DOI:10.13193/j.issn.1673-7717.2025.03.010

竹节参及珠子参非药用部位研究进展

温媛[1,2],刘畅[1,2],郭佳龙[1,2],原琪[1,2],王锐[1,3],李雪晴[1,2],袁丁[1,2],袁成福[1,3],何毓敏[1,2]
(1.三峡大学国家中医药管理局药理科研三级实验室,湖北 宜昌 443002;2.三峡大学健康医学院,湖北 宜昌 443002;
3.三峡大学基础医学院,湖北 宜昌 443002)

摘要:竹节参作为国家重点二级保护野生植物,兼具北药人参和南药三七的特点;珠子参作为秦巴特色中草药资源"太白七药"之一,是药效好、价格高的药食两用野生名贵药材。但是目前对竹节参、珠子参的研究主要集中在药用部位,从而忽略地上部位的药用价值,导致资源浪费。竹节参、珠子参地上部位含有皂苷类、黄酮类、挥发油等化学成分,具有抗血栓、抗癌、护肝、抗炎镇痛、提高免疫力等药理活性,开发前景广阔。通过查询中草药书籍及中国知网、Web of Science、Pub Med、中国中医药数据库、中药材植物网等科学数据库,对竹节参、珠子参非药用部位的化学成分、药理作用及资源利用方面进行梳理与归纳,旨在为竹节参和珠子参非药用部位的化学研究、资源价值发现、产品开发利用等方面提供参考和依据。

关键词:竹节参;珠子参;非药用部位;皂苷类;资源利用
中图分类号:R282.71 **文献标志码**:A **文章编号**:1673-7717(2025)03-0063-07

Research Progress on Non-Medicinal Parts of Zhujieshen(Panax japonicus) and Zhuzishen(Panax japonicus var. major)

WEN Yuan[1,2],LIU Chang[1,2],GUO Jialong[1,2],YUAN Qi[1,2],WANG Rui[1,3],
LI Xueqing[1,2],YUAN Ding[1,2],YUAN Chengfu[1,3],HE Yumin[1,2]
(1.Third Grade Pharmacological Laboratory on Traditional Chinese Medicine,State Administration of Traditional Chinese Medicine,China Three Gorges University,Yichang 443002,Hubei,China;
2.College of Medicine and Health Sciences,China Three Gorges University,Yichang 443002,Hubei,China;
3.College of Basic Medical Sciences,China Three Gorges University,Yichang 443002,Hubei,China)

Abstract:Zhujieshen(Panax japonicus) is a national key second-class protected wild plant with the characteristics of both the northern medicine Renshen(Ginseng Radix et Rhizoma) and the southern medicine Sanqi(Notoginseng Radix Et Rhizoma). Zhuzishen(Panax japonicus var. major),as one of the "Taibai Seven Medicines" with Qinba characteristics,is a wild and precious herb with good efficacy and high price for both medicine and food. However,current studies on Zhujieshen(Panax japonicus) and Zhuzishen(Panax japonicus var. major) mainly focus on medicinal parts,thus ignoring the medicinal value of the above ground parts,resulting in a waste of resources. The above-ground parts of Zhuzishen(Panax japonicus var. major) contain saponins,flavonoids,volatile oils and other chemical components,which have pharmacological activities such as anti-thrombus,anti-cancer,liver protection,anti-inflammatory,analgesic and immunity enhancement,and have broad development prospects. By searching Chinese herbal medicine books and scientific databases such as CNKI,Web of Science,Pub Med,China Traditional Chinese Medicine Database and Chinese Herbal Medicine Plant Network,this paper combed and summarized the chemical composition,pharmacological action and resources exploitation and utilization of non-medicinal parts Zhujieshen(Panax japonicus) and Zhuzishen(Panax japonicus var. major),aiming to provide reference and basis for chemical research,resource value discovery,product development and utilization of non-medicinal parts of Zhujieshen(Panax japonicus) and Zhuzishen(Panax japonicus var. major).

Keywords:Zhujieshen(Panax japonicus);Zhuzishen(Panax japonicus var. major);non-medicinal parts;saponins;resource utilization

基金项目:国家自然科学基金项目(82374107,82174035,81974528,81773959);湖北省自然科学基金创新群项目(2021CFA015);湖北省中央引导地方科技发展专项(2020ZYYD016)
作者简介:温媛(1999-),女,陕西渭南人,硕士在读,研究方向:中药质量控制。
通讯作者:袁成福(1976-),男(土家族),湖北十堰人,教授,硕士研究生导师,博士,研究方向:代谢性疾病发病机制及其药物防治。E-mail:yuancf46@ctgu.edu.cn。
何毓敏(1980-),男,浙江湖州人,副教授,硕士研究生导师,博士,研究方向:中药及民族药品质评价及资源开发利用。E-mail:hym0811@163.com。

竹节参(Panax Japonics)系五加科人参属植物[1],主要分布于湖北、陕西和四川等省的北纬 30°附近高山地区,主要来源是野生资源。在历代本草及现行版《中华人民共和国药典》收载中[2-3],竹节参性温,味甘,微苦[4],具有补益强壮、散瘀止痛、镇咳祛痰等功效[5-6],被誉为“草药之王”。珠子参,别称钮子七、珠儿参,属五加科植物珠子参(Panax Japonicus var. major)的干燥根茎[7],其味苦甘,具有补肺养阴、化瘀定痛、止血的功效。二者药用部位均为根茎,竹节参为竹节状,珠子参为佛珠状或类圆球状。有研究报道,珠子参是竹节参的变种[8-9]。《中国植物志》[10]中记载竹节参与珠子参是在不同生长环境中产生的不同根茎变异形态,但化学成分相似均属于假人参的一个变种。竹节参与珠子参药用价值高但成药周期长加工成品 5 ~ 6 年才能开采[11],多年生长于荫蔽的林下等地[12]导致野生资源匮乏,人工栽培技术处于刚起步阶段,高难度的种植技术和高成本的种植投入令种植者望而却步,二者非药用部位如茎叶、花蕾、果实每年均能采收且不影响其他部位生长[2]。

目前,竹节参、珠子参的使用面临着药用部位未得到全面开发利用、非药用部位被忽略或被直接遗弃等诸多问题,进而造成了中药材的浪费。研究表明,药用植物的非药用部位具有与药用部位相似的化学成分[13],而且大部分非药用部位有一定的生物活性[14-15],具有良好的开发前景[16]。随着社会的发展,通过现代技术手段挖掘其未产生的价值,避免资源浪费,提高供给产量,促进可持续性发展,加大对中药材非药用部位的重视是有必要的[17]。基于此,本研究对竹节参、珠子参非药用部位进行综述,以期为促进竹节参和珠子参全植株的合理开发和资源综合利用提供科学依据。

1 化学成分

1.1 皂苷类 人参皂苷类化合物是竹节参、珠子参地上部分的主要化学成分,目前已经从竹节参、珠子参地上部分中分离得到 68 种皂苷类化合物。主要包括:达玛烷型四环三萜类皂苷(原人参二醇型、原人参三醇型、C-17 侧链异构型皂苷)、齐墩果烷型五环三萜类皂苷、奥寇梯木醇型皂苷和其他类型皂苷,其中原人参二醇型皂苷有 18 种(化合物 1-18),原人参三醇型皂苷有 28 种(化合物 19-43),齐墩果烷型五环三萜皂苷有 4 种(化合物 44-47),奥克梯隆型皂苷 1 种(化合物 48),C-17 侧链异构型皂苷有 8 种(化合物 49-56),其他类型皂苷有 12 种(化合物 57-68)。具体化合物见表 1,化学结构见图 1。

表 1 竹节参及珠子参非药用部位的皂苷类化合物

类型	编号	化合物名称	取代基	来源部位	参考文献
人参二醇型	1	人参皂苷 F_2	R_1=Glc,R_2=Glc	珠子参茎叶	[24-26]
	2	三七皂苷 Fe	R_1=Glc,R_2=Glc^6-Ara(f)	珠子参茎叶	[20]
	3	人参皂苷 Rd_2	R_1=Glc,R_2=Glc^6-Ara	珠子参茎叶	[20]
	4	绞股蓝皂苷 IX	R_1=Glc,R_2=Glc^6-Xyl	珠子参茎叶	[20]
	5	人参皂苷 Rb_1	R_1=Glc^2-Glc,R_2=Glc^6-Glc	竹节参茎叶	[25-27]
	6	人参皂苷 Rb_2	R_1=Glc^2-Glc,R_2=Glc^6-Ara(p)	珠子参茎叶	[27]
	7	人参皂苷 Rb_3	R_1=Glc^2-Glc,R_2=Glc^6-Xyl	竹节参茎叶、果实;珠子参茎叶	[25-29]
	8	人参皂苷 Rc	R_1=Glc^2-Glc,R_2=Glc^6-Ara(f)	竹节参果实	[25,27-29]
	9	人参皂苷 Rd	R_1=Glc^2-Glc,R_2=Glc	珠子参茎叶、果实;竹节参茎叶	[24-30]
	10	竹节参皂苷Ⅵ	R_1=Glc^6-Glc^2-Xyl,R_2=Glc^6-Glc	竹节参果实	[31]
	11	竹节参皂苷 FK_4	R_1=Glc^6-Glc^2-Xyl,R_2=Glc^6-Ara(f)	竹节参果实	[28,31]
	12	竹节参皂苷 FK_5	R_1=Glc^6-Glc^2-Xyl,R_2=Glc^6-Xyl	竹节参果实	[28,31]
	13	竹节参皂苷 FK_6	R_1=Glc^2-Glcl^6-Xyl,R_2=Glc	竹节参茎叶	[25,28-29]
	14	人参皂苷 Rs_1	R_1=Glc^6-Glc^2-AC,R_2=Glc^6-Ara(p)	珠子参茎叶	[20]
	15	人参皂苷 Rs_2	R_1=Glc^6-Glc^2-AC,R_2=Glc^6-Ara(f)	珠子参茎叶	[20]
	16	西洋参皂苷 R_1	R_1=Glc^6-Glc^2-AC,R_2=Glc^6-Glc	珠子参茎叶	[20]
	17	竹节参皂苷 FK_7	R_1= Glc^2-Glc,R_2=Glc	竹节参茎叶	[25,28,29]
	18	珠子参苷 Z	R_1=Glc^2-Glc,R_2=Glc^6-Xyl	珠子参茎叶	[32]
人参三醇型	19	人参皂苷 F_1	R_1=H,R_2=H,R_3=Glc,R_4=H	竹节参茎叶、珠子参茎叶	[25-26]
	20	人参皂苷 F_3	R_1=H,R_2=H,R_3=Glc^6-Ara(p),R_4=H	竹节参茎叶、珠子参茎叶	[25-26,29,33]
	21	人参皂苷 F_5	R_1=H,R_2=H,R_3=Glc^6-Ara(f),R_4=H	竹节参茎叶	[25,29]
	22	20(S)-原人参三醇	R_1=H,R_2=H,R_3=H,R_4=H	竹节参茎叶	[25]
	23	竹节参皂苷 LM_1	R_1=H,R_2=H,R_3=Glc^6-Xyl,R_4=H	竹节参茎叶	[25,29,33]
	24	竹节参皂苷 LM_2	R_1=H,R_2=H,R_3=Glc^6-Xyl^3- Xyl,R_4=H	竹节参茎叶	[25,29,33]
	25	竹节参皂苷 LM_3	R_1=H,R_2=H,R_3=Glc^6-Araf^5-Xyl,R_4=H	竹节参茎叶	[25,29]
	26	竹节参皂苷 L_5	R_1=H,R_2=H,R_3=Glc^6-Arap^4-Xyl,R_4=H	竹节参茎叶、果实	[25,28-29]
	27	竹节参皂苷 L_{10}	R_1=H,R_2=Glc,R_3=H,R_4=H	竹节参茎叶、果实	[25,28-29]
	28	人参皂苷 Rg_1	R_1=H,R_2=H,R_3=Glc,R_4=Glc	竹节参茎叶、果实;珠子参茎叶	[19,25,28-30,33]
	29	人参皂苷 F_6	R_1=H,R_2=H,R_3=Glc^6-Ara(f),R_4= Glc	竹节参茎叶	[25,29]
	30	人参皂苷 Re	R_1=H,R_2=H,R_3=Glc,R_4=Glc^2-Rha	竹节参茎叶、果实;珠子参茎叶	[19,25-26,28-29,33]
	31	人参皂苷 Rg_2	R_1=H,R_2=H,R_3=H,R_4=Glc^2-Rha	珠子参茎叶、竹节参茎叶	[19,24,26,30]
	32	西洋参花蕾皂苷 E	R_1=H,R_2=H,R_3=Glc^6-Xyl,R_4=Glc^2-Rha	竹节参果实	[28]
	33	竹节参皂苷 FK_1	Rl=H,R_2=Glc,R_3=H,R_4=Glc^2-Rha	竹节参果实	[28]
	34	越南参皂苷 R_4	R_1=Glc^2-Glc,R_2= H,R_3= Glc,R_4=H	竹节参茎叶	[25]

续表 1 竹节参及珠子参非药用部位的皂苷类化合物

类型	编号	化合物名称	取代基	来源部位	参考文献
	35	竹节参皂苷 LM_4	$R_1=Glc^2-Glc, R_2=Glc, R_3=H, R_4=H$	竹节参茎叶	[25,29]
	36	竹节参皂苷 LM_5	$R_1=Glc^2-Glc, R_2=H, R_3=Glc^6-Ara(f), R_4=H$	竹节参茎叶	[25,29]
	37	竹节参皂苷 LM_6	$R_1=Glc^2-Glc, R_2=H, R_3=Glc^6-Arap^4-Xyl, R_4=H$	竹节参茎叶	[25,29]
	38	三七皂苷 R_1	$R_1=H, R_2=H, R_3=Glc, R_4=Glc^2-Xyl$	竹节参果实	[28]
	39	伪人参皂苷 RS_1	$R_1=H, R_2=H, R_3=Glc, R_4=Glc^2-Rhal^6-Ac$	竹节参果实	[28]
	40	人参皂苷 Ia	$R_1=Glc, R_2=H, R_3=Glc, R_4=H$	竹节参茎叶	[25]
	41	20(S)-人参皂苷 Rg2	$R_1=H, R_2=H, R_3=H, R_4=Glc^2-Rha$	竹节参茎叶	[25]
	42	20(21),24-达玛二烯-3β,6α,12β-三醇	R=2,6-dimethylhepta-1,5-diene	珠子参茎叶	[32]
	43	20(22),24-达玛二烯-3β,6α,12β-三醇	R=2,6-dimethylhepta-2,5-diene	珠子参茎叶	[32]
齐墩果烷型	44	竹节参皂苷 V	$R_1=GlcUA^2-Glc, R_2=Glc$	竹节参果实、茎叶	[28-29,31,34]
	45	竹节参皂苷 Ⅰb	$R=GlcUA^2-Ara(f)$	竹节参茎叶	[34]
	46	28-去糖竹节参皂苷Ⅳa	$R_1=GlcUA, R_2=H$	竹节参果实	[31,34]
	47	竹节参皂苷Ⅳa	$R_1=GlcUA, R_2=Glc$	竹节参果实、茎叶	[28-29,31,34]
奥寇梯木醇型	48	24(S)-伪人参皂苷 F_{11}	$R=Glc^2-Rha$	竹节参茎叶、珠子参茎叶	[25-26]
C-17 侧链异构型	49	羽叶三七皂苷 F_1	-	竹节参茎叶、珠子参茎叶	[25-26]
	50	羽叶三七皂苷 F_2	-	竹节参茎叶、珠子参茎叶	[25]
	51	羽叶三七皂苷 F_3	-	竹节参茎叶	[25]
	52	羽叶三七皂苷 F_4	-	竹节参茎叶	[25]
	53	羽叶三七皂苷 F_5	-	竹节参茎叶	[25]
	54	羽叶三七皂苷 F_6	-	竹节参茎叶	[25-26]
	55	竹节参皂苷 L_9a	-	竹节参茎叶	[25]
	56	竹节参皂苷 L_9bc	-	竹节参茎叶	[25]
其他	57	竹节参皂苷 LT_5	$R_1=Glc, R_2=Glc^6-Glc$	竹节参茎叶	[25]
	58	竹节参皂苷 LT_8	$R_1=Glc, R_2=Glc$	竹节参茎叶	[25]
	59	竹节参皂苷 FK_2	$R_1=Glc^2-Glc, R_2=Glc$	竹节参茎叶、果实	[25,28-29]
	60	竹节参皂苷 FT_4	$R_1=Glc^6-Xyl, R_2=Glc$	竹节参果实	[31]
	61	竹节参皂苷 LN_4	$R_1=Glc^6-Xyl, R_2=Glc^6-Ara(p)$	竹节参茎叶、果实	[25,31]
	62	竹节参皂苷 FK_3	$R_1=Glc^6-Glc^2-Xyl, R_2=Glc$	竹节参茎叶、果实	[28]
	63	竹节参皂苷 FT_2	$R_1=Glc^6-Glc^2-Xyl, R_2=Glc^6-Glc$	竹节参果实	[31]
	64	竹节参皂苷 FT_3	$R_1=Glc^6-Glc^2-Xyl, R_2=Glc^6-Ara(p)$	竹节参果实	[31]
	65	竹节参皂苷 FH_2	$R_1=Glc^6-Glc^2-Xyl, R_2=Glc^6-Ara(f)$	竹节参果实	[31]
	66	竹节参皂苷 FT_1	$R=Glc^6-Ara(p)$	竹节参茎叶、果实	[25,29,31]
	67	竹节参皂苷 FH_1	$R=Glc^6-Ara(f)$	竹节参果实	[31]
	68	竹节参皂苷 FM_1	$R_1=Glc^2-Glc, R_2=Glc^6-Xyl$	竹节参果实	[28]

注:Glc. β-D-glucopyranosyl,Xyl. β-D-xylopyranosyl,Ara(f). α-L-arabinofuranosyl,Ara(p). α-L-arabinopyranosyl,Rha. α-L-rhamnopyranosyl,GlcUA. β-D-glucopyranosiduronic acid。

通过比较,竹节参与珠子参在皂苷类成分的结构种类不尽相同。两种药材都含有达玛烷型人参皂苷 Rb_3、Rd、F_1、F_3、Rg_1、Rg_2、Re,奥寇梯木醇型 24(S)-伪人参皂苷 F_{11} 和羽叶三七皂苷 F_1、F_2,同时两者在达玛烷型四环三萜类皂苷各有其独特的成分,但齐墩果烷型五环三萜类皂苷目前仅在竹节参茎叶与果实中发现,珠子参并未发现。

1.2 黄酮类 刘国玲等[18]采用正交试验法碱水提取竹节参地上部分茎叶总黄酮,证明了竹节参茎叶里含有黄酮类成分。肖晏婴[19]经过水提、萃取除杂、树脂分段和反复层析等实验,首次从竹节参茎叶中分离得到黄酮类化合物人参黄酮苷(化合物 69)。何瑞等[20]采用硅胶柱、羟丙基葡聚糖凝胶柱、十八烷基硅烷键合硅胶反相色谱柱和半制备高效液相色谱等方法从珠子参叶中分离纯化得到 5,7-二羟基-8-甲氧基黄酮(化合物 70),该化合物也是首次从人参属植物中分离得到。

1.3 挥发油 郭敏等[21]收集陕西 3 个产地的珠子参地上部分,利用水蒸气蒸馏法提取珠子参地上部分中挥发油,气质联用仪分析其中化学成分 20 个。3 个产地凤县、眉县、太白县种植的珠子参地上部分挥发油含量分别为 0.20%、0.22% 和 0.20%。凤县主要以植酮,1,1,7-trimethyl-4-methylene-decahydro-1H-cyclopropa[e]azulen-7-ol,α-芹子烯为主;眉县主要以植酮,叶绿醇,α-芹子烯为主;太白县主要以植酮,α-himachalene,T-杜松醇为主。

1.4 氨基酸 杨芳等[22]使用氨基酸自动分析仪测定珠子参的茎、叶、花中 17 种常见氨基酸含量,共有氨基酸且排名前 4 位为谷氨酸、天门冬氨酸、亮氨酸、赖氨酸,以及 1 种非蛋白氨基酸 γ-氨基丁酸。

1.5 微量元素 宋小妹等[23]应用电感耦合等离子体发射光谱分别测定珠子参根、茎、叶 3 个部位中 26 种微量元素含量,发现 3 个部位均富含 Mg、Ca 及多种人体必需微量元素,其中元素 Mg 的含量较高;元素 Fe 在茎和叶中含量较高。

2 药理作用

2.1 对心血管系统的影响 研究发现,竹节参茎叶总皂苷能够溶解肺血栓模型小鼠血凝块,具有显著的体内抗血栓活性[35]。从茎叶中分离得到的竹节参皂苷 V、竹节参皂苷Ⅳ、竹节参皂苷Ⅳa、伪人参皂苷 RT1 按照 2∶1∶1∶1 比例组合时显著降低急性高脂血症小鼠血中胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋

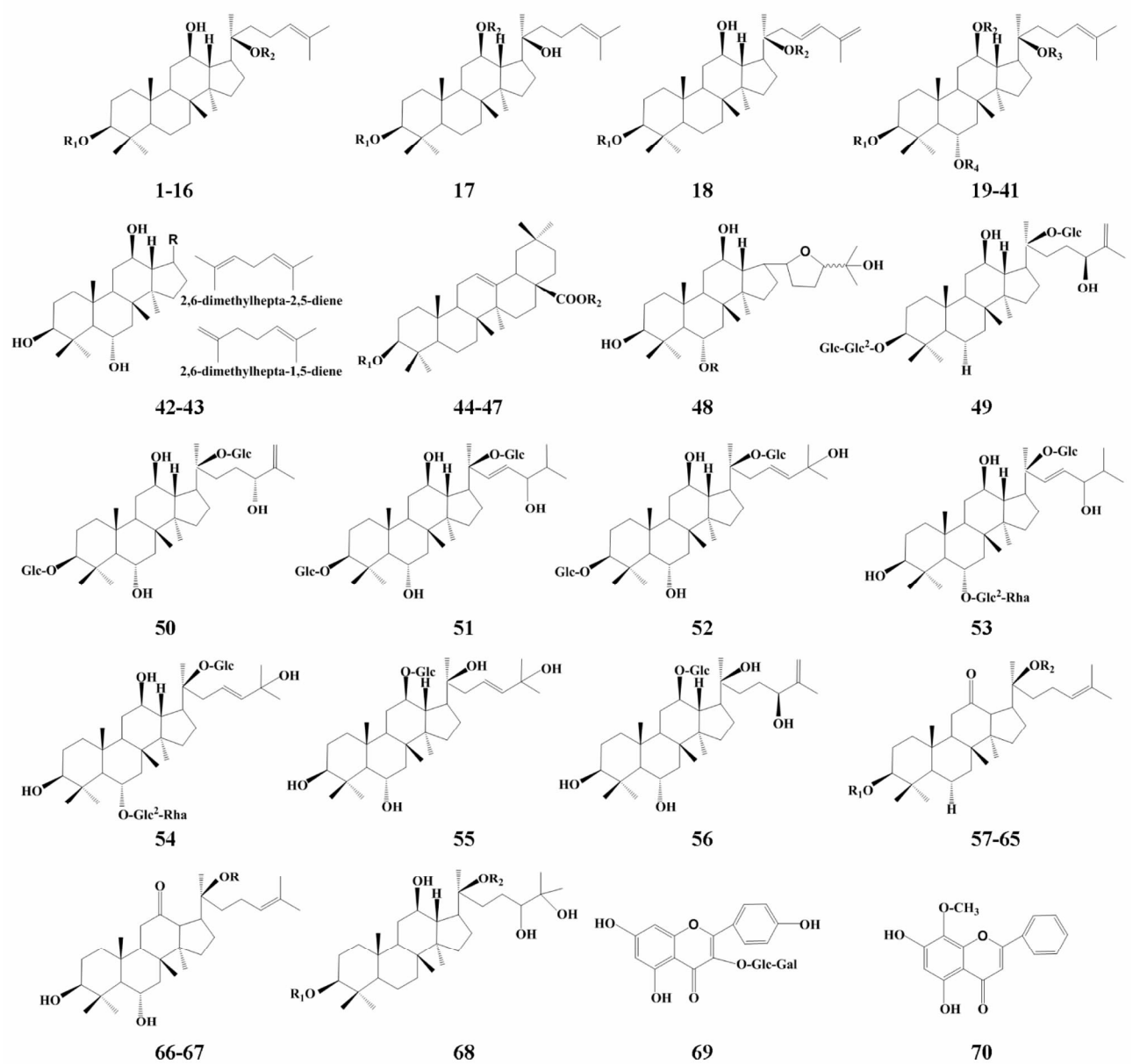


图 1 竹节参及珠子参非药用部位化合物结构

白水平,升高高密度脂蛋白水平,降脂作用显著且优于竹节参总皂苷[36]。竹节参茎叶的主要成分竹节参皂苷Ⅳa 通过腺苷单磷酸活化蛋白激酶/哺乳动物雷帕霉素靶蛋白/自噬激活激酶 1(AMPK/mTOR/ULK1)途径激活自噬,减轻异丙肾上腺素(ISO)诱导的心肌纤维化,表明竹节参皂苷Ⅳa 是一种抗心肌纤维化的潜在候选药物[37]。人参黄酮苷具有促进血管新生的作用,其机制与血管内皮生长因子(VEGF)受体表达和细胞凋亡有关,可用于治疗血管生成不足的疾病[38]。

2.2 对神经系统的影响 珠子参地上部位具有显著地抗疲劳作用且存在剂量依赖性[39],能延长小鼠在缺氧条件下的存活时间[40]。两种药材茎叶含有的人参皂苷 Rg1 通过多种信号通路及分子机制相互作用来改善帕金森病、阿尔茨海默病、脑卒中、脑梗死、缺血再灌注损伤、抑郁、应激等神经系统疾病[41]。竹节参皂苷Ⅴ、Ⅳ、Ⅳa、Ⅰb 和竹节参皂苷Ⅳa 乙酯能够显著减少 β 淀粉样蛋白 25-35($A\beta_{25-35}$)诱导的 PC12 细胞损伤,可作为有效地乙酰胆碱酯酶(AChE)抑制剂来预防阿尔茨海默病[42]。F 组人参皂苷(人参皂苷 F_1、F_2、F_3、F_5)、Rb_1、Rb_2、Rb_3、Rd、CK、Rg_1 和 PF_{11}通过抗凋亡、抗炎、抗氧化、减轻兴奋性氨基酸毒性和 Ca^{2+} 电流、神经修复或神经保护来发挥抗脑缺血作用[43]。

2.3 对免疫系统的影响 肖晏婴[19]对竹节参茎叶进行提取分离发现,竹节参茎叶 70% 乙醇洗脱部位能增强 S180 荷瘤小鼠的免疫力和小鼠红细胞对肿瘤细胞的黏附力,同时提高了巨噬细胞的吞噬功能以及降低由 2,4-二硝基氟苯(DNFB)诱导的迟发性超敏反应,证明其可以提高机体对病原微生物的抵抗力和抗致敏力。人参黄酮苷可治疗由免疫球蛋白 E(IgE)介导的肥大细胞脱颗粒及 T 细胞参与的免疫应答相关过敏性疾病[44]。

2.4 保护肝脏 郭敏等[45]通过数据库及文献筛选分析珠子参地上部分防治脂肪肝的相关代谢过程、通路,动物实验和免疫组化实验验证得到,珠子参地上部分防治脂肪肝是直接作用于环氧合酶 2(PTGS2)、丝裂原激活的蛋白激酶 3(MAPK3)、

过氧化物酶体增殖物激活受体 γ(PPARG)3 个核心靶点的基因及蛋白。经过对珠子参有效部位提取分离和建立小鼠肝损伤模型筛选药效部位和有效成分,证明珠子参抗肝损伤的有效部位为珠子参总皂苷,发挥抗肝损伤作用的有效成分是竹节参皂苷Ⅳa[46]。二者茎叶含有的竹节参皂苷Ⅴ通过抑制核因子(NF)-κB 和丝裂原活化蛋白激酶(MAPK)信号通路减轻脂多糖(LPS)诱导的巨噬细胞炎症反应,预防肝损伤[47]。

2.5 抗炎镇痛 珠子参叶提取的总皂苷可消除二甲苯所致小鼠耳廓肿胀,减少醋酸导致的毛细血管通透性增加,减轻热板引起的疼痛和抑制肉芽组织增生[39,48]。竹节参地上部分总皂苷提取物通过降低腹腔毛细血管通透性达到抗炎的效果,以及减少醋酸所致小鼠扭体次数,提高小鼠热板痛阈达到镇痛的效果[49]。人参皂苷 Rb_1 通过抑制炎症基质金属蛋白酶-13、环氧合酶-2、前列腺素 E2 等相关因子的产生,缓解骨性关节炎的症状[50]。

2.6 抗癌 竹节参皂苷Ⅴ通过抑制结肠癌细胞 HT29 对整合素(αvβ6)、基质金属蛋白酶-2(MMP-2)、基质金属蛋白酶-9(MMP-9)和细胞外信号调节激酶(ERK)的磷酸化,特异性地抑制结肠癌细胞 HT29 的转移传播能力,包括迁移和侵袭能力以及对人内皮组织的黏附能力[51]。人参皂苷 Rb_2 通过转化生长因子/信号转导蛋白(TGF-β1/Smad)抑制结直肠癌细胞的上皮间质转化,可能是治疗结直肠癌的潜在候选者[52]。竹节参皂苷Ⅳa 甲酯诱导卵巢癌 G1 细胞周期阻滞,引发细胞凋亡,抑制卵巢癌细胞迁移和侵袭。大量的实验证明为竹节参、珠子参成为治疗癌症的潜在药物提供了一个全面的评价[53]。

3 中药资源利用

3.1 竹节参、珠子参地上部位药用记载 竹节参、珠子参茎叶在我国具有悠久的药用历史,无论是作为单味药还是与其他中药材配伍使用。《中华本草》[54]中记载竹节人参叶可用于清热解暑,生津利咽。《南京地区常用中草药》[55]中记载竹节人参叶煎水洗头,治脱发。《湖南药物志》[56]中记载竹节人参叶捣烂,敷患处,治手部生疮。《陕西中草药》[57]中珠子参叶称为参叶子,参叶子 6~9 g,水煎服或泡茶饮,治骨蒸劳热,腰腿痛,防中暑。《广西本草选编》[58]中记载野田七叶单味水煎服治咽喉肿痛。《浙江药用植物志》[59]中用竹叶参叶、腊梅花、桔梗、牛蒡子各 3~9 g,水煎服,用治疗声音过度嘶哑、咽喉炎、喉部肌肉劳损等。《湖北中草药志》[60]中珠子参叶称为参叶,参叶 6 g,麦冬 9 g,五味子 1.5 g。开水泡,当茶服,治暑热津伤口渴。

3.2 竹节参、珠子参提取物地上部位开发利用 当前,竹节参、珠子参非药用部位的开发多应用于皂苷类、黄酮类等成分的提取原料。竹节参地上茎叶部分中皂苷Ⅰb、Ⅳ、Ⅳa 和Ⅴ4 种特征成分含量占总皂苷的 1/4[34]。王洪军等[61]采用正交试验法确定提取 2 次,每次 100 min,提取温度 80 ℃,1∶18 料液比,0.09% 纤维素酶用量为竹节参茎叶中总皂苷最优提取工艺。刘国玲等[18]通过碱水提取竹节参地上部分茎叶总黄酮,最终确定 70 ℃浸提温度,提取 2 次,每次 60 min,1∶15 料液比,提取液 pH=10 的方法为最优提取工艺,茎叶总黄酮得率为 0.88%。利用竹节参、珠子参非药用部位廉价易得的特点,实现有效成分产业化制备的新工艺。以竹节参提取物为主要原料的产品不断上市。竹节参、甘草及白丁香等多种植物提取物组成的儿童口腔护理组合物[62]适合日常口腔护理,可有效清理口腔和坚固牙齿。紫芝多糖、竹节参、野豌豆花 3 种植物提取物混合后公开发明的养护靓肤 BB 霜[63]抗炎抗氧化,质地轻薄遮瑕力好。以竹节参为主要原料的祛痘中药组合物[64]祛痘效果好、药效安全平和。

3.3 竹节参、珠子参地上部位影响植物生长发育及调节内含物次生代谢产物过程 竹节参地上部位具有最独特的 UniGene 特征(约 70% 的转录组表达谱是独一无二的)[65],与皂苷合成途径相关的多种合成限速基因在地上部位中有较高的表达量。如皂苷合成途径中第一个合成限速基因达玛烷合成酶基因(DS)的表达量在竹节参花中最高[66],推断竹节参主要通过地上的花和叶中进行 DS 基因表达,再通过体内输送系统将合成的皂苷化合物定向运送至根状茎中贮藏。竹节参茎叶中,鲨烯环氧酶基因(Pj SE)表达量最高,根中表达量最低[67]。珠子参茎叶中,β-香树素合成酶基因(Pj βAS)表达量最高,根状茎中表达量最低[9]。这提示竹节参、珠子参地上部位资源的重要性。人们生活水平的提高导致各种保健产品和医药用品不断开发和消耗,自然生长的药用植物呈现出供不应求的态势。为了满足相应药用成分的需求,我们可运用生物技术手段对调节次生代谢途径中的关键酶基因进行克隆、生信分析以及代谢调控研究,以此来完善皂苷类成分的生物合成途径,增加药用成分的供应。

3.4 参考竹节参、珠子参根茎及同属植物促进地上部位相关产品的开发利用 目前,以竹节参、珠子参开发的药品、保健品大多以根茎为原料。复方竹节参片用于治疗类风湿性关节炎[68],与其他药物联合用药后可改善膝骨关节炎症状[69]、骨结核[70]、非酒精性脂肪肝[71]、缓解术后疼痛[72]。哈尔滨浩拓生物科技开发有限公司开发的竹节参滋补强壮酸汤料[73]、汤圆[74]、鸡蛋[75],营养价值丰富,扶正固本,供不同需求者选用。

竹节参、珠子参资源蕴含量巨大,但多年来受传统用药习惯影响未体现其应用价值。同属植物人参、三七、西洋参的非药用部位早已开发成医疗保健产品被广泛应用。北药人参作为竹节参的近似种,地上部位中的化学成分皂苷、黄酮、多糖已被证实具有与根茎相似的药理活性。人参地上部位相应产品如人参花软膏[76]拮抗 UVB 辐照引起的小鼠皮肤光老化,人参果汁浓缩液[77]强化免疫低下小鼠的免疫功能。相关药物如吉林省抚松制药股份有限公司上市的人参茎叶皂苷片可以健脾益气,集安市新开河参业有限公司上市的新开河人参果胶囊能够延缓衰老,深圳太阳生物科技有限公司上市的太阳生科 R 牌人参花蕾饮料和炳翰牌人参花茶增强免疫力[78],在市场均反映良好。三七花、茎叶在 2016 年被云南省作为普通地方特色食品原料进行管理,具有清热、平肝、降压之效[79],一级三七花总皂苷含量可以高达 28.48%[80]。在云南地区,人们常以三七花水作为饭后饮品,用三七叶煮过的水洗脸去除面部的黄褐斑。现已研究开发出三七叶醋[81]、三七叶桃酥[82]、三七花花生酥糖[83]、三七花啤酒[80]等保健产品及精华液[84]等护肤品。同样作为药食同源植物的“鲁十味”之一西洋参,含有皂苷、多糖、氨基酸多种有效成分及营养成分,在抗衰老、促进血液循环、抗菌消炎等方面具有显著效果,是保健产品开发的重要潜在资源。其干燥部位中茎叶总皂苷含量达 11.99%,果实总皂苷含量达 8.0%,主根总皂苷含量达 4.25%,茎叶中总皂苷含量是根的 2.8 倍[85]。“西洋参茎叶总皂苷”已作为药品(国药准字 Z20030072)应用于临床;用于治疗冠心病、心绞痛的“心悦胶囊”主要药效成分为西洋参茎叶总皂苷。

竹节参、珠子参作为以上 3 种植物的近缘种,提示竹节参、珠子参地上部位同样具有成为保健食品、药品的潜在价值。因

此我们可以围绕其药用价值、药效、安全性评估等开展系统研究,围绕制剂、日化、保健及工业原料等进行产品开发,以提升非药用部位综合开发利用效率和延伸产业链。

4 结语与展望

对比竹节参、珠子参药用部位与非药用部位发现,在化学成分上,活性成分及特征性成分存在交叉,根茎与地上部位在皂苷类成分中都存在齐墩果烷型皂苷含量多种类少、达玛烷型皂苷种类多含量少的特点,而黄酮类成分目前仅在茎叶中分离得到,如人参黄酮苷和 5,7 - 二羟基 - 8 - 甲氧基黄酮。在药效研究上,药用部位与非药用部位多倾向齐墩果烷型皂苷开展,如特征性成分竹节参皂苷Ⅴ、Ⅳ、Ⅳa 等,在心血管系统、神经系统、免疫系统等活性方面存在共性问题,但药效成分作用的信号通路、调控机制是否一样,尚未清楚。这说明竹节参、珠子参潜在的资源价值值得重视。

目前,从竹节参、珠子参地上部位分离得到 68 个皂苷类化合物,皂苷类化合物多以达玛烷型四环三萜类为主,2 个黄酮类化合物,17 个常见氨基酸,20 个挥发油成分,26 种微量元素。竹节参、珠子参作为药食两用野生名贵药材,具有较大的开发利用价值。对两者地上部位是否含有酚类、多糖类等其他类化合物尚未深入研究。同时竹节参、珠子参地上部位具有抗血栓、抗疲劳、抗炎镇痛等药理活性的化学成分主要围绕皂苷类化合物,其他类化学成分药理作用研究相对偏少,系统的临床试验和药代动力学等相关研究亟待完善。这提示研究者可以着重于这些方面的探索,也可以借助生物技术、网络药理学等现代研究手段进行辅助研究,为临床应用提供一定的理论支持。最后,希望当地政府和部门有必要制定可供参照执行的标准体系,建立非药用部位质量标准,引导企业开展中药非药用部位的资源化利用,加强种植人员种植技术专业性,联合药企推动产业发展,进一步扩充应用范围,为产品开发注入新血液。早日实现竹节参、珠子参地上部位与地下部位共发展,为国家“双碳”目标的实现做贡献。

参考文献

[1] 林先明,谢玲玲,由金文,等. 竹节参名称及基原考[J]. 中药材,2007(6):742 - 743.
[2] 闵欣怡,侯聪,吴田泽,等. 竹节参种质资源及育种研究进展[J]. 世界中医药,2022,17(13):1797 - 1801.
[3] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[S]. 北京:中国医药科技出版社,2020:144 - 145.
[4] 王开元,詹志来,廖天月,等. 竹节参的本草考证[J]. 中国中医基础医学杂志,2022,28(4):608 - 613.
[5] 申佩瑶,张也,李玉钦,等. 竹节参生物活性与质量控制研究进展[J]. 食品与机械,2021,37(11):211 - 220.
[6] WANG X J,XIE Q,LIU Y,et al. Panax japonicus and chikusetsusaponins:A review of diverse biological activities and pharmacology mechanism[J]. Chin Herb Med,2021,13(1):64 - 77.
[7] 张志清,曹蕾,宋亮,等. 珠子参类药物历史沿革与应用展望[J]. 云南中医中药杂志,2012,33(9):68 - 71.
[8] 王玫瑰,余大鑫,叶方,等. 珠子参及其近缘种竹节参的分子生药学研究进展[J]. 中南药学,2020,18(10):1681 - 1687.
[9] 吴亚运,赵小龙,陈平,等. 珠子参 β - 香树素合成酶基因的克隆和生物信息学分析[J]. 生物技术通报,2017,33(2):109 - 117.
[10] 中国科学院中国植物志编委会. 中国植物志(第 54 卷)[M]. 北京:科学出版社,1978.
[11] 廖建洲,张涛,王祎. 恩施高山片区竹节参产业发展探究[N]. 恩施日报,2020 - 01 - 23(4).
[12] 齐敏杰,李静,梁娥,等. 药用植物竹节参繁殖技术和分子生物学研究进展[J]. 分子植物育种,2022,20(20):6947 - 6952.
[13] 殷圣鑫,蔡芷辰,陈翠花,等. 黄蜀葵花药用部位与非药用部位化学成分的比较分析[J]. 中国药学杂志,2023,58(14):1276 - 1286.
[14] 张建云,赵艳云,赵云生,等. 北苍术药用和非药用部位挥发油成分分析及体外抗菌活性考察[J]. 中国药房,2022,33(21):2609 - 2614.
[15] 王天梅,王华磊,李丹丹,等. 多花黄精非药用部位活性成分及抗氧化性比较[J]. 食品与机械,2022,38(1):57 - 60.
[16] 赵晖,苗明三. 中药非药用部位综合利用的分析与思考[J]. 中华中医药杂志,2019,34(8):3589 - 3591.
[17] 谢蕾,张羽师,李卫东. 药用植物非药用部位开发利用现状与展望[J]. 中药材,2019,42(2):470 - 473.
[18] 刘国玲,肖晏婴. 正交实验法优选竹节参茎叶中总黄酮的碱水提取工艺[J]. 湖北中医杂志,2016,38(1):74 - 75.
[19] 肖晏婴. 竹节参茎叶中脂溶性成分的研究[D]. 武汉:武汉工业学院,2010.
[20] 何瑞,刘琦,刘银环,等. 珠子参叶化学成分研究[J]. 中国中药杂志,2014,39(9):1635 - 1638.
[21] 郭敏,徐虹,姜祎,等. 陕产珠子参地上部分挥发油的 GC - MS 分析[J]. 中国民族民间医药,2020,29(13):20 - 25.
[22] 杨芳,杨万林,陈锦玉,等. 珠子参地上部分氨基酸测定及营养评价[J]. 氨基酸和生物资源,2013,35(2):1 - 4.
[23] 宋小妹,李渊源,宋蓓. 珠子参不同药用部位微量元素分析[J]. 西北药学杂志,2011,26(2):79 - 80.
[24] 冯宝树,汪夕彬,王答祺,等. 秦岭产珠子参叶的达玛烷型皂甙研究(1)[J]. 云南植物研究,1987(4):477 - 484.
[25] 白敏,毛茜,徐金娣,等. 人参属药用植物地上部位皂苷类成分的化学和分析研究进展[J]. 中国中药杂志,2014,39(3):412 - 422.
[26] 王答祺,樊娟,冯宝树,等. 羽叶三七叶中甙类成分的研究[J]. 药学学报,1989(8):593 - 599.
[27] 赵东东,宋小妹,汤海峰,等. 珠子参叶的皂苷成分研究[J]. 中南药学,2013,11(2):85 - 88.
[28] YOSHIZAKI K,YAHARA S. New triterpenoid saponins from fruits specimens of Panax japonicus collected in Kumamoto and Miyazaki prefectures (1)[J]. Chem Pharm Bull (Tokyo),2012,60(3):354 - 362.
[29] YOSHIZAKI K,DEVKOTA H P,YAHARA S. Four new triterpenoid saponins from the leaves of Panax japonicus grown in southern Miyazaki Prefecture (4)[J]. Chem Pharm Bull (Tokyo),2013,61(3):273 - 278.
[30] LIU S R,LUO Z J,YANG S X,et al. Dammarane - type saponins in leaves of Panax collected in Sichuan[J]. Huaxi Yike Daxue Xuebao,1989,20(3):331 - 334.
[31] YOSHIZAKI K,MURAKAMI M,FUJINO H,et al. New triterpenoid saponins from fruit specimens of Panax japonicus collected in Toyama prefecture and Hokkaido (2)[J]. Chem Pharm Bull (Tokyo),2012,60(6):728 - 735.
[32] 张化为,姜祎,黄文丽,等. 珠子参叶中 1 个新的三萜皂苷[J]. 中草药,2020,51(1):26 - 30.
[33] YOSHIZAKI K,YAHARA S. New triterpenoid saponins from leaves of Panax japonicus (3). Saponins of the specimens collected in Miyazaki prefecture[J]. Nat Prod Commun,2012,7(4):491 - 493.
[34] 贾放,陈平,王如锋,等. 竹节参药材不同部位皂苷成分的分析研究[J]. 时珍国医国药,2012,23(7):1682 - 1684.
[35] 沈金阳,杨中林. 竹节参根和茎叶中总皂苷抗血栓活性研究[J]. 海峡药学,2014,26(3):149 - 151.
[36] 杨小林,张春凤,陈平,等. 竹节参皂苷及其组合物的降脂活性比较研究[J]. 上海中医药大学学报,2020,34(3):57 - 61.

[37] 高兰英,贾彬,文健,等. 竹节参皂苷Ⅳa 减轻异丙肾上腺素诱导的小鼠心肌纤维化作用机制研究[J]. 现代生物医学进展,2021,21(21):4055 - 4061.
[38] 唐靖一,周忠焱,陈昕琳,等. 人参黄酮苷在制备促进血管新生药物中的用途:中国,CN202011045682. X[P]. 2022 - 04 - 05.
[39] 许银凤,余朝良. 珠子参非传统药用部位的药效初步研究[J]. 云南中医中药杂志,2013,34(7):62 - 63.
[40] 考玉萍,姜祎,宋小妹. 珠子参叶总皂苷抗疲劳抗应激作用的实验研究[J]. 陕西中医,2008(8):1092 - 1093.
[41] SUN Y,YANG Y,LIU S,et al. New therapeutic approaches to and mechanisms of ginsenoside rg1 against neurological diseases[J]. Cells,2022,11(16):2529.
[42] LI S,LIU C,LIU C,et al. Extraction and in vitro screening of potential acetylcholinesterase inhibitors from the leaves of Panax japonicus[J]. J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci,2017,1061 - 1062:139 - 145.
[43] 张剑宁,朱贺,刘金平,等. 人参皂苷抗脑缺血作用机制的研究进展[J]. 特产研究,2023,45(4):158 - 163.
[44] 金永日,刘迎,李绪文. 人参黄酮苷在过敏性疾病中的应用:中国,CN201711262065. 3[P]. 2018 - 10 - 23.
[45] 郭敏,贺依依,徐虹,等. 基于网络药理学和分子对接探讨珠子参地上部分防治脂肪肝的作用机制[J]. 中南药学,2021,19(5):836 - 844.
[46] 许苗苗,张旋,宋蓓,等. 珠子参抗肝损伤药效的物质基础研究[J]. 西北药学杂志,2014,29(5):486 - 489.
[47] DAI Y W,ZHANG C C,ZHAO H X,et al. Chikusetsusaponin V attenuates lipopolysaccharide - induced liver injury in mice[J]. Immunopharmacol Immunotoxicol,2016,38(3):167 - 174.
[48] 姜祎,考玉萍,宋小妹. 珠子参叶总皂苷抗炎镇痛作用的实验研究[J]. 陕西中医,2008(6):732 - 733.
[49] 钱丽娜,陈平,陈新,等. 竹节参地上部分中总皂苷成分抗炎镇痛活性[J]. 中国医院药学杂志,2008(20):1731 - 1733.
[50] CHENG W,WU D,ZUO Q,et al. Ginsenoside Rb1 prevents interleukin - 1 beta induced inflammation and apoptosis in human articular chondrocytes[J]. Int Orthop,2013,37(10):2065 - 2070.
[51] JIANG Z,QIAN J,DONG H,et al. The traditional Chinese medicine Achyranthes bidentata and our de novo conception of its metastatic chemoprevention: from phytochemistry to pharmacology[J]. Sci Rep,2017,7(1):3888.
[52] DAI G, SUN B, GONG T, et al. Ginsenoside Rb2 inhibits epithelial - mesenchymal transition of colorectal cancer cells by suppressing TGF - beta/Smad signaling[J]. Phytomedicine,2019,56:126 - 135.
[53] CHEN X,WU Q S,MENG F C,et al. Chikusetsusaponin Ⅳa methyl ester induces G1 cell cycle arrest,triggers apoptosis and inhibits migration and invasion in ovarian cancer cells[J]. Phytomedicine,2016,23(13):1555 - 1565.
[54] 国家中医药管理局编委会. 中华本草[M]. 上海:上海科学技术出版社,1999.
[55] 南京部队后勤部卫生部. 南京地区常用中草药[M]. 南京:江苏省革命委员会出版发行局,1969.
[56] 蔡光先. 湖南药物志[M]. 长沙:湖南科技出版社,2004.
[57] 陕西省革命委员会卫生局商业局. 陕西中草药[M]. 北京:科学出版社,1971.
[58] 广西壮族自治区革委会卫生局. 广西本草选编[M]. 南宁:广西人民出版社,1974.
[59] 浙江药用植物志编写组. 浙江药用植物志[M]. 杭州:浙江科学技术出版社,1980.
[60] 湖北省革委会卫生局. 湖北中草志药[M]. 武汉:湖北人民出版社,1982.
[61] 王洪军,肖晏婴,陈平,等. 正交试验法优选竹节参茎叶中总皂苷的提取工艺[J]. 中华中医药学刊,2011,29(11):2581 - 2583.
[62] 郭毅. 一种儿童口腔护理组合物及其制备方法:中国,CN201810254431. 9[P]. 2021 - 09 - 17.
[63] 不公告发明人. 一种养护靓肤 BB 霜:中国,CN201710407746. 8[P]. 2017 - 11 - 03.
[64] 马殿伟. 一种含有竹节参的用于化妆品的祛痘中药组合物:中国,CN201610407068. 0[P]. 2016 - 09 - 07
[65] RAI A,YAMAZAKI M,TAKAHASHI H,et al. RNA - seq transcriptome analysis of panax japonicus,and its comparison with other panax species to identify potential genes involved in the saponins biosynthesis[J]. Front Plant Sci,2016,7:481.
[66] 王景思,吴亚运,黄丽芬,等. 竹节参达玛烷合成酶基因的克隆和生物信息学分析[J]. 基因组学与应用生物学,2020,39(7):3151 - 3158.
[67] 李鹏飞,黄朝康,杨小林,等. 竹节参鲨烯环氧酶基因的克隆及生物信息学分析[J]. 中草药,2023,54(6):1917 - 1923.
[68] 孟艳,宋雪成,郝润璇,等. 土家药复方竹节参片的研究进展[J]. 中国民间疗法,2019,27(21):13 - 14.
[69] 胡家美. 透明质酸钠联合复方竹节参治疗膝关节骨性关节炎的临床观察[J]. 现代中西医结合杂志,2011,20(14):1699 - 1700.
[70] 胡家美,乐敏莉,向方华,等. 复方竹节参联合抗结核药治疗骨结核的临床效果及对 T 淋巴细胞亚群的影响研究[J]. 重庆医学,2017,46(33):4727 - 4729.
[71] 周琴,段丽,吴利春,等. 竹节参与丹参和山楂复方改善小鼠非酒精性脂肪肝作用的实验研究[J]. 中国临床药理学杂志,2018,34(13):1532 - 1535.
[72] 胡家美. 复方竹节参治疗腰椎间盘摘除术后根性疼痛的临床观察[J]. 现代中西医结合杂志,2011,20(4):426 - 427.
[73] 施洋. 一种竹节参滋补强壮酸汤料及其制备方法:中国,CN201510108188. 6[P]. 2016 - 10 - 19.
[74] 葛红东. 一种竹节参滋补强壮汤圆及其生产方法:中国,CN201410803532. 9[P]. 2016 - 07 - 20.
[75] 葛红东. 一种竹节参滋补强壮鸡蛋及其生产方法:中国,CN201410795605. 4[P]. 2016 - 07 - 20.
[76] 田雅娟,李钦青,杜娟,等. 人参花软膏对小鼠皮肤光老化的修复作用及其机制研究[J]. 中药药理与临床,2019,35(2):84 - 88.
[77] 杨正丽,刘君丽,钱科蕾,等. 人参果汁浓缩液对免疫低下小鼠免疫功能的影响[J]. 食品科学,2023,44(1):175 - 181.
[78] 李伟,王莹,刘伟. 人参、西洋参非药用部位开发与利用研究进展[J]. 吉林农业大学学报,2021,43(4):383 - 392.
[79] 朱卓,朱虹江. 三七花啤酒的研制[J]. 云南中医学院学报,2018,41(6):19 - 21.
[80] 高明菊,崔秀明,曾江,等. 三七花的研究进展[J]. 人参研究,2009,21(2):5 - 7.
[81] 赵叶,徐粘,赵存朝,等. 林下有机三七叶醋酿造工艺研究[J]. 食品与发酵科技,2021,57(3):96 - 102.
[82] 李想,张燕,赵存朝,等. 三七叶桃酥的研制[J]. 热带农业科学,2020,40(12):117 - 125.
[83] 曹洁. 三七花花生酥糖的研制[J]. 湖北农业科学,2019,58(9):90 - 93.
[84] 周家明,张学美,马妮,等. 三七精华液的配方设计研究[J]. 人参研究,2020,32(4):27 - 30.
[85] 魏春雁,罗维莹,李向高. 西洋参果汁干浸膏成分分析[J]. 中国药学杂志,1992(1):26.