

两种提取工艺的辣木籽油对小鼠免疫活性的影响

刘威良¹, 吴白芬², 黄艾祥¹

(1. 云南农业大学 食品科学技术学院, 昆明 650201; 2. 云南经济管理学院, 昆明 650106)

摘要:探讨两种提取工艺(压榨和超声辅助溶剂萃取)所得辣木籽油对小鼠免疫活性的影响。采用醋酸泼尼松灌胃处理小鼠建立免疫抑制动物模型,将小鼠按体重随机分为空白组(5%羧甲基纤维素钠,20 mL/kg)、模型组(醋酸泼尼松,10 mg/kg)、两种提取工艺辣木籽油(1、2 g/kg)剂量组、两种提取工艺辣木籽油(1、2 g/kg)+醋酸泼尼松剂量组。小鼠经连续灌胃给药2周,测定小鼠体重、廓清指数、吞噬指数、免疫器官(胸腺和脾脏)指数,研究两种提取工艺辣木籽油对小鼠免疫活性的影响。结果表明:与空白组相比,两种提取工艺辣木籽油高剂量组均能显著增加正常小鼠脾脏指数、胸腺指数、巨噬细胞吞噬指数和廓清指数($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$);与模型组相比,两种提取工艺辣木籽油高剂量组对免疫抑制小鼠免疫器官(胸腺和脾脏)指数、巨噬细胞吞噬指数和廓清指数均有显著增强作用($P < 0.01$),但对其体重无显著影响。证明两种提取工艺的辣木籽油具有等效的免疫增强作用且具有剂量依赖性。

关键词:压榨;溶剂萃取;辣木籽油;免疫功能;小鼠

中图分类号:TS225.1;TS201.4 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2020)06-0092-05

Effects of *Moringa oleifera* seed oils extracted by two extraction technologies on immunologic activity in mice

LIU Weiliang¹, WU Baifen², HUANG Aixiang¹

(1. College of Food Science and Technology, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China;

2. Yunnan University of Business Management, Kunming 650106, China)

Abstract: The effects of *M. oleifera* seed oils extracted by two extraction technologies (pressing and ultrasound-assisted solvent extraction) on immunologic activity of mice were studied. The prednisone was intragastric administrated to the mice for two weeks to establish the immunodepressive model. Mice were randomly divided into ten groups according to the weight, including control group (5% sodium carboxymethyl cellulose, 20 mL/kg), model group (prednisone, 10 mg/kg), dose groups of *M. oleifera* seed oils (1, 2 g/kg) of two extraction technologies, *M. oleifera* seed oils (1, 2 g/kg) plus prednisone group. All the groups were administrated orally for two weeks. Then the body weight, clearance index, phagocytosis index, immune organ (thymus and spleen) index of the mice were determined to study the effect of two *M. oleifera* seed oils on immunologic activity of mice. The results showed that compared with control group, the high dose groups of the two *M. oleifera* seed oils could obviously enhance the thymus and spleen indexes, phagocytosis index and clearance index of the normal mice ($P < 0.05$ or $P < 0.01$). Compared with the model group, the high dose groups of the two *M. oleifera* seed oils could significantly improved the immunity organ index, phagocytosis index and clearance index of the immunocompromised mice ($P < 0.01$), but had no significant effect on the body weight of the mice, which proved that *M. oleifera* seed

oils extracted by the two extraction technologies had equivalent immune-enhancing effects and were dose-dependent.

Key words: press; solvent extraction; *M. oleifera* seed oil; immunologic function; mice

收稿日期:2019-09-21;修回日期:2020-02-16

基金项目:国家自然科学基金项目(31560431)

作者简介:刘威良(1987),男,在读博士,研究方向为保健食品功能因子及其作用机理(E-mail)lw12046@126.com。

通信作者:黄艾祥,教授(E-mail)aixianghuang@126.com。

辣木(*Moringa oleifera*),为辣木科辣木属的热带落叶木本蔬菜及油料作物,别名为鼓槌树、洋椿树等,原产于印度北部喜马拉雅山南麓的速生树种^[1]。辣木浑身是宝,富含蛋白质、矿物质、维生素、膳食纤维等,并具有克服失眠、抗炎、免疫调节等功效,可作为优质的保健食品原料^[2]。我国于20世纪60年代初将辣木引种云南,最初只注重其栽培育种,且种植规模较小,随后意识到其重要的营养及药用价值,目前我国台湾、广东、广西和福建等地也有广泛种植并建有种植基地。2012年我国卫生部批准辣木叶为新资源食品,2014年中国-古巴辣木科技合作中心在云南省热带作物科学研究所成立,标志着辣木在我国的关注度日益增强。目前,辣木已被广泛应用于食品、医药、化妆品、饲料及净水等领域,具有较大的商业和工业开发潜力。

辣木籽为辣木的种子,呈球形,直径约1 cm,质量约为0.3 g,富含油脂、蛋白质及微量矿物元素等营养成分,亦具有多种药物活性如降血脂、降血糖、抗紫外线损伤等^[3]。Abdulkarim等^[4]研究指出,辣木籽含油率为31%,王有琼等^[5]亦报道辣木种子去皮后种仁含油率高达39%。辣木籽油室温下呈淡黄色,具有无味、抗氧化性强、不易腐败等优良特性,其中脂肪酸的种类和组成与橄榄油类似,同时还含有生育酚、甾醇及维生素E等微量营养成分,被认为是食用橄榄油的理想代替品^[6]。除作食用油外,辣木籽油还被广泛应用于化妆品、润滑油和生物柴油的制备。目前对辣木籽油的研究还停留在提取纯化初级阶段,对其活性的研究深度不够,同时其对免疫系统调节作用未见报道。本实验主要以辣木籽油为研究材料,结合药理学动物实验模型,初步考察其对小鼠免疫活性的影响,进而为其后期用于改善免疫功能的保健品开发提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 原料与试剂

新鲜辣木籽,购于云南天佑科技开发有限公司,置于室外通风处自然晾干。

醋酸泼尼松(批号:20180518),浙江仙琚制药股份有限公司;印度墨水(批号:20180512),Solarbio生化试剂公司;羧甲基纤维素钠;吐温-80、无水乙醇、石油醚等均为国产分析纯。

1.1.2 实验动物

SPF级昆明种小鼠,雄性,体重18~22 g,采购于湖南斯莱克景达实验动物有限公司,生产许可证为SCXK(湘)2016-0002。

1.1.3 饲养环境

SPF级动物实验室,云南省昆明市中国科学院昆明植物所动物实验中心,许可证号为SYXK(滇)K2013-0004。

1.1.4 仪器与设备

Thermo1500全波长酶标仪(芬兰雷勃公司),RE520旋转蒸发仪,Scientz-500C多功能恒温超声萃取仪,400Y多功能粉碎机,ZYJ-9018-2小型榨油机,CP153电子天平,TDL-5-A离心机,LC-162C海尔冰箱。

1.2 实验方法

1.2.1 辣木籽油的制备

1.2.1.1 冷榨法

参考文献[7]方法并改进。取干燥辣木籽1000 g,除杂去壳,设置榨油机参数为温度6℃、压力4 MPa、转速36 r/min榨油,毛油静置去除沉淀,得压榨辣木籽油,称重并分装于无菌离心管中,冻存于-20℃冰箱备用。

1.2.1.2 超声辅助溶剂萃取法

参考文献[8]方法并改进。取干燥辣木籽1000 g,除杂去壳,粉碎,过80目筛,低温避光保存。取一定量的辣木籽粉置于500 mL平底烧瓶中,采用超声辅助溶剂萃取法,以沸程60~90℃的石油醚为溶剂,在料液比1:10、萃取温度75℃、萃取时间35 min、超声频率60 Hz下反复萃取4次,合并萃取液,旋蒸,得到萃取辣木籽油。

1.2.2 动物分组及剂量

按人用药量折算为小鼠灌胃剂量。小鼠购买回来后适应性饲养3 d,将130只小鼠按体重随机分为10组,确保组间体重无显著性差异($P > 0.05$),每组13只,即空白组(20 mL/kg)、模型组(醋酸泼尼松)(10 mg/kg)、压榨辣木籽油高剂量组(2 g/kg)、压榨辣木籽油低剂量组(1 g/kg)、萃取辣木籽油高剂量组(2 g/kg)、萃取辣木籽油低剂量组(1 g/kg)、压榨辣木籽油(2 g/kg)+醋酸泼尼松(10 mg/kg)组、压榨辣木籽油(1 g/kg)+醋酸泼尼松(10 mg/kg)组、萃取辣木籽油(2 g/kg)+醋酸泼尼松(10 mg/kg)组、萃取辣木籽油(1 g/kg)+醋酸泼尼松(10 mg/kg)组。各组均灌胃给药,空白组给予同等剂量的0.5%羧甲基纤维素钠溶液;联合用药组2种药物给药时间间隔至少为4 h。小鼠连续灌胃14 d期间不定期测定各组小鼠体重,并观察各组小鼠精神状态、皮毛色泽、饮食与粪便有无异常。14 d后测定小鼠的碳粒廓清指数、脏器指数及吞噬指数。

1.2.3 小鼠免疫抑制模型的建立

参考文献[9]方法并改进。采用醋酸泼尼松(10 mg/kg)连续灌胃给药,致使小鼠免疫器官(胸腺和脾脏)萎缩,建立小鼠免疫抑制模型。连续给药数天后,与空白组相比,模型组小鼠体重有减小的作用趋势且具有统计学差异($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$),小鼠免疫器官指数有明显降低趋势且有统计学差异($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$),表明造模成功。

1.2.4 小鼠碳粒廓清实验

小鼠连续给药14 d后,实验前6 h,禁食不禁水,于末次给药后30 min,立即尾静脉注射20%的印度墨汁(0.1 mL/10 g),分别于2、12 min眼眶取血20 μ L,立即溶于2 mL质量分数为0.1%的 Na_2CO_3 溶液中摇匀,置于波长为680 nm处比色,测定其OD值,计算廓清指数(K)。 $K = (\lg OD_2 - \lg OD_{12}) / (T_{12} - T_2)$ 。

式中: OD_2 、 OD_{12} 分别为2、12 min取血样的OD值; $T_{12} - T_2$ 为所取血样间隔的时间差^[10]。

1.2.5 小鼠脏器指数及吞噬指数的测定

小鼠取血完成后,脱颈椎处死。取肝、脾脏及胸腺,用滤纸吸干其表面血渍,并精确称重,计算脾脏指数、胸腺指数与吞噬指数(α)。脾脏指数 = 脾脏质量/体重,胸腺指数 = 胸腺质量/体重, $\alpha = K^{1/3} \times \text{体重} / (\text{肝重} + \text{脾重})$ ^[11]。

1.2.6 数据处理

所有数据均用SPSS18统计软件进行统计,所得数据以“ $\bar{x} \pm s$ ”表示,组间比较采用t检验, $P < 0.05$ 表示组间差异有统计学意义。

2 结果与分析

2.1 压榨和萃取辣木籽油对小鼠体重的影响(见表1)

表1 压榨和萃取辣木籽油对小鼠体重的影响

组别	剂量	数量 (只)	体重/g				
			1 d	3 d	5 d	7 d	14 d
空白	20 mL/kg	13	16.18 \pm 1.14	20.72 \pm 1.26	24.13 \pm 1.19	26.02 \pm 1.51	29.00 \pm 0.41
模型	10 mg/kg	13	16.06 \pm 1.56	19.47 \pm 1.73	22.35 \pm 1.67	23.58 \pm 1.75	24.31 \pm 0.88**
压榨辣木籽油高剂量	2 g/kg	13	16.64 \pm 1.85	21.66 \pm 2.14	24.75 \pm 2.03	26.42 \pm 1.68	28.53 \pm 1.16
压榨辣木籽油低剂量	1 g/kg	13	16.24 \pm 1.72	21.86 \pm 1.99	25.10 \pm 2.25	27.02 \pm 2.32	28.57 \pm 1.31
萃取辣木籽油高剂量	2 g/kg	13	16.2 \pm 1.91	20.96 \pm 1.87	23.98 \pm 1.88	26.37 \pm 1.59	28.42 \pm 0.76
萃取辣木籽油低剂量	1 g/kg	13	16.50 \pm 1.82	21.17 \pm 1.65	24.08 \pm 1.21	27.13 \pm 1.95	28.78 \pm 0.32
压榨辣木籽油高剂量 + 醋酸泼尼松	2 g/kg + 10 mg/kg	13	16.42 \pm 1.91	20.52 \pm 2.14	21.87 \pm 2.23	23.24 \pm 2.25	22.36 \pm 1.55**
压榨辣木籽油低剂量 + 醋酸泼尼松	1 g/kg + 10 mg/kg	13	15.57 \pm 1.38	19.21 \pm 1.44	21.33 \pm 1.65	22.71 \pm 1.66	23.21 \pm 0.75**
萃取辣木籽油高剂量 + 醋酸泼尼松	2 g/kg + 10 mg/kg	13	16.37 \pm 1.51	19.18 \pm 1.36	21.51 \pm 1.37	22.58 \pm 1.71	23.17 \pm 0.82**
萃取辣木籽油低剂量 + 醋酸泼尼松	1 g/kg + 10 mg/kg	13	16.45 \pm 1.47	20.43 \pm 1.67	21.62 \pm 1.87	23.12 \pm 1.46	22.45 \pm 1.51**

注:与空白组比较,* $P < 0.05$,** $P < 0.01$ 。

给药期间,各组小鼠毛色有光泽,活泼好动,状态较好,未出现不良反应。由表1可看出:给药期间,各组小鼠体重整体均呈增长趋势,组间无统计学差异($P > 0.05$);但与空白组比较,给药14 d后,模型组、压榨与萃取辣木籽油联合用药各剂量组,小鼠体重显著降低且具有统计学差异($P < 0.01$)。

2.2 压榨和萃取辣木籽油对小鼠免疫器官质量的影响(见表2)

由表2可看出:连续灌胃给药14 d后,与空白组比较,压榨与萃取辣木籽油高剂量组均显著提高

小鼠的胸腺指数和脾脏指数,且有统计学差异($P < 0.05$),低剂量组均无统计学差异($P > 0.05$);模型组、压榨与萃取辣木籽油联合用药各剂量组小鼠胸腺指数和脾脏指数明显降低且有统计学差异($P < 0.01$)。与模型组比较,经高剂量辣木籽油干预后免疫抑制小鼠胸腺指数与脾脏指数均显著升高,且有统计学差异($P < 0.01$);压榨与萃取辣木籽油各剂量组小鼠的胸腺和脾脏指数明显高于模型组且有统计学差异($P < 0.01$),两种提取工艺辣木籽油同剂量组之间均无统计学差异且具有等效性,不同剂量组之间呈现剂量依赖效应。

表2 压榨和萃取辣木籽油对小鼠免疫器官质量的影响

组别	剂量	数量(只)	胸腺指数	脾脏指数
空白	20 mL/kg	13	39.27 ± 9.08	36.60 ± 7.20
模型	10 mg/kg	13	10.09 ± 2.72**	24.62 ± 4.58**
压榨辣木籽油高剂量	2 g/kg	13	45.64 ± 4.76*##	43.60 ± 7.05*##
压榨辣木籽油低剂量	1 g/kg	13	42.58 ± 7.45##	40.11 ± 5.71##
萃取辣木籽油高剂量	2 g/kg	13	45.85 ± 4.66*##	44.57 ± 6.60*##
萃取辣木籽油低剂量	1 g/kg	13	41.71 ± 7.56##	37.75 ± 3.95##
压榨辣木籽油高剂量 + 醋酸泼尼松	2 g/kg + 10 mg/kg	13	14.30 ± 2.53##**	29.83 ± 3.69##**
压榨辣木籽油低剂量 + 醋酸泼尼松	1 g/kg + 10 mg/kg	13	10.91 ± 3.66**	24.98 ± 5.38**
萃取辣木籽油高剂量 + 醋酸泼尼松	2 g/kg + 10 mg/kg	13	14.27 ± 3.22##**	30.28 ± 4.98##**
萃取辣木籽油低剂量 + 醋酸泼尼松	1 g/kg + 10 mg/kg	13	10.52 ± 2.06**	24.78 ± 4.78**

注:与空白组比较,* $P < 0.05$,** $P < 0.01$;与模型组比较,# $P < 0.05$,## $P < 0.01$ 。下同。

2.3 压榨和萃取辣木籽油对小鼠巨噬细胞吞噬功能的影响(见表3)

由表3可看出:连续灌胃给药14 d后,与空白组比较,压榨与萃取辣木籽油高剂量组均提高小鼠巨噬细胞的吞噬指数,且具有统计学差异($P < 0.05$

或 $P < 0.01$);与模型组比较,免疫抑制小鼠经压榨与萃取辣木籽油干预后小鼠巨噬细胞的吞噬指数提高,且高剂量组具有统计学差异($P < 0.01$)。两种提取工艺辣木籽油同剂量组之间均无统计学差异,具有等效性,不同剂量组之间呈现剂量依赖效应。

表3 压榨和萃取辣木籽油对小鼠巨噬细胞吞噬功能的影响

组别	剂量	数量(只)	吞噬指数
空白	20 mL/kg	13	4.68 ± 0.81
模型	10 mg/kg	13	4.21 ± 0.79
压榨辣木籽油高剂量	2 g/kg	13	5.37 ± 0.54*##
压榨辣木籽油低剂量	1 g/kg	13	4.87 ± 0.63#
萃取辣木籽油高剂量	2 g/kg	13	5.48 ± 0.59***
萃取辣木籽油低剂量	1 g/kg	13	4.81 ± 0.62#
压榨辣木籽油高剂量 + 醋酸泼尼松	2 g/kg + 10 mg/kg	13	4.90 ± 0.40##
压榨辣木籽油低剂量 + 醋酸泼尼松	1 g/kg + 10 mg/kg	13	4.23 ± 0.48
萃取辣木籽油高剂量 + 醋酸泼尼松	2 g/kg + 10 mg/kg	13	4.83 ± 0.34##
萃取辣木籽油低剂量 + 醋酸泼尼松	1 g/kg + 10 mg/kg	13	4.25 ± 0.44

2.4 压榨和萃取辣木籽油对小鼠巨噬细胞廓清功能的影响(见表4)

由表4可看出:连续灌胃给药14 d后,与空白组相比,压榨与萃取辣木籽油高剂量组小鼠巨噬细胞的廓清指数均升高,且有统计学差异($P < 0.01$);与模型组比较,免疫抑制小鼠经高剂量压榨与萃取

辣木籽油干预后其巨噬细胞的廓清指数明显提高,且有统计学差异($P < 0.01$)。其他各组间无统计学差异($P > 0.05$),两种提取工艺辣木籽油同剂量组之间均无统计学差异且具有等效性,不同剂量组之间呈现剂量依赖效应。

表4 压榨和萃取辣木籽油对小鼠巨噬细胞廓清功能的影响

组别	剂量	数量(只)	廓清指数
空白	20 mL/kg	13	0.02 ± 0.01
模型	10 mg/kg	13	0.01 ± 0.01
压榨辣木籽油高剂量	2 g/kg	13	0.03 ± 0.01***
压榨辣木籽油低剂量	1 g/kg	13	0.02 ± 0.01
萃取辣木籽油高剂量	2 g/kg	13	0.04 ± 0.02***
萃取辣木籽油低剂量	1 g/kg	13	0.02 ± 0.01
压榨辣木籽油高剂量 + 醋酸泼尼松	2 g/kg + 10 mg/kg	13	0.03 ± 0.02##
压榨辣木籽油低剂量 + 醋酸泼尼松	1 g/kg + 10 mg/kg	13	0.01 ± 0.01
萃取辣木籽油高剂量 + 醋酸泼尼松	2 g/kg + 10 mg/kg	13	0.03 ± 0.01##
萃取辣木籽油低剂量 + 醋酸泼尼松	1 g/kg + 10 mg/kg	13	0.01 ± 0.01

2.5 讨论

人体的免疫功能是由免疫分子、免疫器官和免疫细胞等组成的系统共同参与并执行,是机体的一种保护性生理反应,能够辨识自身并对抗外来物质^[12]。免疫有特异性与非特异性之分,前者是指在有外来抗原物质如细菌、病毒等入侵机体时,与病原体发生的特异性反应,是一种获得性免疫;而后者为一种与生具有的天然性免疫,是人体防御系统的第二道防线^[13]。研究表明,评价机体免疫效应的“黄金标准”之一是计算免疫器官(胸腺与脾脏)的脏器指数^[14]。研究还表明,单核巨噬细胞的吞噬能力可以衡量机体非特异性免疫功能,具体表现在吞噬指数、廓清指数的水平高低^[15]。根据表1可知,用药14 d后,与空白组比较,模型组、压榨与萃取辣木籽油联合用药各剂量组小鼠体重显著降低($P < 0.01$),这是因为醋酸泼尼松使机体免疫降低的同时降低体重,这也证明本实验免疫抑制模型造模成功。

现代药理学研究证实,辣木籽油除作为食用油外还具有抗氧化、降血糖及抗肿瘤等生理功效^[16-17],其给药途径多为静脉注射或腹腔注射,经口给药的研究较少。肿瘤会影响机体的免疫功能,导致细胞免疫和体液免疫受到抑制,体外细胞实验中辣木籽油表现出很好的抗癌效果;而在体内健康及免疫抑制状态下的小鼠中,辣木籽油对免疫系统的调节作用未见报道。本文采用灌胃给药途径,并对两种提取工艺的辣木籽油进行对比研究。研究结果得出,经口灌胃2周辣木籽油后并未影响小鼠体重,但对免疫器官质量及巨噬细胞的吞噬能力有一定干预作用,证明两种提取工艺的辣木籽油高剂量组(2 g/kg)均能明显改善正常小鼠和免疫抑制小鼠的非特异性免疫功能,同时也发现两种提取工艺辣木籽油具有等效性且呈现一定的剂量依赖性。但本文所采用的实验对象为正常小白鼠,而非裸鼠(没有胸腺的模式动物),考虑实验操作简便、成本及实验的侧重点,免疫抑制动物模型的建立是选用糖皮质激素类药物醋酸泼尼松而非环磷酰胺,后者更侧重细胞免疫的抑制作用。基于以上非特异性免疫研究的结果,后期研究可能考察对细胞免疫的影响进而综合探究辣木籽油对免疫系统的调控作用,且其作用机制尚待进一步研究。

3 结论

本文以两种提取工艺(压榨和超声辅助溶剂萃取)制得的辣木籽油经口连续灌胃小鼠14 d,通过测定小鼠体重、胸腺指数和脾脏指数、碳粒廓清实验和巨噬细胞吞噬实验,结果发现两种提取工艺制得

的辣木籽油高剂量组(2 g/kg)均能显著提高小鼠免疫器官指数,增强巨噬细胞的吞噬清除能力。说明辣木籽油具有增强小鼠免疫的能力。

参考文献:

- [1] SAINI R K, SIVANESAN I, KEUM Y S. Phytochemicals of *Moringa oleifera*: a review of their nutritional, therapeutic and industrial significance[J]. *Biotechnology*, 2016, 6(2):203.
- [2] COPPIN J P, JULIANI H R, WU Q, et al. Variations in polyphenols and lipid soluble vitamins in *Moringa oleifera* [M]// *Processing and Impact on Active Components in Food*. Pittsburgh: Academic Press, 2015.
- [3] LEONE A, SPADA A, BATTEZZATI A, et al. *Moringa oleifera* seeds and oil: characteristics and uses for human health[J]. *Int J Mol Sci*, 2016, 17(12): 2141.
- [4] ABDULKARIM S M, LONG K, LAI O M, et al. Some physico-chemical properties of *Moringa oleifera* seed oil extracted using solvent and aqueous enzymatic methods [J]. *Food Chem*, 2005, 93(2):253-263.
- [5] 王有琼,段琼芬,孙龙,等.辣木籽油浸提方法探讨[J]. *林业科技开发*,2004(4):50-51.
- [6] FALOWO A B, MUKUMBO F E, IDAMOKORO E M, et al. Multi-functional application of *Moringa oleifera* Lam. in nutrition and animal food products: a review[J]. *Food Res Int*, 2018, 106: 317-334.
- [7] 张言,高定烽,李思敏,等.冷榨法和酶解法提取辣木油的应用领域研究[J]. *中国油脂*,2019,44(4):157-160.
- [8] 段琼芬,余建兴,马李一,等.超声波辅助溶剂萃取辣木籽油条件优化[J]. *中国粮油学报*,2009,24(8):92-95.
- [9] 戚怡.丹参水溶性有效成分原儿茶醛对泼尼松致小鼠骨损害的预防作用[D].广东 湛江:广东医学院,2010.
- [10] 王炫,雷桂兰,吴中华,等.苦荆茶多糖对小鼠免疫功能的影响[J]. *湖北农业科学*, 2014, 53(17): 4123-4125.
- [11] 周岩飞,金凌云,王琼,等.薏苡仁油对小鼠免疫功能影响的研究[J]. *中国油脂*,2018,43(10):77-81.
- [12] 马洪第,卢芳汀,陶艳艳,等.中药免疫调节作用的研究进展[J]. *临床肝胆病杂志*, 2011, 27(5): 462-466.
- [13] 张丽芳. *医学免疫学* [M]. 杭州:浙江大学出版社, 2006.
- [14] 车宇飞.林蛙油多肽口服液的免疫及毒理评价[D].长春:吉林大学,2014.
- [15] 张永明,黄亚非,陈建萍,等.肝酶灵对小鼠腹腔巨噬细胞吞噬功能的影响[J]. *中国医院药学杂志*, 2002, 22(9): 521-523.
- [16] BUSARI M B, MUHAMMAD H L, OGBADOYI E O, et al. Hypoglycaemic properties of *Moringa oleifera* Lam seed oil in normoglycaemic rats[J]. *IOSR - J Pharm Biol Sci*, 2014, 9(6): 23-27.
- [17] ELSAYED E A, SHARAF - ELDIN M A, WADDAAN M. In vitro evaluation of cytotoxic activities of essential oil from *Moringa oleifera* seeds on HeLa, HepG2, MCF-7, CACO-2 and L929 cell lines[J]. *Asian Pac J Cancer Prev*, 2015, 16: 4671-4675.