

刺五加在中国保健食品中的应用

Application of *Acanthopanax senticosus* in functional food in China

于纯淼 廖 贤 于苗苗 国立东 于栋华

YU Chunmiao LIAO Xian YU Miaomiao GUO Lidong YU Donghua

(黑龙江中医药大学, 黑龙江 哈尔滨 150040)

(Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin, Heilongjiang 150040, China)

摘要:文章主要阐述了刺五加在中国保健食品中的使用依据、应用现状,综述其保健功能相关的研究进展,并对其未来的发展方向进行了展望。

关键词:刺五加;保健功能;保健食品

Abstract: This review mainly expounds the basis and application status of *Acanthopanax senticosus* in Chinese health food, summarizes the research progress related to its health function, and looks forward to its future development direction.

Keywords: *Acanthopanax senticosus*; health function; health foods

刺五加是以五加科植物 *Acanthopanax senticosus* (Rupr. Maxim.) Harms 的干燥根和根茎或茎入药^[1]。现代研究^[2]发现,刺五加含有苷类、多糖类、黄酮类、木脂素类、苯丙素类、香豆素类等多种成分,以及 Na、Cu、Mg、Ca、Sn、Mn 等微量元素和氨基酸,具有调节免疫、抗衰老、抗炎、抗应激等多种生理功能。随着中医药技术的发展,人们对刺五加所蕴含的药用价值不断认识,其在保健食品方面的优势也突显出来。研究拟对刺五加原料在保健食品方面的应用展开叙述,并综述其潜在的保健功能,以期对刺五加相关保健产品的研发提供依据,也为刺五加产业化发展提供参考。

1 刺五加在保健食品中使用的依据

刺五加始载于《神农本草经》,位列上品药材。《本草纲目》中记载“此药以五叶交加者良,故名五加”,又因茎、枝密生细刺,故又被称作刺五加。据《名医别录》记载,刺

五加能“补中益精,坚筋骨,强意志”,自古以来即被视为具有添精补髓和抗衰老功效的良药,常作为人参的替代品。入食,也具有极高的食用价值,古时就有以春天刺五加嫩芽制作而成的刺五加茶和用于治疗跌打损伤、风湿骨痛的刺五加酒,并且传承至今。

2002 年 3 月,原卫生部发布的《关于进一步规范保健食品原料管理的通知》中,将刺五加列入了《可用于保健食品的物品名单》,这也明确表明刺五加作为保健食品原料的可行性。

2 以刺五加为原料的保健食品应用现状

经查询,国家市场监督管理总局食品评审中心特殊食品信息查询平台数据库,截至 2021 年 12 月中国共有保健食品共 19 075 款(含进口保健食品 225 款),其中含有刺五加的保健食品共有 282 款(含进口保健食品 9 款),占所有保健食品数量的 1.5%。

2.1 保健食品功能

经统计,以刺五加为原料申报获批的保健食品共涵盖 17 种不同的功能,主要包括缓解体力疲劳/抗疲劳、增强免疫力/免疫调节、改善睡眠等。此外,还有少量的辅助改善记忆、美容、改善胃肠道、改善营养性贫血、通便类保健食品,具体保健食品功能分析见表 1。按功能数量分类,单一功能刺五加保健食品数量共 197 个(69.86%),双功能保健食品数量 79 个(28.01%),三功能保健品数量 1 个(0.35%),未知功能保健食品数量 5 个(1.77%)。

2.2 产品不适用人群

对刺五加相关保健产品所不适用的人群进行分析(见表 2),结果表明几乎所有的保健产品都不适用于少年儿童,也不适用于孕产妇、哺乳期妇女,此外,酒精过敏者、肝肾功能不全者、慢性腹泻患者等也适用。可能是由于少年儿童还未发育完全,某些产品中的中药原料对其肝、肾、神经等器官来说药效较为剧烈,容易受到损害;另外,多数的保健产品由两种以上的中药组成,其中有活血

基金项目:黑龙江省应用技术与开发计划项目(编号:GA20C017);黑龙江中医药大学科研基金项目(编号:2019BJP04);黑龙江省普通本科高等学校青年创新人才培养计划项目(编号:UNPYSCT-2017220)

作者简介:于纯淼,男,黑龙江中医药大学副教授,博士。

通信作者:于栋华(1979—),女,黑龙江中医药大学副研究员,博士。E-mail:yudonghua1015@163.com

收稿日期:2022-06-27 **改回日期:**2022-11-22

表1 以刺五加为原料的保健食品功能

Table 1 Function of health food with *A. senticosus* as raw material

功能	数量	所占比例/%
缓解体力疲劳/抗疲劳	136	48.22
增强免疫力/免疫调节	76	26.95
改善睡眠	70	24.82
提高缺氧耐力/耐缺氧	24	8.51
延缓衰老/抗氧化	17	6.03
对辐射危害有辅助保护功能	12	4.26
未知	5	1.77
辅助降血糖/调节血糖	5	1.77
辅助降血脂/调节血脂	5	1.77
对化学性肝损伤有辅助保护作用	3	1.06
增加骨密度	2	0.71
祛黄褐斑	2	0.71
辅助改善记忆	1	0.35
美容(改善皮肤水分)	1	0.35
改善胃肠道(对胃黏膜有辅助保护作用)	1	0.35
改善营养性贫血	1	0.35
通便	1	0.35

化痰、破气破血之效的中药,这类药很容易造成流产现象,因而也不适用于孕妇和哺乳期妇女。

2.3 原料配伍

经数据统计,刺五加相关保健食品大多由两种以上的原料配伍而成。相比于传统的单一用药,多种原料之间相互配伍更能发挥药物协同作用的功效,可扩大保健食品的应用范围,发挥最大的保健功效。

刺五加的主要功效成分为多糖和总苷,与不同原料进行合理配比,能对增强免疫力、缓解体力疲劳、改善睡眠等多个保健功能产生很好的调节作用。经统计,282款刺五加保健食品的配方组成共采用117种原料(不含制剂用辅料),使用频次 ≥ 4 的原料共有39种(见表3)。

由表3可知,刺五加以枸杞(35.46%)、人参(25.18%)、西洋参(22.34%)、酸枣仁(20.92%)的配伍使用频率较高。卓长清等^[3]研究证明,刺五加与枸杞合用

表2 刺五加相关保健食品不适用人群分析

Table 2 Analysis on unsuitable populations of *A. senticosus* related health food

不适用人群	产品数量	所占比例/%
少年儿童	273	96.80
孕妇	171	60.64
哺乳期妇女	152	53.90
其他	32	11.35

表3 刺五加保健食品原料使用频数分析

Table 3 Analysis on the frequency of using raw materials of *A. senticosus* related health food

原料	频数	比例/%	原料	频数	比例/%
刺五加	282	100.00	桑葚	10	3.55
枸杞	100	35.46	何首乌	9	3.19
人参	71	25.18	肉桂	9	3.19
西洋参	63	22.34	银杏叶	9	3.19
酸枣仁	59	20.92	白芍	8	2.84
红景天	52	18.44	丹参	8	2.84
五味子	45	15.96	柏子仁	8	2.84
黄芪	41	14.54	巴戟天	7	2.48
茯苓	40	14.18	蝙蝠蛾拟青霉	6	2.13
淫羊藿	39	13.83	茵丝体粉		
黄精	33	11.70	鹿茸	6	2.13
灵芝	31	10.99	远志	6	2.13
山药	24	8.51	百合	6	2.13
麦冬	19	6.74	珍珠粉	5	1.77
马鹿	19	6.74	拟黑多刺蚂蚁	5	1.77
当归	18	6.38	益智仁	5	1.77
葛根	13	4.61	甘草	5	1.77
大枣	13	4.61	刺玫果	4	1.42
山茶黄	11	3.90	菊花	4	1.42
天麻	11	3.90	肉苁蓉	4	1.42

配制的运动饮料可增强模型动物的抗疲劳能力,提高机体内糖原含量,促进能量代谢,延长机体运动时间。路子佳等^[4]研究发现,西洋参与刺五加配伍制成的胶囊能有效延长小鼠负重游泳时间,并且可通过减少运动后小鼠血清尿素和血乳酸含量来缓解机体疲劳。张南等^[5]研究发现,人参刺五加配伍具有降血糖功效,可有效改善糖尿病小鼠空腹血糖水平并增强其抗氧化能力,提示其降糖机制可能与增强胰岛素敏感性、提高抗氧化能力等有关。陈贵英等^[6]以不同剂量连续灌胃刺五加酸枣仁天麻胶囊30d后,发现此胶囊能显著延长小鼠在戊巴比妥钠睡眠试验中的睡眠时间,缩短睡眠潜伏期,具有改善小鼠睡眠的作用。

2.4 产品剂型

由图1可知,以刺五加为原料的相关保健食品共有10种不同剂型,数量较多的产品剂型有胶囊剂、片剂、口服液,分别占比57.09%(161件),13.12%(37件),10.28%(29件)。此外,粉剂、乳剂、丸剂3种剂型占比最少,均为0.35%(各1件)。

目前,刺五加类产品剂型多为胶囊剂,其他剂型产品市场占有率过低。根据当今快节奏的生活方式和特点,大众普遍倾向于外观小巧、方便即食、便于携带的用药模

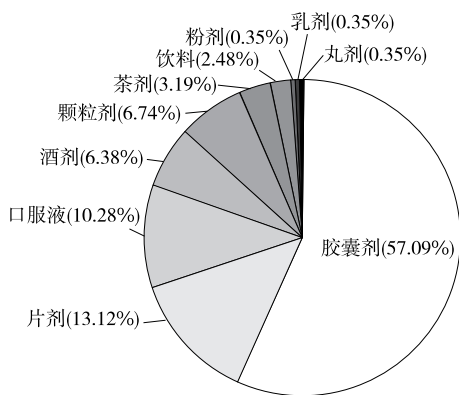


图 1 刺五加相关保健食品主要剂型占比
Figure 1 Proportion on main dosage forms of *Acanthopanax senticosus* related health food

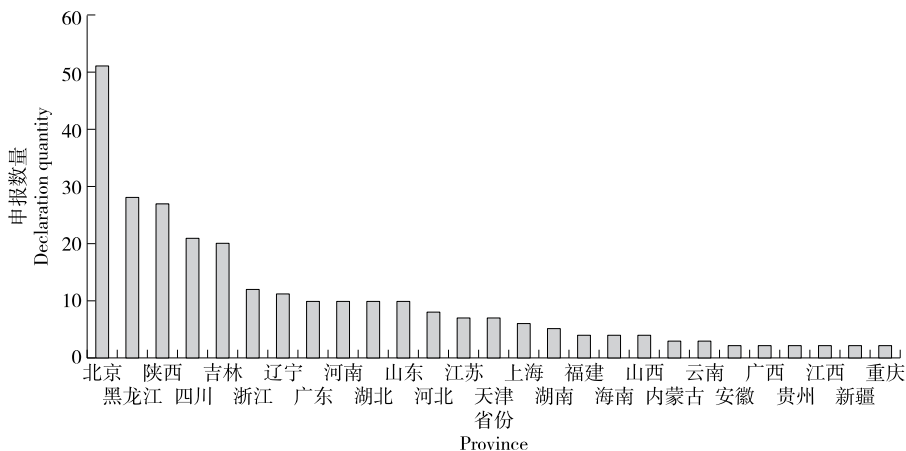


图 2 已注册国产含刺五加保健食品地区分布
Figure 2 Distribution of region of registered domestic health foods containing *A. senticosus*

之一,其得天独厚的环境条件为生产更优质的刺五加产品提供了优势。陕西是中国中药资源大省,药材种植历史悠久、品种繁多,拥有人工种植、养殖企业及基地 8 000 多家,具有中药采集、研发、生产一体化的产业链模式,这也为刺五加产品的开发利用创造了有利条件。

2.6 功效成分

由表 4 可知,相关保健产品中最主要的功效成分为总皂苷和粗多糖(分别占比 75.89%,24.47%),可能与苷类及多糖类是刺五加的主要活性成分有关。苷类及多糖类药理作用广泛,具有抗疲劳、增强免疫力、改善睡眠等保健作用,这也为刺五加保健产品的开发提供了多样化思路。

3 刺五加的保健功能

3.1 抗疲劳

苷类是刺五加主要的抗疲劳成分,其抗疲劳作用机制主要通过产生能量物质、减少机体代谢废物蓄积来实现。对刺五加总苷中的活性成分进行网络药理学研究,

因此,可针对不同需求的消费者,多开发出合适的剂型。例如,适合儿童、青少年、女性的饮料类、凝胶糖果类剂型,适合成年男性的酒类剂型,以及适合老年人吞咽的口服液类剂型等。

2.5 地区分布

由图 2 可知,国产刺五加保健食品分布多达 27 个省份,申报获批数量较多的地区分别为北京(18.09%)、黑龙江(9.93%)、陕西(9.57%)、四川(7.45%)、吉林(7.09%)等地,多为刺五加生长种植的主要地区,从一定程度上反映出产品申报数量与刺五加分布地区有关。北京作为首都,聚集了全国最优秀的中医药科研院校及机构,此外,还有同仁堂、以岭等中药龙头企业,因而其注册的中药类产品数量也最多。黑龙江地处东北,是刺五加的原产地

表 4 刺五加相关保健食品中功效成分

Table 4 Effective ingredients in *A. senticosus* related health food

功效成分	产品数量	所占比例/%
总皂苷	214	75.89
粗多糖	69	24.47
红景天苷	38	13.48
总黄酮	32	11.35
茶多酚	8	2.84
人参总皂苷	8	2.84
维生素	8	2.84
10-羟基- α -癸烯酸	7	2.48
淫羊藿苷	6	2.13
腺苷	6	2.13
大豆异黄酮	5	1.77

经基因富集分析,结果显示刺五加总苷的抗疲劳作用机制可能涉及多个信号通路,其中包括胰岛素信号通路、钙

信号通路、Ras 相关蛋白 1(Rap1)信号通路、磷脂酰肌醇 3-激酶/蛋白质丝氨酸苏氨酸激酶(PI3K-Akt)信号通路等^[7]。采用强迫游泳试验法建立运动性疲劳小鼠模型,经灌胃方式加入不同剂量的刺五加提取物,持续 4 周,并测定各能量代谢指标,结果显示刺五加能促进小鼠体内糖原含量上升,同时降低血乳酸(LA)以及血清尿素氮(SUN)含量,具有改善运动性疲劳的效果^[8]。研究^[9]表明,刺五加水提取物能增强小鼠肝脏或骨骼肌中脂肪酸的 β -氧化作用,在释放大量能量的同时不会影响身体或脂肪组织的重量,因此能加速机体的疲劳状态恢复。

3.2 增强免疫力

刺五加多糖是刺五加中具有免疫调节作用的主要功效成分之一。研究^[10]显示,刺五加酸性多糖能增强免疫抑制模型小鼠体内巨噬细胞的吞噬作用,提高肿瘤坏死因子 α (TNF- α)以及血清溶血素水平、 γ -干扰素(IFN- γ)水平,降低脾淋巴细胞凋亡率,增强脾淋巴细胞增殖能力,明显改善免疫抑制小鼠调节免疫的功能。相关动物试验研究^[11]发现,刺五加多糖可以改善环磷酰胺(CTX)造成的鸡脾脏中 CD4⁺、CD8⁺ T 淋巴细胞定位分布和数量异常的现象,并提高 IFN- γ 和白细胞介素-2(IL-2) mRNA 表达水平,增强鸡脾脏免疫功能。基于 TLR2/4-NF- κ B 信号通路,刺五加多糖还可以与 Toll 样受体 2(TLR2)和 Toll 样受体 4(TLR4)相互结合,同时活化核因子 κ B(NF- κ B),促进白介素-10(IL-10)、白介素 1 β (IL-1 β)、诱导型一氧化氮合成酶(iNOS)和 TNF- α 等细胞因子的产生,进而促进 Th1 细胞活化、增殖,提高鸡淋巴细胞的免疫能力^[12]。此外,有学者^[13]发现,刺五加根以及茎提取物能促进人巨噬细胞向抗炎 M2 表型极化,这为刺五加提高人体免疫活性提供了理论依据,并提示其在促进伤口愈合方面有着重大潜力。有研究^[14]报道,每日摄入一定量的刺五加可以增强健康小鼠天然免疫能力,并在不影响生长性能的情况下改善小鼠体内溶菌酶(LZM)、 β -防御素 2(HBD-2)和分泌型免疫球蛋白 A(SIgA)水平,同时增强 IFN- γ 与树突状细胞(DC)之间双向调控的作用,影响肠道黏膜中 SIgA 的产生,提高机体非特异性免疫能力。

3.3 改善睡眠

5-羟色胺(5-HT)和 γ -氨基丁酸(GABA)是中枢神经系统抑制性神经递质。5-HT 能促进体内褪黑素(MT)的合成^[15],起到改善睡眠的作用。研究发现,刺五加能介导脑组织中 5-HT 和 GABA 水平,并以此发挥镇静催眠效果^[16];还能直接作用于苯二氮卓类(BZD)受体,促进 GABA 和 GABA_A受体相互结合,调整机体睡眠状态^[17]。Liu 等^[18]通过对比刺五加叶和无梗刺五加叶的催眠活性,发现两者均能抑制机体自主活动,缩短睡眠潜伏期,延长睡眠时间,并呈剂量依赖性,且在一定程度上,刺五加叶表现出的镇静催眠效果更加稳定可靠。

3.4 耐缺氧

刺五加能显著提高机体缺氧耐受力。有研究^[19]表明,刺五加皂苷能改善氯化钴化学诱导神经元缺氧模型,促进 HIF-1 α mRNA 的转录,并且通过激活 ERK1/2 途径,抑制 HIF-1 α 降解,从而增加 HIF-1 α 含量,提高耐缺氧能力。王明秋等^[20]发现小鼠在刺五加的干预下能顺利通过亚硝酸钠中毒存活试验、常压耐缺氧试验、急性脑缺血性缺氧试验,且相比于对照组,能延长其存活时间,表明刺五加在耐缺氧方面具有显著效果。

3.5 抗氧化

自由基作为机体的代谢产物,过量后会引引起细胞和器官损伤,导致细胞处于氧化应激状态,并诱发各种疾病。动物试验表明,刺五加苷 B 能提高疲劳模型小鼠脑内超氧化物歧化酶(SOD)、内皮型一氧化氮合酶(eNOS)活性,减少活性氧(ROS)、丙二醛(MDA)累积,推测其抗氧化机制可能与上调核红细胞相关因子 2(Nrf2)和血红素氧合酶 1(HO-1)蛋白、下调 kelch 样环氧氯丙相关蛋白-1(KEAP1)表达有关^[21];同时,刺五加苷 B 还具有减轻脂质过氧化程度和提高抗氧化酶系活性的能力,能大幅度降低过量自由基导致的细胞氧化应激损伤^[22]。体外试验^[23-24]结果显示,刺五加提取物对 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH)自由基、ABTS⁺自由基、O₂⁻自由基和 OH 自由基具有良好的清除能力。综上,刺五加能通过减少体内过量自由基所致损伤以达到抗氧化的作用。

3.6 降血糖

现代药理研究^[25]发现,刺五加具有的降血糖作用可能与调节能量和氨基酸代谢、氨基酸生物合成及有机酸代谢相关。刺五加苷 E 能调节胰岛素信号传导、促进葡萄糖摄取,从而减轻胰腺细胞损伤,并降低血糖^[26]。刺五加能通过 PI3K/Akt 途径有效治疗 2 型糖尿病。一方面,刺五加苷提取物可通过促进胰岛素受体(IR)和胰岛素受体底物(IRS)蛋白表达激活 PI3K/Akt 信号转导通路,同时活化叉头框蛋白 1(FOXO1),提高葡萄糖转运体 2(GLUT-2)蛋白对葡萄糖的转运量,并快速消耗体内葡萄糖^[27];另一方面,中、高剂量的刺五加多糖可以提高 GLUT-4 和过氧化物酶体增殖激活受体 γ (PPAR- γ)基因表达,并激活 IRS-2/PI3K/Akt 信号通路,促进胰岛素分泌,改善 2 型糖尿病糖脂代谢紊乱所造成的胰岛素抵抗症状^[28]。此外,刺五加改善胰岛素抵抗症状还与 AMPK 信号通路有关,能通过调节一磷酸腺苷(AMP)活化蛋白激酶(AMPK)活性和脂质代谢相关基因的表达,来缓解糖尿病症状^[29]。

3.7 其他功能

除上述保健功能外,刺五加还具有促诱生干扰素^[30]、抗病毒^[31]、抗辐射^[32]、抗焦虑^[33]、抗抑郁^[34]等作用,并且在保护肠道^[35-37]、保护肝脏^[38-41]等方面也展现出良好的

效果。

4 总结及展望

近年来,随着国家对中医药传承的政策扶持,中药类保健品行业已步入创新发展的新阶段,市场需求也在不断攀升。

虽然中国部分中药生产企业从 20 世纪 90 年代起就开始对刺五加进行研究与开发,与刺五加相关的专利已有上百个,也积累了多年的科研经验,但功能开发仍较为局限,多集中在抗疲劳、增强免疫力、改善睡眠 3 个方面,忽略了其他功能类型产品的开发潜力。此外,刺五加保健产品的剂型过于单一,主要以胶囊类为主,无法满足不同群体的用药需求。再者,产品的生产链不够成熟,究其原因有:① 原材料的供应质量良莠不齐,很大程度上会影响产品发挥效用;② 产品的制备仍处于较为简单的原始粗加工,药材中的有效成分未能完全剥离;③ 某些配方缺乏科学依据,低水平重复现象严重,难以实现资源整合利用。

针对以上不足,首先应推进刺五加种子种苗基地建设,因地制宜,开展规模化、标准化、产业化的培育基地,推广优质种子、种苗,从源头上保证刺五加品种的质量。其次,除抗疲劳、增强免疫力、改善睡眠功效外,刺五加在抗病毒、抗抑郁、保护肠道及肝脏等方面也具有显著效果。因此,结合目前最新的药理研究进展,鼓励科研院所、中药企业对刺五加系列产品进行技术开发和创新,面向不同需求的人群,研发出功能更加丰富、剂型种类更加多样的保健产品。同时,也要改善加工方式,不断提升对产品的深加工能力,提高有效成分的提取率。最后,要结合古今医药配伍规律,运用现代科技手段及创新性思维,尝试研发出更具疗效的保健产品,并为产品配方提供科学依据,使之开发出更具创新性、安全性的产品。

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: 中国医药科技出版社, 2020: 125.
National Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the people's republic of China: Part one[S]. Beijing: China Medical Science and Technology Press, 2020: 125.

[2] 潘景芝, 金莎, 崔文玉, 等. 刺五加的化学成分及药理活性研究进展[J]. 食品工业科技, 2019, 40(23): 353-360.
PAN J Z, JIN S, CUI W Y, et al. Research progress on chemical constituents and pharmacological activities of acanthopanax senticosus[J]. Science and Technology of Food Industry, 2019, 40(23): 353-360.

[3] 卓长清, 赵欣, 栾朝霞. 枸杞刺五加运动饮料研制及抗疲劳作用研究[J]. 中国食品添加剂, 2019, 30(12): 131-136.
ZHUO C Q, ZHAO X, LUAN Z X. Study on preparation and anti-fatigue function of wolfberry and acanthopanax senticosus sports beverage[J]. China Food Additives, 2019, 30(12): 131-136.

[4] 路子佳, 卢雪瑶, 谢瑶. 西洋参刺五加中药保健胶囊抗疲劳作

用评价[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(19): 167-170.
LU Z J, LU X Y, XIE Y. The anti-fatigue effect evaluation of Chinese medicine health capsule contain Panax quinquefolium and Acanthopanax senticosus[J]. Food Research and Development, 2015, 36(19): 167-170.

[5] 张南, 李娜, 李佳琳, 等. 人参、刺五加提取物对链脲佐菌素诱导糖尿病小鼠的降糖作用研究[J]. 天然产物研究与开发, 2014, 26(10): 1 690-1 695.
ZHANG N, LI N, LI J L, et al. Hypoglycemic effect of extract from Panax ginseng and Acanthopanax senticosus on streptozotocin-induced diabetic mice [J]. Natural Product Research and Development, 2014, 26(10): 1 690-1 695.

[6] 陈贵英, 李瑞鹏, 郭秋平. 刺五加酸枣仁天麻胶囊对小鼠睡眠的影响[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(2): 365-368.
CHEN G Y, LI R P, GUO Q P. Effect of Acanthopanax senticosus, Semen ziziphi spinosae and Gastrodia elata capsule on the sleep of mice[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2019, 10(2): 365-368.

[7] 高寒, 徐伟, 张宇航, 等. 基于网络药理学的刺五加总苷抗疲劳作用机制研究[J]. 中草药, 2021, 52(2): 413-421.
GAO H, XU W, ZHANG Y H, et al. Anti-fatigue mechanism of Acanthopanax senticosus glycosides based on network pharmacology[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2021, 52(2): 413-421.

[8] 谢靖宇, 郭传燕. 刺五加提取物对强迫游泳小鼠的抗疲劳能力的影响[J]. 基因组学与应用生物学, 2020, 39(9): 4 277-4 282.
XIE J Y, GUO C Y. Effect of Acanthopanax senticosus extract on anti-fatigue ability of forced swimming mice [J]. Genomics and Applied Biology, 2020, 39(9): 4 277-4 282.

[9] SUMIYOSHI M, KIMURA Y. Effects of eleutherococcus senticosus cortex on recovery from the forced swimming test and fatty acid β -oxidation in the liver and skeletal muscle of mice[J]. The Natural Products Journal, 2016, 6(1): 49-55.

[10] 孙守坤, 宋涛, 卢义. 刺五加酸性多糖对免疫低下小鼠的免疫调节作用[J]. 免疫学杂志, 2018, 34(10): 863-868.
SUN S K, SONG T, LU Y. Immunomodulatory effects of Acanthopanax senticosus acidic polysaccharides in cyclophosphamide-induced immunocompromised mice [J]. Immunological Journal, 2018, 34(10): 863-868.

[11] 张英楠, 刘洪章, 杨树宝. 刺五加多糖对免疫抑制雏鸡脾脏中 T 淋巴细胞分布及免疫功能的影响[J]. 中国家禽, 2021, 43(10): 32-38.
ZHANG Y N, LIU H Z, YANG S B. Effects of Acanthopanax senticosus polysaccharide on distribution and immune function of T lymphocytes in spleen of immunosuppressed chickens[J]. China Poultry, 2021, 43(10): 32-38.

[12] 张英楠, 张桂山, 徐晶, 等. 基于 TLR2/4-NF- κ B 信号通路研究刺五加多糖对鸡淋巴细胞的调节作用[J]. 中国兽医杂志, 2021, 57(7): 94-99.
ZHANG Y N, ZHANG G S, XU J, et al. Study of regulatory effects of Acanthopanax senticosus polysaccharide on TLR2/4-NF- κ B signaling pathway in chicken lymphocytes[J]. Chinese Journal

- of Veterinary Medicine, 2021, 57(7): 94-99.
- [13] JIN L, SCHMIECH M, GAAFARY M E, et al. A comparative study on root and bark extracts of *Eleutherococcus senticosus* and their effects on human macrophages [J]. *Phytomedicine*, 2020, 68: 153181.
- [14] ZHANG Y Q, ZHANG Y L, LIU Z K. Effects of *Acanthopanax senticosus* supplementation on innate immunity and changes of related immune factors in healthy mice [J]. *Innate Immunity*, 2020, 27(6): 461-469.
- [15] 赵芳, 王根, 赵国栋, 等. 瘤胃保护性 5-羟甲基色氨酸对绵羊肠道内容物褪黑素含量及菌群结构的影响 [J]. *中国畜牧兽医*, 2019, 46(3): 690-702.
- ZHAO F, WANG G, ZHAO G D, et al. Effect of supplemented with rumen-protected 5-hydroxytryptophan on melatonin content and microbial communities in intestinal tract digesta of sheep [J]. *China Animal Husbandry & Veterinary Medicine*, 2019, 46(3): 690-702.
- [16] 芮施, 赵岩, 王晶瑶, 等. 刺五加根皮乙醇提取物和短梗五加根皮乙醇提取物对小鼠的镇静催眠作用及其机制 [J]. *吉林大学学报(医学版)*, 2020, 46(5): 917-924.
- RUI S, ZHAO Y, WANG J Y, et al. Sedative and hypnotic effects of ethanol extracts of *Acanthopanax senticosus* root bark and *Acanthopanax sessiliflorus* root bark and their mechanisms [J]. *Journal of Jilin University (Medicine Edition)*, 2020, 46(5): 917-924.
- [17] 董梅. 刺五加水煎液改善睡眠作用的机制研究 [D]. 哈尔滨: 黑龙江中医药大学, 2011: 84-88.
- DONG M. The study on mechanism of *Ciwujia* water solution improving sleep [D]. Harbin: Heilongjiang University of Chinese Medicine, 2011: 84-88.
- [18] LIU Y, WANG Z, WANG C, et al. Comprehensive phytochemical analysis and sedative-hypnotic activity of two *Acanthopanax* species leaves [J]. *Food & Function*, 2021, 12(5): 2292-2311.
- [19] 季秋虹, 顾永健, 朱俐. 刺五加皂苷对化学诱导缺氧 PC12 细胞中缺氧诱导因子-1 α 表达的影响及机制 [J]. *苏州大学学报(医学版)*, 2008(5): 716-719.
- JI Q H, GU Y J, ZHU L. Effect of *Acanthopanax senticosus* Saponins on the expression and mechanism of HIF-1 α in PC12 cell induced by cobalt chloride [J]. *Suzhou University Journal of Medical Science*, 2008(5): 716-719.
- [20] 王明秋, 孟琳, 柴玮杰, 等. 刺五加、刺玫果提取物提高小鼠缺氧耐受力的研究 [J]. *中国公共卫生管理*, 2015, 31(4): 567-568.
- WANG M Q, MENG L, CHAI W J, et al. *Acanthopanax senticosus* and *Rosa davurica* Pall extracts on improving hypoxia tolerance of mice [J]. *Chinese Journal of Public Health Management*, 2015, 31(4): 567-568.
- [21] 张倩, 冯晴霞, 周正乙, 等. 刺五加苷 B 对疲劳小鼠学习记忆能力的改善作用及其激活 Keap1/Nrf2/ARE 信号通路的机制 [J]. *吉林大学学报(医学版)*, 2020, 46(4): 771-778.
- ZHANG Q, FENG Q X, ZHOU Z Y, et al. Improvement effect of Eleutheroside B on learning and memory abilities of fatigue mice and its mechanism of activating Keap1/Nrf2/ARE signaling pathway [J]. *Journal of Jilin University (Medicine Edition)*, 2020, 46(4): 771-778.
- [22] 郭丽丽, 张茜, 郭如洵, 等. 刺五加总苷的提取工艺优化及其抗氧化作用 [J]. *食品工业科技*, 2019, 40(18): 152-159.
- GUO L L, ZHANG Q, GUO R H, et al. Optimization of extraction process of the total glycosides from *Acanthopanax senticosus* and its antioxidant activities [J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2019, 40(18): 152-159.
- [23] 田松阳, 于成龙, 徐微, 等. 刺五加水提取物的抗氧化活性研究 [J]. *食品工业科技*, 2016, 37(21): 110-113, 194.
- TIAN S Y, YU C L, XU W, et al. Antioxidant activity of water extraction from *Acanthopanax senticosus* [J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2016, 37(21): 110-113, 194.
- [24] 赵红晔, 邓凤春, 沈云虹, 等. 刺五加苷 B 对缺氧/复氧诱导的 SD 大鼠皮层神经元氧化应激损伤的保护作用 [J]. *齐齐哈尔医学院学报*, 2020, 41(18): 2245-2248.
- ZHAO H Y, DENG F C, SHEN Y H, et al. Protective effect of Eleutheroside B on oxidative stress injury induced by hypoxia/reoxygenation in cortical neurons of SD rats [J]. *Journal of Qiqihar Medical University*, 2020, 41(18): 2245-2248.
- [25] 常晋霞, 刘文虎, 张建武. 刺五加提取物治疗糖尿病小鼠血清 UPLC-MS/MS 代谢组学研究 [J]. *国际药学研究杂志*, 2017, 44(7): 730-737.
- CHANG J X, LIU W H, ZHANG J W. Antidiabetic effect of *Acanthopanax senticosus* extracts in diabetic mice: A serum metabolomic study by UPLC-MS/MS [J]. *Journal of International Pharmaceutical Research*, 2017, 44(7): 730-737.
- [26] AHN J, UM M Y, LEE H, et al. Eleutheroside E, an active component of *Eleutherococcus senticosus*, ameliorates insulin resistance in Type 2 Diabetic db/db mice [J]. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013(6): 934183.
- [27] SAITO T, NISHIDA M, SAITO M, et al. The fruit of *Acanthopanax senticosus* (Rupr. et Maxim.) Harms improves insulin resistance and hepatic lipid accumulation by modulation of liver adenosine monophosphate-activated protein kinase activity and lipogenic gene expression in high-fat diet-fed obese mice [J]. *Nutrition Research*, 2016, 36(10): 1090-1097.
- [28] 隋春红, 吴沚蒙, 耿泽男, 等. 刺五加苷提取物调控 PI3K/AKT 信号通路对糖尿病小鼠糖代谢的作用及机制 [J]. *中国兽医杂志*, 2021, 57(4): 85-92, 128.
- SUI C H, WU Z M, GENG Z N, et al. Effect and mechanism of *Acanthopanax senticosus* glycosides extract on glucose metabolism in diabetic mice via regulating PI3K/AKT signaling pathway [J]. *Chinese Journal of Veterinary Medicine*, 2021, 57(4): 85-92, 128.
- [29] 张海燕, 熊莉华. 刺五加多糖对糖尿病大鼠代谢功能的影响及作用机制 [J]. *北京大学学报(自然科学版)*, 2021, 22(3): 333-337.
- ZHANG H Y, XIONG L H. Effect and mechanism of *Acanthopanax senticosus* polysaccharides on metabolic function in

diabetic rats[J]. Journal of Beihua University (Natural Science), 2021, 22(3): 333-337.

[30] 刘旗, 任梦璐, 张腾娇, 等. 中药刺五加抗衰老作用的研究进展[J]. 黑龙江医药, 2013, 26(3): 389-391.
LIU Q, REN M L, ZHANG T J, et al. Research progress of anti-aging function of *Acanthopanax senticosus* of traditional chinese medicine[J]. Heilongjiang Medicine Journal, 2013, 26(3): 389-391.

[31] YAN W, ZHENG C, HE J, et al. Eleutheroside B₁ mediates its anti-influenza activity through POLR2A and N-glycosylation [J]. International Journal of Molecular Medicine, 2018, 42(5): 2 776-2 792.

[32] 张智, 化洪菱, 尹文哲, 等. 刺五加提取物对人脐静脉内皮细胞紫外线辐射损伤的防护作用[J]. 现代食品科技, 2018, 34(2): 44-52.
ZHANG Z, HUA H L, YIN W Z, et al. Protective effect of *Acanthopanax senticosus* extract on the ultraviolet radiation injury of human umbilical vein endothelial cells[J]. Modern Food Science and Technology, 2018, 34(2): 44-52.

[33] 赵容杰, 王玉花, 赵正林, 等. 刺五加对酒精戒断焦虑的作用及机制[J]. 牡丹江医学院学报, 2021, 42(3): 32-36.
ZHAO R J, WANG Y H, ZHAO Z L, et al. Effect of *Acanthopanax senticosus* on alcohol withdrawal anxiety and its relevant mechanism[J]. Journal of Mudanjiang Medical University, 2021, 42(3): 32-36.

[34] 丁继红, 姜春玉, 杨乐, 等. 刺五加多糖调控 PI3K/Akt/mTOR 通路改善大鼠抑郁行为的作用[J]. 食品工业科技, 2022, 43(11): 369-375.
DING J H, JIANG C Y, YANG L, et al. Ameliorative effect of *Acanthopanax senticosus* polysaccharides on depressive behavior in rats by regulating PI3K/Akt/mTOR pathway[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(11): 369-375.

[35] LI W, LUO Q, JIN L H. *Acanthopanax senticosus* extracts have a protective effect on *Drosophila* gut immunity [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2013, 146(1): 257-263.

[36] 赵宝, 车东升, 张华. 刺五加苷 B 对仔猪小肠上皮细胞紧密连接蛋白及细胞因子 mRNA 表达量的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2017, 39(3): 332-336.
ZHAO B, CHE D S, ZHANG H. Effects of eleutheroside B on expression of tight junction protein and inflammatory cytokine mRNA in small intestinal epithelial cells of piglets[J]. Journal of Jilin Agricultural University, 2017, 39(3): 332-336.

[37] MIYAUCHI-WAKUDA S, KAGOTA S, MARUYAMA-FUMOTO K, et al. *Acanthopanax senticosus* root extract exerts dual action on mouse ileal smooth muscle function, leading to modulation of gastrointestinal motility [J]. Biological and Pharmaceutical Bulletin, 2020, 43(5): 817-822.

[38] 董清清, 李晓明, 储菲, 等. 刺五加注射液对小鼠急性酒精性肝损伤的保护作用[J]. 蚌埠医学院学报, 2015, 40(4): 421-424.
DONG Q Q, Li X M, CHU F, et al. Protective effect of *Acanthopanax senticosus* injection on the acute alcoholic hepatic injury in mice[J]. Journal of Bengbu Medical College, 2015, 40(4): 421-424.

[39] 岳斌, 徐丽, 李影娜. 刺五加皂苷抗小鼠酒精性肝氧化损伤作用及机制研究[J]. 中南药学, 2018, 16(9): 1 221-1 224.
YUE B, XU L, LI Y N. Protection mechanism of *Acanthopanax senticosus* saponin for alcoholic liver oxidative injury in mice[J]. Central South Pharmacy, 2018, 16(9): 1 221-1 224.

[40] 岳斌, 徐丽, 李影娜. 刺五加皂苷对高脂膳食小鼠脂肪肝的保护作用及线粒体机制研究[J]. 中南药学, 2018, 16(12): 1 725-1 728.
YUE B, XU L, LI Y N. Protection and mitochondria mechanism of *Acanthopanax senticosus* saponins on high-fat diet induced fatty liver in mice[J]. Central South Pharmacy, 2018, 16(12): 1 725-1 728.

[41] 吕鹏, 武永勇, 白明学, 等. 刺五加总皂苷对非酒精性脂肪性肝病大鼠 Treg/Th17 及 Th1/Th2 细胞失衡、相关蛋白因子的影响[J]. 中药药理与临床, 2019, 35(3): 66-70.
LU P, WU Y Y, BAI M X, et al. The effect of *Acanthopanax senticosus* saponins on Treg/ Th17 cell imbalance, Th1/Th2 cell imbalance and related protein factor in NAFLD rats [J]. Pharmacology and Clinics of Chinese Materia Medica, 2019, 35(3): 66-70.

[52] 周昌艳, 郭倩, 白韵琴, 等. 灰树花子实体与深层发酵菌丝体营养成分分析[J]. 食用菌学报, 2001, 8(1): 10-14.
ZHOU C Y, GUO Q, BAI Y Q, et al. Nutrition composition analysis in fruitbodies and submerged cultivated mycelia of *Grifola frondosa*[J]. ACTA Edulis Fungi, 2001, 8(1): 10-14.

[53] DUDEKULA U T, DORIYA K, DEVARAI S K. A critical review on submerged production of mushroom and their bioactive metabolites[J]. 3 Biotech, 2020, 10(8): 1-12.

[54] MAU J L. The umami taste of edible and medicinal mushrooms[J]. International Journal of Medicinal Mushrooms, 2005, 7(1/2): 119-125.

[55] GONZÁLEZ A, CRUZ M, LOSOYA C, et al. Edible mushrooms as a novel protein source for functional foods[J]. Food & Function, 2020, 11(9): 7 400-7 414.

(上接第 233 页)

[50] 上海市闵行区中小企业协会. 灵芝菌丝体粉: T/SHMHZQ 012—2022 [S/OL]. (2022-06-15) [2022-10-10]. <http://down.foodmate.net/standard/sort/12/122331.html>.
Shanghai Minhang District SME Association. *Ganoderma lucidum* mycelium powder: T/SHMHZQ 012—2022 [S/OL]. (2022-06-15) [2022-10-10]. <http://down.foodmate.net/standard/sort/12/122331.html>.

[51] 中国医药保健品进出口商会. 植物提取物 蝙蝠蛾被毛孢菌丝体提取物: T/CCCMHPIE 1.63—2021[S/OL]. (2021-11-09) [2022-10-10]. <http://down.foodmate.net/standard/sort/12/111872.html>.
China chamber of commerce for import and export of medicines and health products. Plant extract *Hirsutella hepialib* mycelium extract: T/CCCMHPIE 1.63—2021[S/OL]. (2021-11-09) [2022-10-10]. <http://down.foodmate.net/standard/sort/12/111872.html>.