

紫苏药理作用及其化学物质基础研究进展

何育佩^{2,3}, 郝二伟^{2,3,4#}, 谢金玲^{2,3,4}, 韦 玮^{2,3,4}, 秦健峰^{2,3,4}, 侯小涛^{1,2,3*}, 邓家刚^{2,3,4*}

1. 广西中医药大学药学院, 广西 南宁 530200

2. 广西中药药效研究重点实验室, 广西 南宁 530200

3. 广西农作物废弃物功能成分研究协同创新中心, 广西 南宁 530200

4. 广西中医药大学 广西中医药科学实验中心, 广西 南宁 530200

摘 要: 紫苏为我国传统的解表药之一, 中国大部分地区均产。紫苏中含有丰富的化学成分, 包括挥发油类、脂肪酸类、黄酮类、酚酸类及色素等成分。因其具有发表散寒、行气和胃之功, 传统上常用于风寒表证、脾胃气滞、呕吐、鱼蟹中毒等疾病的治疗。研究表明, 紫苏除具有基于传统功效的止咳平喘、抑菌、解热、止痛等药理活性外, 还具有镇静、抗氧化、抗抑郁、降血压、调节糖脂代谢等多种药理活性。对紫苏的化学成分及其主要药理活性进行综述, 并在此基础上进一步探究其药效物质基础, 为更好地开发利用紫苏提供参考。

关键词: 紫苏; 挥发油; 黄酮; 止咳; 抑菌; 镇静; 抗氧化; 调节糖脂代谢

中图分类号: R282.71 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2018)16-3957-12

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2018.16.033

Research process on pharmacological effect and substance basis of *Perilla frutescens*

HE Yu-pei^{2,3}, HAO Er-wei^{2,3,4}, XIE Jin-ling^{2,3,4}, WEI Wei^{2,3,4}, QIN Jian-feng^{2,3,4}, HOU Xiao-tao^{1,2,3}, DENG Jia-gang^{2,3,4}

1. School of Pharmacy, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530200, China

2. Guangxi Key Laboratory of Efficacy Study on Chinese Materia Medica, Nanning 530200, China

3. Guangxi Collaborative Innovation Center of Study on Functional Ingredients of Agricultural Residues, Nanning 530200, China

4. Guangxi Scientific Experimental Center of Traditional Chinese Medicine, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530200, China

Abstract: *Perilla frutescens* is one of traditional Chinese diaphoretics, and is produced in many areas of China. The chemical composition is rich in *P. frutescens*, including volatile oil, aliphatic acids, flavonoids, phenolic acids, coloring matter and so on. Because of the function of relieving superficial pathogenic factors to dissipate cold and promoting *qi* flowing to regulate the stomach, *P. frutescens* can be used to treat the diseases of wind-cold, stagnation of gastrosplenic *qi*, vomiting and poisoning by eating fish and crab. The study showed that *P. frutescens* exhibited the effects which related with the traditional uses of relieving cough, bacteriostasis, relieving fever, analgesia, etc., and besides, it showed a few new founded effects, such as sedative effects, antioxidative effects, effects of reducing blood pressure, and regulating glucose/lipid metabolism. This paper summarized the research progress on the chemical composition and main pharmacological activities of *P. frutescens*, and discussed its therapeutic material basis based on the summarise, which could provide a reference for the development of *P. frutescens*.

Key words: *Perilla frutescens* (L.) Britt.; volatile oil; flavonoids; relieving cough; bacteriostasis; sedative effects; antioxidative effects; regulating glucose/lipid metabolism

收稿日期: 2018-03-10

基金项目: 广西科技计划基地和人才专项“广西中药药效研究重点实验室建设”项目(17-259-20); 广西科学研究与技术开发计划项目(桂科AD17195025); 广西八桂学者“中药创新理论与药效研究”(桂科政字〔2013〕25号)

作者简介: 何育佩(1992—), 女, 广西上林人, 在读研究生, 研究方向为中药理论与药效筛选。Tel: 13557395175 E-mail: 974585525@qq.com

*通信作者 侯小涛, 博士生导师, 教授, 主要从事中药活性成分与质量控制研究。E-mail: xthou@126.com

邓家刚, 博士生导师, 广西终身教授, 主要从事中药基础理论与药效筛选研究。E-mail: dengjg53@126.com

#并列第一作者 郝二伟, 男, 博士, 副教授。Tel: 13407725749 E-mail: 516110493@qq.com

紫苏 *Perilla frutescens* (L.) Britt. 为唇形科一年生草本植物, 别名桂荑、白苏、赤苏等, 原产于中国, 栽培史已有 2 000 多年, 其药用也有 1 700 多年的历史。紫苏药用首载于《名医别录》, 列为中品。其地上部分包括紫苏叶、紫苏子、紫苏梗, 皆可入药, 从紫苏中提取出的紫苏醛、 α -亚麻酸、苏子油等是食品、药品及化妆品行业常用原料。《中国药典》2015 年版中记载苏叶、苏子及苏梗性味均辛、温, 其中苏叶归肺、脾经, 功效为解表散寒、行气和胃, 用于风寒感冒、咳嗽呕恶、妊娠呕吐及鱼蟹中毒; 苏子归肺经, 功效为降气化痰、止咳平喘、润肠通便, 用于痰壅气逆、咳嗽气喘、肠燥便秘; 苏梗归肺、脾经, 功效为理气宽中、止痛、安胎, 用于胸膈痞闷、胃脘

疼痛、暖气呕吐、胎动不安^[1]。紫苏为我国传统中药, 且被列入国家卫生部发布的《药食同源物品目录》。国内外学者对紫苏进行了大量的研究, 本文对近年来紫苏化学成分、药理作用的研究现状进行综述, 并在此基础上对其药效物质基础进行了总结分析。

1 化学成分

紫苏含有多种化学成分, 包括挥发油、脂肪酸、黄酮、酚酸等类成分, 此外还含有无机元素及维生素。

1.1 挥发油

挥发油是紫苏的主要活性成分及其特异香气的来源, 其中成分比较复杂, 包括萜类、芳香族和脂肪族化合物, 已检出的有百余种, 其中主要的成分见表 1~3。

表 1 紫苏中的主要萜类化合物

Table 1 Main terpenoids in volatile oil from *P. frutescens*

编号	化合物	来源部位	文献	编号	化合物	来源部位	文献
1	蒎烯 (camphene)	叶、子	2	18	α -红没药烯 (α -bisabolene)	叶	4
2	α -蒎烯 (α -pinene)	叶、子	2-3	19	β -法呢烯 (farnesene)	叶	4,7
3	β -月桂烯 (β -myrcene)	叶、子	2	20	植醇 (phytol)	叶、梗	6-7,10
4	柠檬烯 (limonene)	叶、子	2-5	21	橙花叔醇 (nerolidol)	叶、子	6,9
5	咕吧烯 (copaene)	叶、子	2-3,6	22	衣兰烯 (ylangene)	叶	9
6	石竹烯 (caryophyllene)	叶、子	2-8	23	丁香烯 (caryophyllene)	叶	9
7	α -金合欢烯 (α -farnesene)	叶、子	2-3,6	24	β -倍半水芹烯 (β -sesquiphellandrene)	子	8
8	石竹烯氧化物 (caryophyllene oxide)	叶、子	2-4,6,9	25	榄香素 (elemicin)	叶	11
9	ζ -葑澄茄烯 (ζ -cadinene)	叶	3	26	紫苏酮 (perillaketone)	叶	11
10	紫苏醛 (perillaldehyde)	叶	3-4	27	紫苏烯 (perillene)	叶	12-14
11	榄香烯 (elemene)	叶	3-4	28	薄荷烯酮 (menthenone)	叶	12-14
12	α -葑澄茄烯 (α -cadinene)	叶、子	3-5	29	薄荷烯二酮 (menthene diketone)	叶	12-14
13	2-己酰基呋喃 (2-hexanoylfuran)	叶、梗	3,6-7,9	30	香薷酮 (elscholtzine)	叶	12
14	紫苏醇 (perillaalcohol)	叶、子	3-4,8	31	反式柠檬烯 (<i>trans</i> -citral)	叶	12
15	γ -松油烯 (γ -terpinene)	叶、子	3,5				
16	芳樟醇 (linalool)	叶、梗、子	3,5,8				
17	β -红没药烯 (β -bisabolene)	叶	4				

表 2 紫苏中的芳香族化合物

Table 2 Aromatic compounds in volatile oil from *P. frutescens*

编号	化合物	来源部位	文献	编号	化合物	来源部位	文献
32	1-甲基-4-(1-甲基乙基) 苯 [1-methyl-4-(1-methylethyl)-benzene]	叶、子	2	40	2-甲基-1-乙基苯 (2-methyl-1-ethylbenzene)	子	6
33	(Z,Z,Z)-9,12,15-十八碳三烯酸甲酯 [(Z,Z,Z)-9,12,15-linolenic acid methyl ester]	叶、子	2	41	肉豆蔻酸甲酯 (methyl myristate)	子	6
34	苯甲醛 (benzaldehyde)	叶、梗、子	2-3,8	42	正十六酸甲酯 (methyl palmitate)	叶、子	6
35	邻苯二甲酸二丁酯 (dibutyl phthalate)	叶、子	3,6	43	细辛脑 (asarone)	叶	7
36	穿心莲内酯 (andrographolidume)	叶	3	44	洋芹醚 (apiol)	叶	7
37	亚麻酸甲酯 (methyl linolenate)	叶、子	5,7	45	肉豆蔻醚 (myristicin)	叶、子	8,11
38	N-苯基-2-萘胺 (N-phenyl-2-naphthylamine)	子	6	46	苯乙烯 (phenylethylene)	梗	10
39	6-甲基-苯并二氢吡喃-4-酮 (6-methyl-chroman-4-ketone)	叶、梗	6	47	对二甲苯 (paraxylene)	梗	10
				48	芹菜脑 (apopinol)	叶	11

表3 紫苏中的脂肪族化合物

Table 3 Aliphatic compounds in volatile oil from *P. frutescens*

编号	化合物	来源部位	文献
49	(1S)-6,6-二甲基-2-亚甲基二环 [3.1.1] 庚烷 {6,6-dimethyl-2-methylene-(1S)-bicyclo [3.1.1] heptane}	叶、子	2
50	6-甲基-5-庚-2-酮 (6-methyl-5-heptyl-2-ketone)	叶、子	2
51	1-甲基-4-(1-甲基乙基)-1,4-环己二烯 [1-methyl-4-(1-methylethyl)-1,4-cyclohexadiene]	叶、子	2
52	3,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-醇 (3,7-dimethyl-1,6-octadien-3-alcohol)	叶、子	2,6,9
53	顺式-1,1,4,8-四甲基-4,7,10-环十一碳三烯 (cis-1,1,4,8-tetramethyl-4,7,10-cycloundecane triene)	叶、子	2
54	(E)-3,6-二乙基-3,6-二甲基-三环 [3.1.0.0(2,4)] 己烷 {3,6-diethyl-3,6-dimethyl-(E)-tricyclic-[3.1.0.0(2,4)] hexane}	叶、子	2
55	正十四烷 (n-tetradecane)	叶、子	2
56	顺式-1,1,4,8-四甲基-4,7,10-环十一碳三烯 (cis-1,1,4,8-tetramethyl-4,7,10-cycloundecane triene)	叶	3
57	2,4,6-三甲基-3-环己烯甲醛 (2,4,6-trimethyl-3-cyclohexene methanal)	叶	3
58	4-(2-甲基环己烯基)-2-丁烯醛 [4-(2-methyl cyclohexenyl)-2-butenal]	叶	3
59	3,5-辛二烯-2-酮 (3,5-octadien-2-ketone)	子	5
60	(Z,Z)-9,12-十八二烯酸 [(Z,Z)-9,12-octadeca dienoic acid]	子	5
61	二十八烷 (octacosane)	子	5
62	正二十一烷 (n-heneicosane)	子	5
63	十二烷 (dodecane)	子	6
64	1,7-二甲基萘 (1,7-dimethylnaphthalene)	子	6
65	十五烷 (pentadecane)	梗、子	6,10
66	十七烷 (heptadecane)	籽	6,8
67	4-(2-甲基环己烷-1-烷基)-丁醇-2-醛 [4-(2-methyl cyclohexane-1-alkyl)-butanol-2-aldehyde]	叶	9
68	3,7,11-三甲基-(Z,E)-1,3,6,10-十二碳四烯 [3,7,11-trimethyl-(Z,E)-1,3,6,10-dodecatetraene]	叶	9
69	正己醇 (n-hexyl alcohol)	梗、子	8
70	4-甲基-1-苯基-1,4-戊二醇 (4-methyl-1-phenyl-1,4-pentanediol)	籽	8
71	十八烷 (octadecane)	梗	8,10
72	十九烷 (nonadecane)	梗	8,10
73	methyl perillate	子	15
74	R-(+)-香芹酮 [R-(+)-carvone]	叶	16
75	2-呋喃基甲基酮 (2-furyl methyl ketone)	叶	16

紫苏因不同产地、不同收获时期、野生或者栽培致所含挥发油成分构成及含量都有明显差异,日本学者最早根据紫苏挥发油主成分的差别将其分成了 PA、PK、PL、PP、EK、PT 6 种化学型^[12],国内学者也从化学型的角度研究了紫苏挥发油,但对于化学型的归类不同。本文对紫苏挥发油中一些主要成分的分类总结见表 4。

1.2 脂肪酸类

紫苏中含大量的必需脂肪酸,以紫苏子所含种类最多,包括 α -亚麻酸、亚油酸、油酸等,尤以 α -亚麻酸含量最高,见表 5。

1.3 黄酮类

紫苏中富含黄酮类化合物,主要有黄酮类、黄烷醇类,并以黄酮类结构类型为主,见表 6。

1.4 酚酸类及苯丙酸类

紫苏中含有较多的酚酸类化合物,以迷迭香酸

为代表。苯丙酸类化合物包括阿魏酸、咖啡酸等,见表 7。

1.5 色素

紫苏叶中含有丰富的色素成分,主要为花色苷类物质,目前已从紫苏中提取分离出的色素包括丙二酰基紫苏宁、紫苏宁、天竺葵苷、芍药素-3-(6"-乙酰)葡萄糖苷、飞燕草素-3-阿拉伯糖苷^[28]等,见表 8。

1.6 三萜类化合物

紫苏叶中含有常见的三萜类化合物,如熊果烷型的熊果酸、科罗索酸,齐墩果烷型的齐墩果酸、香树脂醇等,见表 9。

1.7 苷类化合物

紫苏叶中含有较多种类的苷类化合物,包括紫苏苷 A~E、野樱苷、接骨木苷等,见表 10。

1.8 甾体类化合物

紫苏叶中已分离出的甾体类化合物有 β -谷甾醇

表4 紫苏挥发油主要成分不同化学型的分类

Table 4 Different chemotypes in volatile oil from *P. frutescens*

主要成分	化学型		文献
	中国	国外	
紫苏醛、柠檬烯	PA 型	PA 型	12-14
紫苏酮	PK 型	PK 型	12-14
紫苏醛、柠檬烯、紫苏酮	PAPK 型	—	14
紫苏烯	PL 型	PL 型	12-14
芹菜脑	PP-a、AL 型	—	13-14
肉豆蔻醚	PP-m、MS 型	PP-m 型	12-14
榄香素	PP-e、EM 型	PP-e 型	12-14
榄香素、肉豆蔻醚	—	PP-em 型	12-14
细辛脑	PP-as 型	—	13-14
薄荷烯酮、柠檬烯、薄荷烯二酮	PT 型	PT 型	12-14
香薷酮 (elscholtziane)	EK 型	EK 型	12
反式柠檬醛 (<i>trans</i> -citral)	—	C 型	12

表5 紫苏中的脂肪酸类化合物

Table 5 Aliphatic acids in *P. frutescens*

编号	化合物	来源部位	文献	编号	化合物	来源部位	文献
76	α -亚麻酸 (α -linolenic acid)	子	17-22	83	二十碳烯酸 (eicosenoic acid)	子	18-19
77	亚油酸 (linoleic acid)	梗、子	8,17-23	84	软脂酸 (palmitic acid)	叶、子	7,19
78	油酸 (oleic acid)	叶、子	9,18-23	85	花生酸 (arachidic acid)	子	19
79	肉豆蔻酸 (myristic acid)	子	18,22	86	二十三碳酸 (tricosanoic acid)	子	22
80	棕榈酸 (palmitic acid)	子	17-18,22-23	87	14-甲基-十六烷酸 (14-methyl-hexadecanoic acid)	子	22
81	硬脂酸 (stearic acid)	子	17-18,23	88	十八碳二烯酸 (octadecadienoic acid)	子	22
82	十九烷酸甲酯 (nonadecanoic acid methylester)	子	18				

表6 紫苏中的黄酮类化合物

Table 6 Flavonoids in *P. frutescens*

编号	化合物	来源部位	文献
89	木犀草素 (luteolin)	叶、子	24-26
90	木犀草素-7-咖啡酰葡萄糖苷 (luteolin-7-caffeoyl glucoside)	叶	24
91	木犀草素-7-葡萄糖苷 (luteolin-7-glucoside)	叶	24
92	木犀草素-7-二葡萄糖苷 (luteolin-7-diglucoside)	叶	24,27
93	木犀草素-7- <i>O</i> -葡萄糖苷酸 (luteolin-7- <i>O</i> -glucuronide)	叶	25,28
94	木犀草素-7- <i>O</i> -二葡萄糖苷酸 (luteolin-7- <i>O</i> -diglucuronide)	叶	28
95	芹菜素 (apigenin)	叶、子	24-25
96	芹菜素-7-咖啡酰葡萄糖苷 (apigenin-7-caffeoyl glucoside)	叶	24
97	芹菜素-7-葡萄糖苷 (apigenin-7-glucoside)	叶	24
98	芹菜素-7-二葡萄糖苷 (apigenin-7-diglucoside)	叶	24,27
99	芹菜素-7- <i>O</i> -葡萄糖苷 (apigenin-7- <i>O</i> -glucoside)	叶	25
100	芹菜素-7- <i>O</i> -葡萄糖苷酸 (apigenin-7- <i>O</i> -glucuronide)	叶	28
101	芹菜素-6,8-二葡萄糖苷 (apigenin-6,8-glycopyranoside)	叶	28
102	芹菜素-7- <i>O</i> -二葡萄糖苷酸 (apigenin-7- <i>O</i> -diglucuronide)	叶	28
103	金圣草黄素 (chrysoeriol)	叶	25
104	芦丁 (rutin)	叶、梗	26,29
105	黄芩素-7-甲醚 (scutellarein-7-methyl ether)	叶	30
106	黄芩素-7- <i>O</i> -二葡萄糖苷酸 (scutellarein-7- <i>O</i> -diglucuronide)	叶	28
107	野黄芩苷 (scutellarin)	叶	30
108	5,8-二羟基-7-甲氧基黄烷酮 (5,8-dihydroxy-7-methoxy flavanone)	叶	31
109	8-羟基-6,7-二甲氧基黄烷酮 (8-hydroxy-6,7-dimethoxy flavanone)	叶	31
110	紫苏异酮 (isoegomaketone)	叶、梗、子	32

表 7 紫苏中的酚酸类及苯丙酸类化合物

Table 7 Phenolic acids and phenylpropionic acids in *P. frutescens*

编号	化合物	来源部位	文献
111	迷迭香酸 (rosmarinic acid)	叶、梗、子	25,30,33~39
112	迷迭香酸 3- <i>O</i> -葡萄糖苷 (rosmarinic 3- <i>O</i> -glucoside)	叶、子	25,33-34,40
113	3'-脱羟-迷迭香酸-3- <i>O</i> -葡萄糖苷 (3'-dehydroxylation rosmarinic-3- <i>O</i> -glucoside)	子	34
114	迷迭香酸甲酯 (rosmarinic acid methyl ester)	叶、子	30,34-37,41
115	迷迭香酸乙酯 (rosmarinic acid ethyl ester)	叶	41
116	咖啡酸 (caffeic acid)	叶、梗、子	30,34~39
117	咖啡酸乙烯酯 (caffeic acid vinyl ester)	叶	30
118	咖啡酸 3- <i>O</i> -葡萄糖苷 (caffeic 3- <i>O</i> -glucoside)	叶、子	25,33-34,40
119	咖啡酸乙酯 (caffeic acid ethyl ester)	叶	41
120	阿魏酸 (ferulic acid)	叶、子	35-37
121	反式对羟基桂皮酸 (<i>trans-p</i> -hydroxycinnamic acid)	叶	30
122	3-咖啡酰奎宁酸 (3-caffeoyl quinic acid)	叶	40
123	4-咖啡酰奎宁酸 (4-caffeoyl quinic acid)	叶	40
124	5-咖啡酰奎宁酸 (5-caffeoyl quinic acid)	叶	40
125	香草酸 (vanillic acid)	子	34
126	原儿茶醛 (protocatechuic aldehyde)	叶	35-37,41
127	香豆酒石酸 (coumaric tartaric acid)	叶	37

表 8 紫苏中的色素

Table 8 Pigments in *P. frutescens*

编号	化合物	来源部位	文献
128	丙二酰基紫苏宁 (malonylshisonin)	叶	27-28,42
129	丙二酰基顺式紫苏宁 (malonyl- <i>cis</i> -shisonin)	叶	28
130	紫苏宁 (shisonin)	叶	27-28,42
131	顺式紫苏宁 (<i>cis</i> -shisonin)	叶	28
132	矢车菊素-3- <i>O</i> -咖啡酰葡萄糖苷-5- <i>O</i> -葡萄糖 (cyanidin-3- <i>O</i> -caffeoylglucoside-5- <i>O</i> -glucoside)	叶	28
133	矢车菊素-3- <i>O</i> -咖啡酰葡萄糖苷-5- <i>O</i> -丙二酰葡萄糖苷 (cyanidin-3- <i>O</i> -caffeoylglucoside-5- <i>O</i> -malonylglucoside)	叶	28
134	矢车菊素-3- <i>O</i> -阿魏酰葡萄糖苷-5- <i>O</i> -葡萄糖苷 (cyanidin-3- <i>O</i> -feruloylglucoside-5- <i>O</i> -glucoside)	叶	28
135	天竺葵苷 (pelargonin)	叶	42
136	芍药素-3-(6"-乙酰) 葡萄糖苷 [peonidin-3-(6"-acydyl) glucoside]	叶	42
137	芍药素-3-葡萄糖苷 (peonidin-3-glucoside)	叶	42
138	飞燕草素-3-阿拉伯糖苷 (delphinidin-3-arabinoside)	叶	42
139	矮牵牛素-3,5-二葡萄糖苷 (petunidin-3,5-diglucoside)	叶	42
140	矮牵牛素-3-(6"-酰基) 葡萄糖苷 [petunidin-3-(6"-acydyl) glucoside]	叶	42
141	锦葵色素-3-(6"-酰基) 葡萄糖苷 [malvidin-3-(6"-acydyl) glucoside]	叶	42

表 9 紫苏中的三萜类化合物

Table 9 Triterpenoids in *P. frutescens*

编号	化合物	来源部位	文献	编号	化合物	来源部位	文献
142	熊果酸 (ursolic acid)	叶	43-44	148	香树脂醇 (amyrin)	叶	45
143	科罗索酸 (corosolic acid)	叶	44-45	149	马斯里酸 (maslinic acid)	叶	45
144	3-epicorosolic acid	叶	44	150	齐墩果酸 (oleanolic acid)	叶	43-44
145	pomolic acid	叶	44	151	augustic acid	叶	44
146	委陵菜酸 (tormentic acid)	叶	44	152	3- <i>epi</i> -maslinic acid	叶	44
147	山香二烯酸 (hyptadienic acid)	叶	44	153	角鲨烯 (squalene)	叶	7

表 10 紫苏中的苷类化合物

Table 10 Glycosides in *P. frutescens*

编号	化合物	来源部位	文献	编号	化合物	来源部位	文献
154	茉莉酸-5'- α -葡萄糖苷 (jasmonic-5'- <i>O</i> -glucoside)	叶	40	162	接骨木苷 (sambunigrin)	叶	43,46
155	紫苏苷 B (shisonin B)	叶	43	163	5'- β - <i>D</i> -glucopyranosyloxyjasmonic acid	叶	46
156	紫苏苷 A (shisonin A)	叶	43	164	3- β - <i>D</i> -glucopyranosyl-3- <i>epi</i> -2-isocucurbitic acid	叶	46
157	紫苏苷 C (shisonin C)	叶	43	165	3- β - <i>D</i> -glucopyranosyloxy-5-phenylvaleric acid	叶	46
158	紫苏苷 D (shisonin D)	叶	43	166	苦杏仁苷异构体 (amygdalin isomer)	叶	47
159	紫苏苷 E (shisonin E)	叶	43	167	methy- α - <i>D</i> -galactoside	叶	47
160	benzyl- β - <i>D</i> -glucopyranoside	叶	43				
161	野樱苷 (prunasin)	叶	43,46-47				

(β -sitosterol)^[7,45,48-49]、胡萝卜苷 (daucosterol)^[43]、豆甾醇 (stigmasterol)^[44,48-49]、20-异戊烷-孕甾-3 β ,14 β -二醇 (20-isopentane-pregna steroid-3 β ,14 β -glycol)^[45]、菜油甾醇 (campesterol)^[49]等。

1.9 氨基酸

紫苏作为药食同源植物,其含有丰富的游离氨基酸,目前从其叶或子中检测到的有 20 种,其中包含人体必需的 8 种氨基酸,具有较高的营养价值和保健作用^[50-52]。

1.10 其他

紫苏中富含 Fe、Mn、Mg、Hg、Ca^[20,53-54]、Na、K^[20,54]、As、Pd、Cr^[20,53]、Al、B、Cu、Ba、Be、Cd、Ni、P、Sr、Ti、V、Co、Cv 等^[20]无机元素,此外还含少数维生素,包括维生素 C、PP、E、D₂、D₃、K₁^[53]。

2 药理作用

2.1 基于传统功效的药理作用

2.1.1 降气化痰、止咳平喘 (对呼吸系统的影响)

紫苏归肺经,其味辛,辛者能行能散,故临床上常用于降气化痰,治疗痰壅气逆、咳嗽气喘。敦煌古方“紫苏煎”能显著改善 CB 大鼠支气管、肺组织损

伤程度,对肺组织和支气管具有明显的保护作用^[55]。紫苏叶有效成分石竹烯对豚鼠离体气管有松弛作用,对丙烯醛或枸橼酸引起的咳嗽亦有明显的镇咳作用,且小鼠酚红试验呈阳性^[56]。紫苏子能够有效缓解哮喘患者喘息、气急、胸闷、咳嗽的临床症状,具有良好的镇咳、祛痰、平喘作用^[57]。

2.1.2 解表散寒

(1) 抑菌作用:紫苏叶性辛温,功效为解表散寒、行气和胃,故临床上可用于治疗流感病毒引起的风寒感冒、高热等。研究发现紫苏叶、茎水提物对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌的生长均有抑制作用,且对金黄色葡萄球菌的抑制作用强于大肠杆菌,而紫苏叶的抑菌效果更为明显^[58]。紫苏梗水提物对细菌属的大肠杆菌、枯草芽孢杆菌和真菌属的酵母菌、霉菌均有一定的抑制作用^[59]。由紫苏精油负载的微胶囊显示出的良好抗菌活性^[60]。

(2) 解热作用:药理研究表明,紫苏叶挥发油对 2,4-二硝基苯酚所致的大鼠发热现象有较显著的降温作用,其疗效与安乃近相近^[61]。紫苏的水提浸膏和挥发油均能显著降低过期伤寒副伤寒菌苗致热家兔的体温,且作用强度略高于阿司匹林^[62]。

2.1.3 理气止痛、润肠通便、解毒（对消化系统的影响）紫苏常用于胃脘疼痛、暖气呕吐等。刘蓉^[63]研究发现紫苏梗水提液和紫苏叶油均可通过增加结肠平滑肌条收缩振幅和平滑肌细胞收缩率，升高胞内 Ca^{2+} 浓度，从而促进结肠收缩运动，表现出良好的调节胃肠道动力的功效。朱伟等^[64]研究认为紫苏叶、梗挥发油及水提物均可明显促进正常小鼠的小肠运动，并能拮抗硫酸阿托品所致小鼠的胃肠痉挛作用，推测其促进胃肠道运动的作用可能与 M 胆碱受体有关。

岳崑等^[65]采用大鼠小肠碳末推进实验证实紫苏叶的石油醚及乙醇提取物具有促进大鼠肠胃消化吸收的作用。Koezuka 等^[66]发现紫苏叶提取物紫苏酮具有良好的促进小鼠小肠内容物推进的作用，这种促肠胃消化排泄作用可用以解释其解鱼蟹毒这一说法。

2.1.4 安胎（对生殖系统的影响）《本草通玄》中记载，紫苏梗可行气安胎，我国古代民间有通过食用紫苏梗煮蛋来防治先兆流产。王惠玲等^[67]采用碳酸酐酶活性比色测定法探讨紫苏梗对小鼠子宫内膜酶活性效应，结果显示紫苏梗具有与孕酮相似的药理活性，能激发动物子宫内膜酶活性增长，且作用随剂量的增加而增加。

2.2 基于扩展功效的药理作用

2.2.1 对中枢神经系统的影响

（1）镇静作用：金建明等^[68]发现紫苏水提取物可降低正常小鼠的自发活动，对戊巴比妥钠促进动物睡眠有一定的协同促进作用，对戊四氮致小鼠惊厥潜伏期有一定的延长作用。Honda 等^[69]发现 5 种不同化学型（PA、PK、EK、PP-m、PP-dm）的紫苏叶甲醇提取物均有延长环己烯巴比妥所诱导的小鼠睡眠的作用，其中 PP-dm 型作用最为显著。也有研究显示紫苏叶水浸膏及紫苏醛能显著延长 ip 环己巴比妥钠小鼠的睡眠时间，以及抑制猫的上喉神经反应、蛙坐骨神经及蜗牛神经细胞兴奋性。此外，紫苏水提物还可抑制大鼠运动^[70]。

（2）改善记忆作用：周丹等^[71]用跳台法和水迷路法观察紫苏子油对 ip 东莨菪碱小鼠学习记忆能力的影响。结果表明，紫苏子油可减少小鼠跳台错误次数，明显提高小鼠水迷路测验的正确率，缩短到达终点时间，并能促进小鼠脑内核酸及蛋白质的合成，调节小鼠脑内单胺类神经递质水平。王亚萍等^[72]采用 D-半乳糖建立亚急性衰老模型，研究紫苏

子油对小鼠记忆力的影响，结果表明紫苏子油能缩短衰老小鼠水迷宫登台潜伏期，并随用药时间的延长作用逐渐增强。

（3）抗氧化作用：紫苏中含有丰富的多酚类化合物，具有较高的抗氧化活性，能够显著抑制偶氮基自由基诱导或内皮细胞介导的低密度脂蛋白（LDL）氧化，增加内皮细胞中抗氧化酶 mRNA 和蛋白表达水平^[73]。紫苏叶黄酮对 $\text{OH}\cdot$ 和 $\text{DPPH}\cdot$ 均有较好的清除效果^[74]。有研究显示紫苏叶花色苷具有比单纯的紫苏水提物更高的抗氧化能力，对 $\text{DPPH}\cdot$ 和 ABTS^+ 自由基均有良好的清除作用^[75]。此外，紫苏叶提取物（PLE）能够显著抑制基底和紫外（UV）诱导的基质金属蛋白酶-1（MMP-1）、MMP-3 的表达并呈剂量依赖性，减少 UV 引起的细胞外信号调节激酶和 c-Jun 氨基末端激酶的磷酸化。表明 PLE 具有对抗紫外诱导的致真皮损伤的作用^[76]。

（4）抗抑郁作用：小鼠强迫游泳实验证明，紫苏叶水提物能够显著缩短其静止期，体现出明显的抗抑郁作用，进一步实验显示其发挥抗抑郁作用的成分为迷迭香酸^[77]。还有研究发现，迷迭香酸可以促进小鼠大脑海马齿状回细胞的增殖，继而减轻抑郁模型小鼠的抑郁症状^[78]。

2.2.2 对心血管系统的影响

（1）止血作用：朱南京等^[79]研究结果表明紫苏的止血作用主要表现在明显缩短动物的出、凝血时间，缩短凝血酶原时间，持续缩小微小动脉的直径，增加离体动物器官的灌流阻力。梁明华等^[80]研究显示外用紫苏能够显著缩短蟾蜍肠系膜微动脉及小鼠微血管口径，发挥凝血作用。

（2）抗血栓作用：李英霞等^[81]研究证实苏子油复方制剂可调节血栓素 A_2 与前列腺素 I_2 的平衡，从而减轻动脉粥样硬化及冠状动脉硬化性心脏病的发生和发展。Jang 等^[82]研究发现紫苏油能够显著抑制胶原和凝血酶原所诱导的血小板聚集，延迟 FeCl_3 所诱导的动脉栓塞，且抑制作用随剂量的增加而增强，作用与阿司匹林相近。

（3）降血压作用：嵇志红等^[83]研究结果显示紫苏油能够显著降低高血压模型大鼠尾动脉收缩压，且对其心率的影响较小。Shimokawa 等^[84]研究发现紫苏油能够降低原发性高血压的幼鼠的舒张压，降低幼鼠生长期脑溢血的发生率，延长其存活时间。

2.2.3 抗炎、抗过敏作用 紫苏能够有效调节 N-甲酰-L-甲硫氨酰-L-白氨酰-L-苯丙氨酸（fMLF）激

活的人体中性粒细胞的炎症活动，它在活化的中性粒细胞中的抗炎作用是通过激活 2 个独立信号通路介导的 Src 家族蛋白激酶（SFKs）及动员细胞内 Ca^{2+} 实现的^[85]。紫苏总黄酮能降低气囊炎模型小鼠血清中细胞因子白细胞介素-6（IL-6）、肿瘤坏死因子- α （TNF- α ）、炎症部位一氧化氮（NO）的量，从而降低减轻因子、氧自由基对机体的攻击损伤^[86]。紫苏水提物具有很强的抗特异性皮炎的活性，可迅速降低 2,4-二硝基氟苯所诱导的小鼠耳肿胀度，降低邻近皮肤组织的嗜酸性粒细胞水平^[87]。

炒紫苏子具有抗过敏作用，其醇提取物的作用优于色甘酸钠，能明显降低总免疫球蛋白 E（IgE）水平和特异性 IgE 水平，推测其机制可能是纠正 Th1/Th2 失衡向 Th2 漂移^[88]。紫苏油能抑制抗原诱发的过敏性休克，主要与抑制抗原抗体反应后的化学物质产生相关^[89]。

2.2.4 保肝作用 耿芹等^[90]利用代谢组学法，发现紫苏子醇提物对 CCl_4 致小鼠急性肝损伤有较好的保护作用，其生药量为 20 g/kg 时的作用效果与联苯双酯临床等效剂量相当。杨凡^[91]采用乙醇性肝损伤小鼠模型，发现紫苏可能通过抑制肝组织 IL-6、TNF- α 及诱导型一氧化氮合酶（iNOS）mRNA 的表达水平减少炎症递质释放，降低乙醇对肝细胞的损伤程度。Kim 等^[92]发现紫苏水提物可使叔丁基过氧化氢（t-BHP）所致的大鼠氧化性肝损伤程度明显好转。

2.2.5 抗肿瘤作用 目前关于紫苏抗肿瘤的研究报

道较少，王颖^[32]通过联合应用紫苏异酮与 X-射线放疗（IR）照射作用于 Huh7 和 Huh7-HBx 细胞，结果提示紫苏异酮对肝癌放疗具有较明显的增敏作用，对乙肝表面抗原（HBs Ag）阳性以及阴性的肝癌细胞增殖可以起到良好的抑制作用，其机制可能与促进凋亡蛋白的表达、抑制增殖蛋白表达有关。袁芃等^[93]研究发现紫苏挥发油能够明显抑制 LTP-a-2 细胞的生长，其最佳参考质量浓度为 20~30 mg/mL。

2.2.6 调节糖脂代谢作用 研究发现紫苏总黄酮提取物能显著降低四氧嘧啶所致糖尿病小鼠的血糖及其血脂中 TC、TG 含量，有良好的调节糖脂代谢作用^[94]。紫苏叶提取物能显著降低雄性肥胖小鼠体质量、内脏脂肪量及附睾脂肪量，调节肝功及血脂、血糖、胰岛素水平，改善胰岛素抵抗^[95]。

2.2.7 毒性 紫苏使用安全范围较大，但不同地区所产的紫苏作用存在一定差异。有研究显示，一定剂量的湖北产紫苏叶挥发油 ig 给予小鼠后产生较大毒性，并呈剂量依赖性，无性别差异^[96]。

3 紫苏的药效物质基础

目前，紫苏的化学成分和药理作用研究都取得了一定进展，并发现了紫苏中的一些活性成分。根据文献信息对紫苏的药理作用及其物质基础进行总结分析，见表 11。从分析结果可以看出，紫苏中的挥发性成分、黄酮类成分和酚类成分是紫苏的主要有效成分。

表 11 紫苏的药效物质基础

Table 11 Substance basis of efficacy of *P. frutescens*

药理作用	可能活性成分/组分	文献	药理作用	可能活性成分/组分	文献
镇咳、祛痰、平喘	石竹烯	56	止血	—	79-80
抑菌	挥发油	60	抗血栓	紫苏子油	81
	methyl perillate	15	降血压	紫苏子油	83-84
	R-(+)-香芹酮、紫苏醛、2-呋喃基甲基酮	16	抗炎	黄酮类	86
解热	挥发油	62		紫苏醛	97
镇痛	挥发油	63-64	抗过敏	紫苏子油	89
对消化系统的影响	紫苏酮	66		黄酮类	98
对生殖系统的影响	—	67	保肝	—	90-92
镇静	紫苏醛	70	抗肿瘤	紫苏异酮	32
改善记忆	紫苏子油	71-72		挥发油	93
抗氧化	酚类	73		3- <i>epi</i> -maslinic acid、maslinic acid	99
	黄酮类	74	调节糖脂代谢	黄酮类化合物	94,100
抗抑郁	迷迭香酸	77-78	毒性	挥发油	96

4 结语与展望

国内外研究人员已对紫苏的药理作用、化学成分等进行了大量的研究,笔者从基于紫苏传统功效的研究和基于拓展功效的研究2个方面对紫苏的药理作用进行了阐述,基于传统功效的药理作用包括止咳平喘、抑菌、解热、理气止痛等,基于扩展功效的药理作用包括镇静、改善记忆、抗氧化、调节糖脂代谢等。目前文献报道主要集中于对紫苏抑菌、抗氧化、抗炎作用的探讨,而对于其解热、止呕、提高记忆、调节糖脂代谢、抗肿瘤、止血等方面研究的还不够深入,作用机制尚不明确。

对于紫苏的化学成分,大多研究均集中于其挥发油、苏子油成分的分离分析,而对黄酮类、酚酸类等其他活性成分研究尚有不足,仅见对紫苏醛、芹菜素、迷迭香酸等成分的报道。此外,紫苏因其地域栽培的差异又分为红苏、白苏、绿苏、绿紫苏等变品系,而不同的品系体现出较明显的化学成分及含量差异,但这方面的研究仍缺乏充分的数据。

本文对1981年到2017年紫苏药理作用和化学成分研究的资料和信息进行归纳分析,并进一步讨论了紫苏药理作用与化学物质基础间的关系,可为紫苏的质量控制和应用提供研究思路。作为一种功效广泛确切、资源丰富的传统中药,紫苏的研究还存在着广阔的空间,亟待进一步开发和探索。

参考文献

- [1] 中国药典[S].一部.2015.
- [2] 熊运海,王玫.化学计量学法对紫苏叶与紫苏子挥发油共有组分分析[J].食品科学,2010,31(2): 203-207.
- [3] 张辰露,梁宗锁,吴三桥,等.不同方法提取紫苏叶挥发油成分GC-MS分析[J].中药材,2016,39(2): 337-341.
- [4] 林硕,邵平,马新,等.紫苏挥发油化学成分GC/MS分析及抑菌评价研究[J].核农学报,2009,23(3): 477-481.
- [5] 汪洪武,刘艳清,韦寿莲,等.微波、超声波和水蒸气蒸馏在紫苏籽挥发油分析中的对比研究[J].精细化工,2011,28(6): 544-547.
- [6] 刘阳,王驰,陈伟梅,等.紫苏籽与紫苏茎叶挥发油的提取及其成分分析[J].中国医院药学杂志,2014,34(22): 1897-1902.
- [7] 金建忠.超临界CO₂萃取紫苏叶挥发油及其成分分析[J].药物分析杂志,2011,31(5): 826-830.
- [8] 刘飞,戴建辉,张润芝,等.云南产紫苏茎和果实挥发油化学成分的GC-MS分析[J].安徽农业科学,2012,40(8): 4518-4520.
- [9] 孙建忠,于寒松,王玉华,等.长白山紫苏挥发油与醇提物化学成分比较研究[J].中药材,2008,31(11): 1652-1655.
- [10] 任淑清,孙长海,方洪壮,等.紫苏梗挥发油的GC-MS定性分析[J].中国药房,2008,19(9): 683-685.
- [11] Ghimire B K, Yoo J H, Yu C Y, et al. GC-MS analysis of volatile compounds of *Perilla frutescens* Britton var. *Japonica* accessions: Morphological and seasonal variability [J]. *Asian Pac J Trop Med*, 2017, 10(7): 705-714.
- [12] Ito M, Toyoda M, Kamakura S, et al. A new type of essential oil from *Perilla frutescens* from Thailand [J]. *J Essent Oil Res*, 2002, 14(6): 416-419.
- [13] Zhang X, Wu W, Zheng Y, et al. Essential oil variations in different *Perilla* L. accessions: Chemotaxonomic implications [J]. *Plant Systemat Evol*, 2009, 281(4): 1-10.
- [14] 魏长玲,郭宝林.紫苏叶挥发油的不同化学型及研究进展[J].中国中药杂志,2015,40(15): 2937-2944.
- [15] Tabanca N, Demirci B, Ali A, et al. Essential oils of green and red *Perilla frutescens* as potential sources of compounds for mosquito management [J]. *Ind Crop Prod*, 2015, doi: 10.1016/j.indcrop.2014.11.043.
- [16] You C X, Wang Y, Zhang W J, et al. Chemical constituents and biological activities of the Purple *Perilla* essential oil against *Lasioderma serricorne* [J]. *Ind Crop Prod*, 2014, doi: 10.1016/j.indcrop.2014.07.021.
- [17] 胡彦,丁友芳,温春秀,等.紫苏属植物种子含油率及其脂肪酸组成[J].食品科学,2010,31(14): 165-169.
- [18] 陶静,王晓春,李铁纯,等.紫苏籽中脂肪酸成分的气相色谱/质谱联用分析[J].粮油加工,2010(4): 18-20.
- [19] 谭亚芳,赖炳森,颜晓林,等.紫苏子油中脂肪酸组成的分析[J].中国药理学杂志,1998,33(7): 18-20.
- [20] 王永奇,赵宇峰,李曼杰,等.紫苏的研究 XI. 紫苏子的化学成分[J].中草药,1995,26(5): 236-238.
- [21] 林文群,刘剑秋,林文群,等.紫苏子化学成分初步研究[J].海峡药学,2002,14(4): 26-28.
- [22] 周晓晶.紫苏种子脂肪酸、醇提物成分含量分析及其抗氧化活性研究[D].北京:北京林业大学,2014.
- [23] 蔡乾蓉,吴卫,郑有良,等.紫苏属籽粒含油率及其脂肪酸分析[J].中国粮油学报,2009,24(8): 84-87.
- [24] Ishikuar N. Anthoeyanins and flavones in leaves and seeds of *Perilla* plant [J]. *J Agricul Chem Soc Jpn*, 1981, 45(8): 1855-1860.
- [25] Lee J H, Park K H, Lee M H, et al. Identification, characterisation, and quantification of phenolic compounds in the antioxidant activity-containing fraction

- from the seeds of Korean *perilla* (*Perilla frutescens*) cultivars [J]. *Food Chem*, 2013, 136(2): 843-852.
- [26] 张蕾蕾. 紫苏黄酮的提取分离及其应用研究 [D]. 上海: 华东理工大学, 2012.
- [27] 李秀信, 汪晓峰, 王兰珍, 等. 紫苏茎中黄酮类化合物的提取及鉴定 [J]. 西北农业学报, 2002, 11(4): 49-51.
- [28] 霍立娜, 王 威, 刘 洋, 等. 紫苏叶化学成分研究 [J]. 中草药, 2016, 47(1): 26-31.
- [29] Nakajima A, Yamamoto Y, Yoshinaka N, *et al.* A new flavanone and other flavonoids from green *perilla* leaf extract inhibit nitric oxide production in interleukin 1 β -treated hepatocytes [J]. *J Agricul Chem Soc Jpn*, 2015, 79(1): 138-146.
- [30] 胡晓丹, 孙爱东, 徐瑞聪, 等. 大孔吸附树脂纯化紫苏叶总黄酮的研究 [J]. 中药材, 2009, 32(3): 438-441.
- [31] 何彦康. 紫苏中多酚类天然活性成分的结构解析与功能研究 [D]. 上海: 华东理工大学, 2015.
- [32] 王 颖. 紫苏异黄酮对肝癌细胞的放疗增敏及其作用机制探讨 [D]. 广州: 南方医科大学, 2013.
- [33] Ha T J, Lee J H, Lee M H, *et al.* Isolation and identification of phenolic compounds from the seeds of *Perilla frutescens* (L.) and their inhibitory activities against α -glucosidase and aldose reductase [J]. *Food Chem*, 2012, 135(3): 1397-1403.
- [34] 陈永康, 赵志刚, 孙丽娟. 液相色谱-飞行时间质谱法快速鉴定紫苏叶中的化学成分 [J]. 医药导报, 2013, 32(3): 371-374.
- [35] Zhou X J, Yan L L, Yin P P, *et al.* Structural characterisation and antioxidant activity evaluation of phenolic compounds from cold-pressed *Perilla frutescens* var. *arguta* seed flour [J]. *Food Chem*, 2014, 164(3): 150-157.
- [36] 艾鑫卫, 胡思平, 龚姮姮, 等. 高效液相色谱-串联质谱法测定各生长期紫苏中酚类物质的含量 [J]. 食品科学, 2016, 37(18): 126-132.
- [37] 代 沙, 吴 卫, 李 钰. HPLC 法测定不同品系紫苏酚类物质的含量 [J]. 核农学报, 2014, 28(1): 108-115.
- [38] Meng L H, Lozano Y, Bombarda I, *et al.* Polyphenol extraction from eight *Perilla frutescens* cultivars [J]. *Comp Rend Chim*, 2009, 12(5): 602-611.
- [39] Fujita T, Terato K, Nakayama M. Two jasmonoid glucosides and a phenylvaleric acid glucoside from *Perilla frutescens* [J]. *Biosci Biotechnol Biochem*, 1996, 60(4): 732-735.
- [40] 王根女. 紫苏中酚类物质的微波辅助提取工艺及其抗氧化能力研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2010.
- [41] 黄 丹, 严 芳, 钟世荣, 等. 超声波辅助水提紫苏活性成分工艺优化研究 [J]. 中国食品添加剂, 2010(4): 161-164.
- [42] 蔡宁晨. 紫苏叶花色苷的提取分析及其功能的研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2013.
- [43] Fujita T, Funayoshi A, Nakayama M. A phenylpropanoid glucoside from *Perilla frutescens* [J]. *Phytochemistry (Oxford)*, 1994, 37(2): 543-546.
- [44] Banno N, Akihisa T, Tokuda H, *et al.* Triterpene acids from the leaves of *Perilla frutescens* and their anti-inflammatory and antitumor-promoting effects [J]. *Biosci Biotechnol Biochem*, 2004, 68(1): 85-90.
- [45] 孙也评. 紫苏叶提取物及其有效成分的抗菌活性研究 [D]. 延吉: 延边大学, 2014.
- [46] Fujita T, Terato K, Nakayama M. Two jasmonoid glucosides and a phenylvaleric acid glucoside from *Perilla frutescens* [J]. *Biosci Biotechnol Biochem*, 1996, 60(4): 732-735.
- [47] Aritomi M, Kumori T, Kawasaki T. Cyanogenic glycosides in leaves of *Perilla frutescens* var. *acuta* [J]. *Phytochemistry*, 1985, 24(10): 2438-2439.
- [48] 黄亮辉. 紫苏化学成分药材质量分析研究 [D]. 西安: 西北大学, 2011.
- [49] Honda G, Koezuka Y, Kamisako W, *et al.* Isolation of sedative principles from *Perilla frutescens* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1986, 34(4): 1672-1677.
- [50] 祝洪艳, 张 荻, 张力娜, 等. 柱前衍生化 HPLC 法检测紫苏子和紫苏叶中氨基酸的含量 [J]. 药物分析杂志, 2017, 37(10): 1858-1864.
- [51] 王 恒, 高婷婷, 谭 勇, 等. 紫苏叶中氨基酸及微量元素含量的测定 [J]. 安徽农业科学, 2013, 41(1): 88-89.
- [52] 金石诚, 刘忠伟, 沈 奇, 等. 贵州紫苏叶中氨基酸及游离氨基酸含量分析 [J]. 山地农业生物学报, 2016, 35(4): 13-17.
- [53] 张 旭, 吴 卫, 郑有良, 等. 紫苏属植物中不同部位无机元素及维生素分析 [J]. 时珍国医国药, 2008(6): 1383-1385.
- [54] 王 郝, 白 莹, 符永鹏, 等. 紫苏叶中金属元素的测定及抗氧化性的研究 [J]. 甘肃科技, 2009, 25(5): 32-34.
- [55] 王凤仪, 李生财, 王小荣. 敦煌古方“紫苏煎”对慢性支气管炎大鼠肺组织病理形态改变的影响 [J]. 甘肃中医学院学报, 2008(2): 5-8.
- [56] 柯铭清. 中草药有效成分理化与药理特性 [M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1982.
- [57] 王永奇, 邢福有, 刘凡亮, 等. 紫苏子镇咳、祛痰、平喘作用的药理研究 [J]. 中南药学, 2003(3): 135-138.
- [58] 郭群群, 杜桂彩, 李荣贵. 紫苏全草抗菌活性的研究 [J]. 精细化工, 2004(1): 33-34.

- [59] 严芳, 黄丹, 刘达玉, 等. 紫苏水提取物抑菌作用的研究 [J]. 中国食品添加剂, 2010(2): 148-151.
- [60] Li N, Zhang Z J, Li X J, *et al.* microcapsules biologically prepared using *perilla frutescens* (L.) Britt. essential oil and their use for extension of fruit shelf life [J]. *J Sci Food Agric*, 2017, 98(3): 1033-1041.
- [61] 林梦南. 紫苏芳香物质的提取、成分及其解热作用的研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2012.
- [62] 王静珍, 陶上乘, 邢永春, 等. 紫苏与白苏药理作用的研究 [J]. 中国中药杂志, 1997, 22(1): 49-52.
- [63] 刘蓉. 紫苏调节胃肠动力障碍大鼠肠运动功能的机理研究 [D]. 天津: 天津医科大学, 2007.
- [64] 朱伟, 张丹, 李志. 紫苏叶梗对小鼠胃排空和小肠推进功能的影响 [J]. 陕西中医, 2011, 32(8): 1081-1083.
- [65] 岳崑, 郝靖, 杜天宇, 等. 紫苏叶促进大鼠肠胃消化吸收作用的研究 [J]. 武汉轻工大学学报, 2014, 33(1): 21-25.
- [66] Koezuka Y, Honda G, Tabata M. An intestinal propulsion promoting substance from *Perilla frutescens* and its mechanism of action [J]. *Planta Med*, 1985, 51(6): 480-482.
- [67] 王惠玲, 肖明, 冯立新. 紫苏梗、孕酮对子宫内膜酶活性效应的比较试验 [J]. 西安交通大学学报: 医学版, 1990(2): 121-124.
- [68] 金建明, 王正山. 紫苏水提取物对小鼠镇静催眠作用的实验研究 [J]. 泰州职业技术学院学报, 2012, 12(6): 102-104.
- [69] Honda G, Koezuka Y, Tabata M. Isolation of dillapiol from a chemotype of *Perilla frutescens* as an active principle for prolonging hexobarbital-induced sleep [J]. *Chem Pharm Bull*, 1988, 36(8): 3153-3155.
- [70] 李长格. 紫苏叶水浸膏及紫苏醛对神经系统的作用 [J]. 国外药学: 植物药分册, 1982(2): 39.
- [71] 周丹, 韩大庆, 王永奇. 紫苏子油对小鼠学习记忆能力的影响 [J]. 中草药, 1994, 25(5): 251-252.
- [72] 王亚萍, 陈锴, 符兆英, 等. 紫苏子油对衰老小鼠记忆力和对正常小鼠镇静作用的影响 [J]. 中国老年学杂志, 2016, 36(7): 1544-1546.
- [73] Saita E, Kishimoto Y, Tani M, *et al.* Antioxidant activities of *Perilla frutescens* against low-density lipoprotein oxidation *in vitro* and in human subjects [J]. *J Oleo Sci*, 2012, 61(3): 113-120.
- [74] 刘宁, 仇农学, 田玉霞. 超声辅助提取紫苏叶黄酮及其清除自由基作用研究 [J]. 西北林学院学报, 2008, 23(1): 158-161.
- [75] 蔡宁晨, 苏平, 刘晓霞, 等. 紫苏叶花色苷抗氧化作用的研究 [J]. 中国食品学报, 2012, 12(11): 32-36.
- [76] Bae J S, Han M, Shin H S, *et al.* *Perilla frutescens* leaves extract ameliorates ultraviolet radiation-induced extracellular matrix damage in human dermal fibroblasts and hairless mice skin [J]. *J Ethnopharm*, 2017, doi: 10.1016/j.jep.2016.11.039.
- [77] Takeda H, Tsuji M, Matsumiya T, *et al.* Identification of rosmarinic acid as a novel antidepressive substance in the leaves of *Perilla frutescens* Britton var. *acuta* Kudo (*Perillae Herba*) [J]. *Nihon Shinkei Seishin Yakurigaku Zasshi*, 2002, 22(1): 15-22.
- [78] Ito N, Yabe T, Gamo Y, *et al.* Rosmarinic acid from *Perillae Herba* produces an antidepressant-like effect in mice through cell proliferation in the hippocampus [J]. *Biol Pharm Bull*, 2008, 31(7): 1376-1380.
- [79] 朱南京, 赵子文. 系列“紫苏止血剂”的临床应用 [J]. 江苏中医, 1992(2): 34-35.
- [80] 梁明华, 曹毅, 张晓蓓, 等. 紫苏对动物微血管的影响和作用机制 [J]. 中国微循环, 1997, 1(2): 115-117.
- [81] 李英霞, 张岩. 苏子油复方制剂对高脂血症模型大鼠血栓素 B₂ 和 6-酮-前列腺素 F_{1A} 的影响 [J]. 中医药导报, 2007(9): 17-18.
- [82] Jang J Y, Kim T S, Cai J, *et al.* *Perilla* oil improves blood flow through inhibition of platelet aggregation and thrombus formation [J]. *Laborat Animal Res*, 2014, 30(1): 21-27.
- [83] 嵇志红, 王钦富, 王永奇, 等. 植物提取剂紫苏油对大鼠血压及心率的影响 [J]. 中国临床康复, 2004, 8(3): 464-465.
- [84] Shimokawa T, Moriuchi A, Hori T, *et al.* Effect of dietary alpha-linolenate/linoleate balance on mean survival time, incidence of stroke and blood pressure of spontaneously hypertensive rats [J]. *Life Sci*, 1988, 43(25): 2067-2075.
- [85] Chen C Y, Leu Y L, Fang Y, *et al.* Anti-inflammatory effects of *Perilla frutescens* in activated human neutrophils through two independent pathways: Src family kinases and calcium [J]. *Sci Rep*, 2015, doi: 10.1038/srep18204.
- [86] 郎玉英, 张琦. 紫苏总黄酮的抗炎作用研究 [J]. 中草药, 2010, 41(5): 791-794.
- [87] Heo J C, Nam D Y, Seo M S, *et al.* Alleviation of atopic dermatitis-related symptoms by *Perilla frutescens* Britton [J]. *Int J Mol Med*, 2011, 28(5): 733-737.
- [88] 王钦富, 王永奇, 于超, 等. 炒紫苏子醇提取物对过敏模型小鼠的抗过敏作用及机制 [J]. 中草药, 2006, 37(10): 1532-1535.
- [89] 王永奇, 王威, 梁文波, 等. 紫苏油抗过敏·炎症的研究 [J]. 中草药, 2001, 32(1): 85-87.
- [90] 耿芹, 郑床木, 管政, 等. 代谢组学法评价紫苏子

- 抗小鼠急性肝损伤的作用 [J]. 食品科学, 2014, 35(17): 260-265.
- [91] 杨 凡. 紫苏对乙醇性肝损伤小鼠肝脏的保护研究 [A] // 中国药理学会第九次全国会员代表大会暨全国药理学术会议论文集 [C]. 北京: 中国药理学会, 2007.
- [92] Kim M K, Lee H S, Kim E J, *et al.* Protective effect of aqueous extract of *Perilla frutescens* on tert-butyl hydroperoxide-induced oxidative hepatotoxicity in rats [J]. *Food Chem Toxicol*, 2007, 45(9): 1738-1744.
- [93] 袁 芃, 牛晓涛, 宋梦薇, 等. 紫苏挥发油对人肺癌细胞的体外抑制作用研究 [J]. 食品科技, 2017, 42(2): 235-238.
- [94] 何佳奇, 李效贤, 熊耀康. 紫苏总黄酮提取物对四氧嘧啶致糖尿病小鼠糖脂代谢及抗氧化水平的影响 [J]. 中华中医药学刊, 2011, 29(7): 1667-1669.
- [95] 朴 颖, 费宏扬, 权海燕. 紫苏叶提取物对肥胖小鼠的影响及作用机制 [J]. 中华中医药杂志, 2017, 32(9): 3992-3996.
- [96] 文 莉. 湖北紫苏叶挥发油的小鼠急性毒性试验 [J]. 中国药师, 2006, 9(11): 1034-1035.
- [97] Xu L, Li Y, Fu Q, *et al.* Perillaldehyde attenuates cerebral ischemia-reperfusion injury-triggered overexpression of inflammatory cytokines via modulating Akt/JNK pathway in the rat brain cortex [J]. *Biochem Bioph Res Commun*, 2014, 454(1): 65-70.
- [98] 黄 丽, 韦保耀, 滕建文. 紫苏叶抗过敏有效成分的研究 [J]. 食品科技, 2005(5): 90-93.
- [99] Cho J, Tremmel L, Rho O, *et al.* Evaluation of pentacyclic triterpenes found in *Perilla frutescens* for inhibition of skin tumor promotion by 12-*O*-tetradecanoylphorbol-13-acetate [J]. *Oncotarget*, 2015, 6(36): 39292-39306.
- [100] Li J F, Chen H Y, Ke J Y, *et al.* Hypolipidemic and antioxidant effects of total flavonoids of *Perilla frutescens* leaves in hyperlipidemia rats induced by high-fat diet [J]. *Food Res Inter*, 2011, 44(1): 404-409.