

文章编号: 1674-8085 (2022) 06-0050-06

红芪水提物抗炎作用的动物实验研究

*陈文东^{1,2}, 杨文^{1,2}, 朱秀娟^{1,2}, 王华^{1,2}, 韩强¹

(1. 陇南师范高等专科学校农林技术学院, 甘肃, 成县 742500; 2. 陇南特色农业生物资源研究开发中心, 甘肃, 成县 742500)

摘要: 探讨红芪水提取物(Radix hedysari water extract, RHWE)对小白鼠的体外抗炎活性。选取体重 20~28 g SPF 级 Balb/c 小白鼠 100 只, 通过小白鼠腹股沟棉球肉芽增生抑制试验和二甲苯致小白鼠急性耳肿胀试验检测红芪提取物抗炎效果, 将小白鼠急性耳肿胀试验打下的耳片制作石蜡切片, 观察其形态学变化。红芪提取物高、中、低浓度组对小白鼠腹股沟棉球肉芽增生抑制率分别是 18.63%、15.69% 和 6.87%; 红芪提取物高、中、低浓度组对小白鼠急性耳肿胀抑制率分别是 27.90%、5.58% 和 2.05%; 病理切片观察显示, 红芪提取物低浓度组和阴性对照组弹性软骨和皮肤层之间空隙明显, 真皮层内组织结构散布存在, 中高浓度组耳组织相对完整, 未见明显炎症反应。研究表明, 红芪提取物具有一定的抗炎活性, 且其抗炎活性在一定范围内与浓度呈正相关。

关键词: 红芪水提物; 抗炎

中图分类号: Q946.8

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8085.2022.06.008

ANIMAL EXPERIMENTAL STUDY ON THE ANTI-INFLAMMATORY EFFECTS OF RADIX HEDYSARI WATER EXTRACT

*CHEN Wen-dong^{1,2}, YANG Wen^{1,2}, ZHU Xiu-juan^{1,2}, WANG Hua^{1,2}, HAN Qiang^{1,2}

(1. School of Agriculture and Forestry Technology, Longnan Teachers College, Chenxian, Gansu 742500, China;

2. Center for Research & Development of Longnan Characteristic Agro-bioresources, Chenxian, Gansu 742500, China)

Abstract: The anti-inflammatory activity of radix hedysari water extract (RHWE) *in vitro* was explored. 100 mice (22-28 g SPF BALB/c) were selected to test the anti-inflammatory effect of RHWE by the auricle swelling test and cotton-pellet granuloma test, a paraffin sectioning of the ear piece was made for observing the morphological changes of ear tissue. The inhibitory rates of granuloma hyperplasia were 18.63%, 15.69% and 6.87% in high, medium and low dose groups of RHWE. The inhibition rates of auricle swelling in high, medium and low dose groups of RHWE were 27.90%, 5.58% and 2.05%. Pathological observations showed that the gap between the elastic cartilage and the skin layer was obvious in low dose group and the blank control group of RHWE there were scattered tissue structures in the dermis, the ear tissue was relatively intact in high and medium dose groups, no obvious inflammatory reaction was observed. The results showed that RHWE had some anti-inflammatory activity, which was positively correlated with its dose.

Key words: radix hedysari water extract; anti-inflammatory

收稿日期: 2021-09-12; 修改日期: 2022-01-21

基金项目: 国家自然科学基金青年基金项目(32002322); 甘肃省高校创新能力提升项目(2020B-363, 2020B-368); 陇南市科技计划项目(2021-11, 2020-ZD-05)

作者简介: *陈文东(1987-), 女, 内蒙古宁城人, 讲师, 硕士, 主要从事动物临床疾病研究(E-mail: q8z8w8x8@163.com).

炎症俗称“发炎”，可发生在动物机体的各种组织内，是动物机体对其所处环境中不利因素做出的自动的防御反应，在临床中动物的寄生虫病、传染病、多数内科疾病及外科疾病等均以炎症反应为基础^[1]，是比较常见且复杂的病理症状，炎症可影响畜产品品质、降低动物繁殖性能、生产性能和使用寿命，不仅对动物养殖业造成巨大经济损失，同时也危害广大消费者的身体健康^[2]。动物机体产生炎症后一般表现为红、肿、热、痛和局部功能障碍，其具体机理为初期由于炎症病灶内动脉性充血，局部氧合血红蛋白增多，呈鲜红色，随着炎症发展，血流缓慢、淤血和停滞，局部组织含还原血红蛋白增多，呈暗红色。由于炎症局部产生渗出物，特别是炎性水肿导致局部肿胀，慢性炎症时组织和细胞的增生也可以引起局部肿胀。炎症局部由于动脉充血和代谢增强导致发热，此外白细胞产生的白细胞介素 I (IL-I)、肿瘤坏死因子 (TNF) 及前列腺素 E (PGE) 等也可以引起发热。由于局部炎症病灶内钾离子、氢离子的积聚，尤其是炎症介质诸如前列腺素、5-羟色胺、缓激肽等的刺激引起炎症局部疼痛，炎症病灶内的渗出物造成组织肿胀，张力增高，压迫神经末梢也可引起疼痛。炎症病灶内实质细胞变性、坏死、代谢功能异常，炎性渗出物造成机械性阻塞、压迫等导致发炎器官功能障碍，疼痛也可引起肢体活动功能。炎症在全身表现为动物血液内白细胞数目增多和动物机体发热，急性炎症时，尤其是细菌感染所致急性炎症，末梢血白细胞计数明显升高。严重感染时，外周血液中常常出现幼稚的中性粒细胞比例增加，即临床上所称的“核左移”。病原微生物引起的炎症过程中，单核吞噬细胞系统的细胞常有不同程度的增生，表现为局部淋巴结、肝、脾肿大；病原微生物及其产物可作为发热激活物，作用于产内生致热原细胞，产生内生致热原，后者再作用于体温调节中枢，使其调定点上移而引起发热。

红芪别称黑芪、绵芪、独根，其性温，味甘，归脾经，肺经，具有利水消肿、脱毒、排脓、强健固表、补气升阳、饮疮生肌等效能^[3]，属豆科植物，

入药为多序岩黄芩 (*Hedysarum polybotrys Hand-Mazz*) 的干燥根，研究表明红芪内含有黄酮类、苯丙素类、氨基酸、甾体、酚酸类、多糖类、皂苷类、微量元素、生物碱、脂肪烃、木质素和微量元素等等化学成分^[4-5]，现代药理学研究发现，红芪多糖对局灶性脑缺血大鼠模型神经功能损伤及脑组织损伤有一定保护作用，对局灶性脑缺血大鼠所造成的脑组织抗氧化系统的损伤也有所改善^[6]，对人胃腺癌、口腔癌及肺腺癌具有广泛的抑制作用^[7]，同时红芪多糖具有显著的提高免疫力^[8]、降低血糖^[9]、抗病毒、抗肿瘤^[10-11]和体内抗氧化作用^[12]。此外，郭艳丽^[13]等在肉仔鸡基础日粮内添加不同浓度的红芪水提物，发现红芪水提物能显著性提升肉仔鸡血浆内谷胱甘肽过氧化物酶活性和心脏、肾脏超氧化物歧化酶活性，提高T-淋巴细胞酸性 α 萘酯酶染色阳性率，表明红芪水提物有助于维持肉仔鸡机体氧化和抗氧化平衡状态，提高肉仔鸡细胞免疫功能，红芪还具有提高动物生产性能和促进动物生长的作用，在生长期猪的饲料中添加1%的红芪可显著提高其饲料转化率和平均日增重^[14]，肉仔鸡饲料中添加2%红芪可显著提高腹脂率^[15]。而关于红芪在小鼠体内的抗炎作用则鲜有报道。红芪为甘肃省特产中药材之一，其因根皮棕红色而得名，种植主要分布在甘肃西和、礼县、武都、宕昌、武山、岷县等。其中，武都“米仓红芪”品质佳，品种独特^[16]。本研究以甘肃“米仓红芪”提取物为研究对象，评价其在小鼠体内的抗炎效果，为研究和开发高效、低毒、低残留的纯中药制剂抗生素提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 试验动物

100 只体重 20~28 g，SPF 级 Balb/c 小鼠由兰州兽医研究所提供，实验动物饲养证书编号：SCXK(甘)2015-0001。

1.1.2 主要仪器和试剂

冷冻干燥机, 宁波新芝冻干设备股份有限公司; 电子分析天平(万分之一), 上海力辰仪器科技有限公司; 旋转蒸发仪, 郑州方圆仪器科技有限公司; 鼓风干燥箱, 泰州市天泰电热仪器厂; 电热式压力蒸汽灭菌器, 广州越特科学仪器有限公司。无水乙醇和二甲苯, 均购自天津大茂化学试剂厂; 米仓红芪, 由本研究团队实地采集; 阿司匹林, 拜耳医药保健有限公司; 注射用盐酸替来他明盐酸唑拉西泮(舒泰 50), 法国维克有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 红芪提取物的制备

取武都“米仓红芪”100 g, 烘箱内干燥至恒重, 用组织粉碎机粉碎, 过 40 目筛, 将粉末均匀混于 1000 mL 蒸馏水内, 超声提取, 用 Sevag 试剂将上述提取物脱蛋白后, 将上清液置于旋转蒸发仪内, 60℃ 浓缩, 最后把浓缩液冷冻干燥, 收取干燥后提取物置于 4℃ 冰箱备用。

1.2.2 红芪提取物体内抗炎作用

1.2.2.1 红芪提取物对小白鼠腹股沟棉球肉芽肿增生的影响

选取体重相近, 雌雄各一半的 50 只小白鼠, 随机平均分成五组, 每个组内的小白鼠分别采用舒泰 50 麻醉, 剃光左侧腹股沟处的背毛, 碘伏棉球消毒, 酒精棉球脱碘后用灭菌后的剪刀在左侧腹股沟处剪一小口, 然后将已灭菌烘干后的脱脂棉球塞入皮下, 结节缝合伤口, 术后 12 h 给各组内小白鼠灌药, 灌药方案为第 1 组高剂量组, 每日灌药浓度 0.2 g/mL 红芪提取物, 第 2 组中剂量组, 每日灌药浓度 0.1 g/mL 红芪提取物, 第 3 组低剂量组, 每日灌药浓度 0.05 g/mL 红芪提取物, 第 4 组阳性对照组, 每日灌药浓度 0.001 g/mL 阿司匹林, 第 5 组阴性对照组, 每日灌 0.1 g/mL 无菌 0.9% 氯化钠, 每组灌药剂量均为 0.01 mL/g, 连续灌药 7 d。第 7 日灌药 12 h 后, 将小白鼠致死, 拆除缝线, 解剖出小白鼠腹股沟皮下的棉球, 置于无菌小烧杯烘干 8 h 至恒重, 后用电子分析天平称重, 记录数据, 并计算棉球肉芽肿质量和棉球增生抑制率。净肉芽肿

重量=干燥后棉球肉芽肿重量-原棉球重量; 棉球肉芽增生抑制率=(阴性对照组肉芽肿平均重量-RHWE 组肉芽肿平均重量)/阴性对照组肉芽肿平均重量 $\times 100\%$ ^[17]。

1.2.2.2 红芪提取物对二甲苯致小白鼠急性耳肿胀的影响

选取体重相近, 雌雄各一半的 50 只小白鼠, 随机平均分成五组, 第 1 组为高浓度组, 每日灌药浓度 0.2 g/mL 红芪提取物, 第 2 组为中浓度组, 每日灌药浓度 0.1 g/mL 红芪提取物, 第 3 组为低浓度组, 每日灌药浓度 0.05 g/mL 红芪提取物, 第 4 组为阳性对照组, 每日灌药浓度 0.001 g/mL 阿司匹林, 第 5 组为阴性对照组, 每日灌 0.1 g/mL 无菌 0.9% 氯化钠, 每组灌药剂量均为 0.01 mL/g, 连续灌药 7 日。末次灌药 12 h 后, 在小白鼠左侧耳廓的上下两面分别滴涂 5 μ L 二甲苯, 右侧耳廓作阴性对照, 半小时后将小白鼠致死, 用 9 mm 打孔器将小白鼠左、右相同位置的耳廓打下, 准确称取耳片重量, 记录数据, 并计算耳肿胀抑制率和肿胀度。小白鼠耳肿胀度=滴二甲苯一侧(左侧)耳廓重量-阴性对照一侧(右侧)耳廓重量; 肿胀抑制率=(阴性对照组的均肿胀度-RHWE 组的均肿胀度)/阴性对照组的均肿胀度 $\times 100\%$ ^[18-19]。

1.2.2.3 红芪提取物对二甲苯致小白鼠急性耳肿胀的形态学影响

将 1.4.2.2 中的耳片置于装有 4% 多聚甲醛的小玻璃瓶内, 固定 48 h, 然后自来水冲洗 12 h, 梯度乙醇脱水, 二甲苯透明, 石蜡包埋, 切片机连续切片(片厚 7 μ m), 最后水浴展片、贴片、烤片固定于载破片上。固定好的切片做 HE 染色, 中性树胶封片, 显微镜下拍照。

1.3 统计学分析

运用 SPSS 26.0 软件分析试验数据, 结果用“平均数 $\pm$ 标准差($\pm$ SE)”表示; 各组间差异显著性检验选用单因子方差分析(One-way ANOVA, LSD)方法。

2 结果

2.1 RHWE 对小白鼠腹股沟棉球肉芽肿增生的影响

表 1 RHWE 对小白鼠腹股沟棉球肉芽肿的影响

Table 1 Effect of Radix Hedysari on granuloma of cotton ball in mice

组别	数量/只	给药浓度 (g·kg ⁻¹)	肉芽肿重量 /mg	增生抑制 率/%
高浓度组	10	2	8.30 ± 0.33 ^{**aA}	18.63
中浓度组	10	1	8.60 ± 0.25 ^{**A}	15.69
低浓度组	10	0.5	9.50 ± 0.21 ^{*B}	6.87
阳性对照组	10	0.01	7.63 ± 0.47 ^{**bC}	33.68
阴性对照组	10	-	10.20 ± 0.10	0

注：同列数据标有不同小写字母：组间差异显著（ $P < 0.05$ ），标有不同大写字母：组间差异极显著（ $P < 0.01$ ）

由表 1 可见，红芪提取物对小白鼠腹股沟棉球肉芽肿增生有抑制作用，高、中、低浓度组和阳性对照组对小白鼠肉芽肿增生抑制率分别为 18.63%、15.69%、6.87%和 33.68%。红芪提取物高浓度组、中浓度组和阳性对照与阴性对照组相比，对小白鼠腹股沟棉球肉芽肿增生抑制作用差异极显著（ $P < 0.01$ ），低浓度组与阴性对照组相比，对小白鼠腹股沟棉球肉芽肿增生抑制作用差异显著（ $P < 0.05$ ），与阳性对照组相比，红芪提取物高浓度组、中浓度组和低浓度组均存在显著性差异（ $P < 0.01$ ），与低浓度组相比，红芪提取物高浓度组和中浓度组对小白鼠腹股沟棉球肉芽肿增生有极显著的抑制作用（ $P < 0.01$ ），其余各组之间相比无统计学意义，组间差异不显著。

2.2 RHWE 对二甲苯致小白鼠急性耳肿胀的影响

表 2 RHWE 对小白鼠耳肿胀的影响

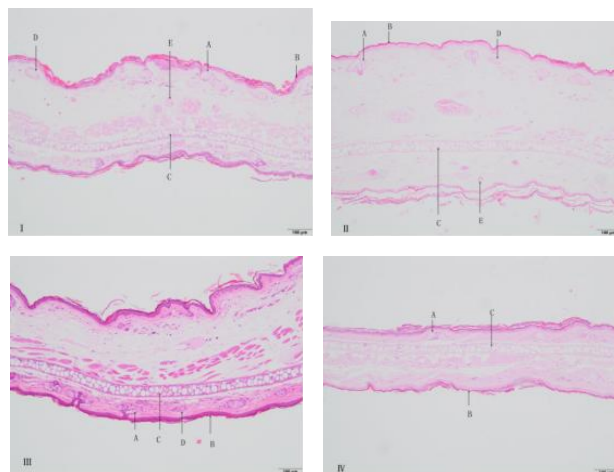
Table 2 Effect of Radix Hedysari on ear swelling in mice

组别	数量/只	给药浓度 (g·kg ⁻¹)	肿胀度/mg	肿胀抑制 率/%
高浓度组	10	2	11.63 ± 0.38 ^{**aA}	27.90
中浓度组	10	1	15.23 ± 0.32 ^{*B}	5.58
低浓度组	10	0.5	15.80 ± 0.17 ^B	2.05
阳性对照组	10	0.01	10.67 ± 0.21 ^{**bA}	33.85
阴性对照组	10	-	16.13 ± 0.29	0

注：同列数据标有不同小写字母：组间差异显著（ $P < 0.05$ ），标有不同大写字母：组间差异极显著（ $P < 0.01$ ）

由表 2 可见，红芪提取物对二甲苯致小白鼠急性耳肿胀有抑制作用，高、中、低浓度组和阳性对照组的耳肿胀抑制率分别为 27.90%、5.58%、2.05%和 33.85%。与阴性对照组相比，阳性对照和红芪提取物高浓度组对二甲苯致小白鼠急性耳肿胀抑制作用差异极显著（ $P < 0.01$ ），中浓度组对小白鼠耳肿胀抑制作用差异显著（ $P < 0.05$ ），与阳性对照相比，红芪提取物高浓度组对小白鼠耳肿胀抑制作用差异显著（ $P < 0.05$ ），红芪提取物中浓度组和低浓度组对二甲苯致小白鼠急性耳肿胀抑制作用差异极显著（ $P < 0.01$ ），红芪提取物高浓度组与中、低浓度组相比，存在极显著差异（ $P < 0.01$ ），其余各组之间相比无统计学意义，差异不显著。

2.3 红芪提取物对二甲苯致小白鼠急性耳肿胀的形态学影响



I.低浓度组小鼠耳组织 HE 染色 II.中浓度组小鼠耳组织 HE 染色 III. 高浓度组小鼠耳组织 HE 染色 IV.阴性对照组
A. 毛囊 B.表皮 C.弹性软骨 D.皮脂腺 E.脂肪腺

图 1 不同浓度组小鼠耳组织 HE 染色（100×）

Fig.1 HE staining of ear tissue of mice in different concentration groups

病理组织学切片染色可见（如图 1），RHWE 低浓度组和阴性对照组（图 1I、IV）小白鼠耳片弹性软骨层与两侧皮肤层有明显的间隙，弹性软骨层与皮肤层之间的结缔组织被破坏，真皮层内皮脂腺和脂肪腺分散存在，周围组织形态不清晰，有明显炎症反应；RHWE 中浓度组（图 1II）小白鼠耳片弹性软骨层与两侧皮肤层之间无明显间隙，皮肤真

皮层组织结构不清晰,可见少量散在分布的毛囊腺和耵聍腺;RHWE 高浓度组(图 1IV)小白鼠耳片皮肤层和弹性软骨层结构紧凑、完整清晰,小白鼠无明显炎症反应。

3 讨论

目前我国对于动物炎性疾病的主要治疗手段依然是抗生素疗法。然而,随着病原生物耐药谱持续扩大、耐药性不断增强,给动物炎性疾病的预防和治疗造成极大困难。此外,抗生素因耐药性、残留性等问题已经严重影响了畜牧业可持续发展、人类健康和生态环境。2019 年 7 月,我国农业农村部公告表明,自 2020 年 1 月 1 日起,我国将施行最严厉“限抗、禁抗、无抗”政策,养殖业除了可以使用中草药类饲料添加剂之外,禁止使用所有的药物饲料添加剂促进动物生长。而我国作为动物生产和消费第一大国,饲料是动物养殖的物质基础,是食品安全的决定因素,为促进动物养殖绿色发展,生产优质蛋、肉、奶等产品,解决抗生素残留等导致的动物性产品安全问题,中草药提取物开始担任动物保健主力军^[20],因此天然提取物抑菌抗炎成为当前热门研究课题,已有研究发现,油橄榄叶提取物和芳樟叶化合物均显示较好的抗炎活性^[21-22],槟榔 70%甲醇提取物可不同程度的抑制多种炎症诱导剂导致的大鼠足肿胀^[23],叶下珠醇可以抑制小鼠体内炎症反应,以拮抗肠炎沙门氏菌毒素对小鼠的损伤^[24]。本研究通过小白鼠腹股沟棉球肉芽肿增生试验和二甲苯致小白鼠急性耳肿胀试验测定 RHWE 抗炎作用,分别测定棉球肉芽肿增生抑制率和耳肿胀抑制率,评价 RHWE 抗炎效果。研究结果表明,RHWE 对两种验证模型均有抑制作用,且抗炎作用与 RHWE 浓度呈正相关。RHWE 高浓度组小白鼠腹股沟棉球肉芽肿增生抑制率为 18.63%,小白鼠耳肿胀抑制率 27.90%,与阴性对照组相比存在极显著性差异($P < 0.01$),病理切片结果显示,红芪提取物低浓度组和阴性对照组弹性软

骨和皮肤层之间空隙明显,真皮层内组织结构散布存在,中高浓度组耳组织相对完整,未见明显炎症反应。表明 RHWE 具有一定的抗炎作用。

动物机体在炎症过程中,细胞会产生并释放一些炎症细胞因子,这些炎症细胞因子包括白细胞介素-1 β (IL-1 β)、白细胞介素-8(IL-8)、白细胞介素-6(IL-6)、肿瘤坏死因子(TNF- α)、一氧化氮(NO)、转化生长因子- β (TGF- β)等^[1],而众多的炎症细胞因子中,主要发挥作用的是 IL-6、TNF- α 、IL-8 及 IL-1 β 。TNF- α 为炎症过程中最重要、出现最早的炎症细胞因子,可激活淋巴细胞和中性粒细胞,增加血管内皮细胞的通透性,调节其他组织代谢活性并促使其他细胞因子的合成和释放。IL-6 可诱导 B 细胞分化和产生抗体,并诱导 T 细胞活化增殖、分化,参与机体的免疫应答,是炎性反应的促发剂。IL-8 可刺激嗜酸性粒细胞、T 淋巴细胞和中性粒细胞的趋化,促进中性粒细胞脱颗粒,释放弹性蛋白酶,损伤内皮细胞,使微循环血流淤滞,组织坏死,造成器官功能损伤。研究表明,不同天然产物提取物其发挥抗炎作用途径不一,吴岩斌^[25]等通过建立小鼠炎症模型研究不同部位的巴戟天体外抗炎效果,证实巴戟天醇提物可通过抑制 NO 的产生而发挥抗炎作用,穆巴热科·吾普尔等建立脂多糖诱导 RAW264.7 细胞的炎症模型,发现不同体积分数酒精洗脱物可显著抑制动物体内脂多糖诱导的 RAW264.7 细胞上清液内 TNF- α 、IL-6、NO 和 IL-1 β 的释放,且喜碱鸢尾根 60%乙醇洗脱物作用最为显著,表明喜碱鸢尾根 60%乙醇洗脱物可通过抑制 TNF- α 、IL-6、NO 和 IL-1 β 的释放而发挥抗炎作用^[26],台湾槟榔籽原花青素则通过抑制大鼠体内前列腺素 E2(PGE2)的分泌而发挥抗炎作用^[27-28]。本研究通过小白鼠腹股沟棉球肉芽肿增生抑制试验和二甲苯致小白鼠急性耳肿胀试验,初步探索红芪水提物的抗炎作用,发现红芪水提物具有一定的抗炎作用,对于红芪水提物以上述何种途径发挥抗炎作用,有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 于金玲,李金岭.动物病理[M].北京:中国轻工业出版社,2014:95-96.
- [2] 方洲,马学虎,安彦昊,等.畜禽氧化应激与炎症及多酚的干预作用[J].畜牧与饲料科学,2022,43(2):14-22.
- [3] 胡萍,魏琳琳,张东城,等.甘肃红芪提取物的安全性评价[J].2017,31(2):159-61.
- [4] 董嘉琪.红芪多糖的分离纯化及其对肠道菌群失调小鼠调节剂量的筛选[D].兰州:甘肃农业大学,2021.
- [5] 冯慧敏,李成义,何军刚,等.红芪化学成分和药理作用研究进展及质量标志物(Q-Marker)的预测分析[J].中草药,2021,52(9):2831-2842.
- [6] 邵晶,吴国泰,王志旺,等.红芪多糖对局灶性脑缺血大鼠脑损伤的保护作用及对相关代谢物质的影响[J].中国临床药理学杂志,2018,34(4):432-435.
- [7] 贾妙婷,李成义,孙天雄,等.红芪多糖药理作用研究新进展[J].中药药理与临床,2020,36(6):235-238.
- [8] 颜春鲁,李钦,姚贞宇,等.红芪多糖对免疫抑制大鼠免疫功能与细胞因子的影响[J].中国临床药理学杂志,2017,33(13):1233-1236.
- [9] 吉福玲,金智生,何流,等.红芪多糖对糖尿病周围神经病小鼠的神经组织纤维化的改善作用及其机制[J].中国临床药理学杂志,2019,35(7):661-663.
- [10] Liu J,Deng W,Fan L,et al.The role of radix hedysari polysaccharide on the human umbilical vein endothelial cells (HUVECs) induced by high glucose[J].European Journal of Internal Medicine, 2012, 23(3):287-292.
- [11] 胡燕,程卫东,刘欣,等.红芪和黄芪水提物对小鼠免疫功能影响的差异[J].北京中医药大学学报,2011,34(09):623-626.
- [12] Lianggong Zhao,Tongqiang Chen,Demei Feng,et al. Structural characterization and antioxidant activity of a heteropolysaccharide isolated from Hedysarum polybotrys[J]. Journal of Asian Natural Products Research, 2014,16(6): 677-684.
- [13] 胡庆平.育肥猪饲料中添加红芪粉试验研究[D].兰州:甘肃农业大学,2003.
- [14] 钟光柱,郭艳丽,王荣,等.红芪对肉仔鸡生长、代谢和屠宰性能的影响[J].甘肃农业大学学报,2011,46(2):27-31.
- [15] 郭艳,王荣.红芪水提物对肉仔鸡抗氧化性能和免疫功能的影响[J].中国饲料,2013(11):29-32.
- [16] 李越峰,牛江涛,曹瑞,等.甘肃米仓红芪道地性分析[J].中国药房,2016,27(34):4882-4883.
- [17] 秦鹏,冶冬阳,李林育,等.本草乳炎清散抑菌效果及抗炎作用研究[J].动物医学进展,2017,38(11):65-70.
- [18] 钟卫华,罗辉,苏丹丹,等.陆英不同部位水提液抗炎镇痛作用的比较研究[J].井冈山大学学报:自然科学版,2018,39(3):88-92.
- [19] 王晓燕,梁生林.叶下花水煎剂抗炎镇痛作用的初探[J].井冈山大学学报:自然科学版,2019,40(5):82-85.
- [20] 王小萱.实施最严“禁抗限抗无抗”:植物提取物担当动物保健主力军 [N].中国食品报,2019-12-23(1).
- [21] 陈文东,朱秀娟,陈耀年,等.油橄榄叶提取物的抑菌抗炎作用研究[J].陕西科技大学学报,2021,39(2):62-66.
- [22] 吴美婷,刘诗瑶,黄达龙,等.芳樟叶的化学成分及其抗炎活性研究[J].中国中药杂志,2021,46(14):3592-3598.
- [23] Khan S,Mehmood M H,Ali A N A,et al. Studies on anti-inflammatory and analgesic activities of betel nut in rodents[J].Journal of Ethnopharmacology,2011,135(3): 654-661.
- [24] 刘挺,张原,陈雄,等.叶下珠醇提物对肠炎沙门菌毒素致小鼠炎症的影响[J].中兽医医药杂志,2022,41(1): 54-58.
- [25] 吴岩斌,吴建国,郑丽望,等.基于炎症细胞模型的的巴戟天抗炎活性部位[J].福建中医药大学学报,2011,21(1):48-50.
- [26] 穆巴热科·吾普尔,马俊杰,阿孜古丽·阿里木,等.喜碱鸢尾根水提取物抗炎活性部位筛选及其化学成分分析[J].中国实验方剂学杂志,2021,27(12):157-162.
- [27] Huang P L,Chi C W,Liu Y.Effects of Areca catechu L.containing procyanidins on cyclooxygenase-2 expression in vitro and in vivo[J].Food and Chemical Toxicology,2009, 48:306-313.
- [28] Bhandare A M,Kshirsagar A D,Vyawahare N S,et al. Potential analgesic,anti-inflammatory and antioxidant activities of hydroalcoholic extract of areca catechu L.nut[J]. Food & Chemical Toxicology,2010,48(12): 3412-3417.