸甲酯和(+)-异落叶松脂素-9-β-*D*-吡喃葡萄糖苷。紫菀中有机酸类及酚类化合物见表4，结构见图4。

表 1　紫菀中萜类及其皂苷类成分

编号	化合物名称	取代基	参考文献
1	紫菀苷 A（shionoside A）		[18]
2	紫菀苷 B（shionoside B）		[18]
3	紫菀苷 C（shionoside C）		[19]
4	紫菀它酮 A（astertarone A）		[20]
5	紫菀它酮 B（astertarone B）		[21]
6	紫菀酮（shionone）	R=O	[19]
7	表紫菀酮（epishionoe）	R=OH	[22]
8	表木栓醇（epifriedelinol）	R=OH	[22]
9	木栓酮（friedelin）	R=O	[23-24]
10	friedel-3-ene	R=H	[23]
11	*β*-香树脂（*β*-amyrine）	R_1=R_2=H，R_3=CH_3，R_4=C_2H_5	[25]
12	*β*-香树脂醇醋酸脂（*β*-amyrine acetate）	R_1=OCH_3，R_2=H，R_3=CH_3，R_4=C_2H_5	[24]
13	蒲公英萜醇（taraxerol）	R_1=R_2=R_3=H，R_4=C_2H_5	[24]
14	蒲公英醇醋酸酯（taraxasteryl acetate）	R_1=OCH_3，R_2=R_3=CH_3，R_4=O	[24]
15	*Ψ*-蒲公英醇（*psi*-taraxasterol）	R_1=R_4=H，R_2=R_3=CH_3	[26]
16	紫菀皂苷 A（astersaponin A）	R_1=*β*-OH，R_2=Glc，R_3=OH，R_4=Me，R_5=Xyl^{2}—Rha^{4}—Ara^{3}—Xyl	[27]
17	紫菀皂苷 B（astersaponin B）	R_1=H，R_2=Glc，R_3=OH，R_4=Me，R_5=Xyl^{2}—Rha^{4}—Ara^{3}—Xyl	[28]
18	紫菀皂苷 C（astersaponin C）	R_1=*β*-OH，R_2=Glc，R_3=OH，R_4=Me，R_5=Xyl^{2}—Rha^{4}—Ara^{3}—Xyl	[27]
19	紫菀皂苷 D（astersaponin D）	R_1=H，R_2=Glc，R_3=OH，R_4=Me，R_5=Xyl^{2}—Rha^{4}—Ara^{3}—Xyl	[29]
20	紫菀皂苷 E（astersaponin E）	R_1=*β*-OH，R_2=Glc，R_3=OH，R_4=Me，R_5=Xyl^{2}—Rha^{4}—Ara^{3}—Xyl	[27]
21	紫菀皂苷 F（astersaponin F）	R_1=H，R_2=Glc，R_3=OH，R_4=Me，R_5=Xyl^{2}—Rha^{4}—Ara^{3}—Xyl	[28]
22	紫菀皂苷 G（astersaponin G）	R_1=H，R_2=Glc，R_3=OH，R_4=Me，R_5=Xyl^{2}—Rha^{4}—Ara	[28]
23	紫菀皂苷 Ha（astersaponin Ha）	R_1=H，R_2=GlcUA-6-Me，R_3=OH，R_4=Me，R_5=Ara	[30]
24	紫菀皂苷 Hb（astersaponin Hb）	R_1=H，R_2=GlcUA-6-Me，R_3=OH，R_4=Me，R_5=Ara^{2}—Ara	[30]
25	紫菀皂苷 Hc（astersaponin Hc）	R_1=H，R_2=GlcUA-6-Me，R_3=OH，R_4=Me，R_5=Ara^{2}—Rha^{4}—Xyl^{3}—Xyl	[30]
26	紫菀皂苷 Hd（astersaponin Hd）	R_1=H，R_2=GlcUA-6-Me，R_3=OH，R_4=Me，R_5=Ara^{2}—Rha^{4}—Xyl^{3}—Xyl	[30]
27	极臭南瓜苷 A（foetidissimo-side A）	R_1=H，R_2=GlcUA-6-Me，R_3=OH，R_4=Me，R_5=Xyl^{2}—Rha^{4}—Ara	[30]

2.5　甾醇类

目前，紫菀中发现的甾醇类成分相对较少。刘可越等[39]用波谱方法发现并分离鉴定出3种甾醇，即豆甾醇（**54**）、*β*-谷甾醇（**55**）和胡萝卜苷（**56**）。

2.6　挥发油类

杨滨等[42]用气相色谱-质谱法（GC-MS）等方法从紫菀根中分析鉴定了8个挥发油类成分：(－)-4-萜品醇、2-十一烷酮、葵酸、匙叶桉油烯醇、六氢法尼基丙酮、棕榈酸、顺式-9-亚油酸和顺式-12-亚油酸。Tori 等[43]从紫菀中提取出反式毛叶醇-亚油酸酯。紫菀中挥发油类成分见表5，结构见图5。

2.7　其他类

在紫菀中还发现1个酰胺类化合物 *N*-(*N*-苯甲酰基-*L*-苯丙氨酰基)-*O*-乙酰基-*L*-苯丙氨醇 [*N*-(*N*-benzoyl-*L*-phenylalanoyl)-*O*-acetyl-*L*-phenylalanine，**66**][23,44]。金晶等[40]经过波谱分析，从紫菀石油醚萃取部位分离鉴别出了11-羟基-10,11-二氢-兰草素（11-hydroxy-10,11-dihydro-euparin，**67**）。紫菀中其他类成分结构见图6。

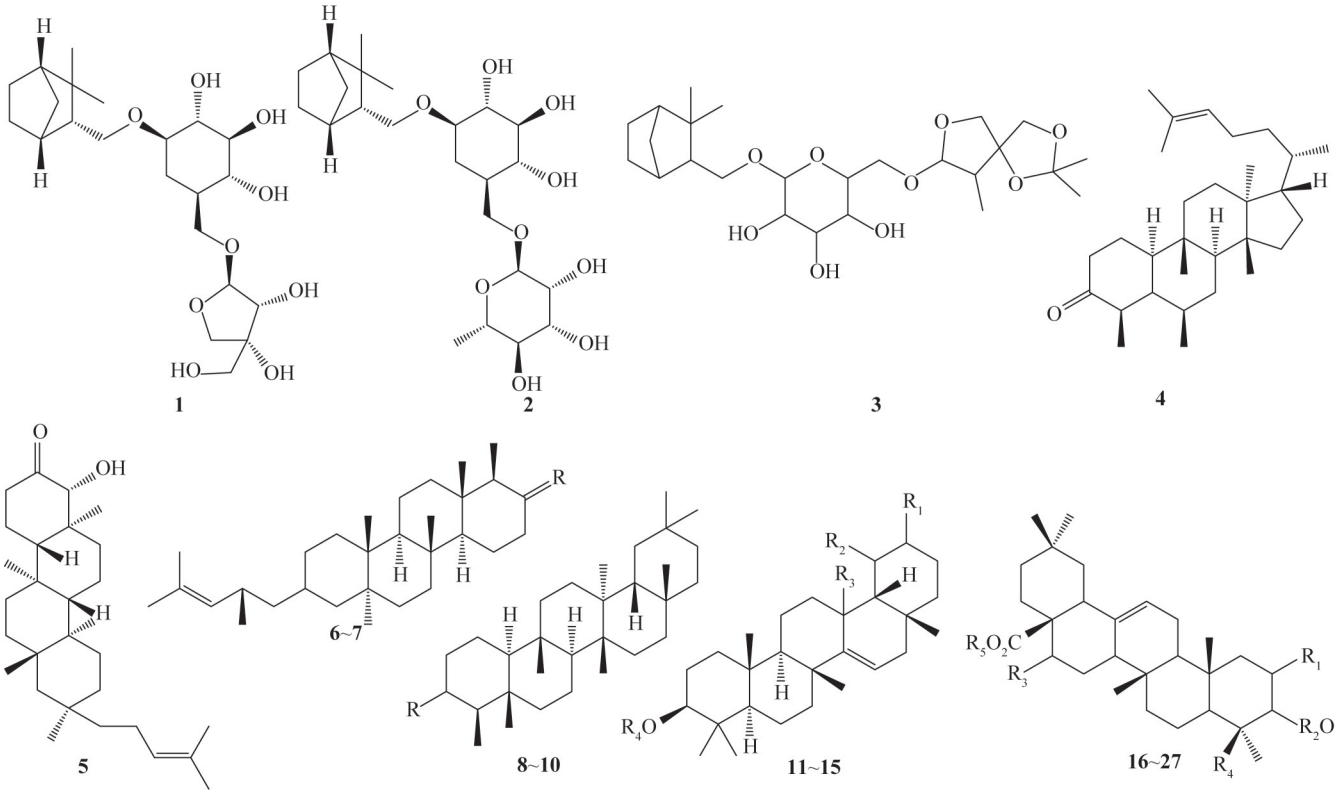

图1　紫菀中主要萜类及其皂苷类骨架

表2　紫菀中肽类成分

编号	化合物名称	取代基	参考文献
28	紫菀亭A（astins A）	R_1=R_2=Cl，R_3=H，R_4=R_5=OH，R_6=CH_3	[31]
29	紫菀亭B（astins B）	R_1=R_2=Cl，R_3=OH，R_4=R_5=H，R_6=CH_3	[31]
30	紫菀亭C（astins C）	R_1=R_2=Cl，R_3=R_4=R_5=H，R_6=CH_3	[31]
31	金色酰胺醇酯（aurantiamide acetate）		[32-33]

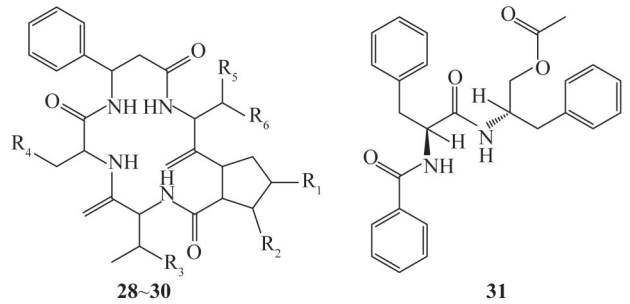

图2　紫菀中主要肽类及其骨架

3　药理作用

紫菀味苦，归肺经，主治咳嗽痰喘等呼吸道疾病，是祛痰止咳要药。经现代药理学研究发现，紫菀在抗肿瘤、抗病毒、抗氧化等方面具有显著的药理活性。

3.1　镇咳、祛痰

紫菀中的丁基-*D*-核酮糖苷[45]、1-乙酰基-反式-2-烯-4,6-癸二炔[42]、紫菀酮和表木栓醇[46]有祛痰作用，后两者疗效相对较好且还有镇咳作用。与生用紫菀相比，蜜炙紫菀能更好地起到祛痰、止咳、平喘的功效，蜜紫菀除增强润肺止咳的功效外，同时还可以调和药性减轻不良反应[47]。

3.2　抗肿瘤

紫菀中的肽类[17]、多糖类[23]等均有抗肿瘤活性，其中肽类是紫菀抗肿瘤的主要成分。从紫菀中分离出的环五肽紫婉亭A~C对肉瘤180细胞有抑制作用，抑制作用的强弱与紫菀的质量浓度有关[48]。Morita等[49]研究报道环五肽类成分紫菀亭A、紫菀亭B和紫菀亭C对小鼠肉瘤180细胞增长有抑制作用。紫菀水提物中多糖类成分能够抑制胃癌细胞SGC-7901的生长，其中多聚糖ATP-Ⅱ能抑制神经胶质瘤C_6细胞的增殖[50-51]。

表 3　紫菀中蒽醌、香豆素及黄酮类成分

编号	化合物名称	取代基	参考文献
32	大黄酚（chrysophanol）	R_1=H，R_2=CH_3	[36]
33	大黄素（emodin）	R_1=OH，R_2=CH_3	[36]
34	大黄素甲醚（physcion）	R_1=OCH_3，R_2=CH_3	[36]
35	芦荟大黄素（aloe-emodin）	R_1=H，R_2=CH_2OH	[37]
36	东莨菪素（scopoletin）	R_1=OH，R_2=OCH_3	[23]
37	槲皮素（quercetin）	R_1=R_3=R_4=H，R_2=OH	[36-37]
38	山柰酚（kaempferol）	R_1=R_2=R_4=OH，R_3=H	[36-37]
39	芹菜素（apigenin）	R_1=R_2=OH，R_3=H，R_4=rutinose	[36-37]
40	木犀草素（luteolin）	R_1=R_2=OH，R_3=R_4=H	[36-37]
41	橙皮苷（hesperidin）	R_1=R_3=R_4=H，R_2=OH	[36-37]
42	芦丁（rutin）	R_1=OH，R_2=OCH_3，R_3=rutinos，R_4=H	[36-37]

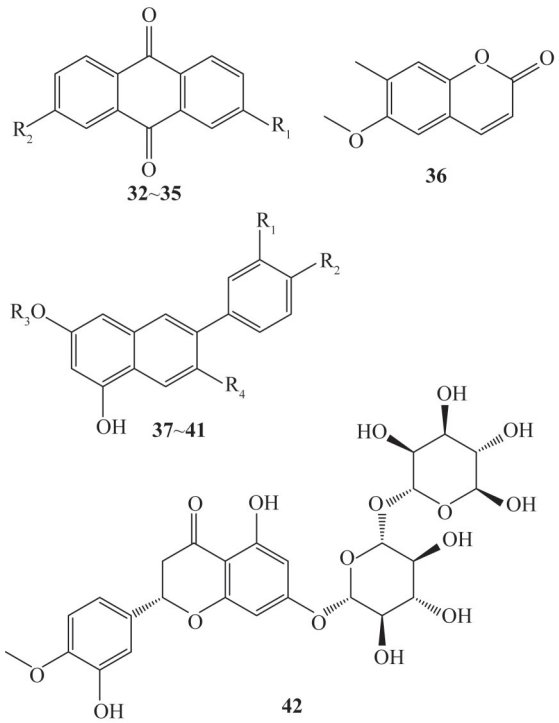

图 3　紫菀中主要蒽醌、香豆素、黄酮类骨架

3.3　抗菌

唐小武等[52]研究发现紫菀中生物碱类成分可以抑制多种菌，紫菀醇提物可以抑制巴氏杆菌、大肠埃希菌、链球菌和沙门菌等多种菌。体外实验表明，紫菀中提取物可以抑制枯草杆菌、大肠埃希氏菌和金黄色葡萄球菌等[53]。

3.4　抗氧化

紫菀的花部和茎部提取物都具抗氧化活性[54]。紫菀中大黄素具有显著的抗氧化活性，对亚油酸的过氧化有 85.8% 的抑制作用[55]。细胞癌变及衰老均与自由基的过量产生有关，而紫菀中的黄酮、蒽醌类成分均可抑制体内自由基、维持抗氧化剂的平衡[56]。故紫菀在保健品、护肤品等行业有很大的潜在价值。

3.5　其他

研究发现，紫菀中的大黄素、槲皮素等成分具有抗炎镇痛的作用[57-60]。紫菀与款冬花合用相须、相使，增强了抗炎镇痛的效果[61]。紫菀中三萜类有抗病毒的药理活性，Zhou 等[62]发现 astershionones C 能够抗乙型肝炎病毒。贾志新等[63]研究发现，紫菀通过调节神经递质起到利尿通便的作用。紫菀中酰胺类化合物 *N*-(*N*-苯甲酰基-*L*-苯丙氨酰基)-*O*-乙酰基-*L*-苯丙氨醇具有钙拮抗活性[44]。

4　紫菀的质量标志物预测分析

紫菀正品来源为菊科紫菀属植物紫菀的干燥根和根茎[1]，但在一些地区也将其他品种的植物习用为紫菀[64-65]。为了保证紫菀用药的疗效、安全性及中药市场规范化，迫切需要对紫菀的质量进行有效控制。刘昌孝等[66]提出了质量标志物的概念，质量标志物是指存在于中药材和中药产品（如中药饮片、中药提取物、中药煎剂及中成药制剂）中固有或加工制备过程中产生的、与中药功效属性密切相关的化学物质。基于中药质量标志物的核心概念，对紫菀质量标志物进行预测，以期建立科学有效的紫菀药材质量评价标准。本文通过以下几个方面，探讨紫菀药材质量标志物选择的理论依据，为制定科学合理的紫菀质量控制标准提供参考。

表 4　紫菀中有机酸类及酚类成分

编号	化合物名称	取代基	参考文献
43	二十二烷酸（behenic acid）		[38-40]
44	苯甲酸（benzoic acid）	R=H	[38-40]
45	对羟基苯甲酸（*p*-hydroxy-benzoic acid）	R=OH	[38-40]
46	咖啡酸（caffeic acid）	R_1=R_2=OH，R_3=COOH	[38-40]
47	阿魏酸（ferulic acid）	R_1=OH，R_2=OCH_3，R_3=COOH	[38-40]
48	3-*O*-阿魏酰基奎尼酸甲酯（methyl 3-*O*-feruloylquinate）	R_1=OH，R_2=OCH_3，R_3=(1*S*,3*R*,4*R*,5*R*)-1,3,4-trihydroxy-1-formyl methoxy methyl cyclohexane	[41]
49	阿魏酸二十六烷酯（e-ferulic acid hexacosyl ester）	R_1=OH，R_2=OCH_3，R_3=hexadecanyl	[38-40]
50	四羟基肉桂酸甲酯（methyl 4-hydroxycinnamate）	R_1=OH，R_2=H，R_3=hexadecanyl	[38-40]
51	齐墩果酸（oleanolic acid）		[38-40]
52	lachnophyllic acid		[38-40]
53	(+)-异落叶松脂素-9-*β*-*D*-吡喃葡萄糖苷[(+)-isolariciresinol-9-*β*-*D*-glucopyranoside]		[41]

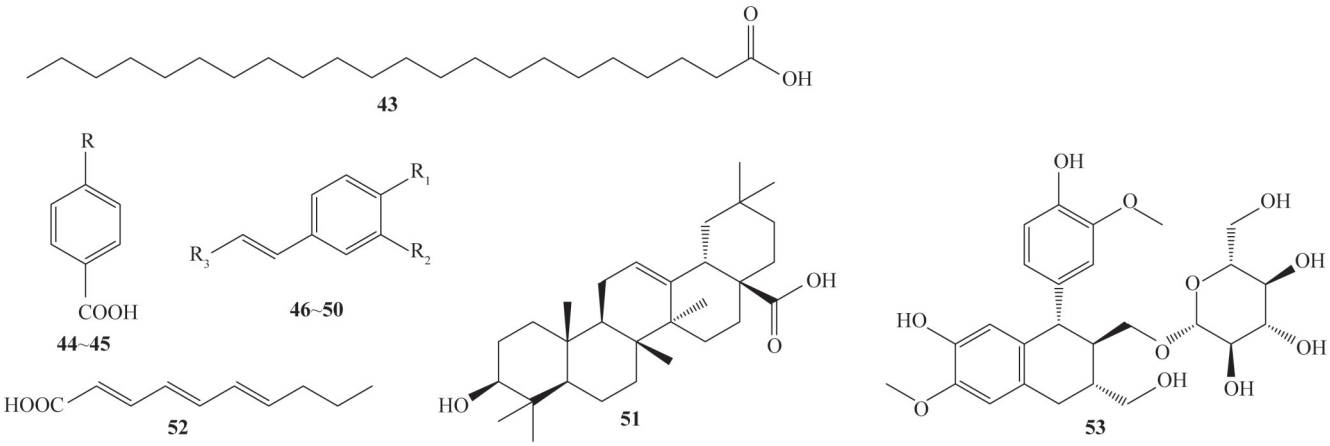

图 4　紫菀中主要有机酸类及酚类化合物骨架

表 5　紫菀中挥发油类成分

编号	化合物名称	取代基	参考文献
57	(－)-4-萜品醇 [(*R*)-(－)-p-menth-1-en-4-ol]		[42]
58	2-十一烷酮（2-undecanone）	R=OCH_3	[42]
59	葵酸（*N*-decanoic acid）	R=COOH	[42]
60	匙叶桉油烯醇 [(－)-spathulenol]		[42]
61	棕榈酸（hexadecanoic acid）		[42]
62	顺式-9-亚油酸（*cis*-9-octadecadienoic acid）		[42]
63	顺式-12-亚油酸（*cis*-12-octadecadienoic acid）		[42]
64	六氢法尼基丙酮（hexahydrofarnesyl acetone）		[42]
65	反式毛叶醇-亚油酸酯（linoleic acid ester of trans-lachnophyllol）		[43]

4.1　基于原植物特有性化学成分的质量标志物预测分析

蒙古族药紫菀与一些来自青藏高原的紫菀属植物是以干燥花或花序入药[67-68]。青藏高原东缘的地理环境与气候条件复杂多样，蕴藏的紫菀属植物有多种，萎软紫菀 *A. flaccidus* Bge.、狭苞紫菀 *A. farreri* W. W. Sm. et J. F. Jeffr. 和须弥紫菀 *A. himalaicus* C. B. Clarke. 为藏族药紫菀的 3 种常用基原[69]。甘肃地区以当地特产的异叶三褶脉马兰 *A. ageratoides* Turcz. var. *heterophyllus* Maxim 的根部入药[65]。除了紫菀属植物，橐吾属的部分植物在我国西南、西北、

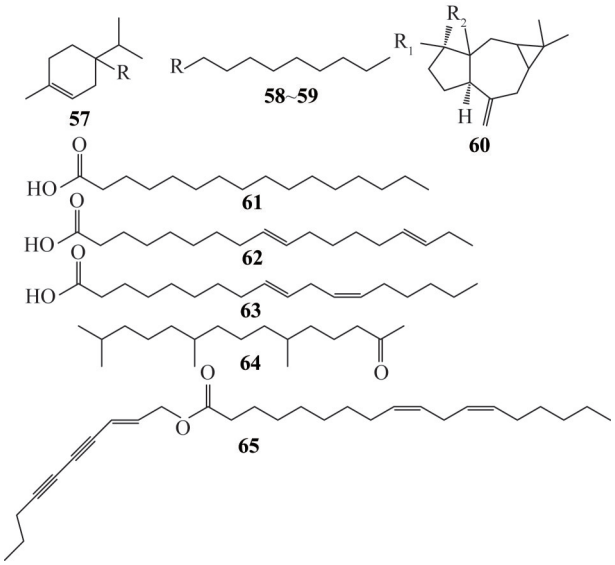

图 5　紫菀中主要挥发油类骨架

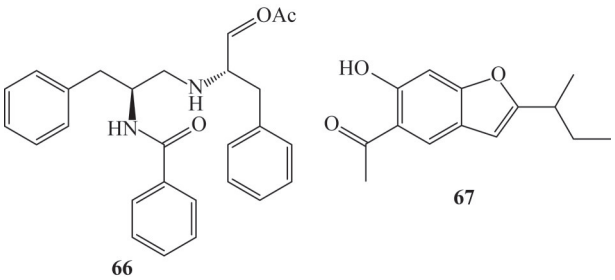

图 6　紫菀中其他类成分

东北地区也存在充当紫菀入药的情况，但其化学成分的指纹图谱相较于紫菀相似度不高，且缺少与紫菀酮相对应的色谱峰[65]，而紫菀酮、表紫菀酮、木栓酮、表木栓醇等三萜类化合物是紫菀的特征性成分，基于植物成分特有性原则，可将其作为紫菀质量标志物的选择，其特征性能够将紫菀属与橐吾属的植物有效区分[70]，确保紫菀用药的有效性、安全性，以达到保证紫菀质量的目的。

4.2　基于化学成分与药物功效相关的质量标志物预测分析

据《中华人民共和国药典》（以下简称《中国药典》2020 年版记载，紫菀的传统功效是润肺下气、消痰止咳[1]，常用于痰多喘咳、新久咳嗽、劳嗽咳血[71]。同时，经过近些年的不断研究，发现紫菀还具有抗肿瘤、抗菌、止痛、抗氧化等新的药理活性[5,7]。紫菀中紫菀酮、表木栓醇[4]、丁基-*D*-核酮糖苷[4]、1-乙酰基-反式-2-烯-4,6-癸二炔[4,42]成分具有祛痰功效；表木栓醇[72]可以抑制淋巴细胞性白血病细胞生长；环肽[4,6,72]能够抗肿瘤；槲皮素和山柰酚[73-74]可抗病毒、抗癌、降低血压。其中紫菀化痰镇咳的主要成分是三萜类成分，尤以紫菀酮及表木栓醇这 2 个成分活性最佳，从紫菀止咳化痰这一传统功效的角度来看，紫菀酮、表木栓醇等三萜类成分可以作为其质量标志物；作为抗肿瘤药物应用紫菀时，宜选择环五肽类成分作为药材的质量控制指标；抑制淋巴细胞性白血病细胞生长时，表木栓醇可作为紫菀药材的质量标志物；而具有抗病毒、抗癌、降血压的黄酮类成分如槲皮素、山柰酚等化学成分的专属性较差，难以有效控制药材质量，将其作为质量标志物有待商榷。

4.3　基于炮制前后成分变化的质量标志物预测分析

炮制对中药的功效有一定程度的影响，其可以起到增效、减毒等诸多作用。紫菀有多种炮制方法，如蜜炙、蒸制等，其中蜜炙为现代常见的炮制方法[75]。修彦凤等[76]测定了紫菀不同饮片中紫菀酮的含量，结果表明，蜜紫菀中的紫菀酮含量最高，紫菀蜜炙后紫菀酮的含量增加，可能同蜂蜜的协同作用有关。范玲等[47]的研究表明，相比于蜜紫菀，生紫菀中槲皮素、山柰酚含量更高。因此，紫菀酮、槲皮素、山柰酚对不同紫菀饮片的质量控制有重要意义，可考虑作为紫菀的质量标志物加以控制。

4.4　基于代谢组学技术的紫菀不同部位的质量标志物预测分析

代谢组学是继基因组学、转录组学和蛋白质组学之后的又一新兴学科。代谢组学的分析手段可应用于中药鉴别及中药质量控制等方面。万昶宸[77]采用气相色谱-飞行时间质谱法（GC-TOF-MS）对紫菀地上及地下部分进行分析，发现 92 个差异代谢物，包括氨基酸类、糖类、有机酸类及少量其他物质，紫菀地下部分中氨基酸及有机酸含量显著升高，故常采用地下部分入药[1]；同样应用 GC-TOF-MS 对紫菀的生品及蜜炙品进行分析，可知两者存在 74 个差异代谢物，包括氨基酸类、糖类、糖胺类、有机酸类及少量其他物质，紫菀生品中氨基酸及有机酸类物质含量更高，而蜜炙品中糖类物质含量更高。Wang 等[78]采用液相色谱（LC）-TOF-MS 和 GC-MS 代谢组学方法，结合化学计量学分析了不同方法处理的紫菀中非挥发性和挥发性成分的差异，此方法有助于确定原料与蜂蜜加工、醋加工、蒸制加工的

质量标准。

综上可知，根据GC-TOF-MS的代谢组学研究结果，紫菀中氨基酸类、糖类、有机酸类、糖胺类物质的含量存在差异，但是考虑到此类物质的易挥发性、测定方法的专属性、检测通用性及灵敏度等问题，并不能很好地作为质量标志物，应在原研究的基础上采用LC-TOF-MS进行代谢组学研究，以达到对入药紫菀质量的进一步控制。

4.5　基于成分可测性的质量标志物预测分析

根据《中国药典》2020年版记载，紫菀中的紫菀酮可采用高效液相色谱法（HPLC）测定[1]，采用末端吸收作为检测波长，也可考虑蒸发光散射检测器（ELSD）[79]。此外，紫菀中环肽可采用茚三酮比色法测其含量，但所测值为总环肽含量；槲皮素及山柰酚也可采用HPLC测定，但不是紫菀的特有性成分；表木栓醇可采用薄层色谱法（TLC）或HPLC测定。

综上可知，《中国药典》2020年版已记载紫菀酮的测定方法和限度[1]，与紫菀的主要功效密切相关，且是紫菀的特征性成分之一，采用的测定方法所测得的数据准确可靠，是紫菀质量标志性成分的主要选择。同时，由于紫菀中槲皮素和山柰酚不是紫菀的特有成分，且单一测定紫菀酮含量也不足以对紫菀进行质量控制，所以对紫菀药材质量进行评价时，可考虑对紫菀酮、表紫菀酮、表木栓醇等三萜类化合物进行多指标评价。

5　结语

紫菀为传统化痰止咳类中药，具有良好的疗效，且近几年发现其具有抗肿瘤等新的药理活性，体现出深入研究的价值及广阔的应用前景。本文对紫菀的化学成分、药理作用等方面进行了总结，并根据中药质量标志物的理论，从原植物特有性化学成分、化学成分与药物功效相关性、炮制前后成分变化、代谢组学研究及成分可测性5个方面对紫菀药材的质量标志物进行了预测分析。在后续研究中，建议通过网络药理学和药物入血成分等方面的研究探索紫菀功效与物质基础的关系；通过代谢组学方法研究紫菀及其炮制品整体物质基础的变化；通过临床药物配伍功效的变化研究紫菀加入前后成分的变化，探求临床功效的变化与成分变化的相关性。在此基础上，建立紫菀质量分析和评价方法，以完善其质量控制及质量溯源体系。

参考文献

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典：一部[M]. 北京：中国医药科技出版社，2020：161-162.

[2] 佚名. 神农本草经[M]. 尚志钧，校注. 北京：学苑出版社，2008：144.

[3] OJO O，MPHAJLELE M P，OLADEJI O S，et al. From wandering weeds to pharmacy：An insight into traditional uses，phytochemicals and pharmacology of genus *Chromolaena*（Asteraceae）[J]. J Ethnopharmacol，2022，291：115155.

[4] 夏成凯，郭伟娜，王甫成，等. 一测多评法测定紫菀中5种黄酮类成分含量[J]. 中药材，2015，38(1)：112-114.

[5] 林桂梅，来有雪，张子枭，等. 蜜制紫菀饮片质量标准的优化研究[J]. 时珍国医国药，2017，28(6)：1350-1352.

[6] 曹贵阳，张瑞，霍金海. 紫菀药材的HPLC指纹图谱研究[J]. 黑龙江中医药，2015，44(2)：69-70.

[7] 万昶宸，刘艳艳，杨浩天，等. HPLC-MS/MS法同时测定紫菀中9种化学成分[J]. 中草药，2016，47(14)：2534-2539.

[8] 张开雪，马伟，熊超，等. 蜜紫菀饮片标准汤剂制备及质量评价方法研究[J]. 中药材，2018，41(4)：904-908.

[9] 王蓉，郭伟娜，刘倩倩，等. 基于电子鼻和电子舌技术分析紫菀药材的气味特征[J]. 中成药，2022，44(5)：1693-1697.

[10] 南京中医药大学. 中药大辞典：下册[M]. 上海：上海人民出版社，1977：3277.

[11] 肖培根. 新编中药志：一[M]. 北京：化学工业出版社，2002：988.

[12] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草：第7卷[M]. 上海：上海科学技术出版社，1998：703-704.

[13] 杨见瑞，袁德根，马兆民. 祁州中药志[M]. 石家庄：河北科学技术出版社，1987：65.

[14] 陈仁山. 药物出产辨[M]. 广州：广东中医药专门学校，1931：33，42-43，45.

[15] 钟泰. 亳州志[M]. 北京：中华书局，1895：57-64.

[16] 赵橘黄，樊菊芬. 祁州药志[M]. 福州：福建科学技术出版社，2004：22.

[17] 范玲，王鑫，朱晓静，等. 紫菀化学成分及药理作用研究进展[J]. 吉林中医药，2019，39(2)：269-273.

[18] NAGAO T，OKABE H，YAMAUCHI T. Studies on the constituents of *Aster tataricus* L. f. Ⅰ. Structures of shionosides A and B，monoterpene glycosides isolated from the root[J]. Chem Pharm Bull，1988，36(2)：571-577.

[19] 程东亮,邵宇,杨立,等. 红毛五加叶的三萜皂甙[J]. 植物学报,1994,36(1):75-78.

[20] AKIHISA T, KIMURA Y, KOIKE K, et al. Astertarone A: A triterpenoid ketone isolated from the roots of *Aster tataricus* L[J]. Chem Pharm Bull, 1998, 46(11): 1824-1826.

[21] AKIHISA T, KIMURA Y, TAI T, et al. Astertarone B, a hydroxy-triterpenoid ketone from the roots of *Aster tataricus* L[J]. Chem Pharm Bull, 1999, 47(8): 1161-1163.

[22] KIKUCHI T, YOKOI T, NIWA M, et al. Application of the homonu-clear internuclear double resonance technique in the triterpene field Ⅱ. Assignments of methyl resonances of triterpenes related tofriedelin[J]. Chem Pharm Bull, 1980, 28(7): 2014-2023.

[23] 牛倩,孙鹏,张慢慢,等. 中药紫菀的化学成分研究进展[J]. 安徽农学通报,2016,22(13):30-31.

[24] 王国艳,吴弢,林平川,等. 紫菀三萜类化学成分的研究[J]. 中草药,2003,34(10):875-876.

[25] 陈奕君,吴浩,魏紫奕,等. 基于UHPLC-Q-TOF-MS/MS的紫菀药材全成分解析[J]. 药学学报,2019,54(9):1645-1654.

[26] AKIHISA T, YASUKAWA K, OINUMA H, et al. Triterpene alcohols from the flowers of composite and their anti-inflammatory effects [J]. Phytocyemistry, 1996, 43(6): 1255-1260

[27] 卢菲,任晓倩,张朝凤,等. 紫菀正丁醇萃取液化学成分研究[J]. 亚太传统医药,2013,9(8):41-44.

[28] SU X D, JANG H J, WANG C Y, et al. Anti-inflammatory potential of saponins from aster tataricus via NF-κB/MAPK activation[J]. J Nat Prod, 2019, 82(5): 1139-1148.

[29] NAGAO T, IWASE Y, OKABE H, et al. Studies on the constitu-ents of *Aster scaber* Thunb. Ⅴ. Structures of six newechino-cystic acid glycosides isolated from the herb [J]. Chem Pharm Bull, 1993, 41(9): 1562-1566.

[30] CHENG D L, YU S. Terpenoid glycosides from the roots of *Aster tataricus* [J]. Phytochemistry, 1993, 35 (1): 173-176.

[31] MORITA H, NAGASHIMA S, TAKEYA T, et al. Structures and conformation of antitumour cyclic pentapeptides, astins A, B and C, from *Aster tataricus*[J]. Tetrahedron, 1995, 51(4): 1121-1132.

[32] 卢艳花,王峥涛,叶文才,等. 紫菀化学成分的研究[J]. 中国药科大学学报,1998,29(2):97-99.

[33] 苏磊,姜艳艳,刘斌.《中国药典》收录的植物类中药中含有的寡肽类成分[J]. 中国中药杂志,2016,41(16): 2943-2952.

[34] 曹永富,李广云,赵丹,等. 银杏叶黄酮主要组分及其配比的抗氧化性作用[J]. 林业科技,2021,46(4): 10-14.

[35] 王亚茹,袁满,张丽,等. 槲皮素抗氧化作用及相关机制研究进展[J]. 营养学报,2022,44(2):204-208.

[36] NG T B, LIU F, LU Y H, et al. Antioxidant activity of compounds from the medicinal herb *Aster tataricus*[J]. Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol, 2003, 136(2): 109-115.

[37] 王国艳,吴弢,林平川,等. 紫菀酚类化学成分的研究[J]. 中国中药杂志,2003,28(10):946-948.

[38] SUN Y P, LI L, LIAO M, et al. A systematic data acquisition and mining strategy for chemical profiling of *Aster tataricus* rhizoma (Ziwan) by UHPLC-Q-TOF-MS and the corresponding anti-depressive activity screening [J]. J Pharm Biomed Anal, 2018, 154: 216-226.

[39] 刘可越,张铁军,高文远,等. 紫菀中多酚类化合物的研究[J]. 中草药,2007,38(12):1793-1795.

[40] 金晶,张朝凤,张勉. 紫菀的化学成分研究[J]. 中国现代中药,2008,10(6):20-22.

[41] 高金海,王红武,宋国强,等. NMR研究紫菀中两个酚性化合物的结构及立体化学[J]. 波谱学杂志,1994,11(4):391-397.

[42] 杨滨,肖永庆,梁日欣,等. 紫菀挥发油中祛痰活性化学成分研究[J]. 中国中药杂志,2008,33(3):281-283.

[43] TORI M, MURATA J, NAKASHIMA K, et al. The structure of linoleic acid ester of trans-lachnophyllol isolated from *Aster tataricus*[J]. Spectroscopy, 2001, 15(2): 119-123.

[44] 邹澄,张荣平,赵碧涛,等. 紫菀活性酰胺研究[J]. 云南植物研究,1999,21(1):121-124.

[45] QIN Y Q, XU S M. Active extraction on expectorant action of *Aster tataricus*[J]. Chin Pharm Bulletic, 1984, 19(11): 698-699.

[46] 卢艳花,戴岳,王峥涛,等. 紫菀祛痰镇咳作用及其有效部位和有效成分[J]. 中草药,1999,30(5):360-362.

[47] 范玲,王鑫,朱晓静,等. 不同炮制方法对紫菀浸出物及主成分含量的影响[J]. 中国现代中药,2018,20(12):1509-1514.

[48] SCHÖPKE T, AL-TAWAHA C, WRAY V, et al. Triterpenoid saponins from *Aster bellidiastrum* [J]. Phytochemistry, 1997, 45(1): 125-132.

[49] MORITA H, NAGASHIMA S, UCHIUMI Y, et al. Cyclic peptides from higher plants. XXⅧ. Antitumor activity and hepatic microsomal biotransformation of

cyclic pentapeptides, astins, from *Aster tataricus* [J]. Chem Pharm Bull, 1996, 44(5): 1026-1032.

[50] ZHANG Y X, WANG Q S, WANG T, et al. Inhibition of human gastric carcinoma cell growth *in vitro* by a polysaccharide from *Aster tataricus* [J]. Int J Biol Macromol, 2012, 51(4): 509-513.

[51] DU L, MEI H F, YIN X, et al. Delayed growth of glioma by a polysaccharide from *Aster tataricus* involve upregulation of Bax/Bcl-2 ratio, activation of Caspase-3/8/9, and downregulation of the Akt [J]. Tumor Biol, 2014, 35(3): 1819-1825.

[52] 唐小武，刘湘新，唐宇龙，等. 紫菀有效成分分析及生物碱的提取与体外抑菌研究[J]. 中兽医医药杂志，2006，25(1)：16-18.

[53] 赵晓杰，郭兰青. 长毛三脉紫菀萜类成分的提取及抑菌活性[J]. 新乡医学院学报，2010，27(2)：140-143.

[54] 张应鹏，张海雷，杨云裳，等. 紫菀提取物不同极性部位体外抗氧化活性研究[J]. 时珍国医国药，2011，22(11)：2799-2800.

[55] YEN G C, CHEN H W, DUH P D. Extraction and identification of an antioxidative component from Jue Ming Zi (*Cassia tora* L.)[J]. J Agric Food Chem, 1998, 46(3): 820-824.

[56] 赵保路. 自由基、营养、天然抗氧化剂与衰老[J]. 生物物理学报，2010，26(1)：26-36.

[57] 李东辉，王临艳，吴红伟，等. 大黄素药理作用研究新进展[J]. 中华中医药学刊，2021，39(9)：100-104.

[58] 童瑾，周向东. 雾化吸入紫菀及远志提取物对慢性阻塞性肺疾病痰液特性的影响[J]. 中国呼吸与危重监护杂志，2004，3(6)：384-386.

[59] 王士珍，张萌，陈培，等. 槲皮素对糖尿病大鼠神经病理性疼痛的改善作用及对PI3K/Akt信号通路的影响[J]. 中药药理与临床，2022，38(2)：69-74.

[60] 杨颖，王芸芸，蒋琦辰. 槲皮素药理作用的研究进展[J]. 特种经济动植物，2020，23(5)：24-28.

[61] 谭梅傲，曹敏，佘世锋，等. 基于网络药理学探讨"紫菀-款冬"药理作用机制[J]. 中药材，2019，42(7)：1646-1651.

[62] ZHOU W B, ZENG G Z, XU H M, et al. Astershionones A-F, six new anti-HBV shionane-type triterpenes from *Aster tataricus*[J]. Fitoterapia, 2014, 93: 98-104.

[63] 贾志新，王世民，冯五金，等. 紫菀通便利尿作用研究[J]. 中药药理与临床，2012，28(1)：109-111.

[64] 姜程曦，张铁军，陈常青，等. 黄精的研究进展及其质量标志物的预测分析[J]. 中草药，2017，48(1)：1-16.

[65] 郭伟娜，程磊，牛倩. 中药紫菀的本草沿革及现代资源研究现状[J]. 安徽农业科学，2013，41(24)：9943-9944，9947.

[66] 刘昌孝，陈士林，肖小河，等. 中药质量标志物(Q-Marker)：中药产品质量控制的新概念[J]. 中草药，2016，47(9)：1443-1457.

[67] 阿如罕，臧二欢，龚雪，等. 基于本草考证"陆格米格"类蒙药品种整理与功效挖掘[J]. 中国现代中药，2020，22(7)：1130-1139.

[68] 赵彤，邵瑾，杨颖，等. 藏紫菀不同溶剂提取物的体外抗氧化活性[J]. 中成药，2021，43(4)：1103-1107.

[69] 马小兵，张英秀，苏学燕，等. 青藏高原产3种紫菀属植物的生药学研究[J]. 华西药学杂志，2021，36(6)：649-654.

[70] 孙晓丛. 裸花紫珠和山紫菀植物化学成分及抗炎活性研究[D]. 天津：南开大学，2017.

[71] 崔国静，贺蔷，江肖肖. 润肺化痰的紫菀[J]. 首都食品与医药，2017，24(5)：52.

[72] 杨勇勋，颜瑜. 菊科植物环肽研究进展[J]. 亚太传统医药，2020，16(11)：169-175.

[73] 朱旭灿，卢毅，张朝凤，等. 紫菀中肽类成分研究进展[J]. 中国野生植物资源，2014，33(3)：32-35，43.

[74] 邢海燕. 简述紫菀化学成分与药效学[J]. 中国中医药现代远程教育，2011，9(21)：55.

[75] 韩蔓，江汉美，郑颖. HS-SPME-GC-MS对紫菀及其蜜炙品的挥发性成分分析[J]. 湖北农业科学，2020，59(13)：132-136.

[76] 修彦凤，程雪梅，刘蕾，等. 不同紫菀饮片中紫菀酮的含量比较[J]. 上海中医药大学学报，2006，20(2)：59-61.

[77] 万昶宸. 基于代谢组学技术的紫菀化学成分研究[D]. 石家庄：河北医科大学，2017.

[78] WANG S R, XUE Z X, HUANG X H, et al. Comparison of the chemical profile differences of *Aster tataricus* between raw and processed products by metabolomics coupled with chemometrics methods [J]. J Sep Sci, 2021, 44(20): 3883-3897.

[79] 夏成凯，郭伟娜，程磊，等. 亳州地产药材紫菀质量标准研究[J]. 湖北医药学院学报，2014，33(6)：588-591.

（收稿日期：2021-11-15　编辑：田苗）