DOI:10.13193/j.issn.1673-7717.2026.06.032

鲜参化学成分、生物活性及炮制品研究进展

田蓉[1],刘俊潼[1],柏金辰[2],陈长宝[1],张涛[1],张庆贺[1]
(1.长春中医药大学吉林省人参科学院,吉林 长春 130117;2.吉林大学第二医院,吉林 长春 130041)

摘要:人参为五加科植物人参的干燥根和根茎。有"百草之王"之称,应用广泛且历史悠久。鲜参是新采集的人参鲜品或保鲜品,含有独特的化学成分使其具有抗抑郁、降脂、抗疲劳、抗糖尿病、促睡眠、神经保护等生物活性。近年来随着加工手段的进步鲜参类产品的开发应用具有良好的发展前景。通过查阅国内外文献,对鲜参的各类化学成分、生物活性、炮制品等方面的研究进行了整理、归纳和总结。以期为鲜参的临床应用和开发提供文献参考依据。

关键词:鲜参;化学成分;生物活性;炮制品
中图分类号:R284.1 **文献标志码**:A **文章编号**:1673-7717(2026)06-0174-04

Research Progress on Chemical Composition, Biological Activity and Processed Product of Fresh Renshen (Ginseng Radix et Rhizoma)

TIAN Rong[1], LIU Juntong[1], Bai Jinchen[2], CHEN Changbao[1], ZHANG Tao[1], ZHANG Qinghe[1]
(1. Changchun University of Chinese Medicine Jilin Ginseng Academy, Changchun 130117, Jilin, China;
2. Department of Pharmacy, The Second Hospital of Jilin University, Changchun 130041, Jilin, China)

Abstract: Renshen (Ginseng Radix et Rhizoma) is the dried root and rhizome of Renshen (Panax ginseng C. A. Mey.), a plant in the Araliaceae family, it is known as the "king of hundred herbs" with a long history and wide application. Fresh Renshen (Ginseng Radix et Rhizoma) is the fresh or fresh-preserved Renshen (Ginseng Radix et Rhizoma), which contains unique chemical components to make it have anti-depression, lipid-lowering, anti-fatigue, anti-diabetes, sleep-inducing, neuroprotection and other biological activities. At present, with the advancement of processing methods, the development and application of fresh products have a good development prospect. Through consulting domestic and foreign literature, this paper sorted out, summarized and concluded the research on the chemical composition, biological activity, processed products and prospects for the future application of fresh Renshen (Ginseng Radix et Rhizoma) in the food industry, in order to provide reference for the further clinical application and development of fresh Renshen (Ginseng Radix et Rhizoma).

Keywords: fresh Renshen (Ginseng Radix et Rhizoma); chemical composition; biological activity; processed product

人参为五加科植物人参 *panax ginseng* C. A. Mey. 的干燥根和根茎,多于秋季采挖[1],作为滋补药品人参的使用已有上千年的历史[2]。通常将新采集的人参鲜品或保鲜品称作鲜参或鲜人参。现代药理学研究表明,鲜参具有抗抑郁[3]、抗糖尿病[4]、改善记忆力[5]、降脂[6]、神经保护[7]、抗肿瘤[8]、抗炎等生物活性。人参在2012年被列为药食两用中药材,而鲜参作为食品应用溯源更为久远。近年来,鲜参相关健康产品的研究愈来愈多,如鲜参酒、鲜参饮料、鲜参罐头、果脯、鲜参糖果、鲜参蜜片、鲜参饼干等。在保留生物活性的基础上,通过加工可以改善鲜参口感、剂型,便于人们服用和携带,更符合当代人的饮食和健康理念,同时能够提升鲜参经济价值。使其应用前景更为广泛。笔者对近年来国内外文献报道的鲜参化学成分、生物活性及炮制品进行综述,旨在为鲜参的研究应用提供理论参考。

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金项目(82204556);吉林省科技发展计划项目(20220204083YY)
作者简介:田蓉(1999-),女,陕西宝鸡人,硕士在读,研究方向:中药化学成分与生物活性。
通讯作者:张庆贺(1987-),女,吉林长春人,副教授,博士,研究方向:中药及天然药物有效成分及生物活性。E-mail:zhangqh@ccucm.edu.cn。

1 鲜参的化学成分

鲜参有丰富的营养价值和极高的药用价值。现代研究表明其化学成分包括皂苷、多糖、氨基酸、挥发油等,其中皂苷、多糖、挥发油等是鲜参发挥药效价值的物质基础。

1.1 皂苷类 刘志等[9]研究发现鲜参中人参皂苷主要以酸性皂苷为主,含量为1.748%,占总皂苷含量的58.66%。陈丽华等[10]研究发现鲜参中稀有人参皂苷(G-Rg_6、G-F_4、S-Rg_3、R-Rg_3、G-Rg_5、G-Rk_1、G-Rh_4、G-Rk_3、S-Rh_1、R-Rh_1、G-Rh_2、S-PPT)总质量分数为334.95 μg/g,远高于林下参中的稀有皂苷。因此推测鲜参可能具有更好的生物活性,开发利用前景广阔。李泽文等[11]对鲜人参根中的丙二酰基进行提取分离,发现了两种新的丙二酰基人参皂苷分别为丙二酰基人参皂-Ra_1(malonyl ginsenoside-Ra_1)和丙二酰基人参皂-Ra_2(malonyl ginsenoside-Ra_2)。

1.2 多糖类 多糖类是鲜参发挥药效不可或缺的部分,有利

于鲜参发挥抗肿瘤、抗氧化等作用[12]。多糖的主要成分为淀粉样的葡聚糖,WAN J Y 等[13]通过苯酚-硫酸法检测鲜参及其炮制品中多糖的含量,实验结果表明鲜参中的总多糖含量为29.1%,其炮制品黑参中总多糖含量仅为11.1%。原因是炮制过程中部分果胶水解为低聚糖和单糖,导致其多糖含量降低。梁忠岩等[14]研究发现,鲜参的淀粉组成以直链淀粉为主,其果胶组成以半乳糖醛酸和木糖为主,且鲜参中的葡萄糖、果糖含量明显高于其炮制品。综上鲜参中的多糖含量更高,其抗肿瘤、抗氧化的功效更佳。

1.3 挥发油类 孙允秀等[15]对鲜参、冷冻加工的活性参、红参中的挥发油进行提取比较,实验发现鲜参挥发油的得率分别为2.83%、2.82%、1.95%,表明鲜参经高温处理会使其挥发油等有效成分损失。张维玲等[16]通过GC-MS及面积归一化法对鲜/干园参/林下参的挥发油类成分及含量进行了研究,发现鲜参挥发油主要以倍半萜烯类化合物为主。其中鲜园参挥发油的主要成分为β-人参烯、古芸烯、吉玛烯、β-古芸烯、1,1,3α-三甲基-7-亚甲基十氢-1H-环丙基[a]萘等,其含量分别为12.04%、8.85%、7.37%、7.10%、5.65%。鲜林下参挥发油的主要包括β-人参烯、β-古芸烯、古芸烯、1,1,3a-三甲基-7-亚甲基十氢-1H-环丙基[a]萘、吉玛烯其含量分别为6.32%、12.48%、9.80%、9.29%、6.69%。实验结果发现二者挥发油种类存在差异,但组成比例基本一致。实验结果也表明鲜参挥发油种类、含量及组成比例远高于干参。综上鲜参挥发油的种类众多且不稳定,在干燥过程中容易造成损失,有发生化学转化的可能。

1.4 氨基酸类 WAN J Y 等[13]发现鲜参中含有丰富的氨基酸,总氨基酸含量高达9.1%,其中精氨酸、谷氨酸、天冬氨酸含量最高,分别为3.095%、1.336%和0.844%。张金秋[17]以HPLC法测定鲜参和120 ℃蒸制红参中氨基酸的含量,实验结果表明鲜参中总氨基酸含量为19.76 mg/g,经120 ℃蒸制后红参中的总氨基酸含量下降为8.73 mg/g。吴锦忠等[18]通过实验对鲜参及炮制品红参中的氨基酸含量进行对比,通过实验发现鲜参中各氨基酸含量及总氨基酸含量高于其炮制品红参,在炮制过程中总氨基酸损失20.60%,酸性氨基酸损失20.04%,中性氨基酸损失16.49%,碱性氨基酸损失13.55%,必需氨基酸损失10.49%。

1.5 其他类 鲜参中还包括许多其他的化学成分,如有机酸。张金秋等[19]通过高效液相色谱对鲜参及炮制品生晒参和红参中的低分子量有机酸进行测定,实验结果发现鲜参中富含丰富的有机酸,其中乙酸、丙二酸、乳酸、琥珀酸含量均高于其炮制品。

2 生物活性

目前对于人参生物活性的研究主要集中于其炮制品生晒参、红参、黑参等,鲜参的生物活性研究较少,现有鲜参生物活性研究主要为抗抑郁、抗糖尿病、改善记忆力、降脂、神经保护、抗肿瘤、抗炎等。

2.1 抗抑郁 廖小叶等[3]为观察鲜参辅助治疗气虚体质心脾两虚型郁病的临床疗效,通过临床试验,对72例抑郁症患者进行分组研究,其中观察组给予鲜人参,采用中医证候评分测定临床效果,抑郁自评量表(Self-rating Depression Scale,SDS评分)指标及血清中C反应蛋白(CRP)、肿瘤坏死因子α(TNF-α)、白细胞介素6(IL-6)水平来确定抑郁症程度并对其治疗,实验结果发现观察组患者的总有效率为94.12%,与对照组患者相比,观察组患者SDS评分指数大幅下降,血清CRP、TNF-α、IL-6水平显著下降,表明鲜参可以加强中医治疗心脾虚和气功能不全型抑郁症的疗效,达到减轻抑郁症状的效果。

2.2 抗糖尿病 胡同童等[4]为研究生晒参与鲜参对高脂饮食和链脲佐菌素(STZ)诱导的糖尿病大鼠的降糖作用,对60只雄性Wistar大鼠进行造模分组给药实验,检测实验大鼠的空腹血糖、胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)水平,实验结果发现生晒参与鲜参均具有改善糖尿病大鼠血糖和血脂紊乱的功效,且鲜参的治疗效果比生晒参好。马东升等[20]以具有抗糖尿病作用的腺苷和L-焦谷氨酸为指标因子,测定了鲜参、生晒参、红参中腺苷和L-焦谷氨酸的含量,实验结果发现腺苷和L-焦谷氨酸含量在鲜参及其炮制品中呈现规律性变化,且鲜参中二者含量分别为0.457、1.056 mg/g,均高于炮制品中的含量,表明鲜参的抗糖尿病效果更好。

2.3 改善记忆力 DONG L M 等[5]为验证鲜参对慢性束缚应激(CRS)诱导的小鼠学习记忆障碍和氧化应激损伤的保护作用,运用物体位置再认实验(OLRT)和新物体再认实验(NORT)评价实验动物的辨别能力和空间学习记忆能力,对实验小鼠进行Morris水迷宫实验(MWMT)评价动物空间记忆的获得和保持,同时测量血清中的丙二醛(MDA)和总抗氧化反应性水平等实验。实验结果表明鲜参对由慢性束缚应激所引起的记忆障碍和氧化应激损伤具有保护作用,证明了鲜参可以改善CRS诱导的学习记忆障碍和氧化应激损伤。

2.4 降脂 LEE M S 等[6]通过比较了红参水提物和鲜参高静水压提取物对3T3-L1脂肪细胞成脂的抑制作用。结果发现鲜参抑制脂肪细胞的脂肪生成的效果比红参好,鲜参抵抗脂肪形成作用是通过减少3T3-L1脂肪细胞的脂质积累。因此鲜参提取物可以成为一种潜在的预防肥胖的原料。

2.5 神经细胞保护作用 姜宇懋等[7]建立皮质酮、谷氨酸和过氧化氢诱导大鼠嗜铬细胞瘤细胞损伤模型来比较干燥和新鲜人参水提液对3种PC12细胞(大鼠肾上腺嗜铬细胞瘤细胞)损伤的保护功能,从细胞水平上对比了鲜参和干参对神经细胞保护作用的区别,结果表明,鲜参有更好的细胞保护活性,可以作为抗抑郁和抗阿尔茨海默病的药物基础。

2.6 抗肿瘤 王文婷等[8]建立H22移植瘤小鼠模型,探讨鲜参膏对H22荷瘤小鼠的抗瘤效果,实验中ICR小鼠(Institute of Cancer Research Mouse)被随机分成模型组,阳性对照组(环磷酰胺,CTX)、鲜人参膏(FGP)高、低剂量组,15 d连续给药后,计算抑瘤率、脏器指数、检测血清中谷丙转氨酶(ALT)和谷草转氨酶(AST)水平并且通过酶联免疫试剂盒测定小鼠血清中TNF-α和干扰素-γ(IFN-γ)的含量来验证鲜参膏的抗瘤效果,实验结果表明FGP对H22荷瘤小鼠具有显著的抗瘤效果,能显著降低脾脏指数及胸腺指数,抑制肿瘤生长。显著改善肝功能的损伤,并大幅升高TNF-α和IFN-γ的水平。证明了FGP对H22荷瘤小鼠具有明显的抗肿瘤效果。为鲜参相关产品的深度开发提供实验依据。

2.7 抗心肌缺血 朱雨欣等[21]通过网络药理学与心肌缺血细胞模型验证实验相结合的方式,揭示了鲜参在心肌缺血保护

作用中的优势环节。实验采用腹腔注射盐酸异丙肾上腺素的小鼠心肌缺血模型,对其分组灌胃鲜参及其炮制品,检测实验小鼠肝脏指数、血清心肌酶、血清氧化应激因子、炎症因子等,实验结果发现了鲜参在抗脂质过氧化减轻小鼠心肌缺血方面具有独特优势。同时通过网络药理学发现鲜参拥有19个优势活性成分和38个关键靶点,包括白蛋白(ALB)、丝氨酸/苏氨酸蛋白激酶AKT、表皮生长因子受体(EGFR)等优势关键靶点,人参皂苷Re、人参皂苷Rg_1、β-榄香烯等优势活性成分。

2.8 促睡眠 苏文雅等[22]采用协同戊巴比妥钠模型研究了鲜参膏对小鼠的睡眠促进作用,观察小鼠的睡眠潜伏期和睡眠时长并检测小鼠血清中的五羟色胺(5-HT)和一氧化氮合酶(NOS)水平,实验结果表明鲜参膏协同戊巴比妥钠组的小鼠睡眠潜伏期缩短,睡眠时长显著增加,同时鲜参膏在协同戊巴比妥钠增强安神作用的基础上,也降低了戊巴比妥钠对中枢神经的不良反应。综上,其为鲜参相关产品开发提供参考。

3 鲜参炮制品

人参为大补之药,最早关于人参的记载出现于《神农本草经》,将其列为上品。人参的炮制方法在不同的朝代各不相同[23],南北朝时期的炮制方法为"凡采得,阴干,去四边芦头并黑"法;唐代采用"切焙法";宋代以"制炭、焙、微炒、黄泥裹煨、去芦,上蒸"等法为主对其进行炮制;元代运用"蜜制法";明代则增加了"生碾为末,不用铜铁,锤碎,拍破,湿纸裹煨、盐炒、陈酒拌、人乳拌、烘干、人乳浸后上蒸"等法;清代则采用"五灵脂制、川乌制、煎膏"等法进行炮制。现代鲜参的炮制主要以蒸制[24]、蜜制[25]、酒炙、醋炙[26]、发酵、土炒和麸炒等为主。

鲜参含有较多糖类、挥发油、黏液质等物质,因此极易发生受潮、泛油、变色、发霉等变质现象,且鲜参中含有的多种水解酶极易对鲜参中的多种皂苷水解,使得鲜参失去原有功效。故通常对鲜参进行炮制加工,鲜参炮制品主要有生晒参、红参、黑参、蜜炙人参、酒炙人参、大力参[27]、白干参[28]、栀子制人参[29]、冻干参[30]。

3.1 生晒参 将鲜参冲洗干净后放置于干燥室内进行干燥或在日光下反复晒至全干为止,所得炮制品称作生晒参[31]。早期炮制所得的生晒参干燥后多采用硫磺熏蒸,以起到杀虫防腐的作用,且熏蒸后的人参色泽洁白,品貌优良,但硫磺熏蒸会使生晒参口感变差,且熏蒸残留的硫化物对人体有害[32]。与鲜参相比,生晒参更易保存但其皂苷、多糖、氨基酸及挥发油类成分在炮制过程中均有不同程度的损失与改变,使得生晒参的降糖、神经保护、抗疲劳等功效弱于鲜参。

3.2 红参 目前我国没有明确的红参炮制质量标准,红参炮制工艺标准不一。李卓燕等[33]以人参总皂苷及活性皂苷Rg_3为考察指标采用正交设计试验,优化红参炮制工艺,实验发现将鲜参蒸制4 h,70 ℃下烘8 h,人参总皂苷和人参皂苷Rg_3含量最高,为红参最佳炮制工艺。孟迪等[34]选择正交实验法,以人参总皂苷含量为指标,采用高压蒸汽灭菌锅对红参炮制工艺优化,实验发现清洗干净的鲜参蒸制5 h,蒸制温度102 ℃,烘干10 h为红参的最佳炮制工艺。以不同的因素作为考察目标,红参的炮制条件会出现差异,不同炮制条件下所炮制红参均应符合国家规定质量评价标准,即红参中总皂苷含量应不低于2.5%[35]。XU X F等[36]考察了鲜参在100 ℃,3 h和120 ℃,3 h的条件下所制得的红参中人参皂苷的含量,实验结果表明高温蒸制所得红参中低极性人参皂苷含量丰富如Rg_3和Rg_4,低温蒸制所得红参中极性人参皂苷的含量较高,综上可知蒸制温度会影响红参中人参皂苷的含量。红参在炮制过程中的美拉德反应也使得红参中氨基酸的含量远低于鲜参,以精氨酸的含量变化最为明显[37]。

3.3 黑参 黑参的炮制是以净制所得鲜参为原药材经过蒸制、干燥等过程重复9次制备即九蒸九晒而得。黑参包括一些独有的人参皂苷成分,如人参皂苷Rg_3、人参皂苷Rg_5、人参皂苷F4、人参皂苷Rg_6、人参皂苷Rk_3、人参皂苷Rs3、人参皂苷Rh_4等[38]。张伟云等[39]通过测定黑参中稀有人参皂苷Rg_5、20(S)-Rg_3、20(R)-Rg_3在1~9次蒸制和干燥过程中的含量变化,确定黑参的最佳蒸制和干燥次数,实验结果表明4~6次蒸制和干燥的加工方法使稀有人参皂苷Rg_5、20(S)-Rg_3、20(R)-Rg_3含量较高,且大大缩短了传统九蒸九晒加工时间。陈立彪等[40]以4年生的鲜参为原料,测定黑参加工过程中的美拉德反应主要指标成分(还原糖、氨基态氮、类黑精、水分、多酚)的含量变化,确定黑参的适宜干燥温度为高温灭菌锅内110 ℃蒸制2 h。在鼓风干燥箱内以温度50、60、70 ℃,干燥12 h,如此重复炮制9次以制备黑参,实验结果表明70 ℃为黑参的最佳干燥条件。向思敏等[41]以鲜参为原料利用单因素试验和正交法优化黑参的炮制工艺,以感官评价为参考值,考察蒸制时间、烘干时间、烘干温度对黑参的影响,实验结果表明在蒸制时间120 min,烘干时间8 h,烘干温度60 ℃时,炮制出的黑参品质最佳,参皂苷含量分别为Re 0.033 g/100 g,20(S)-$Rg_3$0.141 g/100 g,20(R)-$Rg_3$0.256 g/100 g。温度和压力是炮制黑参的重要影响因素,不同的蒸制温度和蒸制时间使得黑参中各成分的含量发生变化[42]。黑参在炮制过程中丙二酸单酰基人参皂苷的酯键发生水解反应,使得黑参中人参皂苷Re的含量远低于鲜参。

3.4 糖参 以鲜参为原料,将洗净的鲜参置于沸水中煮15~30 min,待主根变软内心较硬时取出晾晒1~2 h,在参体上用针扎出小孔,趁热倒入熬好的糖汁浸泡10~12 h后取出,晒至不发黏,进行第2次糖汁浸泡,如此重复3次用开水冲去参体表面的糖汁,沥干后用硫黄熏4~6 h,晒干或烤干即得糖参[43]。李殿华等[44]将清洗过的鲜参经开水炸参、排针、灌糖、涮糖,二次排顺针、灌糖、涮糖等复杂工艺,制备的糖参质量可控,验证了糖参这一鲜参炮制的传统炮制工艺的稳定性,为鲜参炮制品种的开发提供新思路。

3.5 大力参 姜喜同等[45]以鲜参为原料经过6种不同方法加工制备大力参,最终确定炮制大力参的最佳工艺为将洗净的鲜参放入95 ℃~97 ℃的沸水中烫2 min后,快速放入凉水中,凉透后取出晾晒,按参大小分开,芦头朝下,顺屉摆放,浇透水,盖上屉布,推入罐中,给小气慢慢升温,30 min后温度升高98 ℃,蒸制时间根据人参支头的大小决定,该法所得大力参外表呈乳白色、色泽好、不抽沟,内部呈红色。

4 小结

本文通过对鲜参的化学成分、生物活性、炮制品进行了综述。鲜参作为大补元气的药材及食品原料具有巨大的开发潜力和应用价值,其含有独特的化学成分使鲜参在抗抑郁、抗糖尿病、改善记忆力、降脂、神经保护、抗肿瘤、抗炎等方面具有极佳的优势。目前对鲜参的应用开发和研究大多停留在初级层

面,因此加速鲜参及其产品的开发很有必要。通过对上述内容总结,以期鲜参在医药领域和食品领域能得到更大程度的应用,加速鲜参及加工产品的开发应用。

参考文献

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[S]. 北京:北京中国医药科技出版社,2020:8-9.
[2] 李曼微,陈雪,陈长宝. 鲜参与生晒参药理活性差异的比较分析[J]. 时珍国医国药,2020,31(9):2124-2126.
[3] 廖小叶,田梦影,蔡嘉洛,等. 鲜人参辅助治疗气虚体质心脾两虚型郁病临床观察[J]. 亚太传统医药,2023,19(4):69-73.
[4] 胡同童,陈立,李伟,等. 鲜人参与生晒参对高脂饮食和 STZ 诱导的 2 型糖尿病大鼠的降血糖作用[J]. 人参研究,2014,26(2):16-19.
[5] DONG L M,WANG Y,LV J W,et al. Memory enhancement of fresh ginseng on deficits induced by chronic restraint stress in mice[J]. Nutr Neurosci,2019,22(4):235-242.
[6] LEE M S,JUNG S,OH S,et al. Effect of high hydrostatic pressure extract of fresh ginseng on adipogenesis in 3T3-L1 adipocytes[J]. J Sci Food Agric,2015,95(12):2409-2415.
[7] 姜宇懋,李宗阳,刘新民,等. 干鲜人参对 PC12 细胞损伤保护作用的比较研究[J]. 天然产物研究与开发,2014,26(7):1072-1076,1055.
[8] 王文婷,王彦珺,林向辉,等. 鲜人参膏对 H22 荷瘤小鼠抗肿瘤作用的初步研究[J]. 人参研究,2021,33(2):22-26.
[9] 刘志,阮长春,刘天志,等. HPLC 法同时测定林下参、鲜人参、生晒参和红参中 14 种人参皂苷[J]. 中草药,2012,43(12):2431-2434.
[10] 陈丽华,杨秀伟,白雪媛,等. 超快速液相色谱-质谱法测定鲜人参晶及林下山参中的 39 个人参皂苷成分[J]. 中国现代中药,2023,25(4):788-797.
[11] 李泽文,李丹,李嘉星,等. 鲜人参中丙二酰基人参皂苷-Ra1、-Ra2 的分离及结构鉴定[J]. 中国中药杂志,2024,49(12):3252-3257.
[12] 任泽众,师超,郭宇姝. 人参抗肿瘤的活性成分与作用机制研究进展[J]. 环球中医药,2024,17(9):1897-1906.
[13] WAN J Y,FAN Y,YU Q T,et al. Integrated evaluation of malonyl ginsenosides,amino acids and polysaccharides in fresh and processed ginseng[J]. J Pharm Biomed Anal,2015,107:89-97.
[14] 梁忠岩,苗春艳,张翼伸. 不同方法加工人参中糖类物质的比较研究[J]. 中国药学杂志,1994,29(4):204-206.
[15] 孙允秀,姜文普,刘永新,等. 鲜参、红参、天然活性参及其加工副产品中的挥发油化学成分分析[J]. 吉林大学自然科学学报,1993(2):86-88.
[16] 张维玲,杨悦武,孙艳,等. 人参挥发油化学成分比较研究[J]. 中药材,2019,42(4):813-817.
[17] 张金秋. 人参加工过程中有机酸和氨基酸对人参皂苷降解的影响[D]. 长春:吉林农业大学,2015.
[18] 吴锦忠,李向高,杨继祥. 鲜人参与红参氨基酸成分比较研究[J]. 中药材,1990,13(5):27-28.
[19] 张金秋,阮长春,刘志,等. RP-HPLC 法测定鲜人参、生晒参、红参中 6 种低分子量有机酸[J]. 吉林农业大学学报,2015,37(4):447-450,458.
[20] 马东升,高飞飞,李伟,等. 鲜人参及其加工品中腺苷和 L-焦谷氨酸含量比较研究[J]. 吉林农业大学学报,2013,35(1):36-39,45.
[21] 朱雨欣,亓云鹏,杨洁,等. 基于 FoxO 信号通路探究鲜参对心肌缺血保护作用机制[J]. 中国中药杂志,2024,49(21):5877-5887.
[22] 苏文雅,王文婷,林向辉,等. 运用协同戊巴比妥钠模型探讨鲜人参膏对小鼠的促睡眠作用[J]. 吉林农业大学学报,2021,43(3):349-354.
[23] 何智斌. 人参的炮制综述[J]. 世界最新医学信息文摘,2018,18(76):132-133,136.
[24] 綦占文,马伟才,石宏,等. 红参加工工艺技术[J]. 食品安全导刊,2020(33):138-139.
[25] 王馨怡,孙光轩,段周通,等. 人参蜜片加工工艺的优化[J]. 吉林农业,2019(18):54-55.
[26] 戴雨霖,越皓,孙长江,等. 高分离度快速液相色谱-四极杆-飞行时间质谱法分析酒制和醋制人参的皂苷类成分[J]. 分析化学,2015,43(8):1181-1186.
[27] 刘伟,李伟. 我国人参加工炮制和产业化发展现状与展望[J]. 吉林农业大学学报,2023,45(6):639-648.
[28] 郭士魁. 谈人参的炮制[J]. 中医杂志,1955(6):32-33.
[29] 曲琰. 栀制人参炮制工艺研究[D]. 沈阳:辽宁中医药大学,2008.
[30] 孙娜,徐钢,徐珊,等. 人参炮制对其化学成分和药理作用的影响[J]. 中国药房,2016,27(6):857-859.
[31] 李向高. 人参加工原理研究新进展[J]. 中药材,1990,13(2):22-25.
[32] 付妍,张亚双. 生晒参二氧化硫残留量与其性状的关系[J]. 中国执业药师,2015,12(7):24-26.
[33] 李卓艳,李德坤,周大铮,等. 正交试验法优选红参加工工艺[J]. 中成药,2011,33(6):1005-1007.
[34] 孟迪,姚红玉,于陶晶,等. 红参炮制工艺优化研究[J]. 人参研究,2021,33(6):13-15.
[35] 周秋秋,任谓明,王艳红,等. 红参的炮制、化学成分及药理活性研究进展[J]. 上海中医药杂志,2016,50(2):97-100.
[36] XU X F,GAO Y,XU S Y,et al. Remarkable impact of steam temperature on ginsenosides transformation from fresh ginseng to red ginseng[J]. J Ginseng Res,2018,42(3):277-287.
[37] 齐梦含,郑毅男,李伟. 红参中氨基酸糖苷类化学成分研究进展[J]. 中草药,2024,55(19):6779-6788.
[38] 袁媛,徐荣培. 黑参标准制作工艺研究[J]. 亚太传统医药,2016,12(4):26-28.
[39] 张伟云,刘发贵,郑毅男. 黑参加工过程中 3 种稀有人参皂苷的含量变化[J]. 时珍国医国药,2019,30(2):325-327.
[40] 陈立彪,朱凤妹,李军. 干燥温度对黑参加工过程中美拉德反应主要指标成分变化的影响[J]. 保鲜与加工,2020,20(6):120-125.
[41] 向思敏,台雪月,卢忠魁,等. 黑参炮制工艺优化及成分变化分析[J]. 农产品加工,2024(5):41-46.
[42] 赵天琦,赵岩,郜玉钢,等. 黑参的研究进展[J]. 中国现代中药,2016,18(1):123-125.
[43] 尤宏娟. 人参简易加工[J]. 致富天地,2014(2):58.
[44] 李殿华,高红梅,王野,等. 白糖参传统炮制工艺整理及实验研究[J]. 人参研究,2017,29(6):6-8.
[45] 姜喜同,高玉朋,任跃英,等. 提高大力参加工质量的对比试验[J]. 人参研究,2004,16(1):39-41.