

# 沙葱乙醇提取物对小鼠高脂血症抑制作用的研究

肖新峰<sup>1</sup>, 赵丽华<sup>2</sup>, 张慧敏<sup>1</sup>, 赵清波<sup>1</sup>, 吴文惠<sup>1</sup>, 包斌<sup>1\*</sup>

(1. 上海海洋大学食品学院, 上海 201306; 2. 内蒙古农业大学食品科学与工程学院, 呼和浩特 010018)

**摘要:** **目的** 探究沙葱(*Allium Mongolicum* Regel)乙醇提取物抑制实验小鼠高脂血症形成的作用。**方法** 采用高脂饲料诱导小鼠建立高脂血症模型。用昆明种雌性小鼠随机分为对照组、高脂饲料空白模型组和沙葱剂量组(包括沙葱低剂量组、中剂量组和高剂量组)。实验持续6 wk, 每wk称量小鼠体重, 每2 wk采血一次, 检测血脂相关指标, 计算对照组、高脂饲料空白模型组和沙葱各剂量组的动脉粥样硬化指数(atherosclerosis index, AI)和血脂综合指数(lipid comprehensive index, LCI)。**结果** 用高脂饲料成功建立高脂血症动物模型; 从wk 2开始, 相对于空白组小鼠, 沙葱组中、高剂量组小鼠总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglyceride, TG)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、AI、LCI值均有不同程度的降低。在wk 6时, 与空白组相比, 高剂量组小鼠TC、TG、LDL-C、AI、LCI分别下降了36.25%、58.79%、37.78%、54.98%、78.61%。**结论** 沙葱乙醇提取物可有效抑制高脂饲料小鼠血浆TC、TG、LDL-C, 和AI、LCI的升高, 可抑制实验小鼠高脂血症的形成, 其降血脂作用表现出一定的量效关系和时效关系, 有可能预防并减少动脉粥样硬化的发生。

**关键词:** 沙葱提取物; 高脂血症动物模型; 动脉粥样硬化指数; 血脂综合指数

## Inhibitory effect of ethanol extracts from *Allium Mongolicum* Regel on hyperlipidemia mice

XIAO Xin-Feng<sup>1</sup>, ZHAO Li-Hua<sup>2</sup>, ZHANG Hui-Min<sup>1</sup>, ZHAO Qing-Bo<sup>1</sup>, WU Wen-Hui<sup>1</sup>, BAO Bin<sup>1\*</sup>

(1. College of Food Science & Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

2. College of food & Technology, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018, China)

**ABSTRACT: Objective** To investigate the lipid-decreasing and inhibitory effect of ethanol extracts from *Allium Mongolicum* Regel (AMR) in mice. **Methods** The hyperlipidemia mice were induced by high fat diet. The female Kunming mice were randomly divided into control group, blank group, and intervention groups (low, middle and high dose intervention groups). The experiment was lasted for 6 wk. Weighing body mass of mice every week, and the total cholesterol levels (TC), triglyceride (TG), low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), and high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) in plasma were measured every 2 wk. Atherosclerosis index (AI) and lipid comprehensive index (LCI) were calculated. **Results** The high-fat model was established by the high fat diet. Starting from the wk 2, the level of TC, TG, and LDL-C, and the value of AI and LCI in plasma could be decreased in the hyperlipidemia mice by AMR extracts with meddle and high

基金项目: 国家自然科学基金项目(31260378)

**Fund:** Supported by the National Natural Science Foundation of China (31260378)

\*通讯作者: 包斌, 副教授, 主要研究方向为食品营养。E-mail: bbao@shou.edu.cn

\*Corresponding author: BAO Bin, Associate Professor, Shanghai Ocean University, No.999, Hucheng Ring Road, Pudong New District, Shanghai 201306, China. E-mail: bbao@shou.edu.cn

dose. In the wk 6, the decrease of TC, TG, and LDL-C level and AI and LCI value in high-dose intervention groups reached to 36.25%, 58.79%, 37.78%, 54.98% and 78.61%, respectively, compared with those in blank group. **Conclusion** AMR extracts have an obvious effect on lowering blood lipid of hyperlipidemia mice, potentially preventing and reducing the incidence of atherosclerosis.

**KEY WORDS:** *Allium Mongolicum* Regel; hyperlipidemia; atherosclerosis index; lipid comprehensive index

## 1 引言

研究表明,高脂食物的长期过量摄入而引起的高脂血症及其所引发的相关疾病的并发症已成为人类健康的主要杀手之一<sup>[1]</sup>。有效地防治和治疗高脂血症具有重要的医学和社会意义。高脂血症是脂质代谢紊乱的一种常见疾病,主要是因为血液中长期过高总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglyceride, TG)及血管壁上过多的脂类被自由基氧化,形成脂质过氧化物在血管壁上沉积,使动脉血管壁增厚,从而导致患心血管疾病的危险性增加<sup>[2]</sup>。

沙葱(*Allium mongolicum* Regel)又名野葱、蒙古韭、胡穆利等,是一种百合科葱属多年生鳞茎丛生草本植物,多生于荒漠地带,广泛分布于我国内蒙古自治区、辽宁(西部)、陕西(北部)、宁夏(北部)、甘肃、青海(北部)、新疆(东北部)等地<sup>[3]</sup>。早在《本草纲目》中便已记载:沙葱人皆食之,开白花、粉花,结籽如小蒜头大小,久服能强志益目、主治泻精等。食之能治赤白痢、肠炎、腹泻、胸痹诸病,被誉为“菜中灵芝”。沙葱属葱属植物,其有效成分与葱属植物相近,主要含硫化化合物、甾体化合物、黄酮类化合物、多糖等,都是葱属植物中含有的生物活性物质<sup>[4]</sup>。葱属植物在我国资源丰富,品种繁多,一直是国内外的研究热点,主要集中在洋葱、大蒜等几个品种。就降血脂和抗动脉粥样硬化作用来说, Kumari 等<sup>[5]</sup>指出洋葱中的烯丙基二硫醚、甲丙二硫醚以及丙硫醇等硫化物在降血糖、降血脂、溶血纤等方面具有良好的治疗作用; Chen 等<sup>[6]</sup>研究黑蒜的甲醇提取物对大鼠的影响,结果发现黑蒜的甲醇提取物能降低大鼠的体重、脂肪和肝组织重量、血浆 TG 水平等。近年来国内学者致力于沙葱组分的提取、分离与鉴定,并且对沙葱中各种组分的免疫与抗氧化功能进行了研究<sup>[7-9]</sup>,但对沙葱的降血脂功效的研究却尚未见文献。为此,本文探讨了沙葱提取物对高脂饲料饲喂小鼠的血脂调节作用。

## 2 材料与方法

### 2.1 材料与仪器

#### 2.1.1 沙葱

2014年4月11日由内蒙古农业大学赵丽华老师采集于内蒙古呼和浩特市人工种植的新鲜沙葱,采集后48 h内运到实验室。

#### 2.1.2 实验动物

SPF级健康昆明种雌鼠(动物合格证号:SCXK2012-0002),体重18~22 g,购于上海史莱克动物实验室。

#### 2.1.3 实验仪器

实验室高剪切乳化机(SAII-2型,上海索维机电设备有限公司);台式高速冷冻离心机(Avanti J-26XP型,美国贝克曼公司);旋转蒸发器(R206D型,上海申生科技有限公司);九阳料理机(JYL-C501型,九阳股份有限公司);全自动生化分析仪及其原装试剂(AU5800型,上海科华生物工程股份有限公司)。

### 2.2 实验方法

#### 2.2.1 沙葱提取物的提取<sup>[9]</sup>

将新鲜原料的泥土及干叶去除后用蒸馏水洗净并晾干,每100 g新鲜沙葱加入150 mL 95%乙醇,九阳料理机打浆,实验室高剪切乳化机进行组织破碎,10000 r/min离心20 min,上清液于旋转蒸发器上浓缩(水浴恒温60℃,真空),制成10 g(新鲜沙葱)/mL的沙葱提取液,于4℃冰箱保存。

#### 2.2.2 小鼠饲料的制备

高脂饲料配方为:基础饲料<sup>[10]</sup>78.8%,胆固醇1%,胆盐0.2%,猪油10%,蛋黄粉10%,饲喂高脂饲料空白模型组(简称空白组)小鼠。低剂量沙葱高脂饲料配方:将每2.5 mL的沙葱提取液均匀地混在100 g高脂饲料中,制成每克饲料中含有相当于0.25 g新鲜沙葱的低剂量沙葱高脂饲料,饲喂沙葱低剂量组小鼠;中剂量沙葱高脂配方:将每7.5 mL的沙葱提取液均匀地混在100 g高脂饲料中,制成每克饲料中含

有相当于 0.75 g 新鲜沙葱的中剂量沙葱高脂饲料, 饲喂沙葱中剂量组小鼠; 高剂量沙葱高脂饲料配方: 将每 15 mL 的沙葱提取液均匀地混在 100 g 高脂饲料中, 制成每克饲料中含有相当于 1.5 g 新鲜沙葱的高剂量沙葱高脂饲料, 饲喂沙葱高剂量组小鼠。

### 2.2.3 实验动物分组及喂食

动物饲养条件: 屏障系统动物房, 20~24 °C, 12 h:12 h 明-暗循环照明。昆明雌鼠共 128 只, 基础饲料适应性喂养 1 wk 后, 随机分 5 组, 分为对照组、沙葱低剂量组(每天摄食 0.1 mL 沙葱提取液)、沙葱中剂量组(每天摄食 0.3 mL 沙葱提取液)、沙葱高剂量组(每天摄食 0.6 mL 沙葱提取液)和空白组, 各组之间体重水平无统计差异, 实验动物分组及喂食分别为: 对照组(饲喂基础饲料)喂养 6 wk, 共 32 只小鼠, 在 wk 1 处死 8 只小鼠, 之后每 2 wk 处死 8 只小鼠; 沙葱低剂量组、沙葱中剂量组、沙葱高剂量组和空白组喂养 6 wk, 各 24 只小鼠, 每 2 wk 处死 8 只小鼠。每日给小鼠充足的饲料和蒸馏水。每周称量体重 1 次。

### 2.2.4 血浆中血脂水平的测定及血脂综合指数、动脉粥样硬化指数的计算

各组小鼠喂养结束的当晚, 所有小鼠禁食不禁水 12 h, 称重后心脏取全血, 加入抗凝剂后静置 2 h, 4 °C 离心 10 min, 分离血浆, 使用全自动生化分析仪测定血浆中的总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol, LDL-C), 并计算动脉粥样硬化指数(atherosclerosis index, AI)、血脂综合指数(lipid comprehensive index, LCI)。计算公式如下:

$$\text{血脂综合指数 LCI} = \frac{TC \times TG \times LDL - C}{HDL - C}$$

$$\text{动脉粥样硬化指数 AI} = \frac{TC - HDL}{HDL - C}$$

### 2.2.5 脏器指数

心脏采血后立即解剖各组小鼠, 采集肝脏、肾脏、脾脏组织, 观察小鼠肝脏、肾脏、脾脏的形态、大小、颜色、质地以及有无出血等。用预冷的生理盐水漂洗干净, 滤纸擦干, 立即称量, 并计算脏器指数。

$$\text{脏器指数}(\%) = \frac{\text{脏器指数}(g)}{\text{体重}(g)} \times 100\%$$

### 2.2.6 统计方法

采用 SPSS19.0 统计分析软件进行分析, 所有的实验结果均以均数±标准差( $\bar{X} \pm S$ )的形式表示。

## 3 结果与讨论

### 3.1 沙葱提取物对小鼠体重的影响

实验过程中各组小鼠生长良好, 无死亡现象且均未出现异常行为, 实验前各组小鼠的体重无明显差异, 实验中各组小鼠体重均表现出逐渐增长的趋势(见表 1)。由表 1 可知, 空白组小鼠从 wk 3 开始体重显著高于对照组小鼠。在 wk 6 时对照组、空白组、低剂量组、中剂量组、高剂量组小鼠的体重比实验前均有所增高。低剂量组和中剂量组小鼠的平均体重低于空白组小鼠体重, 但无统计学差异。而从 wk 5 开始高剂量组小鼠体重显著低于空白组小鼠。这说明高脂饲料饲喂小鼠能显著增加小鼠体重, 这与纪学芳等<sup>[11]</sup>的实验结果一致。而从表中可以看到, 沙葱剂量组均能在不同程度上减缓小鼠体重的增加。同时观察到 3 个沙葱剂量组和对照组小鼠表现活跃, 皮毛亮且光滑, 取食积极。饲喂到后期 3 个沙葱剂量组和空白组小鼠的差异明显, 后者毛色明显变黄, 精神萎靡, 体型肥胖臃肿。

表 1 沙葱提取物对小鼠体重的影响(n=8)  
Table 1 Effect of AMR extracts on growth indicators of mice (n=8)

组别	体重(g)						
	初始体重	wk 1	wk 2	wk 3	wk 4	wk 5	wk 6
对照组	25.27±1.80	30.51±2.70	32.22±2.83	33.78±2.00	34.57±2.62	35.4±2.45	37.70±2.62
空白组	24.97±1.83	31.51±2.85	34.75±2.85	36.71±3.48	39.13±3.35	40.85±4.13	43.49±4.49
低剂量组	25.09±1.71	31.64±3.43	33.43±3.44	36.14±4.10	37.37±2.66	39.31±2.89	39.15±3.70
中剂量组	25.32±1.86	31.33±3.05	32.82±3.59	35.37±3.41	36.39±4.85*	38.08±3.56	40.22±4.90
高剂量组	25.14±1.74	31.81±3.31	33.69±3.66	35.17±2.97	36.82±2.54	37.23±3.72*	37.19±2.88*

注: 与正常对照组比较: \*P<0.05, \*\*P<0.01; 与空白模型组比较: \*P<0.05, \*\*P<0.01

### 3.2 沙葱提取物对小鼠脏器指数的影响

脏器指数能反映实验动物总的营养状态和内脏的病变情况,如接触到外来物质使某个脏器受到损害,脏器指数将发生变化<sup>[10]</sup>。沙葱提取物对高脂血症的小鼠脏器指数有影响(见表2)。由表2可知,空白组的肝指数在wk 2、wk 4、wk 6时均显著高于对照组,同时3个沙葱剂量组也显著高于对照组,但都在一定程度上低于空白组。当大量摄入外源性胆固醇时,会导致肝脏脂质代谢紊乱,脂质大量堆积于肝脏而产生的病理改变称作脂肪肝。在实验过程中发现空白组小鼠肝脏明显肿大,油腻感强。而沙葱剂量组肝指数都低于空白组,说明沙葱提取物在一定程度上可以抑制脂肪肝的形成。脾脏是动物重要的免疫器官,空白组的小鼠脾指数显著高于对照组,3个剂量组也均高于对照组,但除了wk 2的高剂量组显著高于对照组,其他组均无显著性差异。这与赵春艳等<sup>[12]</sup>的实验结果相同,赵春艳等<sup>[13]</sup>提取沙葱中黄酮类化合物饲喂小鼠,发现小鼠脾脏指数也呈现不显著的增长,并证明短期内饲喂沙葱黄酮能增强机体的非特异性免疫。肾脏重量各组之间无显著性差异。

### 3.3 沙葱提取物对小鼠血脂指标的影响

预防和治疗高脂血症是防治心脑血管疾病及脂肪肝的关键措施。血浆TC、TG、LDL-C和HDL-C水平是反映机体血脂代谢的重要指标,机体血浆胆固醇的异常升高是心脑血管疾病的重要风险指征,尤其在总胆固醇升高的同时,伴随甘油三酯和非高密度脂蛋白胆固醇的显著升高。在5组实验小鼠分别喂食wk 2、wk 4和wk 6时,分别取8只小鼠,测得其TC、TG、HDL-C、LDL-C水平(见图1)。由图1可知,高脂饲料饲喂小鼠后,小鼠血浆TC、TG、HDL-C、LDL-C持续增加,与对照组相比,空白组TC、TG、HDL-C、LDL-C含量从wk 2开始存在显著差异,说明高脂饲料能够诱导小鼠产生高脂血症。就TC而言,3个沙葱剂量组在前期也明显升高,但随着沙葱饲喂时间的延长,血浆TC升高趋势被有效地减缓。其中高剂量组从wk 4开始与空白相比存在极显著差异,在wk 4降低30.51%,在wk 6降低36.25%,说明高剂量沙葱能极显著抑制血浆TC水平的升高。而低剂量组和中剂量组TC一直处于增高趋势,且处于高剂量组和空白组之间,说明低剂量和中

表2 沙葱提取物对小鼠脏器指数的影响( $n=8$ )  
Table 2 Effect of AMR extracts on visceral organ of mice ( $n=8$ )

	组别	wk 2	wk 4	wk 6
肝指数	对照组	4.28±0.32	4.10±0.39	3.98±0.41
	空白组	6.43±0.70 <sup>△△</sup>	6.05±0.77 <sup>△△</sup>	5.61±0.47 <sup>△</sup>
	低剂量组	5.39±0.37 <sup>△*</sup>	5.86±0.50 <sup>△</sup>	5.21±0.55 <sup>△</sup>
	中剂量组	5.39±0.36 <sup>△*</sup>	5.44±0.31 <sup>△</sup>	4.63±0.37 <sup>*</sup>
	高剂量组	6.28±0.34 <sup>△△</sup>	5.74±0.28 <sup>△</sup>	4.49±0.31 <sup>*</sup>
脾指数	对照组	0.28±0.03	0.34±0.02	0.29±0.04
	空白组	0.47±0.03 <sup>△</sup>	0.44±0.08	0.47±0.06 <sup>△</sup>
	低剂量组	0.34±0.04 <sup>*</sup>	0.48±0.08	0.36±0.09
	中剂量组	0.38±0.07	0.47±0.03	0.38±0.06
	高剂量组	0.34±0.08 <sup>*</sup>	0.48±0.08	0.45±0.09
肾指数	对照组	1.02±0.04	1.11±0.13	1.11±0.13
	空白组	1.10±0.13	1.02±0.12	1.07±0.14
	低剂量组	1.13±0.12	1.21±0.12	1.16±0.16
	中剂量组	1.24±0.10	1.10±0.15	1.08±0.11
	高剂量组	1.08±0.05	1.12±0.09	1.03±0.18

注:与正常对照组比较:△ $P<0.05$ ,△△ $P<0.01$ ;与空白模型组比较: \* $P<0.05$ ,\*\* $P<0.01$

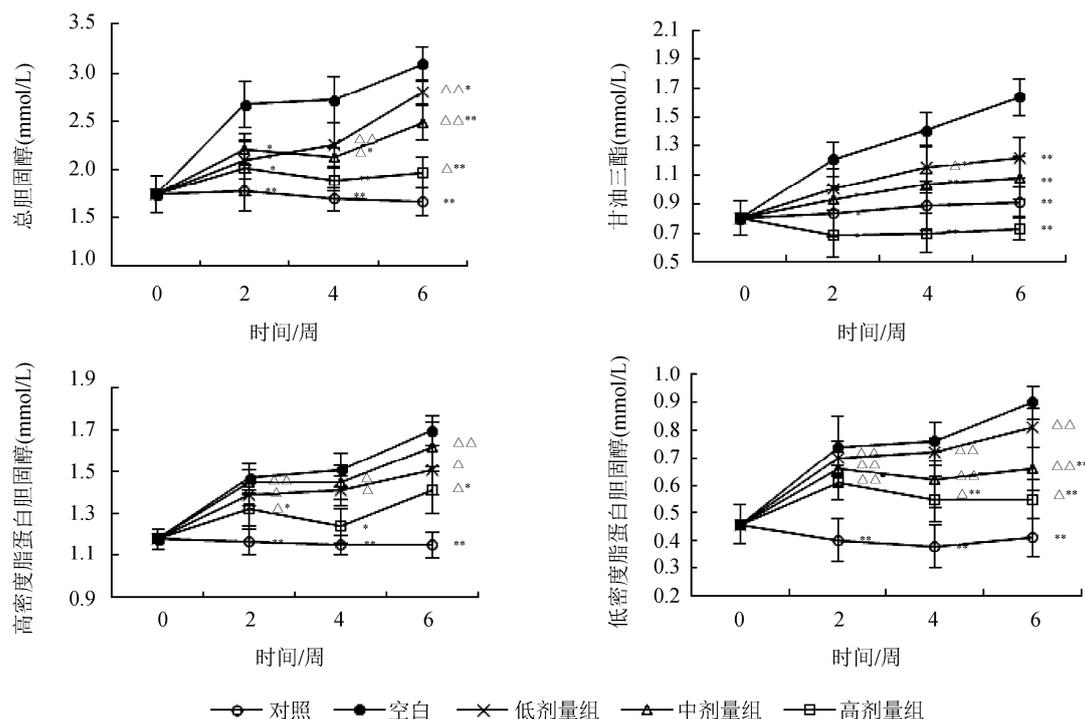


图 1 沙葱提取物对小鼠血脂指标的影响( $n=8$ )

Fig. 1 Effect of AMR extracts on blood lipid indicators of mice ( $n=8$ )

注: 与正常对照组比较:  $\Delta P < 0.05$ ,  $\Delta\Delta P < 0.01$ ; 与空白模型组比较:  $*P < 0.05$ ,  $**P < 0.01$

剂量沙葱能抑制血浆 TC 的升高, 但抑制效果要低于高剂量组。小鼠血液中 TG 的变化趋势与 TC 类似, 低剂量组、中剂量组和高剂量组从 wk 2 开始显著低于空白组; 在 wk 6 时 3 个沙葱剂量组与空白组之间差异均达到极显著水平, 相对于空白组分别下降了 25.45%、33.33%和 58.79%, 且均与对照组之间无显著差异, 说明沙葱对抑制高脂饲料诱导小鼠血浆 TC 的升高有明显的作。就 HDL-C 来说, 相对于对照组, 沙葱剂量组小鼠血浆中的 HDL-C 值虽显著增高, 但均低于空白组。LDL-C 的变化表明, 中、高剂量沙葱对其影响较大; 相对于空白组, 中剂量组从 wk 4 开始能显著降低小鼠血浆中 LDL-C 含量, 在 wk 6 达到极显著水平; 高剂量组从 wk 2 开始能显著降低小鼠血浆中 LDL-C 含量, 在 wk 4 和 wk 6 达到极显著水平; 而低剂量组对 LDL-C 升高的抑制作用不明显。

### 3.4 沙葱提取物对小鼠动脉粥样硬化指数和血脂综合指数的影响

正常人的血脂成分含量波动范围均较大, 各单项指标往往不能充分反映血脂情况, 动脉粥样硬化

(AI)指数是国际医学界制定的一个衡量动脉硬化程度的指标。血脂综合指数(LCI)是综合反映 TC、TG、LDL-C、HDL-C4 者之间关系的指标, 更能反应机体患病的可能<sup>[14]</sup>。从图 2 可知, 与对照组相比, 空白组的 AI 及 LCI 均显著增高, 沙葱各剂量组则表现出不同程度的下降趋势。就 AI 而言, 低剂量组的降低不明显。中剂量组和高剂量组与空白组相比从 wk 2 开始有显著的下降, 并在 wk 6 时 2 组差异达到极显著水平, 分别下降了 36.08%和 54.98%。对于 LCI, 沙葱剂量组从 wk 2 开始均极显著低于空白组; 在 wk 6 时, 低剂量组、中剂量组和高剂量组分别较空白组降低 32.24%、67.30%和 78.61%, 其中高剂量组在 wk 4 和 wk 6 时与对照组相比已无显著差异。且从图中可以发现随着剂量和时间的增长抑制效果也在不断增强, 呈现出明显的时效和量效关系。

以上结果表明沙葱的乙醇提取物在预防小鼠饲料结构中脂肪摄入过高引起的高脂血症有缓解和抑制作用, 对于预防心脑血管疾病、降低并发症风险有重要作用。本实验采用乙醇提取沙葱中的活性成分,

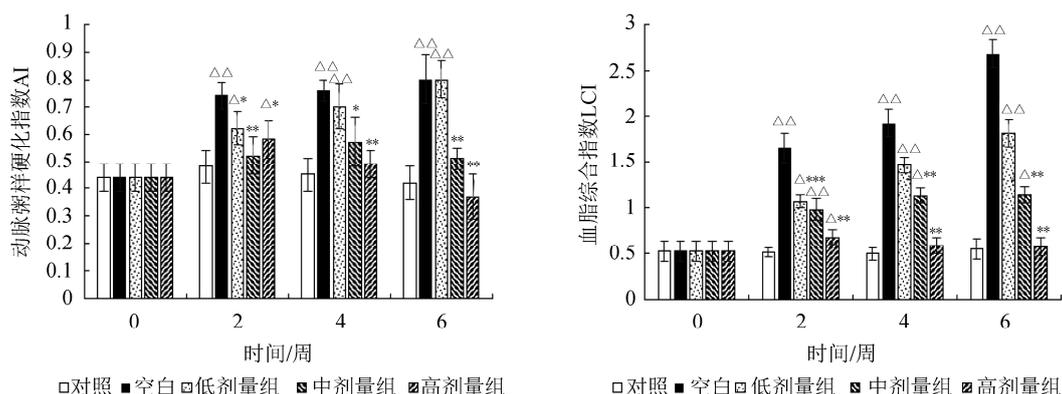


图2 沙葱提取物对小鼠动脉粥样硬化指数和血脂综合指数的影响 ( $n=8$ )

Fig. 2 Effect of AMR extracts on AI and LCI indicators of mice ( $n=8$ )

注: 与正常对照组比较:  $\Delta P < 0.05$ ,  $\Delta\Delta P < 0.01$ ; 与空白模型组比较:  $* P < 0.05$ ,  $** P < 0.01$

其中含有黄酮类化合物、甾体化合物等。萨茹丽等<sup>[15]</sup>用乙醇提取沙葱中的总黄酮, 含量在 5 mg/g 左右, 并证实它具有抗氧化、清除氧化自由基等生物活性。而许多植物黄酮都已被证实具有降血脂方面具有很好的疗效, 如 Song 等<sup>[15]</sup>研究发现从莲属椰子树叶提取的总黄酮能降低高脂饲料喂养大鼠血浆中的 TC、TG、LDL-C, 并提高 HDL-C 的含量。

#### 4 结论

沙葱的乙醇提取物有显著的辅助降血脂功效, 主要表现为抑制高脂饲料喂养小鼠血液中 TC、TG、LDL-C 的升高, 降低 AI 和 LCI 值, 减少了实验小鼠患动脉粥样硬化的风险, 其降血脂作用表现出一定的量效关系和时效关系。本研究为沙葱提取物有效调节高血脂和治疗高血脂症提供了可参考的依据。然而, 活性物质对于机体内血脂水平的调节机制是复杂多样的, 为了解沙葱对血脂的调节机制还需要做大量的理论和实验研究。

#### 参考文献

- [1] 翟蓉, 吕丽爽, 金邦荃. 何首乌多糖降血脂作用的研究[J]. 食品与机械, 2010, 26(5): 87-90.  
Zhai R, Lv LS, Jin BQ. Hypolipidemic effect of the polysaccharide from polygonum multiflorum [J]. Food Mach, 2010, 26(5): 87-90.
- [2] 周国华, 于国萍. 黑木耳多糖降血脂作用的研究[J]. 现代食品科技, 2005, 21(1): 46-48.

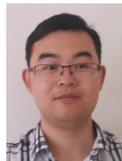
Zhou GH, Yu GP. Effect study of auricularia polysaccharide on reducing blood lipid [J]. Mod Food Sci Technol, 2005, 21(1): 46-48.

- [3] 贺访印, 刘世增, 严子柱, 等. 野生沙葱的资源分布与保护利用[J]. 中国野生植物资源, 2007, 26(7): 14-17  
He FY, Liu SZ, Yan ZZ, et al. The resources distribution protection and utilization of wild *Allium mongolicum* Regel [J]. Chin Wild Plant Res, 2007, 26(7): 14-17
- [4] Sakka RL, Boughelleb MN, El AA, et al. Phytochemicals, antioxidant and antifungal activities of *Allium roseum* var. grandiflorum subvar. typicum Regel [J]. S Afr J Bot, 2014, 91(0): 63-70.
- [5] Kumari K, Augusti KT. Lipid lowering effect of S-methyl cysteine sulfoxide from *Allium cepa* Linn in high cholesterol diet fed rats [J]. J Ethnopharmacol, 2007, 109(3): 367-371.
- [6] Chen YC, Kao TH, Tseng CY, et al. Methanolic extract of black garlic ameliorates diet-induced obesity via regulating adipogenesis, adipokine biosynthesis, and lipolysis [J]. J Funct Food, 2014, 9(0): 98-108.
- [7] Li YL, Luo RM. Antibacterial effect of extracts from *Allium mongolicum* Regel [J]. J Anhui Agric Sci Technol, 2008, 9(4): 123-126.
- [8] 王俊魁, 杨帆, 赵丽华, 等. 沙葱与韭菜中营养成分分析比较 [J]. 营养学报, 2013, 35(1): 86-88.  
Wang JK, Yang F, Zhao LH, et al. Analysis and comparison of nutritional components in *Allium mongolicum* Regel and chinese chive (*Allium tuberosum* Rottler) [J]. Acta Nutr Sin, 2013, 35(1): 86-88.

- [9] 马春景, 赵丽华, 杨帆, 等. 三种百合科葱属植物对五种食源性致病菌抑菌效果的比较[J]. 食品工业科技, 2014, 35(11): 52-56.  
Ma CJ, Zhao LH, Yang F, *et al.* A contrast research of bacteriostatic effect by three common liliaceous plants [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2014, 35(11): 52-56.
- [10] Luo J, Quan J, Tsai J, *et al.* Nongenetic mouse models of noninsulin-dependent diabetes mellitus [J]. *Metabolism*, 1998, 47(6): 663-668.
- [11] 纪学芳, 徐怀德, 刘运潮, 等. 光皮木瓜黄酮和多糖降血脂与抗氧化作用研究[J]. 中国食品学报, 2013, 13(9): 1-7.  
Ji XF, Xu HD, Liu YC, *et al.* Antihyperlipidemic and antioxidant effects of flavonoids and polysaccharides from *Chaenomeles Sinensis* (Thouin) koehne [J]. *J Chin Inst Food Sci Technol*, 2013, 13(9): 1-7.
- [12] Chalasani N, Younossi Z, Lavine J E, *et al.* The diagnosis and management of non-alcoholic fatty liver disease: practice guideline by the american gastroenterological association, american association for the study of liver diseases, and american college of gastroenterology [J]. *Gastroenterology*, 2012, 142(7): 1592-609.
- [13] 赵春艳. 沙葱中黄酮类化合物的分离纯化、结构鉴定及其对小鼠免疫抗氧化机能影响的研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2008.  
Zhao CY. Studies on Separation, Purification and structural characterizations of flavonoids from *Allium Mongolicum Regel* and its Effects on immunity and antioxidant function in mice [D]. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2008.
- [14] 张春霞, 齐玉刚, 曹蓓, 等. 超微粉碎对山楂不溶性膳食纤维降血脂作用的研究[J]. 食品工业科技, 2013, 34(10): 338-341.  
Zhang CX, Qi YG, Cao B, *et al.* Effect of micro-milling on reducing blood lipid of *Fructus Crataegi* insoluble dietary fiber [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2013, 34(10): 338-341.
- [15] 萨茹丽. 沙葱黄酮提取工艺优化结构鉴定及其相关生物活性研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2014.  
Sa RL. Studies on extraction process, structural identification and related biological activity of *Allium Mongolicum* Regel flavonoids [D]. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2014
- [16] Song L, Dong L, Bo H *et al.* Inhibition of pancreatic lipase,  $\alpha$ -glucosidase,  $\alpha$ -amylase, and hypolipidemic effects of the total flavonoids from *Nelumbo nucifera* leaves [J]. *J Ethnopharmacol*, 2013, 149(1): 263-269.

(责任编辑: 金延秋)

#### 作者简介



肖新峰, 硕士研究生, 主要研究方向为食品品质与营养评价。  
E-mail: xiaoxinfeng123@126.com



包 斌, 副教授, 主要研究方向为食品营养研究。  
E-mail: bbao@shou.edu.cn