

## 党参属植物化学成分及药理活性研究进展

黄圆圆<sup>1,2</sup>, 张元<sup>1</sup>, 康利平<sup>1\*</sup>, 余意<sup>3</sup>, 郭兰萍<sup>1</sup>

1. 中国中医科学院 中药资源中心 道地药材国家重点实验室培育基地, 北京 100700

2. 安徽中医药大学药学院, 安徽 合肥 230012

3. 无限极(中国)有限公司, 广州 510663

**摘要:** 党参 *Codonopsis Radix* 是我国常用的一种传统补益类中药, 其主要含有糖类、生物碱类、聚炔类、苷类及萜类等成分, 具有调节血糖、促进造血机能、抗缺氧、抗应激、抗疲劳、增强机体免疫力、延缓衰老、调节胃收缩、保护胃肠道黏膜及抗溃疡等多种药理作用。对党参属植物化学成分和药理作用方面的研究进展进行综述, 为进一步开发和利用党参属植物资源提供依据。

**关键词:** 党参; 党参属; 聚炔类; 生物碱类; 三萜皂苷; 增强免疫力; 调节血糖

中图分类号: R282.71 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2018)01-0239-12

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2018.01.033

## Research progress on chemical constituents and their pharmacological activities of plant from *Codonopsis*

HUANG Yuan-yuan<sup>1,2</sup>, ZHANG Yuan<sup>1</sup>, KANG Li-ping<sup>1</sup>, YU Yi<sup>3</sup>, GUO Lan-ping<sup>1</sup>

1. State Key Laboratory Breeding Base of Dao-di Herbs, National Resource Center for Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China

2. College of Pharmacy, Anhui University of Chinese Medicine, Hefei 230012, China

3. Infinitus (China) Co., Ltd., Guangzhou 510663, China

**Abstract:** *Radix Codonopsis* is a traditional tonic medicine commonly used in traditional Chinese medicine. It contains sugar, alkaloids, polyynes, glycosides, terpenoids, and other chemical constituents. It has the functions of regulating blood sugar, promoting hematopoietic function, anti-hypoxia, anti-stress, alleviating fatigability, enhancing the body immunity, anti-aging, regulating gastric contraction, anti-ulcer, and other pharmacological activities. This paper summarized the literature on the chemical composition and their pharmacological activities of *Codonopsis* and provided the basis for the further development and utilization of *Codonopsis* resources.

**Key words:** *Radix Codonopsis*; *Codonopsis* Wall.; polyacetylenes; alkaloids; triterpenoid saponins; enhance immunity; regulate blood sugar

党参 *Radix Codonopsis* 是我国常用的一种传统补益中药, 别名防风党参、中灵草、黄参、防党参等, 是多年生草本植物。《中国药典》2015年版中规定其正品来源是桔梗科植物党参 *Codonopsis pilosula* (Franch.) Nannf.、素花党参 *C. pilosula* Nannf. var. *modesta* (Nannf.) L. T. Shen 或川党参 *C. tangshen* Oliv. 的干燥根。党参味甘, 性平, 归脾、肺经, 具有补中益气、健脾益肺、养血生津的功效, 临床上常用于脾肺气虚、食少倦怠、咳嗽虚喘、气

血不足、面色萎黄、心悸气短、津伤口渴、内热消渴等症<sup>[1]</sup>。党参属 *Codonopsis* Wall. 植物有 40 余种, 我国有 39 种, 多数根部均可入药<sup>[2]</sup>。我国是全世界党参的分布中心和主要产区, 党参在我国分布广泛, 主要生长于山地、林缘、灌丛中, 《中国药典》规定品种在山西、甘肃、东北、四川、湖北等地多有栽培<sup>[2]</sup>。本文对党参属植物化学成分和药理作用方面的研究进展进行综述, 为进一步开发和利用党参属植物资源提供依据。

收稿日期: 2017-09-09

基金项目: 国家杰出青年科学基金项目 (81325023)

作者简介: 黄圆圆 (1993—), 女, 在读硕士研究生, 研究方向为中药质量控制。E-mail: huang\_yuanyuan10@163.com

\*通信作者 康利平, 副研究员。E-mail: kang\_liping21@163.com

### 1 化学成分

近几十年来, 国内外学者对党参属植物中的化学成分进行了研究, 发现党参属植物中所含的化学成分复杂, 种类繁多, 包括糖类、三萜类、甾体类、生物碱类、木脂素类及黄酮类等多种化合物。目前, 从党参属植物中分离得到的化合物有 193 个。

#### 1.1 糖类

糖类成分广泛存在于植物中, 党参中也含有丰富的糖类成分, 包括单糖、低聚糖、多糖等, 其中党参多糖是其主要成分之一<sup>[3]</sup>。党参多糖主要由五碳糖、六碳糖及其衍生物组成, 五碳糖主要是阿拉伯糖, 六碳糖主要是葡萄糖、半乳糖、果糖, 单糖衍生物主要是甘露醇。

叶冠等<sup>[4]</sup>用 DE-52 纤维素和 Sephadex G-200 凝胶柱色谱从党参中分离纯化得到中性多糖 CPP-1, 其为呋喃果糖以  $\beta$ -(2 $\rightarrow$ 1) 连接而成的果聚糖。党参中的水溶性多糖 CPP 结构中所含单糖为半乳糖、鼠

李糖、阿拉伯糖<sup>[5]</sup>。党参多糖 CPPS1 的单糖组成为阿拉伯糖、核糖、甘露糖、果糖、半乳糖、葡萄糖<sup>[6]</sup>。党参多糖 CPPS (3) 中半乳糖、阿拉伯糖和鼠李糖的物质的量比为 1.13 : 1.12 : 1<sup>[7]</sup>。从板桥党参 *C. tangshen* Oliv. 中分离纯化得到 2 种水溶性板桥党参多糖 COP-I 和 COP-II, 其中 COP-I 是由甘露醇、果糖、葡萄糖按 1 : 0.05 : 1.56 组成的中性杂多糖, COP-II 是由甘露醇、果糖、葡萄糖、半乳糖按 1 : 0.11 : 1.07 : 0.37 组成的酸性杂多糖<sup>[8]</sup>。

#### 1.2 炔类及聚炔类

炔类及聚炔类成分广泛分布在桔梗科植物中。党参属植物中所含的炔类及聚炔类化合物结构见图 1。党参炔昔 (lobetyolin, 1) 和党参炔昔宁 (lobetyolinin, 2)<sup>[9-14]</sup>在党参属植物中分布广泛; 从心叶党参 *C. cordifolioidea* P. C. Tsoong 中分离得到党参炔醇 (lobetyol, 3)、心叶党参炔昔 A~C (cordifoliodyne A~C, 4~6)<sup>[15]</sup>; 从党参水提液中

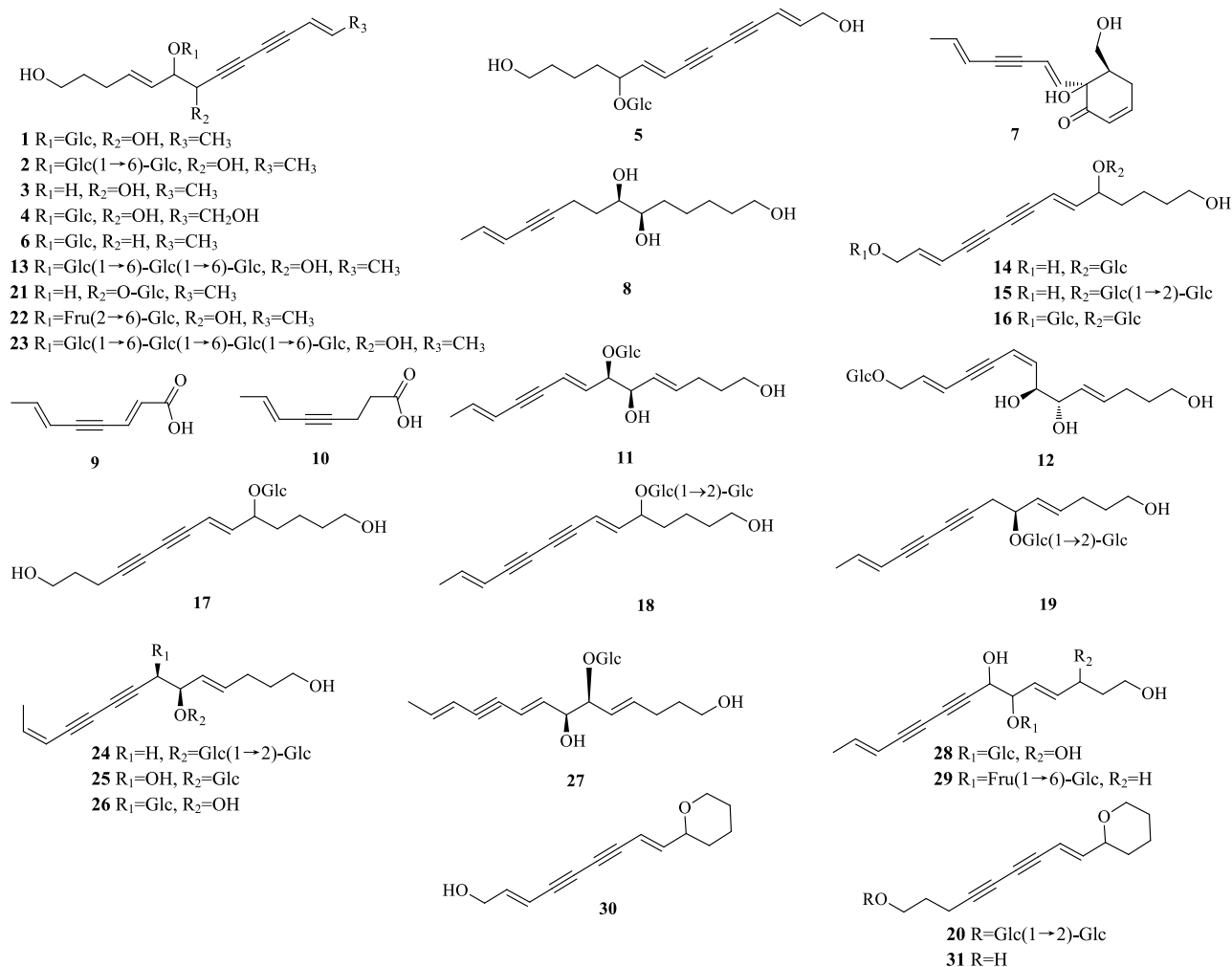


图 1 党参属植物中炔类和聚炔类化合物结构

Fig. 1 Structures of alkynes and polyynes in plants from *Codonopsis*

分离出 (+)-(2*R*,7*S*)-1,7-二羟基-2,7-环十四碳-4,8,12-三烯-10-炔-6-酮 [(+)-(2*R*,7*S*)-1,7-dihydroxy-2,7-cyclotetradeca-4,8,12-trien-10-yn-6-one, **7**]、(+)-(6*R*,7*R*,12*E*)-十四碳-12-烯-10-炔-1,6,7-三醇 [(+)-(6*R*,7*R*,12*E*)-tetradeca-12-en-10-yne-1,6,7-triol, **8**]、(2*E*,6*E*)-八碳-2,6-二烯-4-炔酸 [(2*E*,6*E*)-octa-2,6-dien-4-ynoic acid, **9**]、(E)-八碳-6-烯-4-炔酸 [(E)-oct-6-en-4-ynoic acid, **10**]<sup>[16]</sup>、党参烯炔苷 A (codonopiloenynenoside A, **11**) 和 B (**12**)<sup>[17]</sup>、铜锤玉带草炔苷 B (pratialin B, **13**)<sup>[17]</sup> 和 13 种 C<sub>14</sub> 聚乙炔苷, 即党参二炔苷 A~M (codonopilodiyinoside A~M, **14**~**26**)<sup>[17-18]</sup>; 从党参根中分离得到党参炔苷 A (lobetyolin A, **27**)<sup>[19]</sup>; 从川党参<sup>[13]</sup>中分离得到党参炔 A (tangshenyne A, **28**) 和 B (**29**)、9-(四氢吡喃-2-基)-九碳-反式-2,8-二烯-4,6-二炔-*l*-醇 [9-(tetrahydropyran-2-yl)-non-*trans*-2,8-diene-4,6-diyn-*l*-ol, **30**]<sup>[20]</sup>、9-(四氢吡喃-2-基)-九碳-反式-8-烯-4,6-二炔-*l*-醇 [9-(tetrahydropyran-2-yl)-non-*trans*-8-ene-4,6-yn-*l*-ol, **31**]<sup>[20]</sup>。

### 1.3 生物碱及含氮类化合物

新疆党参 *C. clematidea* (Schrenk) C. B. Cl. 含有党参碱 (codonopsine, **32**)、党参次碱 (codonopsinine, **33**)、codonopsinol (**34**)、radicamine A (**35**)<sup>[14,21]</sup>。从党参中分离出 radicamine A、管花党参碱 B (codonopyrrolidium B, **36**)、codonopsinols

A~C (**37**~**39**)、codonopiloside A (**40**)、codotubulosine B (**41**)<sup>[22]</sup>。此外, codotubulosine A (**42**)<sup>[23]</sup>、管花党参碱 A (codonopyrrolidium A, **43**)<sup>[24]</sup>、*N*-9-甲酰哈尔满 (*N*-9-formyl harman, **44**)<sup>[25]</sup>、去甲氧基哈尔满 (norharman, **45**)<sup>[25]</sup>、1-甲酯基咔琳 (1-carbomethyl carboline, **46**)<sup>[25]</sup>、1,2,3,4-四氢-β-咔琳-3-羧酸 (1,2,3,4-tetrahydro-β-carboline-3-carboxylic acid, **47**)<sup>[26]</sup>、色氨酸 (tryptophan, **48**)<sup>[27]</sup>、川芎嗪 (perlolyrine, **49**)<sup>[25]</sup>、烟酸 (nicotinic acid, **50**)<sup>[28]</sup>、尿嘧啶 (uracil, **51**)<sup>[27]</sup>、腺苷 (adenosine, **52**)<sup>[19]</sup>、6-甲氧基-甲酰基-喹啉 (6-methoxy-quinoline-4-carbaldehyde, **53**)<sup>[29]</sup>、胆碱 (choline, **54**)<sup>[12]</sup>、氯化胆碱 (choline chloride, **55**)<sup>[12]</sup> 也分布在党参、轮叶党参 *C. lanceolata* (Sieb. et Zucc.) Trauv.、脉花党参 *C. nervosa* (Chipp) Nannf.、大萼党参 *C. macrocalyx* Diels 等党参属植物中。生物碱及含氮类化合物结构见图 2。

### 1.4 苯丙素类

有学者从川党参和轮叶党参中分离得到党参苷 I~IV (tangshenoside I~IV, **56**~**59**)<sup>[30-35]</sup>, 从川党参中发现党参苷 V (tangshenoside V, **60**)<sup>[32]</sup> 和 VI (**61**)<sup>[12]</sup>, 党参苷 A (codonoside A, **62**) 和 B (**63**)<sup>[24]</sup>。从轮叶党参中分离到党参苷 B<sup>[36]</sup>、党参苷 VIII (tangshenoside VIII, **64**)<sup>[31]</sup>。从心叶党参<sup>[15,37]</sup> 中发现 cordifoliketone A (**65**)、cordifoliketone B (**66**)、

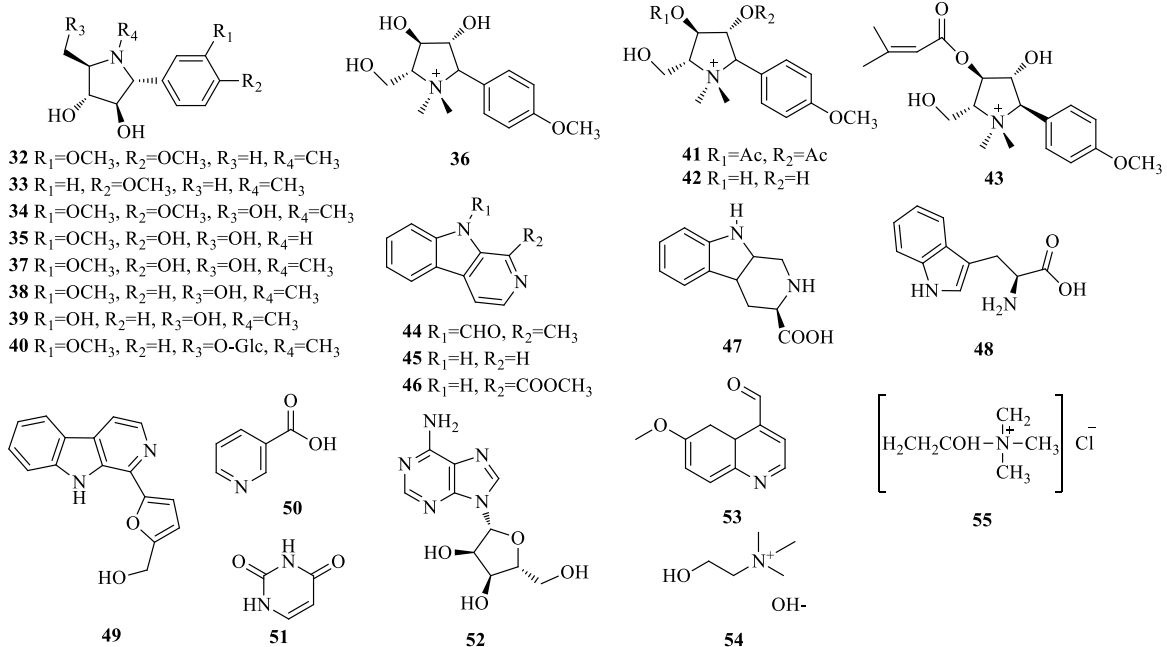


图 2 党参属植物中生物碱及含氮类化合物结构

Fig. 2 Structures of alkaloids and nitrogenous compounds in plants from *Codonopsis*

coniferaldehyde (67)、sinapinaldehyde (68)、松柏苷 (coniferoside, 69)、isoconiferin (70)、nervolan B (71)、nervolan C (72)、蒺藜油脑 (dillapiole, 73)、1-烯丙基-2,6-二甲氧基-3,4-亚甲二氧基苯 (1-allyl-2,6-dimethoxy-3,4-methylenedioxybenzene, 74)、4-烯丙基-2-(3-甲基丁-2-烯-1-基) 苯酚 [4-allyl-2-(3-methylbut-2-en-1-yl) phenol, 75]、sachalaside (76)。从党参属植物中还发现有丁香苷 (syringin, 77) [28,38-40]、甲基丁香苷 (methlysyringin, 78) [39]、(E)-异松柏苷

[(E)-isoconiferin, 79]<sup>[19]</sup>和 lanceolune A~C (80~82) [41]。苯丙素类化合物结构见图 3。

### 1.5 甾体类化合物

党参属植物中报道的甾体类化合物包括 α-菠菜甾醇 (α-spinasterol, 83) [42-44]、豆甾醇 (stigmasterol, 84) [44]、豆甾-7-烯-3-酮 (stigmast-7-en-3-one, 85) [45]、豆甾-7-烯-3-醇 (stigmast-7-en-3-ol, 86) [45]、β-谷甾醇 (β-sitosterol, 87) [46]、β-胡萝卜苷 (β-daucosterol, 88) [11]。甾体类化合物结构见图 4。

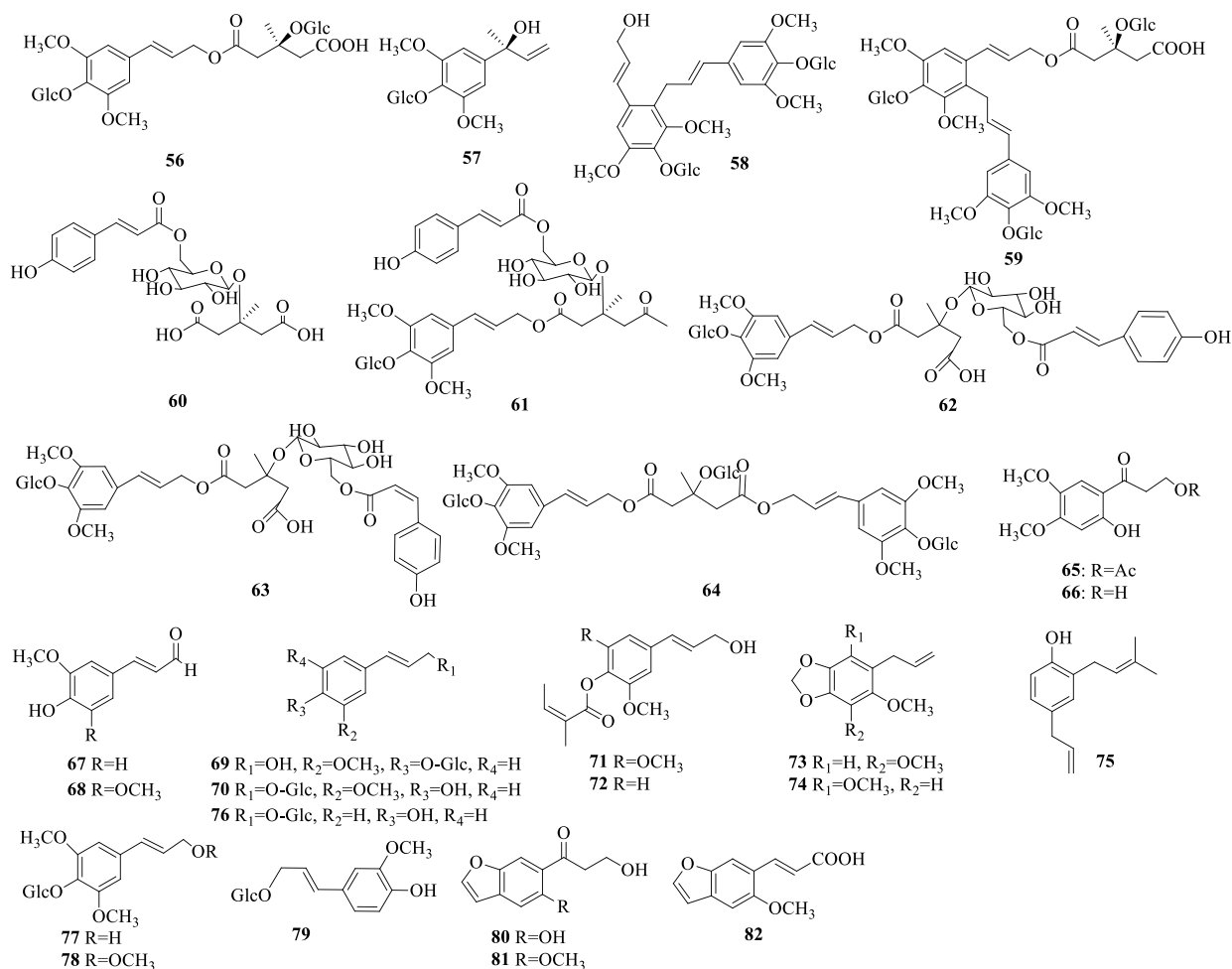


图 3 党参属植物中苯丙素类化合物结构

Fig. 3 Structures of phenylpropanoids compounds in plants from *Codonopsis*

### 1.6 三萜类

党参中已报道的三萜类化合物有 codonopilate A~C (89~91)、24-methylenecycloartanyllinolate (92)、24-亚甲基环木菠萝烷-3-醇 (24-methylenecycloartan-3-ol, 93) 和 1-friedelen-3-one (94) [45]。从川党参中分离到木栓酮 (friedelin, 95) [42]。轮叶党参中报道了轮叶党参皂苷 (codonolaside, 96)、轮叶党参皂苷 I~III (codonolaside I~III, 97~

99)、刺囊酸-3-O-β-D-吡喃葡萄糖醛酸甲酯 (eclalbasaponin XIII, 100)、刺囊酸-3-O-β-D-吡喃葡萄糖醛酸 (echinocystic acid-3-O-β-D-glucuronopyranoside (101)、党参皂苷 A~G (lancemaside A~G, 102~108)、紫菀皂苷 Hb (aster saponin Hb, 109)、齐墩果酸 (oleanolic acid, 110)、刺囊酸 (echinocystic acid, 111) [33,39-40,47-51]。在新疆党参、轮叶党参、脉花党参、唐松草党参 *C. thalictrifolia* Wall. 中还报道了

foetidissimoside A (**112**)<sup>[14]</sup>、黑果茜草萜 B (rubiprasin B, **113**)<sup>[14]</sup>、 $\beta$ -香树脂醇乙酸酯 ( $\beta$ -amyrin acetate, **114**)<sup>[51]</sup>、泽渥萜 (zeorin, **115**)<sup>[46]</sup>、羽扇豆醇 (lupeol, **116**)<sup>[46]</sup>、蒲公英萜酮 (taraxerone, **117**)<sup>[10,12]</sup>、蒲公英萜醇 (taraxerol, **118**)<sup>[12,42]</sup>、蒲公英萜醇乙酸

酯 (taraxeryl acetate, **119**)<sup>[10,12-13,42]</sup>。三萜类化合物结构见图 5。

### 1.7 酸类

党参中的酸性成分主要有烷酸、烯酸及酚酸类。从脉花党参中分离得到 3-O-咖啡酰奎宁酸 (3-O-

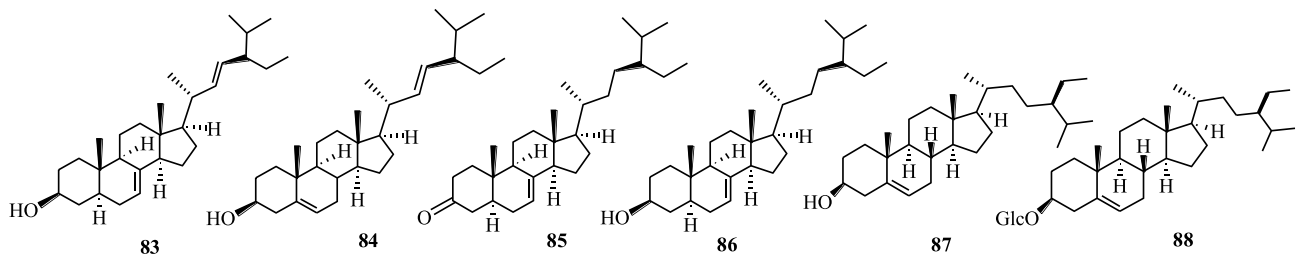


图 4 党参属植物中甾体类化合物结构

Fig. 4 Structures of steroids compounds in plants from *Codonopsis*

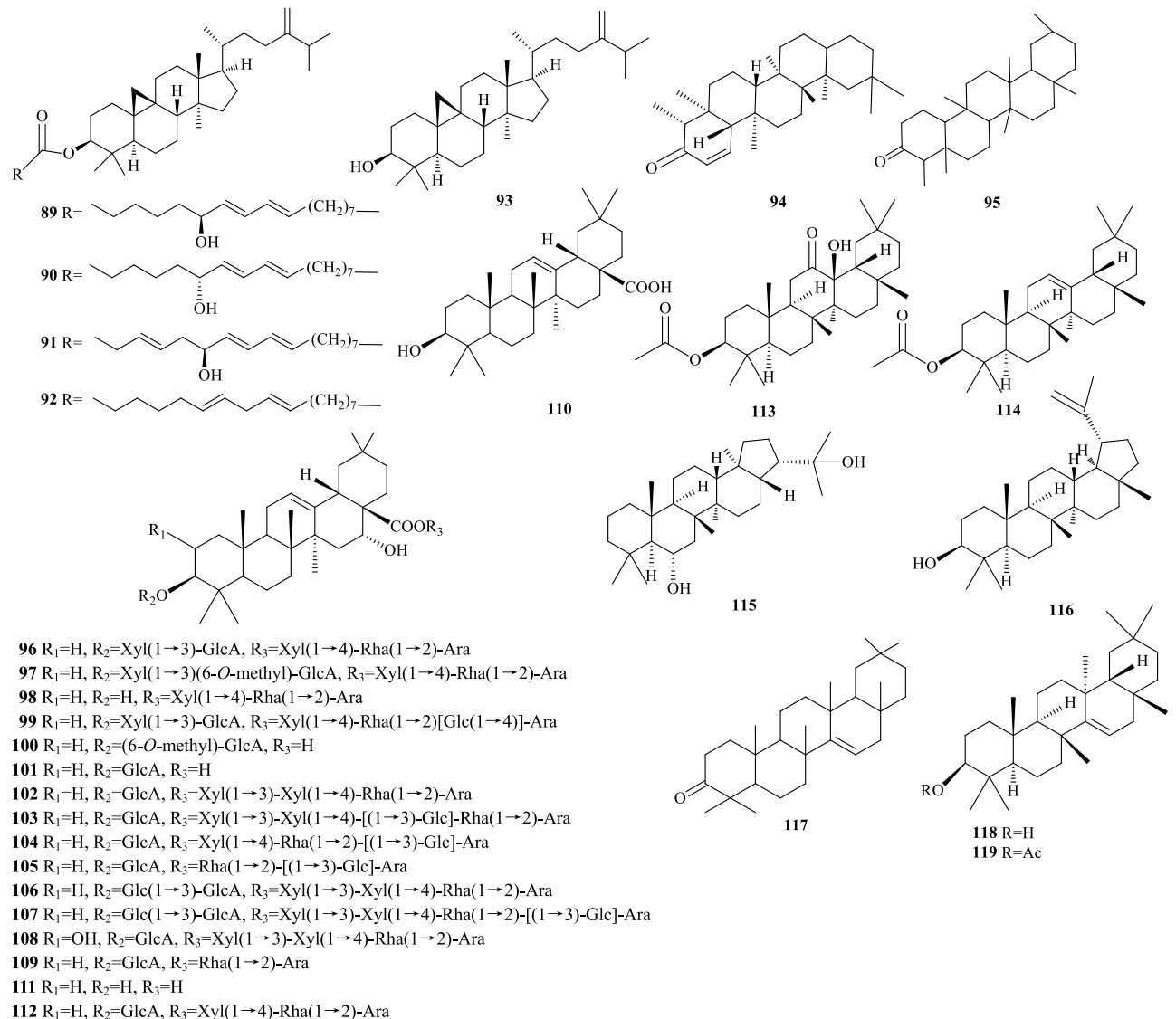


图 5 党参属植物中三萜类化合物结构

Fig. 5 Structures of triterpenoids in plants from *Codonopsis*

caffeoylquinic acid, **120**)、咖啡酸(caffeic acid, **121**)、亚油酸(linoleic acid, **122**)、二十七酸(heptacosanoic acid, **123**)、对羟基苯甲醛(4-hydroxybenzaldehyde, **124**)、3-*O*-咖啡酰奎宁酸甲酯(3-*O*-caffeoylquinic acid methyl ester, **125**)、3-*O*-咖啡酰奎宁酸丁酯(3-*O*-caffeoylquinic acid butyl ester, **126**)<sup>[10,12]</sup>。川党参中报道了 2 个酚酸类化合物 codonoside A (**127**)、B (**128**)<sup>[24]</sup>。党参属植物中还发现琥珀酸(succinic acid, **129**)<sup>[44,52]</sup>、5-*O*-咖啡酰奎宁酸(5-*O*-caffeoylquinic acid, **130**)<sup>[52]</sup>、4-(β-*D*-吡喃葡萄糖基)-苯甲酸[4-(β-*D*-glucopyranosyl)-benzoic acid, **131**]<sup>[52]</sup>、9,10,13-三羟基-反-11-十八烯酸(9,10,13-trihydroxy-(*E*)-octadec-11-enoic acid, **132**)<sup>[11,42]</sup>、莽草酸(shikimic acid, **133**)<sup>[53]</sup>、香草酸(vanillic acid, **134**)<sup>[28,42]</sup>、阿魏酸(ferulic acid, **135**)<sup>[54]</sup>、肉豆蔻酸(myristic acid, **136**)、(8*E*,10*E*)-12-羟基十二碳-8,10-二烯酸[(8*E*,10*E*)-12-hydroxydodeca-8,10-dienoic acid, **137**]<sup>[16]</sup>。酸类化合物结构见图 6。

### 1.8 黄酮类

党参属植物中报道的黄酮类化合物有金谷醇(chrysoeriol, **138**)<sup>[52,55]</sup>、麦黄酮(tricin, **139**)<sup>[52,55]</sup>、

汉黄芩素(wogonin, **140**)<sup>[55]</sup>、木犀草素(luteolin, **141**)<sup>[10,55-56]</sup>、山柰酚(kaempferol, **142**)<sup>[46]</sup>、木犀草素-7-*O*-龙胆二糖苷(luteolin-7-*O*-β-*D*-gentiobioside, **143**)<sup>[12,56]</sup>、芹菜素-7-*O*-β-*D*-葡萄糖苷(apigenin-7-*O*-β-*D*-glucopyranoside, **144**)<sup>[52]</sup>、木犀草素-7-*O*-β-*D*-葡萄糖苷 1(1→6)-[(6'''-*O*-咖啡酰基-β-*D*-葡萄糖苷){luteolin-7-*O*-β-*D*-glucopyranosyl(1→6)-[(6'''-*O*-caffeoyl)]-β-*D*-glucopyranoside, **145**]<sup>[12]</sup>、橙皮苷(hesperidin, **146**)<sup>[11]</sup>、5,7,3',5'-四羟基黄酮-7-*O*-β-*D*-葡萄糖苷(5,7,3',5'-tetrahydroxy-flavanone 7-*O*-β-*D*-glucopyranoside, **147**)<sup>[12]</sup>、木犀草素-7-*O*-β-*D*-葡萄糖苷(luteolin-7-*O*-β-*D*-glucopyranoside, **148**)<sup>[12,56]</sup>、芹菜素(apigenin, **149**)<sup>[19]</sup>、cordifoliflavane A (**150**)和 B (**151**)<sup>[57]</sup>。黄酮类化合物结构见图 7。

### 1.9 木脂素类

党参中报道的木脂素类化合物<sup>[14,20,58]</sup>(图 8)包括 1,6-己二醇-3,4-双(4-羟基-3-甲氧基苯基)[1,6-hexanediol-3,4-bis(4-hydroxy-3-methoxyphenyl), **152**]、(-)-(7*R*,8*S*,7'*E*)-3',4-二羟基-3-甲氧基-8-4'-氧化新木脂素-7'-烯-7,9,9'-三醇[(-)-(7*R*,8*S*,7'*E*)-3',4-dihydroxy-3-methoxy-8-4'-oxyneoligna-7'-ene-7,

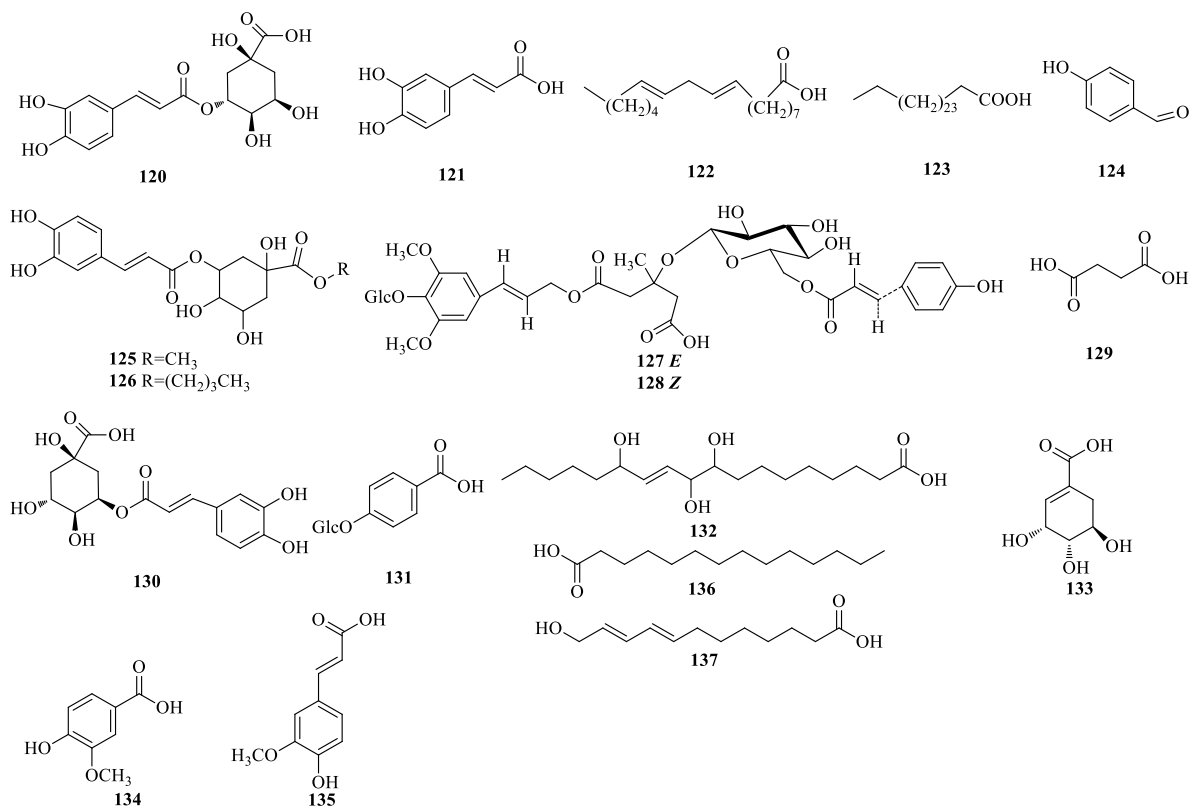


图 6 党参属植物中酸性成分结构

Fig. 6 Structures of acids compounds in plants from *Codonopsis*

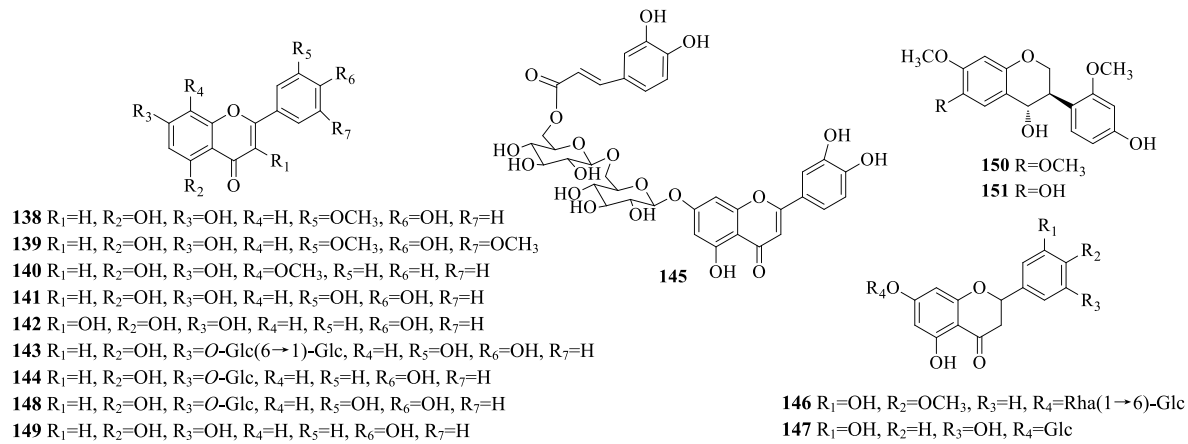


图 7 党参属植物中黄酮类化合物结构

Fig. 7 Structures of flavonoids compounds in plants from *Codonopsis*

9,9'-triol, **153**)、4,4'-二羟基-3,3',5,5',7-五甲氧基-2,7'-环木脂烷 (4,4'-dihydroxy-3,3',5,5',7-pentamethoxy-2,7'-cyclo lignane, **154**)、(-)-对映-异落叶松脂醇 [(-)-*ent*-isolariciresinol, **155**]、(-)-(7*R*,8*S*)-二氢脱氢双松柏基醇-4-*O*-β-吡喃葡萄糖基-(1'''→2'')-β-吡喃葡萄糖苷 [(-)-(7*R*,8*S*)-dihydrodehydrodiconiferyl alcohol-4-*O*-β-*D*-glucopyranosyl-(1'''→2'')-β-*D*-glucopyranoside, **156**)、(-)-(7*R*,8*S*)-二氢脱氢双松柏基醇 [(-)-(7*R*,8*S*)-dihydrodehydrodiconiferyl alcohol, **157**]、去氢双松柏醇 (dehydrodiconiferyl alcohol, **158**)、蛇

菝脂醛素 (balanophonin, **159**)、落叶松脂醇 (lariciresinol, **160**)、表松脂醇 (epipinoresinol, **161**)、(7*S*,8*S*)-3-甲氧基-3',7-环氧-8,4'-氧新木脂素-4,9,9'-三醇 [(+)-(7*S*,8*S*)-3-methoxy-3',7-exoxy-8,4'-neolignan-4,9,9'-triol, **162**]、(-)-开环异落叶松脂醇 [(-)-secoisolariciresinol, **163**]、(-)-丁香脂素 [(-)-syringaresinol, **164**]、皮树脂醇 (medioresinol, **165**)、(+)-去甲氧基松脂素 [(+)-demethoxypinoresinol, **166**]、(+)-松脂素 (pinoresinol, **167**)、(+)-(7*S*,8*R*)-3',4-二羟基-3-甲氧基-8,4'-氧新木脂素 [(+)-(7*S*,8*R*)-3',4-

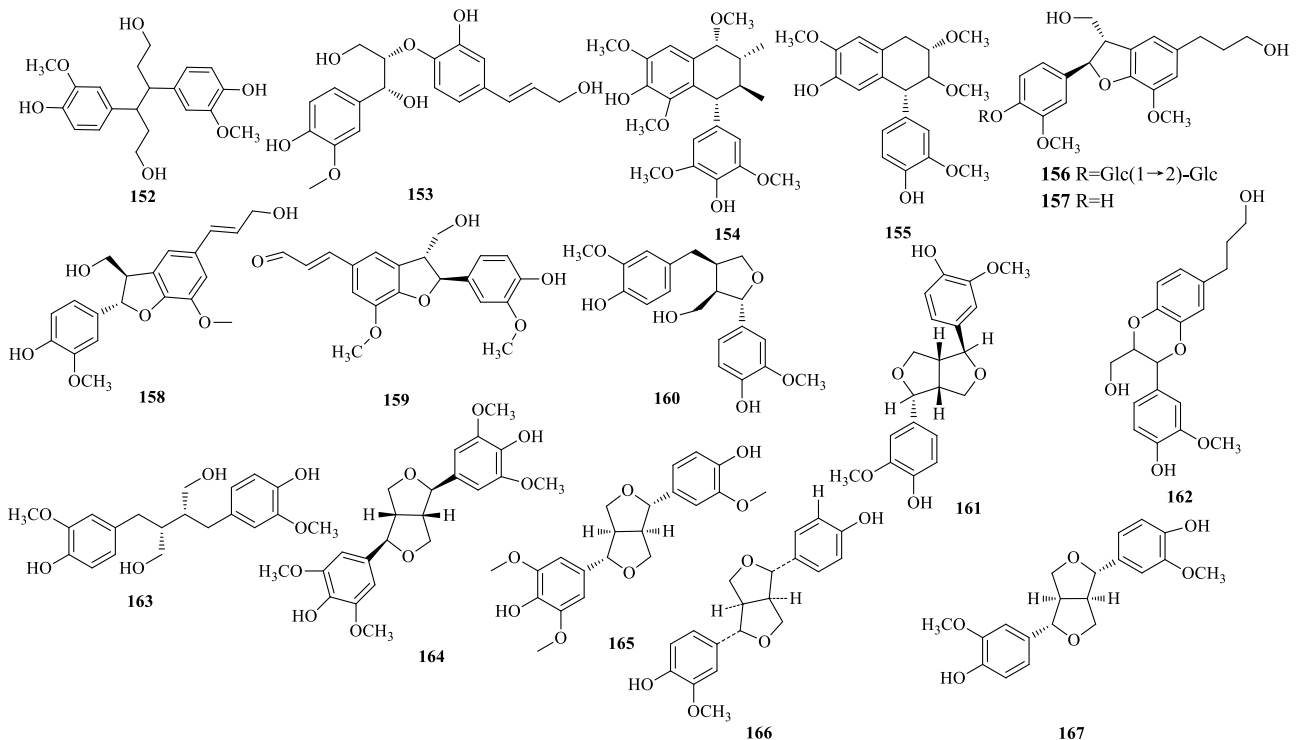


图 8 党参属植物中部分木脂素类化合物的结构

Fig. 8 Structures of lignans in plants from *Codonopsis*

dihydroxy-3-methoxy-8,4'-neolignan, **168**] 和 (-)-(7*R*, 8*R*)-3',4-二羟基-3-甲氧基-8,4'-氧新木脂素 [(-)(7*R*,8*R*)-3',4-dihydroxy-3-methoxy-8,4'-neolignan, **169**].

### 1.10 其他类

党参中所含挥发油较多, 主要为醛、醇、脂肪酸、脂肪酸酯、烷烃、烯烃、萜类等成分。这些成分多为气质分析表征鉴定的化合物<sup>[59-61]</sup>。党参属植物中还分离得到苍术内酯 III (atractylenolide III, **170**)<sup>[11]</sup>、5-羟甲基-2-糠醛 (5-hydroxymethyl-2-furaldehyde, **171**)<sup>[28]</sup>、2-糠醛 (2-furaldehyde, **172**)、大黄素 (emodin, **173**)<sup>[62]</sup>、京尼平苷 (geniposide, **174**)<sup>[62]</sup>、己基-β-*D*-吡喃葡萄糖 (hexyl-β-*D*-glucopyranoside, **175**)<sup>[27]</sup>、己基-β-槐糖 (hexyl-β-sophoroside, **176**)<sup>[11,38]</sup>、苯基-β-*D*-葡萄糖苷 (phenyl-β-*D*-glucoside, **177**)<sup>[19]</sup>, 3 个倍半萜苷类化合物 codonopsesquilloside A~C (**178~180**)<sup>[63]</sup>。还有当

归根素 (angelicin, **181**)<sup>[62]</sup>、补骨脂素 (psoralen, **182**)<sup>[62]</sup>、獐芽菜苷 (sweroside, **183**)<sup>[46]</sup>、正丁基-β-*D*-吡喃果糖苷 (butyl-β-*D*-fructopyranoside, **184**)<sup>[13]</sup>、己基-β-龙胆双糖 (hexyl-β-gentiobioside, **185**)<sup>[11]</sup>、β-*D*-果糖正丁醇苷 (butyl-β-*D*-fructofuranoside, **186**)<sup>[27]</sup>、(*E*)-2-己烯-β-槐糖苷 [(*E*)-2-hexenyl-β-sophoroside, **187**]<sup>[38]</sup>、(*E*)-2-己烯-α-*L*-吡喃阿拉伯糖基-(1→6)-β-*D*-吡喃葡萄糖苷 [(*E*)-2-hexenyl-α-*L*-arabinopyranosyl-(1→6)-β-*D*-glucopyranoside, **188**]<sup>[14]</sup>、党参脑苷脂 A (codonocerebroside A, **189**)<sup>[9,51]</sup>、3-氧代-α-紫罗兰醇-β-*D*-吡喃葡萄糖糖苷 (3-oxo-α-ionol-β-*D*-glucopyranoside, **190**)<sup>[14]</sup>、1,3-二亚油酸甘油酯 (1,3-linolein-2-olein, **191**)<sup>[12]</sup>、codonopiloneolignan A (**192**)<sup>[64]</sup>、6'''-反式-对酰基-党参苷 (6'''-*trans-p*-coumaroyl tangshenoside, **193**)。化合物结构见图 9。

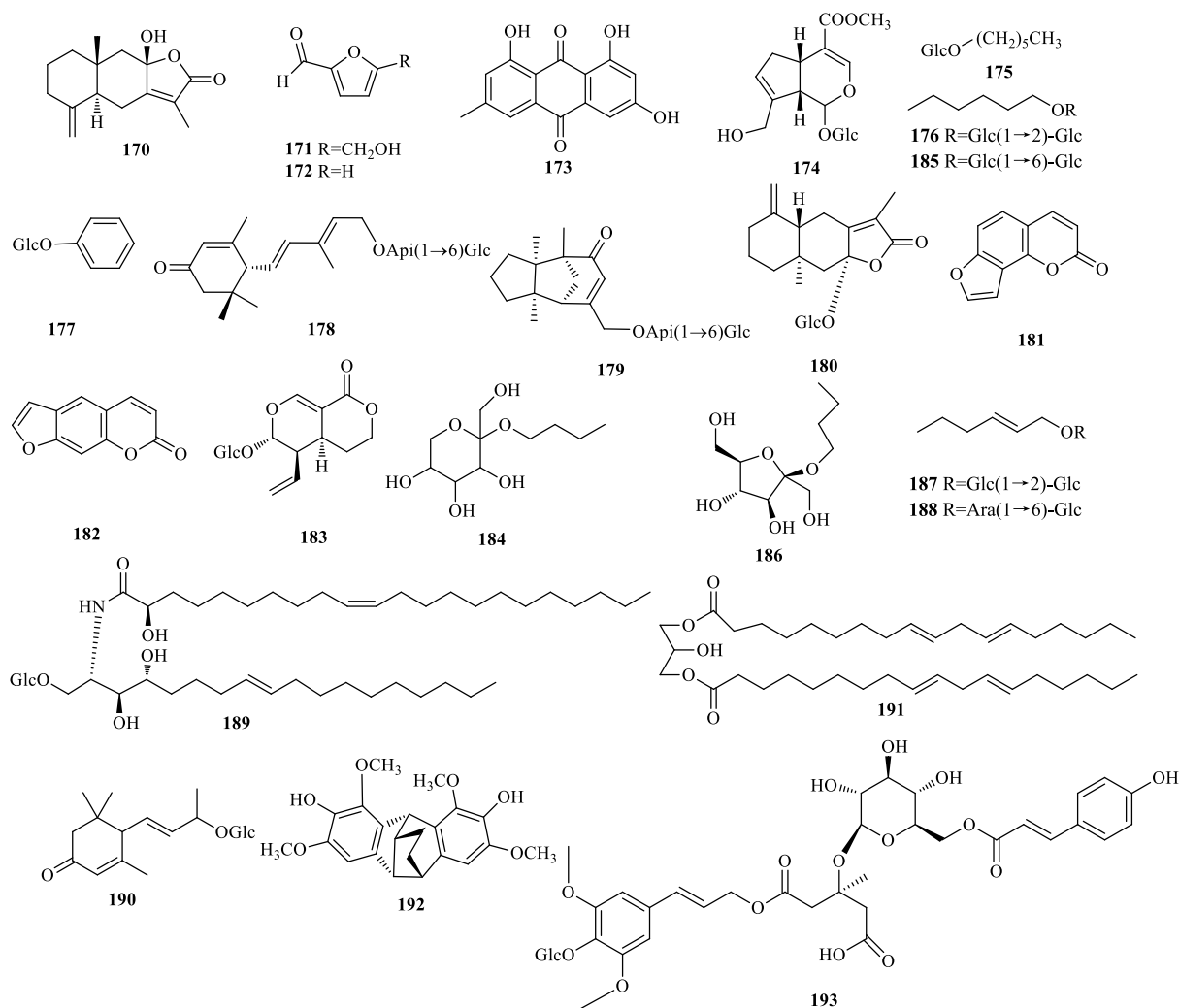


图 9 党参属植物中其他类化合物的结构

Fig. 9 Structures of other constituents in plants from *Codonopsis*



## 2 药理活性

现代药理研究表明党参具有调节血糖、增强机体免疫力、促进造血机能、抗缺氧、抗应激、耐疲劳、延缓衰老、调节胃收缩、保护胃肠道黏膜及抗溃疡等多种作用。

### 2.1 抗氧化、增强机体免疫力

党参多糖可通过增强网状内皮系统吞噬功能、升高脾指数以及促进溶血素的生成发挥其免疫调节的作用<sup>[65]</sup>。党参多糖对体液免疫和细胞免疫均有促进作用，且与党参多糖的剂量有关<sup>[66]</sup>。利用快速老化小鼠模型评价党参果胶多糖（CPP1c）的免疫调节活性，发现 CPP1c 的免疫调节作用可能是通过 TCR/CD28 信号通路促进 T 细胞活化实现的<sup>[67]</sup>。有报道表明硫酸酯化可以增强党参多糖的免疫活性、抗氧化作用及保肝作用<sup>[68-69]</sup>。

### 2.2 调节血糖

党参多糖通过调节血糖和血脂代谢、抗氧化及改善胰岛素抵抗等降低糖尿病小鼠的血糖<sup>[70]</sup>。党参多糖能够显著降低糖尿病小鼠血糖，抑制糖异生，促进糖元合成，改善胰岛素抵抗<sup>[71]</sup>。

### 2.3 对消化系统的作用

党参具有健脾作用，可以治疗脾胃虚弱等症，这可能和党参具有调节胃收缩、保护胃肠道黏膜及抗溃疡等药理作用有关。党参的水提醇沉液对大鼠实验应激性胃溃疡、幽门结扎所致胃溃疡、慢性乙醇性胃溃疡均有显著的预防、治疗和保护作用，且在一定范围内呈明显的量效关系<sup>[72]</sup>。党参煎剂能够显著保护胃黏膜免受无水乙醇、0.6 mol/L HCl、0.2 mol/L NaOH 等胃黏膜急性坏死性物质的损伤<sup>[73]</sup>，其抗损伤机制可能与影响胃黏膜内前列腺素（PG）合成和释放有关<sup>[74]</sup>。含党参的一些中成药如归脾丸、常欣卫口服液等均对乙醇所致胃黏膜损伤有较好保护作用<sup>[75-76]</sup>。党参炔苷（1）常作为党参的指标性成分，其除了有抗癌、抗菌、抗炎等作用，也可抗胃黏膜急性损伤，其作用机制可能是通过提高 PG 的量来对抗胃泌素的分泌作用，刺激胃黏膜合成和释放表皮生长因子<sup>[77]</sup>。党参多糖对 5-氟尿嘧啶引起的肠道炎症有显著效果，其在治疗化疗引起的黏膜炎方面有较好的前景。党参多糖能够显著降低 5-氟尿嘧啶引起的小肠组织中白细胞介素-6（IL-6）、肿瘤坏死因子- $\alpha$ （TNF- $\alpha$ ）、IL-1 $\beta$  的量来减缓炎症反应，达到保护肠道绒毛、隐窝的作用，改善化疗所致的肠黏膜症状<sup>[78]</sup>。

### 2.4 对中枢神经系统的作用

党参对中枢神经系统具有较好的抑制作用，多糖是其主要有效成分。党参能延长戊巴比妥钠、乙醚及水合氯醛引起失眠的睡眠时间，并且能降低正常小鼠的体温<sup>[79]</sup>，党参还能显著改善东莨菪碱所致小鼠学习记忆障碍<sup>[80]</sup>。轮叶党参 70%乙醇水提取物可通过抗氧化作用和抑制 BAX（兔抗人单克隆抗体）和 Caspase-3 的表达保护小鼠海马神经元 HT22 细胞，在体外有神经保护作用<sup>[81]</sup>。

### 2.5 抗缺氧作用

党参粗提物能降低动物的整体耗氧量，增强心肌的耐缺氧作用，降低脑组织的耗氧量<sup>[82]</sup>。而冠心病等心脑血管疾病与缺氧有关，显示党参在心脑血管疾病的治疗上有应用前景。党参总皂苷是党参在脑卒中急性期起主要作用的成分，其能明显抑制缺血再灌注损伤后星形胶质细胞的坏死，但是对细胞凋亡无显著影响<sup>[83]</sup>。

### 2.6 抗肿瘤作用

党参多糖对肝癌 SMMC-7721 细胞有明显的抑制作用，抑制率随着剂量的增大而增大<sup>[84]</sup>。从党参总多糖 CPS 中纯化的组分 CPS-3 和 CPS-4 分别对人胃癌 BGC-823 细胞和人肝癌 Bel-7402 细胞的增殖有抑制作用<sup>[85]</sup>。党参多糖对肿瘤细胞有直接的抑制作用或作为免疫调节剂而起间接作用。党参皂苷 D<sup>[86]</sup>可将人肝癌 HepG-2 细胞阻滞于 G<sub>0</sub>/G<sub>1</sub> 期，影响癌细胞的 DNA 合成代谢，从而达到抑制癌细胞的作用。

### 2.7 其他作用

党参多糖能显著增加内源性脾结节数，对脾脏代偿造血功能有促进作用，但是对骨髓造血功能并无明显增强作用<sup>[66]</sup>。轮叶党参的提取物能显著抑制前脂肪细胞 3T3-L1 的聚集，提示轮叶党参在减肥方面具有潜力<sup>[87]</sup>。党参还具有抗应激<sup>[88]</sup>、抗炎<sup>[89]</sup>、耐疲劳<sup>[90]</sup>、抗衰老<sup>[91]</sup>等药理作用。

## 3 结语

党参作为药食两用的重要植物资源在我国有悠久的历史，但其研究还不够深入系统。《中国药典》2015 年版中仅规定了正品党参的来源，没有定量测定的质控方法。虽有学者以党参多糖<sup>[92]</sup>、党参炔苷<sup>[93-95]</sup>、阿魏酸<sup>[54]</sup>、党参苷 I 和苍术内酯 III<sup>[96]</sup> 等成分作为指标性物质来评价党参药材质量，但均存在一定的问题。为了避免单一活性成分的专属性不强，同时测定多种成分的量并结合中药指纹图谱

和特征性指标性成分对党参进行质量评价更为可行<sup>[97-98]</sup>。药理研究多是针对粗提物进行的实验,没有确切到有效部位和有效成分,缺乏深入的作用机制研究。所以还需要进一步加强党参的化学成分和药理活性研究,深入系统地阐述其药效作用及其物质基础,为党参的质量控制、党参属药材的合理开发和利用以及指导临床用药提供更多科学数据。

## 参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2015.
- [2] 毕红艳, 张丽萍, 陈震, 等. 药用党参种质资源研究与开发利用概况 [J]. 中国中药杂志, 2008, 33(5): 590-594.
- [3] 朱斌, 曾淼, 刘林, 等. 党参中水溶性多糖研究进展 [J]. 安徽农业科学, 2016, 44(19): 109-110.
- [4] 叶冠, 李晨, 黄成钢, 等. 党参果聚糖的化学结构 [J]. 中国中药杂志, 2005, 30(17): 1338-1340.
- [5] Song Y X, Liu J C. Structural characterization of a water-soluble polysaccharide from the roots of *Codonopsis pilosula* and its immunity activity [J]. *Int Biol Macromol*, 2008, 43(3): 279-282.
- [6] 任丽靖, 张静, 刘志存, 等. 党参多糖的分离纯化及其结构研究 [J]. 中草药, 2008, 39(7): 986-989.
- [7] Zhang Y, Zhang L, Yang J, et al. Structure analysis of water-soluble polysaccharide CPPS 3 isolated from *Codonopsis pilosula* [J]. *Fitoterapia*, 2010, 81(3): 157-161.
- [8] 韩凤梅, 程伶俐, 陈勇. 板桥党参多糖的分离纯化及组成研究 [J]. 中国药学杂志, 2005, 40(18): 1381-1383.
- [9] Zhao B, Ren J, Yuan Z. Isolation of a new cerebroside from *Codonopsis lanceolata* [J]. *Biochem Syst Ecol*, 2013, doi: 10.1016/j.bse.2012.09.004.
- [10] 范强, 张钰, 周先礼, 等. 藏药脉花党参化学成分的研究 [J]. 中国药学杂志, 2011, 46(4): 256-259.
- [11] 戚欢阳, 王瑞, 刘勇, 等. 白条党参化学成分研究 [J]. 中药材, 2011, 34(4): 546-548.
- [12] 范强. 藏药脉花党参化学成分的研究 [D]. 成都: 西南交通大学, 2011.
- [13] 孙甲友. I. 川芎和党参的化学成分研究; II. 野棉花地上部分抗炎镇痛药效作用评价 [D]. 银川: 宁夏医科大学, 2016.
- [14] Ishida S, Okasaka M, Ramos F, et al. New alkaloid from the aerial parts of *Codonopsis clematidea* [J]. *J Nat Med*, 2008, 62(2): 236-238.
- [15] Mei R Q, Lu Q, Hu Y F, et al. Three new polyene (= polyacetylene) glucosides from the edible roots of *Codonopsis cordifolioidea* [J]. *Helv Chim Acta*, 2008, 91(1): 90-96.
- [16] Jiang Y P, Liu Y F, Guo Q L, et al. Acetylenes and fatty acids from *Codonopsis pilosula* [J]. *Acta Pharm Sin B*, 2015, 5(3): 215-222.
- [17] Jiang Y P, Liu Y F, Guo Q L, et al. C14-polyacetylenol glycosides from the roots of *Codonopsis pilosula* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2015, 17(12): 1-14.
- [18] Jiang Y P, Liu Y F, Guo Q L, et al. C14-Polyacetylene glucosides from *Codonopsis pilosula* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2015, 17(6): 601-614.
- [19] 王晓霞, 庄鹏宇, 陈金铭, 等. 党参化学成分的研究 [J]. 中草药, 2017, 48(9): 1719-1723.
- [20] 冯亚静, 王晓霞, 庄鹏宇, 等. 党参的化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2017, 42(1): 135-139.
- [21] Tashkhodzhaev B, Aripova S F, Turgunov K K, et al. Stereochemistry of the alkaloids codonopsine and codonopsinine [J]. *Chem Nat Compd*, 2004, 40(6): 618-619.
- [22] Wakana D, Kawahara N, Goda Y. Two new pyrrolidine alkaloids, codonopsinol C and codonopiloside A, isolated from *Codonopsis pilosula* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2013, doi: 10.1248/cpb.c13-00516.
- [23] Li C Y, Xu H X, Han Q B, et al. Quality assessment of *Radix Codonopsis* by quantitative nuclear magnetic resonance [J]. *J Chromatogr A*, 2009, doi: 10.1016/j.chroma.2008.10.080.
- [24] Tsai T H, Lin L C. Phenolic glycosides and pyrrolidine alkaloids from *Codonopsis tangshen* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2008, 56(11): 1546-1550.
- [25] Chang Y K, Kim S Y, Han B H. Chemical studies on the alkaloidal constituents of *Codonopsis lanceolata* [J]. *Yakhak hoeji*, 1986, 30(1): 1-7.
- [26] Yoo H H, Baek S H, Park Y K, et al. Quality control of dried roots of *Codonopsis lanceolata* [J]. *Korean J Pharmacog*, 2002, 33(2): 85-87.
- [27] 贺庆, 朱恩圆, 王峥涛, 等. 党参化学成分的研究 [J]. 中国药学杂志, 2006, 41(1): 10-12.
- [28] 王峥涛, 徐国钧, 服部征雄, 等. 党参化学成分的分离鉴定 [J]. 中国药科大学学报, 1988(1): 61.
- [29] 吴雷. 大萼党参根部化学成分的研究 [D]. 成都: 西南交通大学, 2009.
- [30] 张靖, 徐筱杰, 徐文, 等. HPLC-LTQ-Orbitrap-MS<sup>n</sup> 快速鉴别党参药材中化学成分 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, 21(9): 59-63.
- [31] Ren J, Lin Z, Yuan Z. Tangshenosides from *Codonopsis lanceolata* roots [J]. *Phytochem Lett*, 2013, 6(4): 567-569.
- [32] Song D, Chou G X, Zhong G Y, et al. Two new phenylpropanoid derivatives from *Codonopsis tangshen*

- Oliv [J]. *Helv Chim Acta*, 2008, 91(10): 1984-1988.
- [33] Kawahara N, Nakane T. Triterpene glycosides from the roots of *Codonopsis lanceolata* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2008, 56(3): 308-314.
- [34] Mizutani K, Yuda M, Tanaka O, et al. Tanghenosides I and II from Chuan-dangshen, the root of *Codonopsis tangshen* Oliv [J]. *Chem Pharm Bull*, 1988, 36(7): 2726-2729.
- [35] 韩桂茹, 贺秀芬, 杨建红, 等. 党参化学成分的研究 [J]. 中国中药杂志, 1990, 15(2): 41-42.
- [36] Alad'Ina N G, El'Kin Y N, Chezhina E A. Structure of codonoside B [J]. *Chem Nat Compd*, 1989, 25(3): 317-320.
- [37] Hu Q F, Li X S, Huang H T, et al. Phenylpropanoids from the roots of *Codonopsis cordifolioides* and their biological activities [J]. *Bulletin-Korean Chem Soc*, 2012, 33(1): 278-280.
- [38] Yuda M, Ohtani K, Mizutani K, et al. Neolignan glycosides from roots of *Codonopsis tangshen* [J]. *Phytochemistry*, 1990, 29(6): 1989-1993.
- [39] 梁志敏. 轮叶党参根化学成分及其抗炎活性的研究 [D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2006.
- [40] 梁志敏, 林喆, 原忠. 轮叶党参化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2007, 32(13): 1363-1364.
- [41] Hu Q F, Li X S, Huang H T, et al. New benzofuranylpropanoids from the roots of *Codonopsis lanceolata* [J]. *Helv Chim Acta*, 2012, 95(2): 349-352.
- [42] 王建忠, 王锋鹏. 川党参的化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 1996, 8(2): 8-12.
- [43] 唐万斗. 党参的化学研究 [J]. 泰山医学院学报, 1985(2): 96.
- [44] 毛士龙, 桑圣民, 劳爱娜, 等. 山海螺的化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2000, 12(1): 1-3.
- [45] Wakana D, Kawahara N, Goda Y. Three new triterpenyl esters, codonopilates A-C, isolated from *Codonopsis pilosula* [J]. *J Nat Med*, 2011, 65(1): 18-23.
- [46] 彭程. 藏药脉花党参化学成分研究 [J]. 中成药, 2010, 32(7): 1248-1249.
- [47] Xu L P, Wang H, Yuan Z. Triterpenoid saponins with anti-inflammatory activity from *Codonopsis lanceolata* [J]. *Planta Med*, 2008, 74(11): 1412-1415.
- [48] Chouksey B K, Gautam S K. A new terpenoid saponin from the roots of *Terminalla Allata* [J]. *Chin Chem Lett*, 1999, 17(11): 1460-1462.
- [49] Jung I H, Jang S E, Joh E H, et al. Lancemaside A isolated from *Codonopsis lanceolata*, and its metabolite echinocystic acid ameliorate scopolamine-induced memory and learning deficits in mice [J]. *Phytomedicine*, 2012, 20(1): 84-88.
- [50] 张淑君, 李明, 王震寰, 等. 轮叶党参的化学成分及药理作用研究进展概述 [J]. 中国药师, 2016, 19(2): 347-350.
- [51] He J Y, Ma N, Zhu S, et al. The genus *Codonopsis* (Campanulaceae): A review of phytochemistry, bioactivity and quality control [J]. *J Nat Med*, 2015, 69(1): 1-21.
- [52] Aga E B, Hui-Jun L I, Chen J, et al. Chemical constituents from the aerial parts of *Codonopsis nervosa* [J]. *Chin J Nat Med*, 2012, 10(5): 366-369.
- [53] 王文永, 赵仕丞, 刘东新. 山海螺化学成分研究 [J]. 中药材, 2011, 34(4): 553-555.
- [54] 孟艳彬, 孙盛, 苏又凡. HPLC 测定党参中阿魏酸的含量 [J]. 承德医学院学报, 2003, 20(2): 140-141.
- [55] He Q, Zhu E Y, Wang Z T, et al. Flavones isolated from *Codonopsis xundianensis* [J]. *J Chin Pharm Sci*, 2004, 13(3): 212-213.
- [56] 净晶, 张吉发, 李慧, 等. 长花党参化学成分的研究 [J]. 时珍国医国药, 2013, 24(10): 2340-2342.
- [57] Gao X, Mu H, Li X, et al. Two new 4-hydroxyisoflavanes from the root of *Codonopsis cordifolioides* and their anti-virus activities [J]. *J Chin Chem Soc-Taipei*, 2012, 59(4): 540-543.
- [58] 蒋跃平, 刘玉凤, 郭庆兰, 等. 党参水提取物中的木脂素类化学成分 [J]. 药学学报, 2016(4): 616-625.
- [59] 郭琼琼, 李晶, 孙海峰, 等. 党参挥发性成分分析及其特殊香气研究 [J]. 中药材, 2016, 39(9): 2005-2012.
- [60] 刘鑫, 白央, 达娃卓玛, 等. 藏药材长花党参的 GC-MS 分析 [J]. 分析测试学报, 2008, 27(S1): 86-87.
- [61] 罗会贤, 刘绍华, 杨靖, 等. 党参提取物制备工艺优化及其挥发性成分的 GC-MS 分析 [J]. 郑州轻工业学院学报: 自然科学版, 2015, 30(2): 34-37.
- [62] 朱恩圆, 贺庆, 王峥涛, 等. 党参化学成分研究 [J]. 中国药科大学学报, 2001, 32(2): 94-95.
- [63] Jiang Y P, Liu Y F, Guo Q L, et al. Sesquiterpene glycosides from the roots of *Codonopsis pilosula* [J]. *Acta Pharm Sin B*, 2016, 6(1): 46-54.
- [64] Jiang Y P, Guo Q L, Liu Y F, et al. Codonopiloneolignanin A, a polycyclic neolignan with a new carbon skeleton from the roots of *Codonopsis pilosula* [J]. *Chin Chem Lett*, 2015, doi: 10.1016/j.ccllet.2015.11.009.
- [65] 晏永新, 张丽, 贾海芳, 等. 党参多糖口服液对小鼠免疫功能的影响 [J]. 中国兽药杂志, 2013, 47(3): 18-20.
- [66] 张晓君, 祝晨, 胡黎, 等. 党参多糖对小鼠免疫和造血功能的影响 [J]. 中药新药与临床药理, 2003, 14(3): 174-176.

- [67] Zhang P, Hu L, Bai R, *et al.* Structural characterization of a pectic polysaccharide from *Codonopsis pilosula* and its immunomodulatory activities *in vivo* and *in vitro* [J]. *Int J Biol Macromol*, 2017, doi:10.1016/j.ijbiomac.2017.06.023.
- [68] Zhao X, Hu Y, Wang D, *et al.* The comparison of immune-enhancing activity of sulfated polysaccharides from *Tremella* and *Codonopsis pilosula* [J]. *Carbohydr Polym*, 2013, 98(1): 438-443.
- [69] Liu C, Chen J, Li E, *et al.* The comparison of antioxidative and hepatoprotective activities of *Codonopsis pilosula* polysaccharide (CP) and sulfated CP [J]. *Int Immunopharmacol*, 2015, 24(2): 299-305.
- [70] 傅盼盼. 党参多糖降血糖作用及其机制的研究 [D]. 长春: 吉林大学, 2008.
- [71] He K, Li X, Chen X, *et al.* Evaluation of antidiabetic potential of selected traditional Chinese medicines in STZ-induced diabetic mice [J]. *J Ethnopharmacol*, 2011, 137(3): 1135-1142.
- [72] 周然, 张玲. 党参对消化系统影响的药理学研究概况 [J]. 北京中医学院学报, 1991, 14(5): 47-48.
- [73] 刘良, 王建华, 侯宁. 党参及其有效成分抗胃黏膜损伤作用与机制研究 I. 党参煎剂抗胃黏膜损伤作用观察 [J]. 中药药理与临床, 1989, 5(2): 11-14.
- [74] 刘良, 王建华, 胡燕, 等. 党参及其有效成分抗胃黏膜损伤作用与机制研究 II. 党参部位提取物抗胃黏膜损伤作用观察 [J]. 中药药理与临床, 1989, 5(3): 11-14.
- [75] 杨冬雪, 徐赫男, 商捷, 等. 归脾丸对乙醇致胃溃疡作用研究 [J]. 辽宁中医药大学学报, 2011, 13(9): 203-205.
- [76] 马方励, 蔡鸿飞, 巫燕莉, 等. 常欣卫口服液抗胃黏膜损伤作用 [J]. 中药新药与临床药理, 2010, 21(6): 599-601.
- [77] 宋丹, 王峥涛, 李隆云, 等. 党参炔苷对胃溃疡模型大鼠胃黏膜损伤保护作用的研究 [J]. 中国中医急症, 2008, 17(7): 963-964.
- [78] 周卫东, 项磊, 卢汉琪, 等. 党参多糖改善 5-氟尿嘧啶诱导小肠黏膜炎的实验研究 [J]. 辽宁中医杂志, 2016, 43(7): 1495-1498.
- [79] 孙玉, 李伟. 党参多糖对中枢神经系统的影响 [J]. 吉林中医药, 1989(5): 36-37.
- [80] 张晓丹, 刘琳, 佟欣. 党参、黄芪对中枢神经系统作用的比较研究 [J]. 中草药, 2003, 34(9): 822-823.
- [81] Jin B W, Yun B R, Lee J, *et al.* Neuroprotective effect of steamed and fermented *Codonopsis lanceolata* [J]. *Biomol Ther*, 2014, 22(3): 246-253.
- [82] 王开贞, 卢法传, 丁冠忠, 等. 党参的抗缺氧作用 [J]. 中药通报, 1986, 11(8): 53-55.
- [83] 闫彦芳, 张壮, 韦颖, 等. 党参总皂苷抗缺氧缺糖再给氧诱导大鼠星形胶质细胞损伤的作用 [J]. 北京中医药大学学报, 2006, 29(12): 826-829.
- [84] 武静莲, 徐强, 谢亲建, 等. 党参抗肿瘤药理作用研究 [J]. 西部中医药, 2016, 29(8): 18-21.
- [85] 杨丰榕, 李卓敏, 高建平. 党参多糖分离鉴定及体外抗肿瘤活性的研究 [J]. 时珍国医国药, 2011, 22(12): 2876-2878.
- [86] 俞星, 韩春姬, 朴惠善, 等. 党参皂苷 D 对 HepG-2 细胞增殖时间效应和细胞周期的影响 [J]. 吉林大学学报: 医学版, 2012, 38(2): 236-240.
- [87] Boo H O, Kim H H, Barasch D, *et al.* *Codonopsis lanceolata* and *Nelumbo nucifera Gaertn.* root extracts for functional food: Metabolic profiling by MS, FTIR and fluorescence and evaluation of cytotoxicity and anti-obesity properties on 3T3-L1 cell line [J]. *Eur Food Res Technol*, 2016, 243(4): 689-700.
- [88] 侯丽丽, 晏永新, 蔡美萍, 等. 党参多糖口服液抗应激及抗炎作用的研究 [J]. 中国兽药杂志, 2013, 47(11): 37-39.
- [89] Cha A, Choi Y, Jin Y, *et al.* Antilipogenic and anti-inflammatory activities of *Codonopsis lanceolata* in mice hepatic tissues after chronic ethanol feeding [J]. *Bio Med Res Int*, 2011, doi: 10.1155/2012/141395.
- [90] 吴君, 黄萍, 成金乐, 等. 党参破壁粉粒增强免疫功能及抗疲劳作用的研究 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(4): 179-181.
- [91] 许爱霞, 张振明, 葛斌, 等. 党参多糖抗衰老作用机制的实验研究 [J]. 中国现代应用药学, 2006, 23(8): 729-731.
- [92] 南焕杰, 秦雪梅, 武滨, 等. 潞党参多糖的超声提取和含量测定 [J]. 山西医科大学学报, 2008, 39(7): 641-643.
- [93] 陈慧慧, 牛伟霞, 李士栋, 等. HPLC 测定不同产地党参中党参炔苷的含量 [J]. 食品与药品, 2014, 16(1): 37-39.
- [94] 张健宇, 夏春丽, 杨瑞瑞. 党参饮片的质量控制研究与分析 [J]. 安徽医药, 2015, 19(5): 868-870.
- [95] 高欢, 李阳, 闫辉, 等. HPLC 法测定党参中烟酸和党参炔苷的含量 [J]. 化学分析计量, 2016, 25(3): 12-15.
- [96] 邹元锋, 刘莎, 陈兴福, 等. RP-HPLC 同时测定党参中党参炔苷与苍术内酯 III [J]. 药物分析杂志, 2011, 31(5): 923-926.
- [97] Kim E Y, Kim J A, Jeon H J, *et al.* Chemical fingerprinting of *Codonopsis pilosula* and simultaneous analysis of its major components by HPLC-UV [J]. *Arch Pharm Res*, 2014, 37(9): 1148-1158.
- [98] 段琦梅, 梁宗锁, 杨东风, 等. 党参质量评价体系的建立及不同产地党参质量差异性分析 [J]. 中草药, 2012, 43(5): 995-999.