

# 黄须菜对高血脂症大鼠的降脂作用

阴龙飞<sup>1</sup>, 常子晨<sup>1</sup>, 李颖<sup>2</sup>, 周婷<sup>1</sup>, 刘春艳<sup>1</sup>

(1. 华北理工大学药学院, 河北唐山 063200) (2. 同煤集团总医院, 山西大同 037000)

**摘要:** 本研究探讨了黄须菜对高脂血症大鼠血脂的影响, 为黄须菜在预防及治疗高脂血症方面提供参考依据。56 只雄性 SD 大鼠随机平分为 7 组: 正常组、黄须菜预防组、高脂模型组, 阳性对照组, 黄须菜高、中、低 3 个干预组。除正常组和预防组外, 其余各组饲喂高脂饲料建模, 实验期间采用经口灌胃给药方式, 正常组和模型组灌胃等量蒸馏水。干预 6 周后, 分别测定各组大鼠的体重、摄食量、肝重、附睾周脂重及血清血脂水平。结果: 与高脂模型组相比, 黄须菜干预组及预防组的体重、摄食量、肝重、附睾周脂重均有下降, 其最大降幅分别为: 22.20%、34.72%、37.17%、60.06%。血脂方面, 较高脂模型组, 黄须菜干预组与预防组均能使 TC、TG、LDL-C 值降低, 其最大降幅分别为: 33.58%、54.27%、65.26%, 使 HDL-C 升高, 最大增幅为 53.95%。较阳性组, 黄须菜干预组 TC 水平与其相近, TG 效果不显著, 而 LDL-C 值降低和 HDL-C 升高存在显著性差异 ( $p < 0.05$ ) 其中以高剂量组效果最为显著, LDL-C 降低: 43.07%, HDL-C 升高: 37.50%。可见黄须菜对高脂血症大鼠体质量、摄食量、肝重、附睾周脂重具有一定的预防及控制其增重的作用, 并且对异常血脂有预防及降脂作用。

**关键词:** 黄须菜; 高脂血症; 肝脏系数; 动脉粥样硬化

文章编号: 1673-9078(2020)04-31-38

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2020.4.005

## Lipid-lowering Effects of *Suaeda salsa* on Hyperlipidemia Rats

YIN Long-fei<sup>1</sup>, CHANG Zi-chen<sup>1</sup>, LI Ying<sup>2</sup>, ZHOU Ting<sup>1</sup>, LIU Chun-yan<sup>1</sup>

(1. North China University of Science and Technology, College of Pharmacy, Tangshan 063200, China)

(2. TongMei Group General Hospital, Datong 037000, China)

**Abstract:** In order to provide a reference for using *Suaeda salsa* in the prevention and treatment of hyperlipidemia, the effect of *Suaeda salsa* on blood lipids in the rats with hyperlipidemia was investigated. Fifty-six male SD rats were randomly divided into seven groups: the normal group, *Suaeda salsa* prevention group, high-fat model group, positive control group, and *Suaeda salsa* high-dose, medium-dose and low-dose intervention groups. Except for the normal group and prevention group, the other groups were fed with a high-fat diet. During the experimental period, the normal group and the model group were given the same amount of distilled water via oral gavage. After 6 weeks of intervention, the body weight, food intake, liver weight, periepididymal fat weight and serum lipid levels were measured. Results showed that compared with the high-fat model group, the body weight, food intake, liver weight and periepididymal fat weight of the intervention group and the *Suaeda salsa* prevention group decreased, with the largest decreases being 22.20%, 34.72%, 37.17% and 60.06%, respectively. In terms of blood lipids, compared with the high-fat model group, the intervention group and the prevention group had lower TC, TG and LDL-C values (with the maximum decreases being 33.58%, 54.27% and 65.26%, respectively), but higher HDL-C value (increase by 53.95%). Compared with the positive group, the intervention group had similar TC level, same TG level, but significantly ( $p < 0.05$ ) lower LDL-C value and higher HDL-C value. In particular, the high dose group exhibited the most significant impact: decreased LDL-C by 43.07% and increased HDL-C by 37.50%. Accordingly, *Suaeda salsa* can prevent and control the increases of body weight, food intake, liver weight and periepididymal fat weight in rats with hyperlipidemia, and also prevent and reduce the abnormal increase of blood lipids.

**Key words:** *Suaeda salsa*; hyperlipidemia; liver coefficient; atherosclerosis

引文格式:

阴龙飞, 常子晨, 李颖, 等. 黄须菜对高血脂症大鼠的降脂作用研究[J]. 现代食品科技, 2020, 36(4): 31-38

YIN Fei-long, CHANG Zi-chen, LI Ying, et al. Lipid-lowering effects of *Suaeda salsa* on hyperlipidemia rats [J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(4): 31-38

收稿日期: 2019-08-24

基金项目: 国家自然科学基金项目 (21302040)

作者简介: 阴龙飞 (1991-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 药理学

通讯作者: 刘春艳 (1974-), 女, 博士, 教授, 研究方向: 药物化学

高脂血症是冠心病、心肌梗死、心脏猝死、脑卒中、动脉粥样硬化等心脑血管疾病发病的潜在危险因素,严重威胁着人类健康<sup>[1]</sup>。目前,在临床上常用的一线用药多为化学药,虽然疗效显著,但是其对肝脏和肾脏有一定的损害,限制其长期的临床应用,因此人们越来越倾向于寻找天然来源的降血脂物质。而某些食物或者其功效成分,因食用安全、几乎无毒副作用,容易被人们所接受,成为降脂研究领域的热点。

盐地碱蓬[*Suaeda salsa*(L.) Pal.]又名翅碱蓬,俗名黄须菜,为藜科(Chenopodiaceae)碱蓬属(*Suaeda Forsk.ex Scop.*)一年生草本真盐植物<sup>[2]</sup>。黄须菜在食用、药用、饲用方面均具有很大的前景,并且对土壤具有生态保护和改善的作用,是一种很有开发价值的自然资源。据《本草纲目拾遗》介绍,盐地碱蓬性质:咸凉无毒;功用:清热,消积。现代医学研究发现,盐地碱蓬具有整肠、通便,预防心血管疾病,降血糖、抗氧化、免疫调节以及预防肥胖等特殊生理功能<sup>[3]</sup>。

盐地碱蓬中蛋白质、膳食纤维、维生素、矿物质和黄酮类化合物含量丰富,其食用价值和药用保健价值极高<sup>[4]</sup>。其中,目前研究较多的为黄酮类化合物,由于黄酮类化合物与活性氧自由基清除有关,是一类具有广泛开发前景的天然抗氧化剂。因此,较多的研究是对其抗氧化活性的研究。而对其他成分研究甚少,曹妃甸周围存在着大量面积的黄须菜,当地饮食高脂食物的人经常食用黄须菜比不食用黄须菜的血脂有较明显的降低,说明黄须菜可能具有使血脂降低的作用。但至今未见关于黄须菜在高血脂症大鼠血脂方面的研究。本实验观察黄须菜对高血脂症大鼠血脂的影响,通过测定相关数据研究了其在预防及治疗血脂方面的效果。

## 1 材料与仪器

### 1.1 样品

黄须菜:采摘于华北理工大学校园及周边。取上部可食茎叶,60℃鼓风条件下烘干,粉碎,过140目网筛,4℃避光保存备用。

### 1.2 主要试剂与仪器

胆固醇(TC)、胆酸钠,北京索莱宝科技有限公司;胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)试剂盒,南京建成生物工程研究所;蒸馏水,实验室自制;0.9%氯化钠生理盐水,江西科达卫生用品公司;乙醚,华北理工大学药学院提供;降脂灵胶囊,辽源

誉隆亚东药业有限责任公司,产品批号:180401;Bio-Rad iMark 酶标仪,美国伯乐公司;-20℃冰柜,产品型号:BCD-326WRX1DY,海信容声(广东)冰箱有限公司;普通血清真空采血管,山东华博医疗器械有限公司;Sigma 3k30 型台式高速冷冻离心机;德国西格玛公司;YH-A 6002 型电子天平,瑞安市乐祺贸易有限公司;SF-400A 型电子秤,江苏索菲亚电子科技有限公司;5 mL 一次性使用无菌注射器,江西洪达医疗器械集团有限公司;20 号灌胃针,北京恒奥生物科技有限公司;2 mL 离心管,南京德铁实验设备有限公司;玻璃毛细管,华西医科大学仪器厂;100~1000 μL 移液器,北京大龙兴创试验仪器有限公司;BD 125D 型电子天平,赛多利斯科学仪器(北京)有限公司;140 目网筛,上虞市五星冲压筛具厂;DHG-924385-III型电热恒温鼓风干燥箱,上海新苗医疗器械制造有限公司;FW177 型中草药粉碎机,天津泰斯特仪器有限公司。

### 1.3 实验动物

SPF 级昆明种雄性 SD 大鼠 56 只,6~8 周龄,体重 180~240 g,购于华北理工大学实验动物中心,生产许可证号:SCXK(京)2014-0004,使用许可证号:SYXK(冀)2015-0038。实验动物在 SPF 级屏障实验室内饲养,温度 20~25℃,相对湿度 40%~70%。

### 1.4 实验方法

#### 1.4.1 黄须菜基本成分测定

水分测定:GB 5009.3-2016 直接干燥法。蛋白质测定:GB 5009.5-2016 凯氏定氮法。脂肪测定:GB 5009.6-2016 索氏抽提法。膳食纤维测定:GB 5009.88-2014 酶重量法。灰分测定:GB 5009.4-2016 干灰化法。黄酮测定:紫外线分光光度法。

#### 1.4.2 饲料

##### 1.4.2.1 普通饲料

玉米 33%、43CP 豆粕 20%、米糠 10%、麦麸 10%、面粉 15%、进口鱼粉 5%、其他成分 7%。由沈阳茂华生物科技有限公司压制,并且采用<sup>60</sup>Co 对饲料进行辐照消毒。

##### 1.4.2.2 高脂饲料

维持饲料 68.6%、猪油 10%、蔗糖 10%、蛋黄粉 10%、胆固醇 1.2%、胆酸钠 0.2%。由沈阳茂华生物科技有限公司压制,并且采用<sup>60</sup>Co 对饲料进行辐照消毒。

#### 1.4.3 高脂血症模型建立

将 56 只雄性 SD 大鼠在温度 20~25℃,相对湿度

40%~70%的 SPF 级屏障实验室内饲养, 昼夜 12 h 循环, 自由饮水、摄食, 以维持饲料适应性喂养 7 d。将 SD 大鼠随机分为两组: 正常组(喂维持饲料) 16 只, 建模组(喂维持饲料) 40 只, 喂养 7 d 后, 禁食不禁水 12 h, 用乙醚麻醉大鼠, 对正常组和建模组进行后眼眶静脉丛取血, 在 4 °C 条件下, 于 10000 r/min 冷冻离心 10 min, 分离得到上清液, 用 TC 和 TG 试剂盒检测 TC 和 TG 水平。在给正常组大鼠喂养维持饲料, 建模组大鼠喂养高脂饲料 80 d 后, 禁食不禁水 12 h, 在上述相同条件下离心得到上清液, 检测 TC、TG 水平。比较造模前后大鼠胆固醇(TC)和甘油三酯(TG)值, 若造模后胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)显著上升, 通过组间比较  $p < 0.05$ , 则视为建模成功。

#### 1.4.4 分组及干预

将正常组随机分为正常对照组和黄须菜预防组, 每组 8 只。将培养成功的高脂血症模型大鼠 40 只随机分为 5 组, 每组 8 只, 高脂模型组, 阳性对照组 (0.135 g/kg 3 次/d)、黄须菜高剂量组 (4 g/kg)、中剂量组 (2 g/kg)、低剂量组 (1 g/kg)。对于黄须菜预防组, 灌胃剂量为 4 g/kg, 每天均灌胃一次。正常对照组和高脂模型组每天灌胃等体积蒸馏水。以维持饲料喂养正常对照组大鼠, 高脂饲料喂养模型组、阳性组、黄须菜高、中、低 3 个剂量组以及预防组, 实验持续 6 w, 各组均自由摄食及饮水, 观察大鼠在这段时间的生长情况, 大鼠分组时称体重 1 次, 之后每 1 w 称重一次, 记录各组大鼠的体重变化; 每天每组喂食定量饲料 (300 g), 记录每组大鼠饲料每天的消耗情况。

#### 1.4.5 样品采集与处理

实验最后一天, 大鼠禁食不禁水 12 h, 用乙醚麻醉, 后眼眶静脉丛取血, 在 4 °C 条件下, 于 10000 r/min 冷冻离心 10 min, 分离得到上清液, 用移液器取上清

液, -20 °C 冰柜冻存待测。对大鼠进行解剖, 取出大鼠肝脏和附睾周围脂肪, 用生理盐水冲净, 吸干并且称重, 计算肝脏系数(肝脏重量/体重 $\times 100\%$ )及附睾周围脂重/体重(附睾周围脂重/体重 $\times 100\%$ )。

#### 1.4.6 检测指标

按照试剂盒操作方法, 使用 Bio-Rad iMark 酶标仪测定血清胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)及低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)水平。并根据公式计算动脉硬化指数(AI)。

动脉硬化指数(AI)=[胆固醇(TC)-高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)] $\div$ 高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)

#### 1.4.7 数据处理方法

采用 SPSS17.0 统计软件对数据进行处理和分析, 实验数据用均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x}\pm S$ )表示。大鼠高脂血症模型的建立采用两个独立样本的 t 检验, 黄须菜的降脂及预防效果的多组比较采用单因素方差分析, 组间比较采用 LSD。以  $p < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果与讨论

### 2.1 黄须菜基本成分

由表 1 可知, 黄须菜中的基本成分为水分 70.61%、蛋白质 2.39%、脂肪 2.27%、膳食纤维 10.59%、黄酮类 5.03%、灰分 27.67%, 并且含有少量的氨基酸、微量元素、矿物质和维生素。在这些成分中, 膳食纤维达到 10.59%, 而它在营养学上被称为第七种营养素, 可以延缓碳水化合物吸收, 增加肠道蠕动, 具有降低胆固醇的功效。世界卫生组织和各国营养学界推荐的膳食纤维的摄入量为成人 25~35 g/d, 黄须菜可以作为野生蔬菜中较好的膳食纤维来源。

表 1 黄须菜基本成分

Table 1 Basic components of *Suaeda salsa* (% ,  $\bar{x}\pm S$ )

实验取材	水分	蛋白质	脂肪	膳食纤维	黄酮类	灰分
黄须菜	70.61 $\pm$ 0.56	2.39 $\pm$ 0.15	2.27 $\pm$ 0.52	10.59 $\pm$ 0.31	5.03 $\pm$ 0.06	27.67 $\pm$ 0.32

### 2.2 高脂血症模型的建立

高脂血症是诱发脂肪肝、动脉粥样硬化、高血黏、冠心病及脑卒中等病的重要危险因素。有效控制血脂异常已成为慢性病防治工作的重点。据报道<sup>[5]</sup>, 全世界每年约有 3000 万人死于高血脂引起的相关疾病。另据《中国心血管病报告 2016》称, 我国心血管病患病率及死亡率仍处于上升阶段, 心血管病死亡率位居首

位<sup>[6]</sup>。由表 2 可知, 造模前, 正常对照组大鼠血清胆固醇(TC)和甘油三酯(TG)含量值与高脂造模组相比, 无显著性差异( $p > 0.05$ ); 造模后, 高脂模型组与正常对照组相比, 40 只大鼠血清胆固醇(TC)和甘油三酯(TG)值分别升高: 32.96%、33.23%, 且组间比较有统计学意义, 具有显著性差异( $p < 0.05$ ), 表明大鼠混合型高脂血症模型建模成功。



均存在极显著差异 ( $p<0.01$ ) 且分别降低: 12.67%、21.80%、17.23%、17.68%、9.70%、18.70%。随着时间的延长, 各剂量组都有控制体重增长的趋势, 其中中剂量组的体重降低最为明显, 而预防组的体重甚至低于正常组, 表明黄须菜对于喂食高脂饲料而导致体重的增加具有明显的控制作用, 对肥胖症有预防效果。

#### 2.4 黄须菜对高脂血症模型大鼠摄食量的影响

大鼠喂养饲料每周称重, 结果如表 5 所示, 整个喂养过程, 大鼠所需饲料大体呈减少趋势, 除正常对照组外, 模型组与其他组相比, 大鼠饲料摄入量较大, 可能与大鼠体重有关。各实验组摄食量与正常对照组相比有显著性差异 ( $p<0.05$ ), 可能与大鼠体重有关。在 0~2 w, 除高剂量组外, 各剂量组与模型组相比, 无显著性差异 ( $p>0.05$ ), 其中高剂量组与模型组和阳性组分别存在极显著差异 ( $p<0.01$ ), 饲料摄食量分别减少: 27.87%、25.83%。预防组与高剂量组和正常对照组存在极显著差异 ( $p<0.01$ ), 与正常组相比摄食量减少: 29.07%, 且预防组控制摄食量的效果与低剂量组相当。在 2~4 w, 干预组与模型组相比, 均存在显著性差异 ( $p<0.05$ ), 且高剂量组摄食量减少量最为明显, 减少: 34.72%。较阳性组, 高、中剂量组存在极显著差异 ( $p<0.01$ ), 摄食量分别减少: 29.22%、22.72%, 且控制摄食量的效果优于阳性组。预防组与高、低剂量组比较存在显著性差异 ( $p<0.01$ ), 且与低剂量比较减少 14.60%, 与中剂量组效果相当。在 4~6 w, 与模

型组相比, 高、中剂量组与其存在极显著差异 ( $p<0.01$ ), 且高剂量组对摄食量的减少效果明显, 减少: 28.16%。与阳性组比较, 高、中剂量组均存在显著性差异 ( $p<0.05$ ), 摄食量分别减少: 32.38%、29.43%, 且控制摄食量的效果均优于阳性组。预防组与高、中剂量组存在极显著差异 ( $p<0.01$ ), 且与低剂量组效果相当。以上说明黄须菜在一定程度上可以使大鼠的摄食量减少, 并且在预防其摄食量、体重的增加方面有比较明显的效果。

黄须菜对高脂血症大鼠的体重及摄食量的影响可能与其含有的膳食纤维成分有关, 膳食纤维粘性较大, 进入胃肠后, 使胃排空速率降低, 从而使小肠对营养物质的吸收减慢, 进食次数减少。经研究发现, 它在胃肠道中可以形成高粘度物质, 可增加内容物粘度, 形成胶基层, 降低胃排空率, 延缓和减少对胆固醇、胆汁酸、葡萄糖等物质的吸收<sup>[7]</sup>。同时, 膳食纤维结构较疏松, 吸水性强, 遇水膨胀, 增强饱腹感, 从而使进食数量减少, 并对其他营养物质的正常吸收产生干扰, 最终可以有效消耗多余脂肪, 因此可有效预防动物体重增高、体脂累积以及摄食量的增加。焦俊等<sup>[8]</sup>发现燕麦和全小麦中的膳食纤维能够降低高脂高胆固醇膳食引起的小鼠体重增加。申瑞玲等<sup>[9]</sup>研究得出燕麦水溶性膳食纤维可有效预防动物因饲喂高脂饲料而产生的体重增高及体脂累积。本研究结果得出黄须菜可以降低高脂血症大鼠体重及摄食量, 此与上述学者结果基本一致。

表 5 黄须菜对高脂血症模型大鼠摄食量的影响

Table 5 Effects of *Suaeda salsa* on food intake in hyperlipidemia model rats (g,  $\bar{x}\pm S$ )

组别	n	Intake/g		
		0~2 week	2~4 week	4~6 week
正常对照组	8	215.44±31.91	171.90±12.34	147.38±11.16
高脂模型组	8	166.78±26.98**	141.43±10.68**	122.24±6.68*
阳性对照组	8	162.19±26.63**	130.43±23.09**△	129.88±14.29**
黄须菜高剂量组	8	120.30±17.18**△△◇◇	92.32±12.60**△△◇◇	87.82±6.13**△△◇◇
黄须菜中剂量组	8	148.18±16.07**	100.80±7.89**△△◇◇	91.66±11.19**△△◇◇
黄须菜低剂量组	8	153.37±23.08**	125.35±4.87**△△	120.71±11.31**
黄须菜预防组	8	152.82±36.58**##	107.05±7.43**△△#☆	118.08±12.68**◇◇##□□

#### 2.5 黄须菜对高脂血症大鼠肝脏及附睾周脂重的影响

体内脂质代谢紊乱容易导致肝脏发生脂肪变性, 从而使肝脏质量增加以及内脏脂肪沉积。由表 6 可知, 模型组肝重、附睾周脂重、肝脏系数及附睾周脂重/体重较正常对照组分别升高: 37.87%、47.34%、

25%、50%, 差异极显著 ( $p<0.01$ ), 说明用高脂饲料喂养大鼠来培养高脂血症模型可以增加大鼠内脏脂肪堆积。黄须菜干预组及预防组肝重、附睾周脂重较高脂模型组均有所下降, 干预组肝重分别下降: 12.98%、16.20%、10.96%, 附睾周脂重分别下降 19.29%、11.56%、9.61%; 预防组肝重下降: 37.17%, 附睾周脂重下降: 60.06%。中剂量组及预防组肝重较高脂模型组有显著性差异 ( $p<0.05$ ), 且预防组效果显著减少

37.17%。高、中剂量组及预防组附睾周脂重较高脂模型组具有显著性差异 ( $p < 0.05$ ), 且预防组效果显著减少 60.06%。预防组肝重及附睾周脂重与其余各组均存在极显著差异 ( $p < 0.01$ ), 肝重分别降低: 37.17%、26.83%、27.80%、25.03%、29.44%, 附睾周脂重分别降低: 24.17%、60.06%、44.64%、50.52%、54.85%、55.82%, 且预防效果优于阳性组。干预组与模型组比较, 肝脏系数及附睾周脂重/体重无显著性差异 ( $p > 0.05$ ), 但预防组与其他各组均存在极显著差异 ( $p < 0.01$ ), 以上说明黄须菜可以降低高脂饲料喂养造成的脂代谢紊乱大鼠肝脏质量及脂肪量, 并且对肝脏及附睾周围脂肪的增加具有一定的预防控制作用。

黄须菜使高脂血症大鼠肝脏及附睾周脂下降可能也与其存在的膳食纤维成分有关。研究发现<sup>[9]</sup>, 燕麦水溶性膳食纤维可减轻小鼠体重及降低小鼠肠系膜及睾丸脂肪重量, 对小鼠高脂性体脂增高有较强抑制作用。据报道<sup>[10]</sup>, 海藻膳食纤维可显著降低高脂小鼠的肝脏系数及脂体比, 缓解肝脏脂肪变性, 减少其体内脂肪含量。本研究结果得出黄须菜可以降低高脂饲料喂养造成的高脂血症大鼠的肝脏质量及脂肪量。此与上述学者结果基本一致。初步考虑可能是可溶性膳食纤维使高血脂大鼠的能量消耗增加, 从而使大鼠的肝脏及附睾脂肪减少, 但是其具体的降脂作用, 仍有待进一步探究。

表 6 黄须菜对高脂血症大鼠肝脏及附睾周脂重的影响

Table 6 Effects of *Suaeda salsa* on liver and periepididymal lipid weight in hyperlipidemic rats ( $\bar{x} \pm S$ )

组别	n	肝重/g	附睾周脂重/g	肝脏系数/%	附睾周脂重/体重/%
正常对照组	8	17.80±0.49	8.11±2.17	0.03±0.00	0.01±0.00
高脂模型组	8	28.65±5.16**	15.40±0.95**	0.04±0.01**	0.02±0.00**
阳性对照组	8	24.60±4.05**△	11.11±1.19**△△	0.04±0.00**	0.02±0.00*
黄须菜高剂量组	8	24.93±1.09**	12.43±1.22**△△	0.04±0.00**	0.02±0.00**
黄须菜中剂量组	8	24.01±2.96**△	13.62±1.03**△△◇	0.04±0.00**	0.02±0.00**
黄须菜低剂量组	8	25.51±1.98**	13.92±1.62**◇◇	0.04±0.00**	0.02±0.00**
黄须菜预防组	8	18.00±2.71*△△◇◇##□☆☆	6.15±1.08*△△◇◇##□☆☆	0.03±0.00△△#□☆	0.01±0.00△△◇◇##□☆☆

## 2.6 黄须菜对高脂血症大鼠血脂的影响

由表 7 可知, 模型组与正常对照组相比, TC、TG 水平分别升高: 41.65%、41.60% ( $p < 0.01$ ), 表明使用高脂饲料喂养大鼠, 可以使大鼠血脂升高, 证明了本实验高脂饲料配方的可适用性。与模型组 TC 含量值相比, 黄须菜高、低剂量组均降低明显 ( $p < 0.05$ ), 分别降低: 28.33%、19.51%, 中剂量组降低不明显, 其中高剂量组降低效果最为显著。与阳性组 TC 含量值相比, 高剂量组的治疗效果与阳性组相当。预防组与

中剂量组和模型组均存在显著性差异 ( $p < 0.05$ ), 分别降低: 27.31%、33.58%, 与高剂量组效果相当。干预组与模型组的 TG 含量值相比, 高、中、低剂量组呈剂量依赖关系, 较高脂组分别降低: 33.61%、31.68%、25.07%, 高剂量组降低效果最为显著。预防组与高脂组比较, 差异极显著 ( $p < 0.01$ )。与阳性组 TG 含量值相比, 干预组均存在极显著差异 ( $p < 0.01$ ), 其中高剂量组效果与阳性组相近。以上说明黄须菜可以使血脂 TC、TG 含量降低, 并且对其升高具有预防作用。

表 7 黄须菜对高脂血症大鼠血含量的影响

Table 7 Effect of *Suaeda salsa* on blood content in hyperlipidemia rats (mmol/L,  $\bar{x} \pm S$ )

组别	n	TC	TG
正常对照组	8	3.11±0.46	2.12±0.25
高脂模型组	8	5.33±1.93**	3.63±0.52**
阳性对照组	8	3.26±0.23△△	2.01±0.45△△
黄须菜高剂量组	8	3.82±0.35△△	2.41±0.16**△△◇◇
黄须菜中剂量组	8	4.87±0.56**◇◇	2.48±0.08△△◇◇
黄须菜低剂量组	8	4.29±0.31*△◇	2.72±0.84△◇◇
黄须菜预防组	8	3.54±0.13△△□	1.66±0.51△△##□☆☆

表8 黄须菜对高脂血症大鼠血含量的影响

Table 8 Effect of *Suaeda salsa* on blood content in hyperlipidemia rats (mmol/L,  $\bar{x}\pm S$ )

组别	n	HDL-C	LDL-C	AI
正常对照组	8	1.28±0.12	1.65±0.25	1.44±0.35
高脂模型组	8	0.70±0.24*	3.31±0.90**	7.32±3.32**
阳性对照组	8	0.95±0.59	2.02±0.32 $\Delta\Delta$	1.90±0.28 $\Delta\Delta$
黄须菜高剂量组	8	1.52±0.41 $\Delta\Delta\Delta$	1.15±0.21 $\Delta\Delta\Delta$	1.78±1.00 $\Delta\Delta$
黄须菜中剂量组	8	0.83±0.32	2.21±0.38 $\Delta\Delta$	3.02±1.35 $\Delta\Delta$
黄须菜低剂量组	8	1.01±0.43	2.49±1.17* $\Delta$	4.05±1.95* $\Delta\Delta\Delta$
黄须菜预防组	8	1.04±0.26 $\#$	1.49±0.22 $\Delta\Delta\Delta$	2.74±1.31 $\Delta\Delta$

由表8可知,与模型组比较,干预组和预防组血清中 HDL-C 含量值均高于模型组。且高剂量组具有极显著性差异 ( $p<0.01$ ),高剂量组升高 HDL-C 效果最为明显,升高 53.95%。与阳性组比较,高、低剂量组及预防组 HDL-C 含量值高于阳性组,分别升高: 37.50%、5.94%、8.65%,且高剂量组具有显著性差异 ( $p<0.05$ ),高剂量组升高 HDL-C 的效果优于阳性组。与模型组比较,干预组和预防组血清 LDL-C 含量值均低于模型组,分别降低: 65.26%、33.23%、24.77%、54.98%。各剂量组较模型组,LDL-C 均存在显著性差异 ( $p<0.05$ ),且高剂量组降低 LDL-C 的作用效果最显著。与阳性组比较,高剂量组存在显著性差异。

动脉硬化指数 AI 含量与动脉粥样硬化关系密切,它是心血管疾病的警示标。对人来说,正常人的动脉硬化指数小于 4。如果 AI 大等于 4,则表明已经发生动脉硬化,患心脑血管病的几率就越高。在本实验中,由表8可知,模型组大鼠的 AI 大于 4,表明大鼠已有动脉粥样硬化。从表中可知,黄须菜高、中、低剂量组和预防组能够有效降低大鼠血清的 AI 值,说明黄须菜降低胆固醇效果明显,可以将其用来预防动脉粥样硬化,从而减小患心脑血管疾病的风险。

由上述结果可知黄须菜与高脂饲料同时喂养大鼠,与模型组比较,结果发现大鼠的 TC、TG、LDL-C 分别降低: 33.58%、54.27%、54.98%,HDL-C 升高 32.69%,由此可见黄须菜具有预防血脂升高的作用。原因可能是在人体内胆固醇的排泄主要通过胆汁,胆固醇在肝脏内合成胆酸,胆酸随着胆汁进入胃肠道参与脂肪的消化,随后,一部分胆酸的代谢产物被重新吸收回血液,另一部分胆酸的代谢产物则随粪便排出体外。膳食纤维可以吸附更多的胆酸代谢产物,使更多的胆酸代谢物排出而不是重新回收利用。这样,肝脏“只好”利用更多的胆固醇合成胆酸以补充胆酸的丢失。膳食纤维可以减少食物中胆固醇的吸收、影响机体中胆固醇的代谢、促进胆固醇转化为胆汁酸、抑制肝脏胆固醇的合成、促进胆固醇的排泄、增加血浆胆

固醇的清除等,因此大鼠血脂的降低可能与其作用有关。来自前瞻性的研究结果表明<sup>[11]</sup>,饮食中每日摄入 3 g 以上的燕麦  $\beta$ -葡聚糖可溶性膳食纤维可降低血浆总胆固醇和低密度脂蛋白胆固醇水平约 5%~10%。meta 分析也表明<sup>[12]</sup>,燕麦  $\beta$ -葡聚糖尤其对低密度脂蛋白胆固醇具有较好的降脂效果。动物实验报道<sup>[10]</sup>,以海藻膳食纤维为主、降脂中药为辅的功能食品,能显著降低高脂血症小鼠血清 TC、TG 及 LDL-C 水平,升高 HDL-C 水平。本研究结果与上述学者结果基本一致。黄须菜中存在大量的黄酮类化合物,目前认为,天然 LDL-C 并不具有很强的致动脉粥样硬化的作用,当其形成氧化的 LDL-C 时,才会造成动脉粥样硬化的发生发展。据 Catherine 等人研究表明,黄酮类化合物可能是由于清除了巨噬细胞中产生的自由基,也可能是由于保护 LDL 中固有的生育酚或者使氧化了的生育酚再生,从而间接抑制了 LDL 的氧化,从而减少血管内壁胆固醇的堆积,使胆固醇降低。

大鼠血脂的降低可能与黄须菜存在的膳食纤维及黄酮类化合物有关,在对黄须菜成分中,膳食纤维及黄酮的含量进行研究,发现膳食纤维的含量为 11.65%<sup>[13]</sup>,张跃林等人<sup>[14]</sup>采用物理工艺(水提法)流程和紫外线分光光度法从黄须菜中提取黄酮类物质,测得样品中总黄酮的含量为 4.84%。从而猜测血脂降低可能与膳食纤维的存在有关。究竟黄须菜是如何调节血脂代谢的机理也许值得进一步去探索,它在这方面的作用有很大的发展空间。

### 3 结论

综上所述,黄须菜可以使高脂血症大鼠体重、摄食量、肝重、附睾周脂重均有下降,从而得知其具有预防及控制体重和摄食量的增加,减少内脏脂肪沉积。黄须菜干预组可降低高脂血症大鼠血清 TC、TG、LDL-C 水平,提高 HDL-C 水平,表明黄须菜对高脂血症大鼠血脂异常具有调节作用。黄须菜预防组在正常大鼠喂食高脂饲料的过程中,可以预防血脂升高,

对防止得高血脂具有一定的保健功效。因此,本研究初步考虑黄须菜的降血脂机制可能与其存在的膳食纤维有关,但它明确的降脂作用还有待进一步探讨。

### 参考文献

- [1] Navar-Boggan A M, Peterson E D, Sr D R, et al. Hyperlipidemia in early adulthood increases long-term risk of coronary heart disease [J]. *Circulation*, 2015, 131(1): 451-458
- [2] 中国科学院中国植物志委员会.中国植物志[M].北京:科学出版社,1995  
Chinese Flora Committee of the Chinese Academy of Sciences. Chinese Flora [M]. Beijing: Science Press, 1995
- [3] 白凤梅,蔡同一.类黄酮生物活性及其机理的研究进展[J].食品科学,1999,8:11-13  
BAI Feng-mei, CAI Tong-yi. Advances in research on biological activity and mechanism of flavonoids [J]. *Food Science*, 1999, 8: 11-13
- [4] 任伟重,姜华,郑音,等.碱蓬资源的开发价值[J].辽宁农业科学,2011,5:51-53  
REN Wei-chong, JIANG Hua, ZHENG Yin, et al. Development value of *Suaeda salsa* resources [J]. *Liaoning Agricultural Sciences*, 2011, 5: 51-53
- [5] 杨耀光,韩刚.大黄水提取物与醇提取物对实验性高脂血症小鼠血脂的影响研究[J].重庆医学,2018,47(8):1023-1024  
YANG Yao-guang, HAN Gang. Study on effect of rhubarb water extract and ethanol extract on blood fat in experimental hyperlipidemia mice [J]. *Chongqing Medicine*, 2018, 47(8): 1023-1024
- [6] 中国心血管病报告编写组.《中国心血管病报告 2016》概要[J].中国循环杂志,2017,32(6): 521-530  
China Cardiovascular Diseases Report Writing Team. 《China Cardiovascular Disease Report 2016》 summary [J]. *Chinese Circulation Journal*, 2017, 32(6): 521-530
- [7] 李焕霞.柑橘膳食纤维制备工艺技术及品质分析研究[D].重庆:西南大学,2007  
LI Huan-xia. Study on the technics conditions and characteristics of citrus dietary fiber [D]. Chongqing: Southwest University, 2007
- [8] 焦俊,韩淑芬,张薇,等.谷物膳食纤维促进高脂/胆固醇喂养小鼠脂肪分解机制的研究[J].营养学报,2015,37(5):456-460  
JIAO Jun, HAN Shu-fen, ZHANG Wei, et al. Effects of cereal dietary fibers on lipolysis in mice fed a high-fat/cholesterol diet [J]. *Acta Nutrimenta Sinica*, 2015, 37(5): 456-460
- [9] 申瑞玲,陈明,董吉林.燕麦水溶性膳食纤维对高脂喂养小鼠肥胖预防研究[J].粮食与油脂,2012,25(2):10-12  
SHEN Rui-ling, CHEN Ming, DONG Ji-lin. Study on preventive effects of oat soluble dietary fibre on obesity mice caused by high-fatty diet [J]. *Journal of Cereals & Oils*, 2012, 25(2): 10-12
- [10] 熊霜,肖美添,叶静.复合型海藻膳食纤维功能食品的降血脂作用[J].食品科学,2014,35(17):220-225  
XIONG Shuang, XIAO Mei-tian, YE Jing. Hypolipidemic effect of functional foods containing dietary fiber from edible seaweeds [J]. *Food Science*, 2014, 35(17): 220-225
- [11] Othman R A, Moghadasian M H, Jones P J. Cholesterol-lowering effects of oat  $\beta$ -glucan [J]. *Nutr Rev*, 2011, 69(6): 299-309
- [12] Ho H V, Sievenpiper J L, Zurbau A, et al. The effect of oat  $\beta$ -glucan on LDL-cholesterol non-HDL-cholesterol and apoB for CVD risk reduction: a systematic review and meta-analysis of randomised-controlled trials [J]. *Br J Nutr*, 2016, 116(8): 1369-1382
- [13] 孙佳佳,王瑞华,戴华磊,等.盐地碱蓬现状研究进展[J].山东化工,2018,47(5):71-72  
SUN Jia-jia, WANG Rei-hua, DAI Hua-lei, et al. Research progress on the chemical constituents of *Suaeda salsa* (L.) and their development and utilization [J]. *Shandong Chemical Industry*, 2018, 47(5): 71-72
- [14] 张跃林,张滨.碱蓬中黄酮的提取工艺与鉴别[J].中国食物与营养,2008,8:46-47  
ZHANG Yue-lin, ZHANG Bin. Extraction and identification of flavonoids from *Suaeda salsa* [J]. *Food and Nutrition in China*, 2008, 8: 46-47