

白芍炮制的历史沿革及化学成分、药理作用研究进展

叶先文¹, 夏澜婷¹, 任洪民¹, 邓亚玲¹, 杨明^{2*}, 张金莲^{1*}, 陈旭³, 刘海萍³, 张琪¹

1. 江西中医药大学药学院, 江西 南昌 330004

2. 江西中医药大学 现代中药制剂教育部重点实验室, 江西 南昌 330004

3. 桂林医学院药学院, 广西 桂林 541001

摘要: 白芍为临床常用的补血调经药, 在《神农本草经》中列为上品, 炮制方法有净制、切制、加辅料制等, 目前主流的炮制方法为酒制及炒制, 其化学成分主要有单萜类、三萜类、黄酮类等。现代研究表明, 白芍具有保护心血管、抗炎、抗氧化等作用。对古代本草、医籍, 现代药典、地方中药饮片炮制规范等进行了查阅、分析、整理, 从白芍的性能、功用及炮制历史沿革等方面进行综述, 同时对其现代炮制工艺、化学成分、药理研究等展开论述, 以期对白芍的相关研究提供参考。

关键词: 白芍; 炮制; 历史沿革; 单萜类; 三萜类; 黄酮类

中图分类号: R282.71 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2020)07-1951-19

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2020.07.032

Research progress on processing history evolution, chemical constituents and pharmacological action of *Paeoniae Radix Alba*

YE Xian-wen¹, XIA Lan-ting¹, REN Hong-min¹, DENG Ya-ling¹, YANG Ming², ZHANG Jin-lian¹, CHEN Xu³, LIU Hai-ping³, ZHANG Qi¹

1. School of Pharmacy, Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanchang 330004, China

2. Key Laboratory of Modern Preparation of Traditional Chinese Medicine, Ministry of Education, Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanchang 330004, China

3. School of Pharmacy, Guilin Medical University, Guilin 541001, China

Abstract: *Paeoniae Radix Alba* (PRA) is a clinically commonly used drug for tonifying blood and regulating meridians, which was listed as one of the highest grade herb in *Shengnong's Classic of Materia Medica*. The main chemical constituents of PRA are monoterpenes, triterpenes and flavonoids, and its processing methods are cleansing, cutting, adding auxiliary materials, etc. At present, the mainstream processing methods are stir-frying or stir-frying with wine. Modern studies have shown that PRA has the effects of protecting cardiovascular, anti-inflammatory and anti-oxidant. In this paper, we consulted with the ancient Chinese materia medica and ancient Chinese medical book, analyzed the local traditional Chinese medicine slices processing norms and modern pharmacopoeia. Meanwhile, we reviewed the history of PRA in function and processing, and discussed the modern processing technology, chemical composition and pharmacological research in some extent. We hope it can be helpful for some related research of PRA.

Key words: *Paeoniae Radix Alba*; processing; historical evolution; monoterpenes; triterpenes; flavonoids

白芍为毛茛科植物芍药 *Paeonia lactiflora* Pall. 的干燥根, 以芍药之名首载于先秦时期的《诗经》, 当时多作为离别时的赠礼。《五十二病方》中对芍

药也有记载: “其一, 乌喙中毒, 屑芍药…其二, 疽病…”。《神农本草经》始载其性味及功效主治, 《本草经集注》将其分为白芍和赤芍^[1]。历代本草和医

收稿日期: 2019-07-21

基金项目: 国家重点研发计划中医药现代化研究重点专项 (2018YFC1707206); 江西省重点研发计划 (20192BBG70073); 博士科研启动基金 (2018WBZR009); 江西省“双一流”学科 (中药学) 建设项目资助 (JXSYLXK-ZHYAO039/141)

作者简介: 叶先文 (1995—), 男, 在读硕士研究生, 专业方向为中药学。E-mail: 1319870242@qq.com

*通信作者 张金莲 (1969—), 女, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事中药炮制机制、炮制工艺及质量研究。

Tel: (0791)87118995 E-mail: jxjzjl@163.com

杨明 (1962—), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 从事中药新剂型、新技术、新工艺研究。

Tel/Fax: (0791)87118108 E-mail: yangming16@126.com

籍对白芍炮制方法的记述有净制、切制、加辅料制等 21 种,现代炮制品主要有酒白芍、炒白芍、麸炒白芍等。白芍主要含有单萜类、三萜类、黄酮类、鞣质类和多糖等成分,具有保护心血管、保肝、镇痛、抗炎、抗氧化等药理作用。本文整理白芍的相关文献,对其炮制工艺、化学成分、药理活性等进行综述,以期对白芍的炮制研究提供思路与参考。

1 炮制历史沿革

在《五十二病方》中,“屑勺药”的“屑”是打

碎的意思,这是首次记载芍药的切制方法。刘宋时期的《雷公炮炙论》记载的“日中晒”“刮去皮”“锉之”“蜜拌”是对白芍炮制的辅料、炮制工艺、炮制程度的描述。白芍在使用前多去皮,其切制方法有锉碎、锉细、切片,历经数代形成了熬制、酒制、煨制等方法。白芍多生用,腹中寒则煨之,避寒及产后血虚则酒炒或姜炒,入血、止血敛血醋炒,滋血蜜炒,酒洗生用可除血热及痼毒,桂酒制可除腹胀、水肿及血虚,其炮制历史沿革见表 1。

表 1 白芍炮制的历史沿革

Table 1 Historical evolution of PRA processing

朝代	炮制方法	出处
南北朝	凡采得后,于日中晒干,以竹刀刮上粗皮并头土了,锉之;将蜜水拌,蒸,从巳到未,晒干用之	《雷公炮炙论》 ^[2]
汉代	刮去皮	《金匱玉函经》 ^[3]
	切	《注解伤寒论》 ^[4]
唐代	炙法	《外台秘要》 ^[5]
	焙	《仙授理伤续断秘方》 ^[6]
	熬令黄	《备急千金要方》 ^[7]
	炒黄	《经效产宝》 ^[8]
宋代	去粗皮、熬制、蜜拌蒸制	《证类本草》 ^[9]
	炒,微炒,焙,炒黄,酒炒	《妇人大全良方》 ^[10]
	洗净、捣为粗末,用文武火炒令黄熟,不得焦,用纸摊于板床候冷	《伤寒类证活人书》 ^[11]
	酒炒	《扁鹊心书》 ^[12]
	洗焙	《普济本事方》 ^[13]
	须锉碎焙干、水煮十沸时,焙干	《太平惠民和剂局方》 ^[14]
	炒令赤色	《三因极一病证方论》 ^[15]
	炙制	《博济方》 ^[16]
	微炒、炒焦黄	《校注妇人良方》 ^[17]
	水煮制	《小儿卫生总微论方》 ^[18]
元代	烧灰、炒成炭、酒拌、酒浸	《丹溪心法》 ^[19]
	(铡)碎、炒制	《卫生宝鉴》 ^[20]
	去皮,酒浸制	《汤液本草》 ^[21]
明代	切片	《本草原始》 ^[22]
	生用或炒用,酒浸	《本草品汇精要》 ^[23]
	火酒润之,覆盖过宿;各以竹刀刮去皮,并头,锉细,蜜水拌蒸,从巳至未,晒干用	《本草乘雅半偈》 ^[24]
	酒炒、酒浸,三日曝,勿见火	《本草蒙筌》 ^[25]
	煨制、去皮	《奇效良方》 ^[26]
	米泔炒制、锉碎、微炒、焙制	《普济方》 ^[27]
	炒令烟微起为末;熬令黄,杵细为散;煨	《医学纲目》 ^[28]
	芍药白者有酒浸,姜汁炒	《仁术便览》 ^[29]
	酒浸,炒或煨	《医学入门》 ^[30]
	煨,煨成黑灰	《济阴纲目》 ^[31]
	盐酒炒、火煨酒炒、米粉炒、好酒炒、乳汁炒、去芦炒、盐水炒	《寿世保元》 ^[32]
	酒炒、醋炒	《本草纲目》 ^[33]
	盐酒炒	《万病回春》 ^[34]
	酒浸蒸,切片,或用炒亦良	《炮炙大法》 ^[35]
	酒浸,切片,炒、半生半炒	《先醒斋医学广笔记》 ^[36]
	酒浸、煨用之、酒炒	《药鉴》 ^[37]
	酒炒、醋炒	《本草通玄》 ^[38]
	火煨、陈米炒	《宋氏女科秘书》 ^[39]
	煨热酒焙	《医宗必读》 ^[40]
	薄荷汁炒、酒洗炒	《审视瑶函》 ^[41]

续表 1

朝代	炮制方法	出处
清代	拣白者刮去皮	《本草汇》 ^[42]
	切片, 酒润, 复盖过宿	《本草崇原》 ^[43]
	八九月取根晒干, 用竹刀刮去皮并头, 锉切细, 蜜水拌蒸; 酒炒、醋炒	《本草害利》 ^[44]
	酒炒、炒、酒制	《张氏医通》 ^[45]
	酒炒、醋炒、酒洗生用、桂酒制	《本经逢原》 ^[46]
	酒炒、引“川椒炒”	《本草述钩元》 ^[47]
	酒炒、炒; 加炒芍药、撮煎	《医方集解》 ^[48]
	酒炒、醋炒	《本草备要》 ^[49]
	酒炒、炒、炒焦、桂酒拌、醋炒	《本草经解》 ^[50]
	酒炒	《本草求真》 ^[51]
	土炒、肉桂汤浸炒	《时病论》 ^[52]
	醋炒、酒洗、酒炒焦	《傅青主女科》 ^[53]
	酒炒	《医林纂要》 ^[54]
	酒炒、醋炒、不炒	《本草详节》 ^[55]
	煨熟酒炒、醋炒	《罗氏会约医镜》 ^[56]
	炒、醋炒、桂枝煎酒浸炒、蜜炒、姜炒	《得配本草》 ^[57]
	拌川椒炒 7 次入药、炒黑	《本草述》 ^[58]
	酒洗、酒焙	《温热暑疫》 ^[59]
	炒焦、酒拌	《医宗金鉴》 ^[60]
	肉桂汤浸炒制、酒洗炒制	《温病条辨》 ^[61]
	酒炒、醋炒	《本草从新》 ^[62]
	炒、醋炒	《本草撮要》 ^[63]

2 现代炮制工艺研究

净制、切制、酒制是白芍主流的炮制方法。炒制、煨制及制炭等法在其他地区也得到了继承和发展。《中国药典》和各省地方炮制规范对白芍制品的描述可概括为白芍、酒白芍、炒白芍、焦白芍、蜜麸炒白芍等, 白芍的现代炮制方法见表 2。

2.1 浸润与切制工艺

金传山等^[85]比较了白芍饮片切片程度及厚度、干燥温度和时间、干燥方式等产地加工方法对白芍芍药苷和芍药总苷含量的影响, 结合外观性状, 确定的最佳工艺: 鲜白芍或煮后趁鲜切制、闷润 2~3 h, 切 1.5~2 mm 薄片, 低温 60 ℃ 烘干。李凯等^[86]通过热浸法测定 5 种不同软化方式(蒸法、煮法、浸泡、闷润法、减压冷浸法) 白芍水溶性及醇溶性浸出物的含量, 结果发现闷润及蒸法软化的白芍其水溶性浸出物和醇溶性浸出物含量高于其他软化方法, 提示闷润及蒸法的方法可行。罗晶等^[87]通过 $L_9(3^4)$ 正交设计, 比较浸润、闷润时间、温度及切片厚度 4 个因素, 以芍药苷、芍药内酯苷含量和水溶性浸出物为指标, 研究得出樟帮法白芍普通片和白芍薄片的最佳工艺水温、浸润时间、闷润时间相同, 分别是 60 ℃、1 h、72 h, 但最佳切片厚度不同, 白芍薄片为 0.5 mm, 白芍普通片为 2 mm。

2.2 酒炙白芍

胡雨等^[88]以黄酒用量、酒炙时间和温度 3 个因素, 结合外观性状及芍药苷含量等对酒白芍炮制工艺的影响因素进行考察, 得出最佳工艺为 10% 的黄酒、90 ℃、15 min。马灵珍等^[89]得出酒炙白芍最佳工艺为白芍-黄酒 100:10, 闷润时间 15 min。刘爽等^[90]考察了不同浓度、种类的酒(黄酒/白酒)及蒸馏水对酒炙白芍的影响, 发现浓度为 15% 的黄酒组最优。

2.3 土炒白芍

沈建涛等^[91]以土炒温度、用量及时间为变量, 以芍药苷、芍药苷内酯综合评分为响应值, 发现炒制 11 min, 土炒温度 200 ℃, 药土比 10:3 为土炒白芍最佳工艺。

2.4 麸炒白芍

徐志伟等^[92]通过多指标(芍药苷含量、氧化芍药苷含量、没食子酸含量、芍药苷内酯含量、浸出物得率)综合评价麸炒白芍的最佳工艺参数, 得出麸炒白芍在 200 ℃ 下炒制 8 min, 且白芍与麸皮 100:10 最佳, 各影响因素的顺序为炒制温度>炒制时间>加麸量。刘思静^[93]得出的最佳工艺为炒制 10 min、温度 130 ℃、药辅比 100:10。王建科等^[94]对酒润麸炒白芍工艺进行了研究, 其工艺参数为 150 ℃ 炒制 8 min, 白芍、黄酒、麸皮用量为 100:10:5。

表 2 《中国药典》及各地标准收载的白芍炮制方法

Table 2 Processing methods of PRA included in *Chinese Pharmacopoeia* and local standards

饮片	炮制方法	参考文献
生白芍	①洗净,润透,切薄片,干燥;②取原药材,除去杂质,分开大小条,洗净,浸泡 4 至 8 成透,润透,使内外湿度一致,切 1~2 mm 薄片,干燥,筛去碎屑;③取原药材,除去杂质,大小分开,浸泡 8~12 h,约 7 成透时,取出,闷润 12~24 h,至内外湿度一致;或投入浸润罐内,加水适量,浸润约 8 h,至折断面无干心,取出,晾至内外软硬适宜,切薄片,干燥,筛去碎屑;④洗净,润透,切薄片,干燥,除去杂质,大小分开,清水浸 2~4 h,撒入白矾粉拌匀或用硫磺熏 1 次,取出,干燥至 6 成干,切或刨薄片,干燥,每 100 千克白芍,用白矾 0.5 kg;⑤取原药材,除去杂质,大小分档,浸泡,洗净,润透,切薄片,干燥,筛去碎屑	64
	拣去杂质,分开大小条,用水浸泡至约 8 成透,捞出,晾晒,润至内外湿度均匀,切片,干燥即得	65
	取原药,大小分档,水浸,洗净,润软,切片,干燥	66
	除去杂质,大小分开,洗净,润透,切薄片,干燥	67
	除去杂质,洗净泥土,用水浸泡至 7 成透时,捞出,润透,切 2 mm 片,晒干	68
	将原药拣去杂质,粗细枝分档,用清水洗净,春、冬天浸 3~5 h,焖在缸内润 5 d,夏、秋天浸 2~3 h 润 3 d,每天淋水 1 次,待润透切片;烘或晒干,筛去灰屑	69
	取原药除去杂质,分档,浸 2~8 h,洗净,捞起,中途淋水,润透,切薄片,干燥,筛去灰屑	70
	将原药拣去杂质,大小分档,用开水烫泡 3~5 h 或用流通蒸气蒸 50 min 左右,闷 2 h,至体软,切片(生用切薄片,炒用切中片),干燥	71
	取原药材,除去杂质,用水洗净后浸泡 2~4 h,沥去水分,闷透,用铡刀铡成薄片,晾干	72
	白芍取药材,挑选,浸润至透心,切成厚片,干燥,筛去碎屑,即得	73
	拣去杂质,大小分开,浸泡 2~4 h,捞出,沥干余水,润透,切 1~2 mm 圆片,晾干或烘干,筛去灰屑即得	74
	去净杂质,按大小分别浸泡 5~6 成透,洗净,捞出,稍晾,润至内外湿度均匀,切厚片,干燥	75
	大小分档,分别放于水中浸泡 2~4 h,洗净,捞入筐内,沥干,上盖湿布,润透后切薄片,晒干或烘干	76
炒白芍	取净白芍片,置锅内用文火炒至微黄色,取出,放凉即得	64
	取净白芍片,置锅内加热,随即用铁耙翻动均匀,炒至微显火色,取出置容器内,待凉即得	77
	取白芍片置锅内,用武火炒至表面微黄色,取出,放凉	78
酒白芍	①取白芍片,用黄酒喷淋均匀,稍润,置锅内用文火微炒,取出,放凉即得;②取白芍,与酒拌匀,稍闷,炒至表面色变深时,取出,摊凉;③取白芍片,加黄酒拌匀,闷润 1~2 h,至黄酒被吸尽,置热锅内,用文火炒至微黄色,取出,晾凉,筛去碎屑;④取白芍片,喷淋黄酒拌匀,闷润,用文火炒至微显火色,取出,放凉;每 100 千克白芍用黄酒 10 kg	64
	取白芍片,置热锅内,用文火炒至微黄色时,喷洒黄酒拌匀,取出晾凉	79
	取片 1 斤,喷黄酒 2 两,炒干	69
	取白芍净片,喷洒黄酒 15% 拌匀,使之吸尽,炒干	70
	取净白芍片,置锅内加热,随即用铁耙翻动均匀,炒至微显火色,喷入黄酒,待酒吸进再微炒,取出置容器内,待凉即得	77
	将净白芍片用黄酒拌匀,闷润 1~2 h,置锅内,文火炒至表面呈微黄色时,取出,放凉	75
土炒白芍	①取白芍,洗净,润透,切薄片,干燥,与黄土细粉照土炒法(附录 II)文火炒至表面挂有土色,取出,筛去多余土,放凉;②取白芍,置热锅内,撒入伏龙肝,炒至土黄色时,取出,筛去土粉,放凉;③取白芍片,照炒法(炮制通则)用灶心土炒至外呈土黄色,内呈微黄色;④取伏龙肝细粉,置热锅内,用中火炒至灵活状态,加入白芍片,炒至表面挂土色,取出,筛去伏龙肝细粉,晾凉;⑤取定量灶心土(伏龙肝)细粉置锅内,用中火炒热,倒入白芍片,炒至表面挂土色,微显焦黄色时,取出,筛去土粉,放凉;每 100 千克白芍用伏龙肝或黄土 20~30 kg	64
	取伏龙肝细粉,置锅内炒热,加入白芍片,炒至外面挂有土色,取出,筛去土,放凉即得	65
	取片 1 斤,用灶心土 4 两炒;筛去灶心土	69
	取净白芍,置锅内加热,随即将土粉撒入,用铁耙翻动均匀,炒至土粉均匀粘于片上,取出筛去土粉,置容器内,待凉即得	77
	取白芍,置热锅内,撒入灶心土,炒至土黄色,取出,筛去土粉,放凉	78
	取白芍,置热锅内,撒入伏龙肝,炒至淡棕黄色时,取出,筛去土粉,放凉	80
	取黄土粉于锅内炒热,投入白芍片,不断翻动,炒至片面附着有土,取出,筛去余土	76

续表 2

饮片	炮制方法	参考文献
麸炒白芍	①取蜜炙麸皮,置热锅中,翻动,待其冒烟,投入白芍,迅速翻炒至表面深黄色,折断面略显黄色时,取出,筛去麸皮,摊凉;②取麸皮,撒火热锅中,用中火加热,等冒烟时,倒入净白芍片,炒至表面黄色,取出放凉,筛去麸皮;③先将锅用武火加热,均匀撒入麸皮,待冒烟时,投入净白芍片,急速翻炒至表面呈黄色时,迅速取出,筛去焦麸皮,放凉;④取麸皮,撒在热锅中,加热至烟起时,加入净白芍,迅速翻动,武火炒至嫩黄色,取出,筛去麸皮,放凉;每 100 千克白芍,用麸皮 10~15 kg 取白芍,洗净,润透,切薄片,干燥,照麸炒法(附录 II)炒至表面呈微黄色或黄色,迅速出锅,筛去麸皮,放凉 取片用麸皮拌炒至微黄为度,筛去麸皮 先将锅用武火加热,均匀撒入麸皮,待冒烟时,投入大小分档的净白芍片,急速翻炒至表面呈黄色时,迅速取出,筛去焦麸皮,放凉 将锅以武火加热,撒入麸皮,待起烟时,投入白芍片,不断翻动,炒至片面黄色,取出,筛去麸皮 取生白芍片,加酒拌匀,润一夜,晾干后用蜜制麦麸按麸炒法炒至白芍外表呈黄色时取出,立即筛去麦麸,晾冷 取净白芍片,加黄酒拌匀,润透,晾干,照麸炒法(附录一炮制通则)炒至黄色 取净白芍片,照酒炙法(附录二)炒至微黄色。取净白芍片,用酒喷洒拌匀,待酒吸尽后,用麦麸或谷糠炒至金黄色为度 取白芍片,用黄酒喷淋均匀,稍润;将麦麸撒于加热的锅内,待冒烟时,投入酒拌白芍片,微炒至淡黄色,取出,筛去麦麸 取白芍片,用酒拌匀,闷润,待酒吸尽,用麦麸炒至微黄色,筛去麦麸即得	64 81 70 75 76 72 82 83 84 74
醋白芍	①取白芍片,用米醋拌匀,稍闷后置锅内,用文火加热,炒干,取出放凉;②取生白芍,加醋拌匀,稍闷,用文火炒至微黄色,取出,放凉;③取净白芍片,用米醋拌匀,闷润 1~2 h,置锅内,用文火炒至表面呈微黄色时,取出,放凉;④取净白芍片,加入定量米醋拌匀,稍闷润,待米醋被吸收尽后,置炒制容器内,用文火加热,炒干,取出,摊凉,筛去碎屑;每 100 千克白芍,醋用量 10~20 kg 取净白芍片,置于大簸罗内,用醋喷拌均匀,待醋润进微干,倒入锅内加热,用铁耙翻动均匀,炒至微显火色取出,置容器内待凉即得 将净白芍片用米醋拌匀,闷润 1~2 h,置锅内,用文火炒至表面呈微黄色时,取出,放凉	64 77 75
焦白芍	①取白芍片置锅内,先用武火后用文火炒至表面黑褐色,内深褐色,取出,放凉;②取白芍片置锅内,用武火炒至焦黄色,取出,晾凉;③取净白芍片,置热锅内,用中火炒至表面焦黄色,断面色加深为度;取净白芍,置锅内,用武火加热,炒至表面焦褐色,出锅,放凉 取白芍片,置锅内用武火炒至焦黄色,喷淋清水少许,取出,晾干即得 取净白芍,置锅内加热,随即用铁耙翻动均匀,炒至外黑,内深褐色,及时喷淋清水,待微干取出,置容器内,用铁铲翻动,候烟冒尽,待凉即得	64 65 77
白芍炭	①取白芍片置锅内,用强火炒至焦黑色(但须存性),取出,喷水灭火星,晾干;②取生白芍,照炒炭法(附录 I)清炒至外焦黑色,内老黄色,筛去灰屑;③取净白芍片,置锅内,用武火炒至表面黑褐色,内部黑褐色时,喷淋清水少许,灭尽火星,取出,及时摊晾,凉透;④取白芍净片,照炒炭法(炮制通则)炒至表面焦黑色,内部黑褐色;⑤取净白芍,置炒制容器内,用武火加热,炒至表面焦黑色,内部焦褐色,喷洒少许清水,灭尽火星,取出,摊凉 取白芍净片,清炒至外焦黑内呈老黄色	64 70

2.5 蜜糠炒白芍

邹红等^[95]在单因素(温度、时间、黄酒和蜜糠用量)考察的基础上,将芍药苷和芍药内酯苷含量的总评归一值(OD 值)作为考察指标,发现在 260 ℃下炒制 4 min,白芍-蜜糠-黄酒 100:30:9 最佳。

3 白芍的化学成分及不同炮制方法对其影响

3.1 化学成分

3.1.1 单萜及其苷类化合物 芍药苷及芍药内酯苷

为白芍主要的单萜类化合物,其他单萜类化合物还有氧化芍药苷、牡丹皮苷、苯甲酰芍药苷等,其具体信息见表 3,结构见图 1。

3.1.2 三萜类化合物 目前,白芍中已分离鉴定出 10 种三萜类化合物,有常春藤皂苷元、齐墩果酸、白桦脂酸等,其具体信息见表 4,结构见图 2。

3.1.3 黄酮类化合物 从白芍中分离出的黄酮类成分有山柰酚、山柰酚-3-O-β-D-葡萄糖苷、山柰酚-3,7-二-O-β-D-葡萄糖苷、5,7-二羟基黄酮-4'-O-β-D-

表 3 白芍中的单萜及其苷类化合物

Table 3 Monoterpenes and their glycosides in PRA

序号	化合物	分子式	母核	取代基	参考文献
1	芍药苷 (paeoniflorin)	C ₂₃ H ₂₈ O ₁₁	S ₁	R ₁ =R ₂ =R ₃ =H	96
2	芍药花苷 (paeonin)	C ₂₈ H ₃₃ ClO ₁₆	—	—	97
3	芍药内酯苷 (albiflorin)	C ₂₃ H ₂₈ O ₁₁	S ₂	R=H	97
4	氧化芍药苷 (oxypaeoniflorin)	C ₂₃ H ₂₈ O ₁₂	S ₁	R ₁ =OH, R ₂ =R ₃ =H	97
5	苯甲酰芍药苷 (benzoylpaeoniflorin)	C ₃₀ H ₃₂ O ₁₂	S ₁	R ₁ =R ₂ =H, R ₃ =benzoyl	98
6	芍药吉酮 (paeoniflorigenone)	C ₁₇ H ₁₈ O ₆	—	—	99
7	β-蒎-10-烯基-β-巢菜苷 (β-pinen-10-yl-β-vicianoside)	C ₂₁ H ₃₄ O ₁₀	—	—	100
8	芍药新苷 (lactiflorin)	C ₂₃ H ₂₆ O ₁₀	—	—	101
9	白芍苷 R ₁ (albiflorin R ₁)	C ₂₃ H ₂₈ O ₁₁	—	—	97
10	苯甲酰氧化芍药苷 (benzoyloxypaeoniflorin)	C ₃₀ H ₃₁ O ₁₃	S ₁	R ₁ =OH, R ₂ =H, R ₃ =benzoyl	97
11	氧化苯甲酰芍药苷 (牡丹皮苷 C, oxybenzoylpaeoniflorin)	C ₃₀ H ₃₂ O ₁₃	S ₁	R ₁ =R ₂ =H, R ₃ =4-hydroxybenzoyl	102
12	白芍内酯 A (paeonilactone A)	C ₁₀ H ₁₄ O ₄	S ₃	R=CH ₃	103
13	白芍内酯 B (paeonilactone B)	C ₁₀ H ₁₂ O ₄	S ₃	R=vinyl	103
14	白芍内酯 C (paeonilactone C)	C ₁₇ H ₁₈ O ₆	S ₃	R=methyl- <i>O</i> -benzoyl	103
15	没食子酰芍药苷 (galloylpaeoniflorin)	C ₃₀ H ₃₂ O ₁₅	S ₁	R ₁ =R ₂ =H, R ₃ =galloyl	104
16	芍药苷亚硫酸酯 (paeoniflorin sulfonate)	C ₂₃ H ₂₈ O ₁₃ S	S ₁	R ₁ =R ₃ =H, R ₂ =SO ₃ H	104
17	4- <i>O</i> -乙基芍药苷 (4- <i>O</i> -ethylpaeoniflorin)	C ₂₅ H ₃₂ O ₁₁	S ₁	R ₁ =R ₃ =H, R ₂ =CH ₂ CH ₃	104
18	去苯甲酰芍药苷 (desbenzoylpaeoniflorin)	C ₁₆ H ₂₄ O ₁₀	S ₁	R ₁ =R ₃ =H, R ₂ =OH	105
19	3- <i>O</i> -甲基芍药苷 (3- <i>O</i> -methylpaeoniflorin)	C ₂₄ H ₃₀ O ₁₁	S ₁	R ₁ =R ₃ =H, R ₂ =CH ₃	106
20	没食子酰芍药内酯苷 (galloylalbiflorin)	C ₃₀ H ₃₂ O ₁₅	S ₂	R=galloyl	107
21	牡丹苷 (paeoniphenoside)	C ₁₂ H ₁₆ O ₈	S ₄	R ₁ =H, R ₂ =M ₂	100
22	牡丹酚苷 (paeonoside)	C ₁₅ H ₂₀ O ₈	S ₄	R ₁ =H, R ₂ =M ₃	108
23	牡丹酚原苷 (paeonolide)	C ₂₀ H ₂₈ O ₁₂	S ₄	R ₁ =M ₄ , R ₂ =M ₃	108
24	牡丹酚新苷 (apiopaeonoside)	C ₂₀ H ₂₈ O ₁₂	S ₄	R ₁ =M ₅ , R ₂ =M ₃	108
25	钠苯甲酰芍药苷亚硫酸酯 (sodium benzoylpaeoniflorinsulfite)	C ₃₀ H ₃₂ O ₁₄ S	S ₅	R ₁ =R ₃ =benzoyl, R ₂ =SO ₃ H	109
26	牡丹皮苷 A (mudanpioside A)	C ₃₁ H ₃₄ O ₁₃	S ₁	R ₁ =R ₂ =H, R ₃ =4- <i>O</i> -methylbenzoyl	110
27	牡丹皮苷 B (mudanpioside B)	C ₃₁ H ₃₄ O ₁₄	S ₁	R ₁ =OH, R ₂ =H, R ₃ =4- <i>O</i> -methylbenzoyl	110
28	牡丹皮苷 D (mudanpioside D)	C ₂₄ H ₃₀ O ₁₂	S ₁	R ₁ =OCH ₃ , R ₂ =R ₃ =H	110
29	牡丹皮苷 E (mudanpioside E)	C ₂₄ H ₃₀ O ₁₃	S ₁	R ₁ =3- <i>O</i> -methyl-4-hydroxybenzoyl, R ₂ =OH, R ₃ =H	111
30	牡丹皮苷 F (mudanpioside F)	C ₁₆ H ₂₄ O ₈	S ₆	R ₁ =H, R ₂ =glucose	111
31	牡丹皮苷 G (mudanpioside G)	C ₁₆ H ₂₄ O ₈	S ₆	R ₁ =glucose, R ₂ =H	111
32	牡丹皮苷 H (mudanpioside H)	C ₃₀ H ₃₂ O ₁₄	S ₁	R ₁ =OH, R ₂ =H, R ₃ =4-hydroxybenzoyl	111
33	牡丹皮苷 I (mudanpioside I)	C ₂₃ H ₂₈ O ₁₁	S ₅	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =benzoyl	111
34	牡丹皮苷 J (mudanpioside J)	C ₃₁ H ₃₄ O ₁₄	S ₁	R ₁ =R ₂ =H, R ₃ =3- <i>O</i> -methyl-4-hydroxybenzoyl	111
35	苯甲酰芍药苷亚硫酸酯 (benzoylpaeoniflorin sulfonate)	C ₃₀ H ₃₂ O ₁₄ S	S ₅	R ₁ =R ₃ =benzoyl, R ₂ =SO ₃ H	112
36	西托糖苷 (sitoglucide)	C ₃₅ H ₆₀ O ₆	—	—	113
37	牡丹酮-1- <i>O</i> -β- <i>D</i> -葡萄糖苷 (peony ketone-1- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucoside)	C ₁₆ H ₂₄ O ₉	—	—	113
38	6- <i>O</i> -β- <i>D</i> -葡萄糖芍药内酯苷 (6- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranosylalbiflorin)	C ₂₉ H ₃₈ O ₁₆	S ₂	R=glucose	113
39	6- <i>O</i> -β- <i>D</i> -葡萄糖芍药苷 (6- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucosepaeoniflorin)	C ₂₉ H ₃₈ O ₁₆	S ₁	R ₁ =R ₂ =H, R ₃ =glucose	113
40	黄芪苷 (astragaloside)	C ₄₁ H ₆₈ O ₁₄	—	—	113
41	除虫菊素 I (pyrethrin I)	C ₂₁ H ₂₈ O ₃	S ₇	R=CH ₃	113
42	除虫菊素 II (pyrethrin II)	C ₂₂ H ₂₈ O ₃	S ₇	R=M ₁	113
43	苯甲酰芍药内酯苷 (benzoylalbiflorin)	C ₃₀ H ₃₂ O ₁₂	S ₂	R=benzoyl	114
44	没食子酰氧化芍药苷 (galloyloxypaeoniflorin)	C ₃₀ H ₃₂ O ₁₆	S ₁	R ₁ =OH, R ₂ =H, R ₃ =galloyl	115
45	异芍药内酯苷 R ₁ (<i>D</i> -albiflorin R ₁)	C ₂₃ H ₂₈ O ₁₁	—	—	113
46	异麦芽糖基芍药苷 (isomaltosepaeoniflorin)	C ₂₉ H ₃₈ O ₁₆	—	—	113

续表 3

序号	化合物	分子式	母核	取代基	参考文献
47	没食子酰芍药苷亚硫酸酯 (galloylpaeoniflorin sulfonate)	C ₃₀ H ₃₂ O ₁₈ S	S ₁	R ₁ =H, R ₂ =SO ₃ H, R ₃ =galloyl	113
48	4-甲基芍药苷 (4-methylpaeoniflorin)	C ₂₄ H ₃₀ O ₁₁	S ₁	R ₁ =H, R ₂ =CH ₃ , R ₃ =H	115
49	4-甲基苯甲酰芍药苷 (4-methylbenzoylpaeoniflorin)	C ₃₁ H ₃₄ O ₁₂	S ₁	R ₁ =H, R ₂ =CH ₃ , R ₃ =benzoyl	115
50	6-O-β-D-glucopyranosyllactinolide	C ₁₆ H ₂₆ O ₉	S ₈	R=glucose	106
51	lactinolide	C ₁₀ H ₁₆ O ₄	S ₈	R=H	102
52	paeonilactinone	C ₁₀ H ₁₆ O ₂	—	—	102
53	1-O-β-D-glucopyranosyl-paeonisuffrone	C ₁₆ H ₂₄ O ₉	—	—	102
54	palbinone	C ₂₂ H ₃₀ O ₄	—	—	116

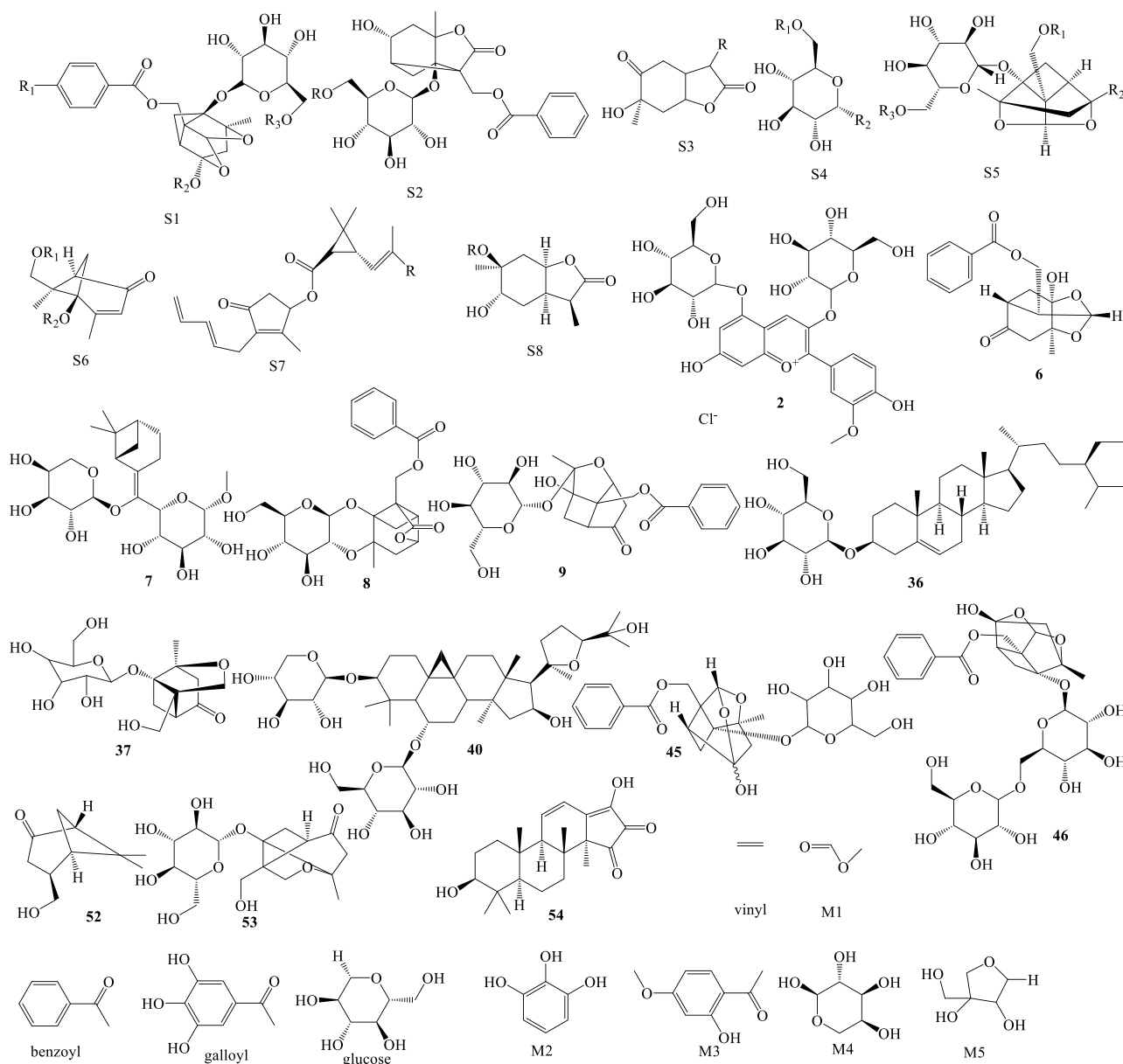


图 1 白芍中的单萜及其苷类化合物结构

Fig. 1 Structures of monoterpenes and their glycosides in PRA

表 4 白芍中的三萜类化合物

Table 4 Triterpenoids in PRA

序号	化合物	分子式	母核	取代基	参考文献
55	11 α ,12 α -环氧-3 β ,23-二羟基齐墩果-28,13 β -交酯 (11 α ,12 α -epoxy-3 β ,23-di-hydroxyolean-28,13 β -olide)	C ₂₉ H ₄₂ O ₅	S ₉	R ₁ =OH, R ₂ =CH ₃ , R ₃ =H, R ₄ =CH ₂ OH	97
56	3 β -羟基-11 α ,12 α -环氧-齐墩果-28,13 β -交酯 (3 β -hydroxy-11 α ,12 α -epoxy-olean-28,13 β -olide)	C ₂₉ H ₄₂ O ₄	S ₉	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =R ₄ =CH ₃	97
57	3 β -羟基-11-氧代-齐墩果-12-烯-28-酸 (3 β -hydroxy-11-oxo-olean-12-en-28-oic acid)	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	S ₁₀	R ₁ =E, R ₂ =OH, R ₃ =CH ₃	97
58	齐墩果酸 (oleanolic acid)	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	S ₁₀	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =CH ₃	104
59	常春藤皂苷元 (hederagenin)	C ₃₀ H ₄₈ O ₄	S ₁₀	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =CH ₂ OH	104
60	白桦酯酸 (betulinic acid)	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	S ₁₁	R ₁ =CH ₃	104
61	23-羟基白桦酯酸 (23-hydroxybetulinic acid)	C ₃₀ H ₄₈ O ₄	S ₁₁	R ₁ =CH ₂ OH	113
62	30-去甲常春藤皂苷元 (30-norhederagenin)	C ₂₉ H ₄₄ O ₄	—	—	97
63	3 β -羟基齐墩果-12-烯-28-酸 (3 β -hydroxyolean-12-en-28-al)	C ₃₀ H ₄₈ O ₂	S ₁₀	R ₁ =R ₂ =H, R ₃ =CH ₃	97
64	11 α ,12 α -环氧-3 β ,23-二羟基-30-去甲齐墩果-20-烯-28,13 β -交酯 (11,12-epoxy-3,23-dihydroxyl-30-noroleane-20-ene-28,13-lactide)	C ₂₉ H ₄₂ O ₅	S ₉	R ₁ =H, R ₂ =OH, R ₃ =CH ₃ , R ₄ =CH ₂ OH	97

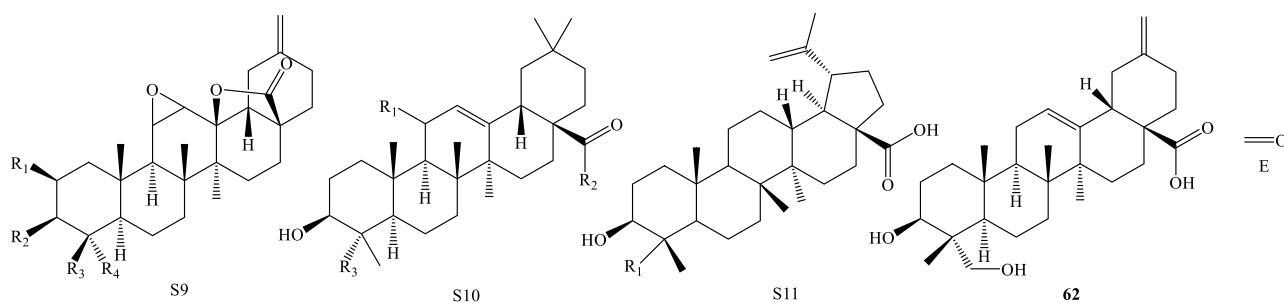


图 2 白芍中的三萜类化合物结构

Fig. 2 Structures of triterpenoids in PRA

葡萄糖苷等,其具体信息见表 5,结构见图 3。

3.1.4 鞣质类化合物 白芍鞣质类成分主要为没食子酰鞣质类,如 1,3,6-三-*O*-没食子酰- β -*D*-葡萄糖、

1,2,3-三-*O*-没食子酰- β -*D*-葡萄糖等,除此之外,其还有儿茶素、花梗鞣素、木麻黄鞣质等,其具体信息见表 6,结构见图 4。

表 5 白芍中的黄酮类化合物

Table 5 Flavonoids in PRA

序号	化合物	分子式	母核	取代基	参考文献
65	山柰酚 (kaempferol)	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	S ₁₂	R ₁ =R ₂ =R ₃ =H	104
66	山柰酚-3- <i>O</i> - β - <i>D</i> -葡萄糖苷 (kaempferol-3- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucoside)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	S ₁₂	R ₁ =glucoside, R ₂ =R ₃ =H	104
67	山柰酚-3,7-二- <i>O</i> - β - <i>D</i> -葡萄糖苷 (kaempferol-3,7-di- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucoside)	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	S ₁₂	R ₁ =R ₂ =glucoside, R ₃ =H	104
68	山柰酚-3- <i>O</i> - β - <i>D</i> -葡萄糖酸苷 (kaempferol-3- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucuronide)	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₂	S ₁₂	R ₁ =glucuronide, R ₂ =R ₃ =H	113
69	山柰酚-3- <i>O</i> - α - <i>L</i> -鼠李糖苷 (kaempferol-3- <i>O</i> - α - <i>L</i> -rhamnoside)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	S ₁₂	R ₁ =rhamnoside, R ₂ =R ₃ =H	113
70	4',5-二羟基黄酮-7- <i>O</i> - β - <i>D</i> -葡萄糖苷 (4',5-dihydroxyflavanone-7- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucoside)	C ₂₁ H ₂₂ O ₁₀	S ₁₃	R ₁ =glucoside, R ₂ =H	113
71	5,7-二羟基黄酮-4'- <i>O</i> - β - <i>D</i> -葡萄糖苷 (5,7-dihydroxyflavanone-4'- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucoside)	C ₂₁ H ₂₂ O ₁₀	S ₁₃	R ₁ =H, R ₂ =glucoside	113

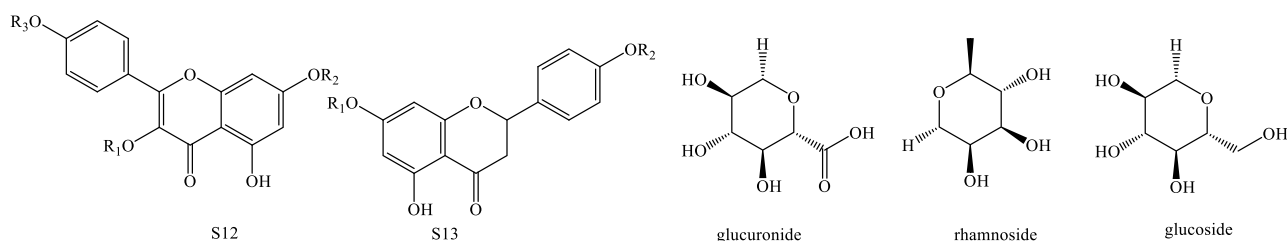


图 3 白芍中的黄酮类化合物结构

Fig. 3 Structures of flavonoids in PRA

表 6 白芍中鞣质类化合物

Table 6 Tannins in PRA

序号	化合物	分子式	母核	取代基	参考文献
72	1,2,3,4,6-五-O-没食子酰-β-D-葡萄糖 (1,2,3,4,6-penta-O-galloyl-β-D-glucose)	C ₄₁ H ₃₂ O ₂₆	S ₁₄	R ₁ =R ₂ =R ₃ =R ₄ =R ₅ =galloyl	97
73	1,2,3,6-四-O-没食子酰-β-D-葡萄糖 (1,2,3,6-tetra-O-galloyl-β-D-glucose)	C ₃₄ H ₂₈ O ₂₂	S ₁₄	R ₁ =R ₂ =R ₃ =R ₅ =galloyl, R ₄ =H	97
74	1,3,6-三-O-没食子酰-β-D-葡萄糖 (1,3,6-tri-O-galloyl-β-D-glucose)	C ₂₇ H ₂₄ O ₁₈	S ₁₄	R ₁ =R ₃ =R ₅ =galloyl, R ₂ =R ₄ =H	97
75	1,2,3-三-O-没食子酰-β-D-葡萄糖 (1,2,3-tri-O-galloyl-β-D-glucose)	C ₂₇ H ₂₄ O ₁₈	S ₁₄	R ₁ =R ₂ =R ₃ =galloyl, R ₄ =R ₅ =H	97
76	1,2,6-三-O-没食子酰-β-D-葡萄糖 (1,2,6-tri-O-galloyl-β-D-glucose)	C ₂₇ H ₂₄ O ₁₈	S ₁₄	R ₁ =R ₂ =R ₅ =galloyl, R ₃ =R ₄ =H	97
77	特里马素 I (tellimagrandin I)	C ₃₄ H ₂₆ O ₂₂	—	—	113
78	普洱消脂素 (strictinin)	C ₂₇ H ₂₂ O ₁₈	—	—	113
79	花梗鞣素 (pedunculagin)	C ₃₄ H ₂₄ O ₂₂	—	—	113
80	3-没食子酰基奎宁酸 (3-O-galloylquinic acid)	C ₁₄ H ₁₆ O ₁₀	S ₁₅	R ₁ =galloylquinic acid, R ₂ =H	113
81	4-没食子酰基奎宁酸 (4-O-galloylquinic acid)	C ₁₄ H ₁₆ O ₁₀	S ₁₅	R ₁ =H, R ₂ =galloylquinic acid	113
82	5-去没食子酰旌节花素 (5-desgalloylstachyurin)	C ₃₄ H ₂₄ O ₂₂	—	—	113
83	木麻黄鞣宁 (casuarietin)	C ₄₁ H ₂₈ O ₂₆	—	—	113
84	木麻黄鞣质 (casuariin)	C ₃₄ H ₂₄ O ₂₂	—	—	113
85	儿茶素 (catechin)	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	—	—	113

3.1.5 多糖类化合物 Tomoda 等^[117]首次在白芍中发现中性多糖 (SA) 和酸性多糖 (SB)。秦亚东等^[118]建立 PMP 柱前衍生化 HPLC 法, 测定出不同生长年限白芍多糖的单糖组成为甘露糖、鼠李糖、葡萄糖、阿拉伯糖、半乳糖、木糖, 摩尔比为 156.26 : 0.73 : 0.85 : 1.03 : 1.17 : 0.79。

3.1.6 其他 白芍含有 55 种挥发油成分, 如冬青油、伞花烃、亚油酸、棕榈酸等, 含量最高的是棕榈酸, 占挥发油成分的 54.48%^[119]。同时含有大量矿物质元素, 如 Al、Mn、Zn、Cu、Sr、Fe 等, Al 质量分数在 200~800 μg/g, Fe 质量分数≥200 μg/g, Zn 质量分数≥30 μg/g, Sr 质量分数≥70 μg/g, Mn 质量分数约为 20 μg/g^[120]。白芍中含有的苯甲酸、没食子酸、邻苯三酚等也有报道^[121-122]。

3.2 不同炮制方法对白芍化学成分的影响

3.2.1 对苷类的影响 黄斐然等^[123]发现硫磺熏制对芍药苷含量影响很大, 不同炮制方法对白芍制品芍药苷含量影响大小为生品>酒制>清炒>土

炒>醋制>硫磺熏。硫磺熏会使芍药苷转化成芍药苷亚硫酸酯, 且芍药苷亚硫酸酯含量随硫磺熏时间延长而升高^[124]。马玉等^[125]比较了白芍不同炮制品 (原药材/饮片/麸炒/酒/发酵) 芍药苷含量, 发现酒白芍和发酵白芍中芍药苷含量明显增加, 且发酵白芍中芍药苷含量最高。王慧超等^[126]比较了白芍不同炮制品 (清炒、醋炒、酒炒、麸制品) 以及生白芍的芍药苷含量, 结果发现, 生白芍中芍药苷含量最高, 而炒白芍中含量最低。刘素香等^[127]比较了白芍各种炮制品 (生品/酒/醋/麸炒/清炒/土炒/酒麸) 中芍药苷和芍药内酯苷的含量, 结果发现白芍经炮制后两者含量变化不同, 即前者下降, 后者升高。吴国学^[128]比较了 3 种炮制方法对白芍中芍药苷、苯甲酰芍药苷、苯甲酸含量的影响, 按含量从高到低为切制>土炒>酒炙, 差异显著 ($P<0.05$)。王巧等^[129]比较了去皮、水煮、硫磺不同加工阶段对白芍化学成分的影响, 结果表明, 经水煮和去皮, 除没食子酸和五没食子酰基葡萄糖外, 苯甲酸、儿茶素、芍

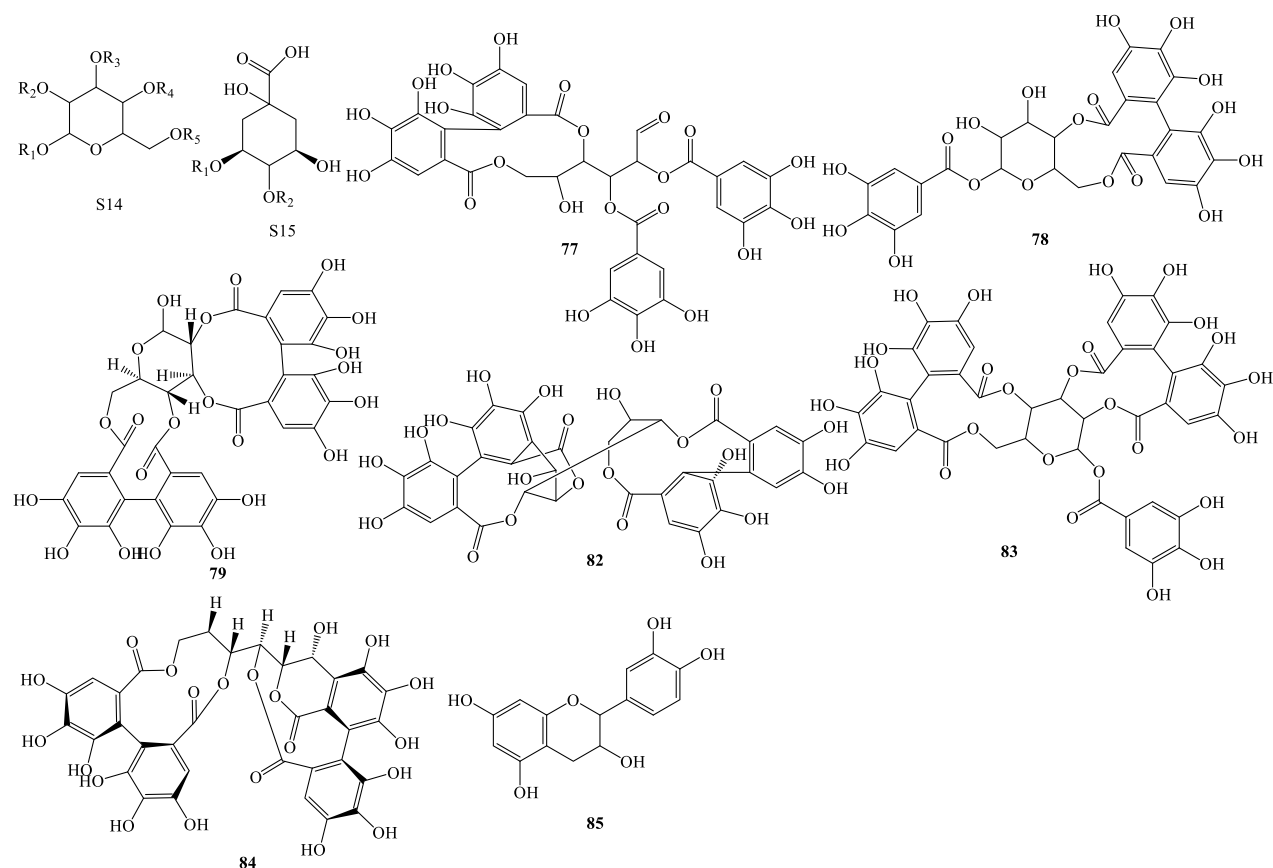


图 4 白芍中的鞣质类化合物结构

Fig. 4 Structures of tannins in PRA

药内酯苷、苯甲酰芍药苷及芍药苷含量均降低，硫熏可产生新的成分芍药苷亚硫酸酯。芍药苷对炮制温度敏感，温度升高含量降低，芍药苷含量随饮片颜色变深而显著降低，甚至可流失 45% 以上^[130]，提示炮制程度对白芍制品的质量尤为重要。

3.2.2 对鞣质类的影响 采用 HPLC 法对白芍及其炮制品化学成分进行比较，结果发现，没食子酸和五没食子酰基葡萄糖的含量在经过去皮和水煮的炮制处理后有所增加，儿茶素有所下降^[131]。

3.2.3 对多糖及总糖含量的影响 秦亚东等^[132]通过紫外分光光度法检测不同炮制方法对白芍糖类成分含量的影响，结果显示酒白芍多糖含量最高，生白芍次之，炒白芍最少；而总糖含量酒白芍最高，炒白芍次之，生白芍最少。

3.2.4 对矿物质元素的影响 熊贤兵等^[120]通过电感耦合等离子体发射光谱仪 (ICP-OES) 研究了白芍不同炮制方法 (白芍饮片/樟帮薄片、酒炒、煨制/药典清炒和酒炒) 对矿质元素含量的影响，发现《中国药典》2010 年版中的清炒法综合得分最高，而樟帮薄片得分最低，各炮制品中 Al、V、Zn、Fe 含量差异最

大。曹帅等^[133]比较了不同炮制方法对亳白芍重金属含量的影响，结果发现，水煮后的白芍其 Pb、Cd、Cu 含量降低，而 As 的含量并无明显变化，说明水煮可降低 Pb、Cd、Cu 的含量，对 As 几乎无影响。

3.2.5 对亲脂性成分的影响 马玉等^[134]采用 GC-MS 法测定了白芍不同炮制方法 (饮片/酒/麸炒/发酵白芍) 对亲脂性成分含量的影响，结果鉴定出白芍及其炮制品成分 23 个，其中 9 个为共有成分。发酵能够产生 5 种新成分，分别为 *N*-甲基苯胺、反式角鲨烯、维他命 E、十七烷和 4-硝基-(1-[2-(乙酰氨基)乙基]-2-羟丙基)-苯甲酸酯。

4 性能功用历史沿革

白芍历经秦汉-魏晋南北朝-唐宋-金元-明清及现代的继承和发展，其性味由《神农本草经》记载的“平，苦”，经魏晋南北朝、唐宋等逐渐发展为“平、微寒，苦、酸”，《中国药典》2015 年版对白芍性味的描述为“微寒，苦、酸”。其归经也由“肺、脾、肝经”发展为现代的“肝、脾经”，在腹痛、骨伤、妇女病等方面得到广泛的应用。白芍性能功用的历史沿革见表 7。

表 7 白芍性能功用的历史沿革

Table 7 Property and function of PRA in historical evolution

朝代	性味归经	功能主治	出处
秦汉	味苦, 性平	主邪气腹痛, 除血痹, 破坚积寒热疝瘕, 止痛, 利小便, 益气	《神农本草经》 ^[135]
魏晋	味苦、甘、酸、咸, 性小寒	—	《吴普本草》 ^[136]
南北朝	味苦、酸, 性平、微寒	主治邪气腹痛, 除血痹, 破坚积寒热疝瘕, 止痛, 利小便, 益气	《本草经集注》 ^[137]
唐代	味苦、酸, 性平、微寒	主邪气腹痛, 除血痹, 破坚积寒热疝瘕, 止痛, 利小便, 益气, 通顺血脉, 缓中, 散恶血, 逐贼血, 去水气, 利膀胱大小肠, 消痈肿, 时行寒热, 中恶, 腹痛, 腰痛	《新修本草》 ^[138]
宋代	—	治妇女赤白下、年月深久不瘥者, 金创血不止而痛者	《本草图经》 ^[139]
	味苦、酸, 性平、微寒	主邪气腹痛, 除血痹, 破坚积, 寒热疝瘕, 止痛, 利小便, 益气, 通顺血脉, 缓中, 散恶血, 逐贼血, 去水气, 利膀胱大小肠, 消痈肿, 时行寒热, 中恶, 腹痛、腰痛	《证类本草》 ^[9]
元代	味酸, 性平、寒	—	《珍珠囊补遗药性赋》 ^[140]
	味酸、苦, 性微寒, 入手、足太阴经	—	《汤液本草》 ^[21]
明代	味酸、苦, 性微寒, 入肝经	治因怒伤肝、胸腹中积聚、腰脐间瘀血、腹痛下痢、目疾崩漏, 调经安胎	《雷公炮制药性解》 ^[141]
	味苦, 性平	主邪气腹痛, 除血痹, 破坚积寒热疝瘕, 止痛, 利小便, 益气	《本草乘雅半偈》 ^[24]
	味苦, 性平	腹中虚痛、骨痛、脚气肿痛、消渴、赤白带长期不愈、鼻血不止、鼻血、咯血、崩中下血、月经不停、刀伤、木舌肿满、鱼骨鲠喉	《本草纲目》 ^[33]
	味酸、微甘, 性微寒	主泻脾热, 止腹痛, 止水泄, 收肝气逆痛, 调养心肝脾经血, 舒肝降气, 止肝气痛	《滇南本草》 ^[142]
	味酸、苦, 性微寒, 入手足太阴二经	—	《药鉴》 ^[37]
	味苦、酸, 性微寒, 入手足太阴经及足厥阴经	治血虚腹痛, 治脾虚下痢之效, 抑肝邪而缓中	《本草约言》 ^[143]
	味酸, 性寒, 入手足太阴、厥阴经、肝脾经	止崩漏, 和营卫, 敛虚汗, 发痘疹, 解毒痢, 治胎产, 止腹痛	《本草汇言》 ^[144]
	味苦、酸, 性平、微寒, 入手太阴肺经及足太阴脾脏	和血脉缓中, 固腠理止泻痢	《本草蒙筌》 ^[25]
	味酸, 性微寒, 入肝、脾、肺经	泻肝安神, 收胃止泻, 实腠理, 和血脉, 痢疾腹痛, 脾虚中满, 胎产诸疾, 退热除烦, 明目, 敛疮口	《本草通玄》 ^[38]
清代	味苦、酸, 性微寒, 入手、足太阴(肺脾)行经	补血, 泻肝, 涩, 敛阴; 白益脾, 泻肝火	《本草备要》 ^[49]
	味苦、甘、酸, 性微寒, 入脾、肝、肺 3 经	泻肝火、安脾肺, 固腠理, 止虚汗, 治热泻、痢肿目疼、胁痛鼻衄, 除烦安胎、血虚发热, 除痢疾后重, 止血虚腹痛, 凡一切肝血不足之证	《罗氏会约医镜》 ^[56]

续表 7

朝代	性味归经	功能主治	出处
清代	味酸、苦、甘，性寒	平肝敛营，气逆汗多均可治；安脾御木，疝疼痛	《本草便读》 ^[145]
	味苦，性平	痛总堪投，退营热以除烦 主治邪气腹痛，除血痹，破坚积寒热疝瘕，止痛，	《本草崇原》 ^[43]
	味苦、微酸	利小便，益气 腹痛胀满、心胃刺痛、胸胁胀满者；益阴养血，	《本草正义》 ^[146]
	味苦、酸，性微寒，入肝、脾经	滋润肝脾 补血、泻肝、敛阴、治腹痛、止血虚腹痛、泻肝	《本草从新》 ^[62]
	味酸，入手足太阴经	火发脾肺、固腠理、和血脉、退热安胎、肝血	
	味酸、苦，性平、微寒，入肺、脾经	不足、小儿痘疮 功专制肝补脾	《本草撮要》 ^[63]
	味苦酸，性微寒，入肝、脾、肺经	主脾虚中满，心下痞，胁下痛，善噫，肺急胀逆，	《本草详节》 ^[55]
	味苦酸，性微寒	喘咳，血虚腹痛，水泻，下痢腹痛后重，时行	
	味苦，气平	寒热，太阳衄衄，目涩，肝血不足，一切胎前	
	味酸，性微寒，功专入肝经	诸疾 泻肝火和血脉，收阴气敛逆气，缓中退热，治一	《本草分经》 ^[147]
	味苦酸，性微寒	切血病脾热易饥	
	味苦，气平	及一切血病	《本草害利》 ^[44]
	味酸，性微寒，功专入肝经	主邪气腹痛，除血痹，破坚积，寒热疝瘕，止痛，	《本草经解》 ^[50]
	味苦，性平	利小便，益气	
	味酸，性微寒，功专入肝经	益气除烦、敛汗安胎、补痼退热，及治泻痢后重，	《本草求真》 ^[51]
	味苦、酸，性微寒、平	痞胀胁痛，肺胀噎逆，痈肿疝瘕，鼻衄目涩，	
	味苦、酸，性平、微寒，入手足太阴，	溺闭	
	又入厥阴、少阳之经	腹痛专药	《本草思辨录》 ^[148]
	味酸、苦，性敛涩、寒、平，入肝、	平肝解郁、利大小便、消痈肿、化坚积、去泻痢	《本草新编》 ^[149]
	胆、肺、脾诸经	白、除痢痛	
	味苦，性平，入手足太阴行经	补血泻肝，安脾宁肺，散瘀利水，除烦退热；心	《本草易读》 ^[150]
	味酸、苦，性平、微寒	痞胁痛之疾，鼻衄目涩之，痈肿疝瘕之凝，痔	
	味酸、苦、微甘，性微寒，入手足太阴、	漏疮疥之科。平肺胀之喘逆，伸足挛之拘急	
	足厥阴经	安脾经，治腹痛，固胃气，止泻痢，和血脉	《本草择要纲目》 ^[151]
	味苦，性平	止血、治疗血虚、水肿、腹胀	《本草逢原》 ^[152]
	味酸、苦、微甘，性微寒，入手足太阴、	退虚热，缓中止痛，除烦止渴，治脾热易饥，泻	《得配本草》 ^[57]
	足厥阴经	痢后重，血虚腹痛，胎热不安	
	味苦，性平	主邪气腹痛，除血痹，破坚积，寒热疝瘕，止痛，	《神农本草经读》 ^[153]
	味酸苦，性微寒、平，入手足太阴经	利小便，益气 酸寒收阴、安脾肺，收胃气、理中气，敛逆气，	《本草述钩元》 ^[47]
		和血脉，固腠理，治脾虚中满，心下痞，胁下	
		痛，善噫，肺急胀逆喘咳，治风退热除烦，止	
		下痢腹痛后重	
现代	味苦、酸，性微寒，归肝、脾经	主养血调经、柔肝止痛、平抑肝阳、敛阴止汗	《中国药典》 ^[154]

5 药理作用

5.1 对心血管疾病的作用

白芍总苷对心肌缺血、高血压、血栓等均有确切的疗效。最近研究发现,白芍总苷通过对再灌注相关标志物、心肌缺血等进行调节,使大鼠内质网应激因子的表达显著降低,心肌梗死面积率和细胞凋亡率也显著降低。在斑马鱼血栓模型中,芍药苷代谢素-I 对血栓的形成具有明显的抑制作用,具有加速血液流动的活性,且优于白芍提取物及芍药苷^[155]。相关报道表明,白芍可使环磷酸胺所致的小鼠血虚症状得到缓解,白细胞介素-3 (IL-3) 和肿瘤坏死因子- α (TNF- α) 可能是关键因素,通过调节机体的免疫功能,促进早期造血干细胞的增殖和发育来缓解血虚状态。芍药内酯苷可能为白芍治疗贫血的物质基础之一,在环磷酸胺诱导的小鼠骨髓抑制模型中,芍药苷和芍药内酯苷不仅升高了脾脏中粒细胞-巨噬细胞集落刺激因子 (GM-CSF) 和粒细胞集落刺激因子 (G-CSF) mRNA 水平,而且升高了骨髓中 G-CSF 和 GM-CSF 蛋白质水平,这表明芍药苷和芍药内酯苷可促进骨髓造血功能的恢复^[156]。

5.2 抗抑郁作用

在芍药的次生代谢物中,丹皮酚在小鼠尾部悬挂实验和强迫游泳实验中都有减轻抑郁症的疗效,后期实验证明,该化合物能够对皮质酮引起的 PC12 细胞损伤有明显的保护作用,这种细胞保护特性可能解释了体内实验中小鼠抑郁症状减少的原因,表明了其作为抗抑郁药物的潜力^[157]。芍药苷和芍药内酯苷是发挥抗抑郁作用的物质基础,能够逆转下丘脑和海马区去甲肾上腺素 (NE) 和 5-羟色胺 (5-HT) 的减少,也能降低 5-羟色胺吲哚乙酸 (5-HIAA) 的水平,对小鼠抑郁状态起到很好的治疗效果^[158]。

5.3 保肝作用

白芍对肝脏具有一定的保护作用,近年来的研究表明,白芍总苷具有抗急性肝损伤、胆汁淤积性肝纤维化、放射等致肝纤维化、非酒精性脂肪肝等多种保肝作用^[159]。临床实践表明,白芍总苷具有明确的保肝作用,但也存在起效缓慢的问题,这说明药物吸收与药效发挥并不同步,药效发挥存在明显的滞后性。芍药苷已被证明能减少转氨酶和其他与肝硬化及肝衰竭进展相关的胆汁淤积型肝纤维化,在肝毒素 α -萘异甲状腺酸建立的胆汁淤积证大鼠模型中,芍药苷可降低大鼠血清中丙氨酸转氨酶、

总胆红素、总胆汁酸等水平^[160]。

肝脏疾病与 IL-8 的升高密切相关,抑制 IL-8 的产生能够增强对肝脏疾病的治疗效果。芍药苷可阻断刀豆蛋白 A (ConA) 诱导的 IL-8 mRNA 表达和 IL-8 分泌,降低细胞外信号调节激酶 1/2 (ERK1/2) 和蛋白激酶 B (Akt) 磷酸化水平,对人肝窦内皮细胞 (HHSECs) 产生抗炎作用,从而促进肝脏疾病的恢复^[161-162]。

5.4 镇痛、抗炎作用

研究表明,白芍不同炮制品有镇痛、抗炎的作用。白芍提取物能够减轻过敏性皮炎症状,促进 IL-4、IL-10 的合成与释放,抑制 IL-1 β 、TNF- α 、高迁移率族蛋白 B1 (HMGB1) 的表达,从而发挥抗炎、镇痛效果^[163]。

5.5 对肠胃道的作用

白芍对肠胃道疾病也有一定的治疗作用,如白芍总苷可使溃疡性结肠炎大鼠血清中 IL-10 水平显著升高, TNF- α 、IL-6、IL-8 水平降低,也能抑制细胞因子 IL-17、IL-22 分泌,促进 IL-10 的分泌,通过抑制信号转导及转录活化因子 3 (STAT3) 的表达,从而使三硝基苯磺酸 (TNBS) 诱导的大鼠实验性结肠炎的症状及炎性损伤得到缓解^[164]。白芍对慢传输型便秘 (STC) 小鼠具有很好的通便作用,降低结肠血管活性肠肽 (VIP) 和水通道蛋白 4 (AQP4) 表达,升高肠道内水分且使肠道平滑肌张力降低可能是其治疗慢传输型便秘 (STC) 的机制^[165]。

5.6 抗肿瘤作用

白芍也有一定的抗肿瘤作用,在大肠癌 HT29 细胞体外实验中,芍药苷 (PF) 可剂量依赖性地抑制肿瘤细胞生长,在对荷瘤小鼠的治疗过程中,PF 的效果优于多西紫杉醇,且 PF 可通过激活凋亡因子 Caspase-3/9 进一步促进 HT29 细胞凋亡^[166]。此外,PF 能使 S 期鼠嗜铬细胞瘤 (pc 12) 细胞数量减少,高浓度的 PF 可使细胞阻滞于 G₁ 期,PF 可能激活了促凋亡基因 p53 的表达,并对蛋白质产生下游作用,导致 G₁ 期细胞周期阻滞,从而起到抗肿瘤的作用^[167]。

5.7 抗氧化作用

长期暴露在紫外线下会产生大量的活性氧 (ROS),并导致皮肤老化和皮肤癌的发生。芍药苷能通过 ROS-p38-p53 通路减轻紫外线诱导的角质化细胞损伤。白芍所含的多糖能够增强机体免疫力和抗氧化

性, 具有制备功能食品和营养食品的潜力^[168]。

6 结语

在历代医籍及本草著作中,《神农本草经》首次对白芍的性味及功效做了描述,此时白芍及赤芍统称为芍药,且并未对二者做区分,直至南北朝的《本草经集注》中描述的“白而长大…赤者小利”才将芍药作白芍、赤芍之分,隋唐时期《外台秘要》及《备急千金方》等在药效上对赤、白芍做了区分,如“白补、赤泻”,宋金元时期在根及花叶的区别上对赤、白芍之分做了补充,如《汤液本草》记载:“花赤者为赤芍药…花白者为白芍”,《本草图经》记载:“根亦有赤、白二色”,近现代则以毛茛科植物栽培品根茎去栓皮水煮,而后入药,称之为白芍,家种或野生不水煮、不去皮则称之为赤芍。白芍的别名有芍药、余容、犁食、解仓、甘积、诞、白术等,其性味、归经、功效主治的变更历程可概括为:《神农本草经》最初记载白芍“性平”,随后其他著作记载有“平、微寒、小寒、颇寒”;《神农本草经》对白芍“味”的最初记载为“苦”,之后相关著作将其描述为“苦、酸、甘、咸”;元代的《汤液本草》首次提出白芍“入手、足太阴经”,明代的《本草通玄》记述为“入肝、脾、肺经”,清代的《本草易读》则描述为“入肝、脾、肺、胆诸经”;《中国药典》2015 年版对白芍的性味减去了“平、甘、咸”,记述为“酸苦、微寒”,归经除去了“肺、胆经”,记述为“入肝、脾经”。历代对白芍功效概括为“主邪气腹痛”“及一切血病”,在骨伤、腹痛腰痛、妇科疾病方面应用广泛,而《中国药典》2015 年版对白芍功效主治沿用了古代书籍的载述,并总结为“养血调经、柔肝止痛、平抑肝阳、敛阴止汗”,去除了“破坚积、利小便”,可能是因为该描述指的是赤芍。临床用于月经不调、胁痛、腹痛、头晕目眩等症。

“屑匀芍”是先秦时期对白芍切制方法最早的描述,刘宋时代的《雷公炮炙论》首次对白芍辅料、炮制工艺及程度进行了描述:“刮上粗皮、剉之、蜜水拌蒸、晒干用”;唐代首创了“熬令黄”,且有“炙”“炙令黄”及“炒黄”之说;宋代除了沿用去皮、炒制、熬制等法之外,还新增了“锉碎焙干”“刮去皮、煮百沸、捣末”“洗焙”等 10 种炮制方法;元明时期则新创了“酒浸”“醋炒”“米泔炒”和“盐酒炒”等;清代在辅料方面有较多的创新,且以酒为辅料居多,如“酒润”“酒洗”“酒焙”“酒炒焦”等,另

外还有“蜜炒制”和“土炒制”;现代则主要以生用、酒炒、清炒为主。综上所述,白芍的炮制方法有净制、切制、炮炙等法。白芍净制的方法有去芦、洗净、去粗皮,现今多去皮后使用;切制方法有研末、锉碎、锉细、切片,现多为切片使用;加热制可分为单纯加热和加辅料制,单纯制法有煨制、熬制、焙制、炒制等,现多以炒制代替,加辅料制有醋制、酒制、乳汁制、姜制、土炒、麸炒、蜜糠炒等,现多以酒制为主。《中国药典》1963 年版记载了 5 种白芍饮片,即生白芍、酒白芍、炒白芍、焦白芍、土白芍,自《中国药典》1977 年版开始仅记载了生白芍、酒白芍、炒白芍 3 种。酒炒及清炒可减其寒性,提高临床效用,土炒白芍可增强其健脾止泻的功能,焦白芍也可缓其酸寒之性,至于药典去除土炒白芍和焦白芍的原因,并未见相关研究进行说明。

笔者认为,历代白芍炮制的方法主要以经验为主,如炒黄、炒令赤色及炒焦等,且在加辅料制方面少有用量说明,这在一定程度上使白芍在规范化生产和推广方面难以实现,饮片的质量也就难以保证。《中国药典》2015 年版对白芍的质量指标以芍药苷质量分数大于 1.6%为准,就饮片的色泽与其成分间的相关研究表明,颜色越深,芍药苷含量下降,且存在着相关性,这提示饮片色泽有可能成为白芍的质量指标之一。白芍的化学成分为单萜及其苷类、鞣质类、黄酮类等。不同的炮制方法对其成分会产生影响,酒炒可使芍药苷、苯甲酸含量降低,苯甲酰芍药苷含量升高;醋制可使芍药苷含量降低,芍药内酯苷含量升高;水煮使苯甲酸、芍药内酯苷、儿茶素、苯甲酰芍药苷及芍药苷含量降低,而没食子酸含量升高。芍药苷与芍药内酯苷为治疗贫血的物质基础,儿茶素在预防心血管疾病方面有很好的疗效,同时也具有较强的抗氧化活性;没食子酸在抗衰老、抗癌及抗炎等方面发挥疗效^[113];伞花烃有平喘、镇咳的作用,冬清油还具有祛痰作用;亚油酸具有抗氧化作用^[119]。上述表明,现今炮制工艺优选多以一种或多种成分为指标进行加权优选,这些成分并不能代替药物的整体质量,且这些工艺优选的结果在药效关联方面却少有研究。这提示炮制机制的研究应将成分与药效关联,建立药物质量标志物-药效系统,为炮制机制及质量标志物研究提供依据。

研究炮制成分的变化及炮制对药效的影响是

目前研究中药炮制机制的主要手段,但白芍在这2方面的有机关联研究并不够深入。笔者认为,白芍炮制能“减副增效”,说明其药物在成分上有了量与质的变化,从而影响质量标志物在体内吸收与转化,关键靶蛋白及基因表达发生了变化,进而达到炮制目的。近年来,网络药理学在中医药研究中得到了广泛的应用,其可以系统地分子、细胞、组织和生物学水平上确定药物用于治疗复杂疾病的效果和机制^[169]。文献研究提示,后期应在白芍炮制前后差异性成分的基础上,通过网络药理学研究白芍治疗疾病的机制,进而通过药效研究对其结果进行验证,将成分-药效关联,阐明炮制机制。

参考文献

- [1] 李雪莲,来平凡.白芍炮制本草学研究及现代研究进展[J].亚太传统医药,2008(6):42-44.
- [2] 南北朝·雷 敫.雷公炮炙论[M].上海:上海中医学院出版社,1986.
- [3] 汉·张仲景.金匱玉函经[M].北京:人民卫生出版社,1955.
- [4] 汉·张仲景.成无忌注.注解伤寒论[M].北京:人民卫生出版社,1956.
- [5] 唐·王 寿.外台秘要[M].北京:人民卫生出版社,1982.
- [6] 唐·蔺道人.仙授理伤续断秘方[M].北京:人民卫生出版社,1957.
- [7] 唐·孙思邈.千金要方[M].北京:人民卫生出版社,1982.
- [8] 唐·昝 殷.经效产宝[M].北京:人民卫生出版社,1955.
- [9] 宋·唐慎微.重修政和经史证类备用本草[M].北京:人民卫生出版社,1957.
- [10] 宋·陈自明.妇人大全良方[M].北京:人民卫生出版社,2006.
- [11] 宋·朱 肱.刘从明,魏 民,于 峥校注.校注伤寒类证活人书[M].北京:中医古籍出版社,2012.
- [12] 宋·窦 材.李晓露,于振宜点校.扁鹊心书[M].北京:中医古籍出版社,1992.
- [13] 宋·许叔微.普济本事方[M].上海:上海科学技术出版社,1959.
- [14] 宋·陈师文.太平惠民和剂局方(总论卷上)[M].北京:人民卫生出版社,1959.
- [15] 宋·陈 言.三因极一病证方论[M].北京:人民卫生出版社,1957.
- [16] 宋·王 衮.博济方[M].上海:商务印书馆,1959.
- [17] 宋·陈自明.薛立斋注.妇人良方[M].上海:上海卫生出版社,1956.
- [18] 宋·撰人未详.小儿卫生总微论方[M].上海:上海科学技术出版社,1959.
- [19] 金·朱震亨.李经纬注.丹溪心法[M].北京:北京市中国书店,1986.
- [20] 元·罗天益.卫生宝鉴[M].上海:商务印书馆,1959.
- [21] 元·王好古.崔扫塵,尤荣辑点校.汤液本草[M].北京:人民卫生出版社,1987.
- [22] 明·李中立.郑金生,汪惟刚,杨梅香注.本草原始[M].北京:人民卫生出版社,2007.
- [23] 明·刘文泰.本草品汇精要[M].北京:人民卫生出版社,1982.
- [24] 明·卢之颐.本草乘雅半偈[M].北京:人民卫生出版社,1986.
- [25] 明·陈嘉谟.本草蒙筌[M].北京:人民卫生出版社,1988.
- [26] 明·方 贤.奇效良方[M].上海:商务印书馆出版,1956.
- [27] 明·朱 橐.普济方[M].北京:人民卫生出版社,1959.
- [28] 明·楼 英.高登瀛注.医学纲目[M].北京:人民卫生出版社,1987.
- [29] 明·张 浩.仁术便览[M].上海:商务印书馆,1957.
- [30] 明·李 梴.医学入门[M].北京:人民卫生出版社,2011.
- [31] 明·武之望.济阴纲目[M].上海:上海科技卫生出版社,1958.
- [32] 明·龚廷贤.寿世保元[M].上海:上海科学技术出版社,1959.
- [33] 明·李时珍.本草纲目[M].北京:人民卫生出版社,1982.
- [34] 明·龚廷贤.万病回春[M].天津:天津科学技术出版社,1993.
- [35] 明·缪希雍.炮炙大法[M].北京:中国书店,1992.
- [36] 明·缪希雍.王淑民注.先醒斋医学广笔记[M].北京:人民卫生出版社,2011.
- [37] 明·杜文燮.药鉴[M].北京:华夏出版社,1999.
- [38] 明·李中梓.本草通玄[M].北京:中国中医药出版社,2015.
- [39] 明·宋林皋.宋氏女科秘书[M].上海:上海中医书局,1954.
- [40] 明·李中梓.医宗必读[M].上海:上海卫生出版社,1957.

- [41] 明·傅仁宇. 审视瑶函 [M]. 上海: 上海卫生出版社, 1958.
- [42] 清·郭佩兰. 本草汇 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 2015.
- [43] 清·张志聪. 本草崇原 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 1992.
- [44] 清·凌 奂. 本草害利 [M]. 北京: 中医古籍出版社, 1982.
- [45] 清·张 璐. 张氏医通 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2011.
- [46] 清·张 璐. 本经逢原 [M]. 上海: 科技卫生出版社, 1959.
- [47] 清·杨时泰. 本草述钩元 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1958.
- [48] 清·汪切庵. 医方集解 [M]. 上海: 上海卫生出版社, 1957.
- [49] 清·汪 昂. 本草备要 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005.
- [50] 清·叶天士. 本草经解 [M]. 上海: 上海卫生出版社, 1957.
- [51] 清·黄官绣. 本草求真 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 1997.
- [52] 清·雷 丰. 时病论 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1978.
- [53] 清·傅 山. 傅青主女科 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2011.
- [54] 清·汪 绂. 医林纂要探原 [M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1993.
- [55] 清·闵 钺. 本草详节 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 2015.
- [56] 清·罗国纲. 王树鹏, 姜钧文, 朱 辉, 等校注. 罗氏会约医镜 [M]. 北京: 中国中医出版社, 2015.
- [57] 清·严西亭, 施澹宁, 洪辑巷. 得配本草 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1959.
- [58] 清·刘若金. 本草述 [M]. 北京: 中医古籍出版社, 2007.
- [59] 清·周扬俊辑. 温热暑疫全书 [M]. 上海: 上海中医学院出版社, 1993.
- [60] 清·吴 谦. 医宗金鉴 (第三分册) [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1957.
- [61] 清·吴 璥. 温病条辨 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005.
- [62] 清·吴仪洛. 本草从新 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 2013.
- [63] 清·陈其瑞. 本草撮要 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1985.
- [64] 于江泳, 张 村. 全国中药饮片炮制规范辑要 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2016.
- [65] 中国药典 [S]. 一部. 1963.
- [66] 浙江省中药饮片炮制规范 [S]. 2015.
- [67] 福建省中药饮片炮制规范 [S]. 1998.
- [68] 吉林省中药饮片炮制规范 [S]. 1986.
- [69] 上海市中药饮片炮制规范 [S]. 1962.
- [70] 上海市中药饮片炮制规范 [S]. 1980.
- [71] 江苏省中药饮片炮制规范 [S]. 1980.
- [72] 贵州省中药饮片炮制规范 [S]. 1986.
- [73] 云南省中药饮片炮制规范 [S]. 2005.
- [74] 湖南省中药饮片炮制规范 [S]. 1999.
- [75] 山东省中药饮片炮制规范 [S]. 1990.
- [76] 湖北中草药炮制规范 [S]. 1979.
- [77] 天津市中药饮片炮制规范 [S]. 1975.
- [78] 天津市中药饮片炮制规范 [S]. 2005.
- [79] 北京市中药饮片炮制规范 [S]. 1986.
- [80] 天津市中药饮片炮制规范 [S]. 2018.
- [81] 福建省中药饮片炮制规范 [S]. 2012.
- [82] 贵州省中药饮片炮制规范 [S]. 2005.
- [83] 江西省中药饮片炮制规范 [S]. 2009.
- [84] 辽宁省中药饮片炮制规范 [S]. 1975.
- [85] 金传山, 李素亮, 吴德玲, 等. 白芍饮片趁鲜切制产业化生产工艺研究 [J]. 中国中药杂志, 2011, 36(24): 3444-3448.
- [86] 李 凯, 梁 勇, 刘 磐, 等. 不同软化方法对白芍饮片质量的影响 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(3): 20-22.
- [87] 罗 晶, 雷志强, 王雅琪. 正交设计优选白芍的樟帮法炮制白芍工艺研究 [J]. 热带农业科学, 2018, 38(7): 85-89.
- [88] 胡 雨, 金传山, 张 伟, 等. 正交试验优选酒白芍的炮制工艺 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, 21(1): 45-48.
- [89] 马灵珍, 马亚利, 刘耀武. 白芍不同炮制工艺优选 [J]. 辽宁中医药大学学报, 2019, 21(2): 71-75.
- [90] 刘 爽, 张振凌, 李 军, 等. 基于主成分分析法评价不同种类辅料对酒白芍饮片的影响 [J]. 中药材, 2019, 42(1): 78-82.
- [91] 沈建涛, 石延榜, 张振凌, 等. 响应面法-中心复合试验优选白芍土炒工艺 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(4): 9-12.
- [92] 徐志伟, 曹 岗, 杜伟锋, 等. 多指标综合评价麸炒白芍的炮制工艺 [J]. 中草药, 2014, 45(13): 1867-1870.

- [93] 刘思静. 麸炒白芍产业化生产关键技术及质量研究 [D]. 合肥: 安徽中医药大学, 2013.
- [94] 王建科, 李 玮, 张水国, 等. 酒润麸炒白芍的工艺优化 [J]. 贵州农业科学, 2014, 42(6): 157-160.
- [95] 邹 红, 童恒力, 孟振豪, 等. 建昌帮特色辅料蜜糠制药的工艺研究 [J]. 时珍国医国药, 2017, 28(11): 2662-2666.
- [96] Shibata S, Aimi N, Watanabe M. Paeoniflorin, a monoterpene glucoside of Chinese peony root [J]. *Tetrahed Lett*, 1964, 5(30): 1991-1995.
- [97] 崔 虹, 朱佳茜, 冯秋芳, 等. 中药白芍化学成分及生物活性研究进展 [J]. 海峡药学, 2017, 29(9): 1-5.
- [98] Kim S H, Lee M K, Lee K Y, *et al.* Chemical constituents isolated from *Paeonia lactiflora* roots and their neuroprotective activity against oxidative stress *in vitro* [J]. *J Enzym Inhibit Med Chem*, 2009, 24(5): 1138-1140.
- [99] Shimizu M, Hayashi T, Morita N, *et al.* Paeoniflorigenone, a new monoterpene from peony roots [J]. *Tetrahed Lett*, 1981, 22(32): 3069-3070.
- [100] He X Y, Han L, Huang X S. A new phenolic glucoside from *Paeonia lactiflora* [J]. *Chin Herb Med*, 2011, 3(2): 84-86.
- [101] 毕岳琦, 侯世祥, 毛声俊, 等. 不同类型苷类在大孔吸附树脂上的吸附纯化特性研究 [J]. 中国中药杂志, 2003, 28(3): 217-220.
- [102] Murakami N, Saka M, Shimada H, *et al.* New bioactive monoterpene glycosides from *Paeoniae Radix* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1996, 44(6): 1279-1281.
- [103] Hayashi T, Shinbo T, Shimizu M, *et al.* Paeonilactone A, -B, and -C, new monoterpenoids from peony root [J]. *Tetrahed Lett*, 1985, 26(31): 3699-3702.
- [104] 周秋香, 李友宾, 蒋建勤. 白芍的化学成分研究 [J]. 海峡药学, 2009, 21(6): 92-94.
- [105] Aimi N, Inaba M, Watanabe M, *et al.* Chemical studies on the oriental plant drugs-XXIII, paeoniflorin, a glucoside of Chinese peony root [J]. *Tetrahedron*, 1969, 25(8): 1825-1838.
- [106] Li B, Bhandari D R, Römpf A, *et al.* High-resolution MALDI mass spectrometry imaging of gallotannins and monoterpene glucosides in the root of *Paeonia lactiflora* [J]. *Sci Rep*, 2016, doi: 10.1038/srep36074.
- [107] Wang X L, Jiao W, Liao X, *et al.* Monoterpene glycosides from the roots of *Paeonia lactiflora* [J]. *Chin Chem Lett*, 2006, 17(7): 916-918.
- [108] Li S S, Wu Q, Yin D D, *et al.* Phytochemical variation among the traditional Chinese medicine Mu Dan Pi from *Paeonia suffruticosa* (tree peony) [J]. *Phytochemistry*, 2018, doi: 10.1016/j.phytochem.2017.11.008.
- [109] Pham H Y, Chau V M, Phan V K, *et al.* Sodium benzoylpaeoniflorinsulfonate and sodium paeoniflorinsulfonate isolated from the roots of *Paeonia lactiflora* [J]. *Tap Chi Hóa Học*, 2010, 48(6): 742-747.
- [110] Song W H, Cheng Z H, Chen D F. Anti complement monoterpene glucosides from the root bark of *Paeonia suffruticosa* [J]. *J Nat Prod*, 2014, 77(1): 42-48.
- [111] 任 娟, 刘 晓, 李伟东, 等. 基于 UHPLC-Q-TOF-MS/MS 的白芍炒制前后化学成分研究 [J]. 世界中医药, 2019, 14(2): 268-273.
- [112] Yan Z, Chen C, Xie X, *et al.* Rapid screening and quantification of sulfonate derivatives in white peony root by UHPLC-MS-MS [J]. *Anal Bioanal Chem*, 2012, 402(6): 2173-2182.
- [113] Parker S, May B, Zhang C, *et al.* A Pharmacological review of bioactive constituents of *Paeonia lactiflora* Pallas and *Paeonia veitchii* Lynch [J]. *Phytother Res*, 2016, 30(9): 1445-1473.
- [114] Zhou C Q, Wang X K. Rapid determination of isomeric benzoylpaeoniflorin and benzoylbiflorin in rat plasma by LC-MS/MS method [J]. *Int J Anal Chem*, 2017, doi: 10.1155/2017/1693464.
- [115] Zheng Z, Cao G, Wu X, *et al.* Ultra-performance liquid chromatography coupled with high-resolution quadrupole time-of-flight mass spectrometry analysis of the impact of bran-processing on the chemical profile of *Radix Paeoniae Alba* (Baishao) [J]. *Nat Prod Res*, 2015, 29(8): 776-779.
- [116] Kadota S, Basnet P, Terashima S, *et al.* Palbinone, a novel terpenoid from *Paeonia albiflora*: A potent inhibitory activity on human monocyte interleukin-1 β [J]. *Phytother Res*, 2010, 9(5): 379-381.
- [117] Tomoda M, Matsumoto K, Shimizu N, *et al.* Characterization of a neutral and acidic polysaccharide having immunological activities from the root of *Paeonia lactiflora* [J]. *Biol Pharm Bull*, 1993, 16(12): 1207-1210.
- [118] 秦亚东, 汪荣斌, 周娟娟, 等. 白芍多糖中单糖的组成分析 [J]. 中药材, 2015, 38(11): 2335-2338.
- [119] 赵朕雄, 冯 茹, 符 洁, 等. GC-MS 联用法分析不同产地白芍和赤芍挥发油成分 [J]. 药物分析杂志, 2015, 35(4): 627-634.
- [120] 熊贤兵, 关媛媛, 张 凌, 等. 不同白芍炮制品中矿物质元素的含量测定和主成分分析 [J]. 中国药师, 2015,

- 18(7): 1094-1097.
- [121] Ngan L T M, Moon J K, Kim J H, *et al.* Growth-inhibiting effects of *Paeonia lactiflora* root steam distillate constituents and structurally related compounds on human intestinal bacteria [J]. *World J Microbiol Biotechnol*, 2012, 28(4): 1575-1583.
- [122] Choi C W, Choi Y H, Cha M R, *et al.* α -Glucosidase inhibitors from seed extract of *Paeonia lactiflora* [J]. *J Korean Soc Appl Biol Chem*, 2009, 52(6): 638-642.
- [123] 黄斐然, 张泽国, 徐富菊, 等. 不同加工炮制方法对白芍质量的影响研究 [J]. 中兽医医药杂志, 2015, 34(4): 31-33.
- [124] 金传山, 蔡一杰, 吴德玲. 硫黄熏制对白芍中芍药苷含量的影响 [J]. 南京中医药大学学报, 2011, 27(2): 161-164.
- [125] 马 玉, 郭 力, 黄玉慧, 等. 白芍原药材与不同炮制加工品的高效液相色谱对比研究 [J]. 成都中医药大学学报, 2012, 35(4): 42-45.
- [126] 王慧超, 张 威, 李铁军, 等. 不同炮制法白芍制品的芍药苷含量检测对比及其镇痛效果研究 [J]. 陕西中医, 2018, 39(5): 672-674.
- [127] 刘素香, 黎 阳, 丰 晶, 等. 不同炮制方法对白芍质量的影响 [J]. 药物评价研究, 2010, 33(2): 125-128.
- [128] 吴国学. 不同炮制方法对白芍中多种化学成分的影响分析 [J]. 国医论坛, 2018, 33(4): 62-63.
- [129] 王 巧, 刘荣霞, 郭洪祝, 等. 加工炮制对白芍化学成分的影响 [J]. 中国中药杂志, 2006(17): 1418-1421.
- [130] 李甫泉, 白音夫. 白芍炮制的色泽与芍药苷含量关系 [J]. 中国民族医药杂志, 2005(5): 44.
- [131] 陈 惠. 白芍加工炮制对其化学成分的影响研究 [J]. 内蒙古中医药, 2012, 31(6): 38-39.
- [132] 秦亚东, 周娟娟, 李 飞, 等. 白芍生品及其炮制品中多糖及总糖的含量测定 [J]. 长春中医药大学学报, 2014, 30(5): 804-807.
- [133] 曹 帅, 权春梅, 张霄翔. 不同加工及炮制方法对亳白芍的重金属含量影响的研究 [J]. 辽宁科技学院学报, 2014, 16(2): 18-19.
- [134] 马 玉, 郭 力, 许 莉. 白芍药材及不同炮制加工品亲脂性成分气相色谱-质谱联用分析 [J]. 时珍国医国药, 2014, 25(9): 2151-2153.
- [135] 清•黄 爽. 神农本草经 [M]. 北京: 中医古籍出版社, 1982.
- [136] 魏•吴 普. 吴普本草经 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1988.
- [137] 梁•陶弘景. 本草经集注 [M]. 上海: 群联出版社, 1955.
- [138] 唐•苏 敬. 新修本草 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1957.
- [139] 宋•苏 颂. 本草图经 [M]. 福州: 福建科学出版社, 1988: 57.
- [140] 冯 泳, 杨卫平. 珍珠囊补遗药性赋彩色药图 [M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 2017.
- [141] 明•李士材. 雷公炮制药性解 [M]. 北京: 人民军医出版社, 2013.
- [142] 明•兰 茂. 滇南本草 [M]. 昆明: 云南人民出版社出版, 1959.
- [143] 明•薛 己. 臧守虎, 杨天真, 杜凤娟校注. 本草约言 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 2015.
- [144] 明•倪朱谟. 本草汇言 [M]. 上海: 上海科技出版社, 2005.
- [145] 清•张秉成. 本草便读 [M]. 太原: 山西科学技术出版社, 2015.
- [146] 清•张山雷. 本草正义 [M]. 太原: 山西科学技术出版社, 2013.
- [147] 清•姚 澜. 本草分经 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 2015.
- [148] 清•周 岩. 本草思辨录 [M]. 太原: 山西科学技术出版社, 2015.
- [149] 清•陈士铎, 柳长华. 本草新编 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 2008.
- [150] 清•汪切庵. 本草易读 [M]. 太原: 山西科学技术出版社, 2015.
- [151] 清•蒋介繁. 本草择要纲目 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1985.
- [152] 清•张 璐. 本草逢源 [M]. 山西: 太原科学技术出版社, 2015.
- [153] 清•陈修园. 神农本草经读 [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2016.
- [154] 中国药典 [S]. 一部. 2015.
- [155] 戴淑萍, 颜勤明. 白芍总苷在心血管疾病模型动物中的药理研究进展 [J]. 中国药房, 2015, 26(10): 1418-1420.
- [156] Zhu Y L, Wang L Y, Wang J X, *et al.* Protective effects of paeoniflorin and albiflorin on chemotherapy-induced myelosuppression in mice [J]. *Chin J Nat Med*, 2016, 14(8): 599-606.
- [157] Mao Q Q, Ip S P, Xian Y F, *et al.* Anti-depressant-like effect of peony: A mini-review [J]. *Pharm Biol*, 2012, 50(1): 72-77.
- [158] Ma X, Chi Y H, Niu M, *et al.* Metabolomics coupled with multivariate data and pathway analysis on potential

- biomarkers in cholestasis and intervention effect of *Paeonia lactiflora* Pall [J]. *Front Pharmacol*, 2016, doi: 10.1371/journal.pone.0082499.
- [159] 胡宗涛, 高世乐, 秦 峰, 等. 芍药苷对大鼠放射性肝纤维化的保护作用 and 机制研究 [J]. *解放军药学学报*, 2012, 28(4): 283-288.
- [160] Xiang N, Li X M, Zhang M J, *et al*. Total glucosides of paeony can reduce the hepatotoxicity caused by methotrexate and leflunomide combination treatment of active rheumatoid arthritis [J]. *Inter Immunopharmacol*, 2015, 28(1): 802-807.
- [161] Chen Z, Ma X, Zhu Y, *et al*. Paeoniflorin ameliorates ANIT-induced cholestasis by activating Nrf2 through an PI3K/Akt-dependent pathway in rats [J]. *Phytother Res*, 2015, 29(11): 1768-1775.
- [162] Gong W G, Lin J L, Niu Q X, *et al*. Paeoniflorin diminishes ConA-induced IL-8 production in primary human hepatic sinusoidal endothelial cells in the involvement of ERK1/2 and Akt phosphorylation [J]. *Int J Biochem Cell Biol*, 2015, doi: 10.1016/j.biocel.2015.02.017.
- [163] Jo G H, Kim S N, Kim M J, *et al*. Protective effect of *Paeoniae Radix Alba* root extract on immune alterations in mice with atopic dermatitis [J]. *J Toxicol Envir Health Part A*, 2018, 81(12): 502-511.
- [164] 邹本学. 白芍总苷对 TNBS 诱导实验性结肠炎大鼠 STAT3 的表达及相关细胞因子的影响 [D]. 泸州: 西南医科大学, 2018.
- [165] 方圆之, 高 杰. 白芍的通便作用及其对便秘小鼠结肠 AQP4、VIP 表达的影响 [J]. *山东中医杂志*, 2017, 36(1): 62-65.
- [166] Wang H, Zhou H, Wang C X, *et al*. Paeoniflorin inhibits growth of human colorectal carcinoma HT 29 cells *in vitro* and *in vivo* [J]. *Food Chem Toxicol*, 2012, 50(5): 1560-1567.
- [167] Yamakawa H, Ito Y, Naganawa T, *et al*. Activation of caspase-9 and-3 during H₂O₂-induced apoptosis of PC12 cells independent of ceramide formation [J]. *Neurol Res*, 2000, 22(6): 556-564.
- [168] Kong L, Wang S, Wu X, *et al*. Paeoniflorin attenuates ultraviolet B-induced apoptosis in human keratinocytes by inhibiting the ROS-p38-p53 pathway [J]. *Mol Med Rep*, 2016, 13(4): 3553-3558.
- [169] Yu G, Wang W, Wang X, *et al*. Network pharmacology-based strategy to investigate pharmacological mechanisms of Zuojinwan for treatment of gastritis [J]. *BMC Compl Alter Med*, 2018, doi: 10.1186/s12906-018-2356-9.