

麒麟菜膳食纤维的降血脂功能

李来好¹, 戚勃¹, 杨少玲^{1,2}

(1. 中国水产科学研究院南海水产研究所, 广东 广州 510300; 2. 广州市汇康达饮品有限公司, 广东 广州 510520)

摘要:以3种麒麟菜(*Eucheuma* spp.)膳食纤维为研究对象,给予SD大鼠10%膳食纤维的高脂饲料进行6周的动物实验,分别于0周、3周、6周末眼底采血、收集实验末期3 d粪便,通过分析血清总脂(TL)、总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、粪便胆固醇(FC)、粪便胆汁酸(FBA)和计算动脉硬化指数(AI),研究了麒麟菜膳食纤维降低血脂的功能活性。结果显示:实验至3周、6周末,喂饲高脂饲料的阳性对照组和3个麒麟菜膳食纤维实验组的大鼠血清TL、TC、TG、LDL-C水平较阴性对照组显著升高($P<0.05$),3种膳食纤维组TL、TC、TG、LDL-C水平显著低于阳性对照组($P<0.05$),HDL-C水平显著低于阴性对照组而高于阳性对照组($P<0.05$)。6周末,3种膳食纤维粪便胆固醇FC和粪便胆汁酸FBA含量显著高于阴性和阳性对照组($P<0.05$)。结果表明,本实验高脂饲料可成功形成高脂动物模型,3种膳食纤维具有显著抑制TL、TC、TG、LDL-C水平升高,促使HDL-C水平升高和粪便胆固醇、粪便胆汁酸排泄的功能。因此,麒麟菜膳食纤维显示出降低血脂的效果,将有可能在预防高脂血症等疾病方面具有应用价值。[中国水产科学,2008,15(6):943-949]

关键词:麒麟菜;膳食纤维;降血脂

中图分类号: S98

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2008)06-0943-07

随着人们生活水平的提高,动脉粥样硬化、冠心病、高脂血症等疾病已成为危害人民健康的主要疾病^[1-2]。研究表明,常见的动脉粥样硬化、高血压、冠心病、高脂血症都与膳食纤维(Dietary fiber, DF)摄入量不足有关^[1]。因此,作为辅助降血脂保健食品的膳食纤维也受到广泛关注。国内外对褐藻类海藻膳食纤维和陆生植物类膳食纤维降血脂效果已做过研究^[3-7]。这些研究表明,膳食纤维均有不同程度降低血液总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)水平的功效,表现出降血脂作用,其作用效果因膳食纤维的种类和组成成分不同而不同。而红藻类膳食纤维在此方面的研究则比较少,尤其是对麒麟菜(*Eucheuma* spp.)膳食纤维降血脂功能方面的研究,远落后于其他膳食纤维。

本研究以自制的麒麟菜可溶性膳食纤维(Soluble dietary fiber, SDF)、不溶性膳食纤维(Insoluble dietary fiber, IDF)和总膳食纤维(Total

dietary fiber, TDF)为对象,通过喂饲高脂饲料的实验大鼠,研究麒麟菜膳食纤维对大鼠血脂的影响。旨在为开发降脂功能保健食品提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

麒麟菜(干品)由江门市丰正食品有限公司提供;清洁级雄性SD大鼠,体质量150~180 g,由中山大学动物实验中心提供(粤监证字2005A060)。

1.2 实验试剂

木瓜蛋白酶($100\text{ U}\cdot\text{g}^{-1}$)购自广州酶制品厂; α -淀粉酶($2\,000\text{ U}\cdot\text{g}^{-1}$)购自广东环凯生物科技有限公司;血清TC试剂盒、TG试剂盒、HDL-C试剂盒购自上海科欣生物技术研究;胆汁酸(Bile acid, BA)试剂盒购自苏州艾杰生物技术有限公司。

1.3 实验方法

1.3.1 膳食纤维的制备 麒麟菜可溶性膳食纤维

收稿日期:2008-03-23;修订日期:2008-06-25.

基金项目:国家高技术研究发展计划(863计划)项目(2007AA10Z345);广东省科技计划项目(2006B20401007,2007A032600003);中央级公益性科研院所专项资金项目(2007ZD06)。

作者简介:李来好(1963-),男,研究员,博士,从事水产品加工和质量安全研究. E-mail: Laihaoli@163.com

(SDF)、不溶性膳食纤维 (IDF) 按照参考文献 [8] 的方法制备。总膳食纤维 (TDF) 按参考文献 [8] 稍作改动,其制备工艺为:将去除沙、盐、杂质等的麒麟菜原料用冷水浸泡,待藻体膨胀后用次氯酸钠漂白,水洗至中性,加水煮沸提胶,结束后降温至 60~65 °C,添加木瓜蛋白酶酶解去除蛋白,加热灭酶后添加 α -淀

粉酶酶解,再次灭酶,冷却至室温,用 4 倍体积酒精凝胶,过滤,滤渣经烘干、粉碎,即为总膳食纤维。

1.3.2 实验设计 实验饲料配制参照文献 [9],3 种麒麟菜膳食纤维均配制成含 10% 膳食纤维的高脂饲料,同时设置阴性对照组和阳性对照组,饲料配方见表 1。

表 1 麒麟菜膳食纤维降血脂实验饲料配方
Tab.1 Feed formula of *Euchenema* dietary fibre for serum lipid reducing

成份 Composition	组别 Group				
	阴性对照 Negative control	阳性对照 Positive control	可溶性膳食纤维 I (SDF)	总膳食纤维 II (TDF)	不溶性膳食纤维 III (IDF)
猪油 Lard	0	5	5	5	5
胆固醇 Cholesterol	0	1	1	1	1
胆盐 Bile salt	0	0.2	0.2	0.2	0.2
膳食纤维 DF	0	0	10	10	10
鱼粉 Fish meal	20	20	20	20	20
豆油 Soybean oil	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
钙粉 Calcium	3	3	3	3	3
矿物质* Mineral	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
维生素 [▲] Vitamin	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
淀粉 Starch	69	62.8	52.8	52.8	52.8

注: * 矿物质成分: Mn 12%, Zn 10%, Fe 8%, Cu 0.8%, I 0.2%, Co 0.1%。

▲ 维生素成分: V_C 0.62 g/kg, V_A 200 IU/kg, V_{D₃} 2 000 IU/kg, V_E 18 mg/kg。

Note: * Mineral premix: Mn 12%, Zn 10%, Fe 8%, Cu 0.8%, I 0.2%, Co 0.1%。

▲ Vitamin premix: V_C 0.62 g/kg, V_A 200 IU/kg, V_{D₃} 2 000 IU/kg, V_E 18 mg/kg。

IDF-Insoluble dietary fiber; SDF-Soluble dietary fiber; TDF-Total dietary fiber。

选取清洁级雄性 SD 大鼠 50 只。在动物实验室内用阴性对照组饲料喂养 7 d,适应自制饲料和环境后作为实验 0 周。按体质量随机分成 5 组 (1 个阴性对照组, 1 个阳性对照组和 3 个实验组), 每组 10 只, 各组动物喂饲相应的饲料。实验期间, 动物自由摄食、饮水, 实验期 6 周。收取实验末期 3 d 粪便, 冷冻干燥, 测定粪便中的胆固醇 (Faecal cholesterol, FC) 和胆汁酸 (Faecal bile acid, FBA)。分别在第 0 周、第 3 周、第 6 周末断食 12 h 后, 眼底采血约 2 mL 制备血清, 分别测定血清总脂 (Total lipid, TL)、总胆固醇 (TC)、甘油三酯 (TG)、高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C) 和低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C) 的含量。

1.4 指标测定方法

粪便中 FC 按文献 [10] 方法测定; 粪便 FBA 采用酶试剂盒法测定; TL 用香草醛比色法测定^[11]; 血清中 TC、TG 和 HDL-C 分别采用酶试剂盒比色

法测定, LDL-C 按 Friedewald^[12] 公式 ($LDL-C = TC - HDLC - TG/2.2$) 计算, 同时根据参考文献 [13] 的公式 $[AI = (TC - HDL-C)/HDL-C]$ 计算动脉硬化指数 (Atherosclerosis index, AI)。

1.5 数据处理

实验数据用平均值 $\pm$ 标准差 ($\bar{X} \pm SD$) 表示, 结果用 SAS (V8.0) 软件处理, 采用 Bonferroni *t*-test 作比较检验。差异显著度为 0.05。

2 结果与分析

2.1 麒麟菜膳食纤维对大鼠血清 TC 水平的影响

实验期间, 3 种麒麟菜膳食纤维对大鼠 TC 水平的影响如表 2 所示。由表 2 可见, 实验至第 3、第 6 周末, 喂饲高脂饲料的阳性对照组和膳食纤维组的大鼠血清 TC 水平比实验前显著升高 ($P < 0.05$), 且均显著高于同期阴性对照组 ($P < 0.05$)。SDF、TDF 和 IDF 组大鼠的血清 TC 水平显著低于同

期阳性对照组 ($P<0.05$)。第3周末, SDF、TDF 和 IDF 分别低于阳性对照组 9.29%、11.25% 和 11.74%; 第6周末, 分别低于阳性对照组 36.61%、

38.14% 和 40.17%。这表明, 高脂饲料显著升高动物血清 TC 水平, 3 种膳食纤维都有显著降低大鼠血清 TC 水平的作用。

表 2 麒麟菜膳食纤维对大鼠血清总胆固醇 (TC) 水平的影响

Tab. 2 Influence of DF from *Eucheuma* on TC in rats serum

$n=10$; $\bar{x} \pm SD$; mmol·L⁻¹

组别 Group	取样时间 Sampling time		
	0 周 0 week	3 周 3 week	6 周 6 week
阴性对照 Negative control	2.47±0.20	2.48±0.18 ^c	2.47±0.38 ^c
阳性对照 Positive control	2.55±0.47	4.09±0.24 ^{a*}	5.90±0.58 ^{a*}
I (SDF)	2.58±0.09	3.71±0.35 ^{b*}	3.74±0.33 ^{b*}
II (TDF)	2.46±0.26	3.63±0.19 ^{b*}	3.65±0.11 ^{b*}
III (IDF)	2.52±0.11	3.61±0.37 ^{b*}	3.53±0.32 ^{b*}

注: 同一列内标注不同字母的各项间差异显著; * 同组内与实验前相比差异显著 ($P<0.05$)。

Note: Values in the same column donated with different letters are significantly different ($P>0.05$); * Significantly different compared with initial test in the same group.

2.2 麒麟菜膳食纤维对大鼠血清TG和TL水平的影响

实验期间各组大鼠血清 TG 和 TL 水平变化情况见表 3。表 3 显示, 实验至第3周、6周末, 喂饲高脂饲料的阳性对照组和膳食纤维组的大鼠血清 TG 和 TL 比实验前显著升高 ($P<0.05$), 且 TG 显著高于同期阴性对照组 ($P<0.05$), SDF、TDF 和 IDF 组的大鼠血清 TG 显著低于同期阳性对照组 ($P<0.05$), 第3周末, 3 组血清 TG 分别低于阳性对照组 25.4%、27.51% 和 32.28%, 3 种膳食纤维

组之间无显著性差异 ($P>0.05$)。第6周末, 3 种膳食纤维组分别低于阳性对照组 36.94%、40.54% 和 48.20%, SDF 组 TG 水平显著高于 IDF 组 ($P<0.05$); 3 周末, 阳性对照组 TL 水平显著高于阴性对照组 ($P<0.05$), TDF、IDF 组 TL 显著低于阳性对照组 ($P<0.05$), 到6周末, 3 种膳食纤维 TL 水平显著低于阳性对照组 ($P<0.05$), TDF 和 IDF 组与阴性对照组无显著性差异 ($P>0.05$)。这说明, 高脂饲料显著升高动物血清 TG 和 TL 水平, 3 种膳食纤维都有显著降低大鼠血清 TG 和 TL 水平的作用。

表 3 麒麟菜膳食纤维对大鼠血清甘油三酯 (TG) 和血清总脂 (TL) 的影响

Tab. 3 Influence of DF from *Eucheuma* on TG and TL in rats serum

$n=10$; $\bar{x} \pm SD$

组别 Group	TG / (mmol·L ⁻¹)			TL / [mg·(100mL) ⁻¹]		
	0 周 0 week	3 周 3 week	6 周 6 week	0 周 0 week	3 周 3 week	6 周 6 week
阴性对照 Negative control	0.88±0.15	0.84±0.07 ^c	0.87±0.13 ^d	214.14±5.98	217.32±6.48 ^c	221.71±6.67 ^c
阳性对照 Positive control	0.84±0.09	1.89±0.14 ^{a*}	2.22±0.08 ^{a*}	218.32±11.81	283.59±12.34 ^{a*}	301.61±15.2 ^{a*}
I (SDF)	0.88±0.12	1.41±0.16 ^{b*}	1.40±0.11 ^{b*}	211.16±19.74	256.71±5.63 ^{ab*}	258.42±10.26 ^{b*}
II (TDF)	0.84±0.18	1.37±0.18 ^{b*}	1.32±0.13 ^{bc*}	216.18±11.58	244.8±15.89 ^{bc*}	251.17±8.2 ^{bc*}
III (IDF)	0.85±0.16	1.28±0.17 ^{b*}	1.15±0.06 ^{c*}	220.01±8.6	246.72±4.64 ^{b*}	245.39±8.81 ^{bc*}

注: 同一列内标注不同字母的各项间差异显著; * 同组内与实验前相比差异显著 ($P<0.05$)。

Note: Values in the same column donated with different letters are significantly different ($P>0.05$); * Significantly different compared with time in the same group.

2.3 麒麟菜膳食纤维对大鼠血清HDL-C、LDL-C和AI水平的影响

实验期间大鼠血清 HDL-C、LDL-C 和 AI 的变化情况见表 4。表 4 显示,从第 3 周起,喂饲高脂饲料的阳性对照组以及 3 个膳食纤维实验组的大鼠血清 HDL-C 水平比实验前显著降低 ($P<0.05$),且显著低于同期阴性对照组而高于同期阳性对照组 ($P<0.05$)。表明高脂饲料具有降低 HDL-C 的作用,同时 3 种麒麟菜膳食纤维具有提高 HDL-C 的作用;从第 3 周起,阳性对照组和 3 种膳食纤维组的 LDL-C 水平比实验前显著升高 ($P<0.05$),且显著高于同期阴性对照组 ($P<0.05$)。第 3 周末,实验

组 LDL-C 水平较阳性对照组低,但无显著性差异 ($P>0.05$),而到第 6 周末,实验组 LDL-C 水平显著低于阳性对照组 ($P<0.05$)。实验结果表明,高脂饲料具有明显升高 LDL-C 水平的作用,同时 3 种麒麟菜膳食纤维具有抑制 LDL-C 水平升高的作用;实验末,阳性对照组和 SDF 组动物 AI 值显著高于阴性对照组 ($P<0.05$),3 种膳食纤维组 AI 值均显著低于阳性对照组 ($P<0.05$),TDF、IDF 组 AI 值分别高于阴性对照组 79.02% 和 77.61%,但与阴性对照组并无显著性差异 ($P>0.05$)。表明 3 种麒麟菜膳食纤维均有降低动脉硬化指数 AI 的作用,即具有降低动脉粥样硬化疾病的危险性。

表 4 麒麟菜膳食纤维对大鼠血清高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C) 和动脉硬化指数 (AI) 的影响
Tab. 4 Influence of DF from *Eucheuma* on HDL-C, LDL-C and AI in rats serum

组别 Group	HDL-C			LDL-C			AI
	0 周	3 周	6 周	0 周	3 周	6 周	6 周
	0 week	3 week	6 week	0 week	3 week	6 week	6 week
阴性对照 Negative control	1.89±0.17	1.93±0.15 ^a	1.90±0.18 ^a	0.18±0.06	0.17±0.06 ^b	0.18±0.09 ^c	0.3±0.14 ^c
阳性对照 Positive control	1.98±0.23	1.09±0.15 ^{b*}	0.95±0.25 ^{b*}	0.19±0.08	2.14±0.22 ^{a*}	3.94±1.43 ^{a*}	5.21±0.7 ^a
I (SDF)	1.95±0.12	1.48±0.17 ^{c*}	1.48±0.15 ^{c*}	0.23±0.12	1.59±0.42 ^{a*}	1.62±0.56 ^{b*}	1.53±0.41 ^b
II (TDF)	1.88±0.11	1.49±0.19 ^{c*}	1.50±0.14 ^{c*}	0.20±0.07	1.52±0.30 ^{a*}	1.55±0.79 ^{b*}	1.43±0.37 ^{bc}
III (IDF)	1.97±0.24	1.50±0.15 ^{c*}	1.51±0.24 ^{c*}	0.16±0.04	1.53±0.56 ^{a*}	1.50±0.18 ^{b*}	1.34±0.24 ^{bc}

注:同一列内标注不同字母的各项间差异显著;*同组内与实验前相比差异显著 ($P<0.05$)。
Note: Values in the same column donated with different letters are significantly different ($P>0.05$); * Significantly different compared with time in the same group.

2.4 麒麟菜膳食纤维对大鼠粪便FC和FBA含量的影响

由表 5 可见,实验末期,3 种麒麟菜膳食纤维组动物粪便中的胆固醇 (FC) 含量显著大于阳性和阴性对照组 ($P<0.05$),这说明麒麟菜膳食纤维具有促使粪便胆固醇排泄的作用;TDF、IDF 组粪便中胆汁酸 (FBA) 含量显著高于阳性和阴性对照组,SDF

组 FBA 含量高于阳性对照组 38.27%,这表明 3 种麒麟菜膳食纤维具有促使粪便胆汁酸排泄的作用。阴性对照组 FC 水平和 FBA 水平分别低于阳性对照组 31.88% 和 28.93%,但两者之间并无显著性差异 ($P>0.05$),这可能是由于阳性对照组动物摄食高脂饲料而使粪便中胆固醇和胆汁酸含量增加所致。

表 5 麒麟菜膳食纤维对大鼠粪便中胆固醇 (FC) 和粪便中胆汁酸 (FBA) 含量的影响
Tab. 5 Influence of DF from *Eucheuma* on TC and BA in rats faeces

组别 Group	粪便胆固醇	粪便胆汁酸
	FC	FBA
阴性对照 Negative control	7.03±0.69 ^b	0.86±0.35 ^c
阳性对照 Positive control	10.32±3.71 ^b	1.21±0.46 ^{bc}
I (SDF)	27.16±5.55 ^a	1.96±0.33 ^b
II (TDF)	29.64±4.63 ^a	2.77±0.71 ^a
III (IDF)	28.37±3.87 ^a	3.64±0.82 ^a

注:同一列内标注不同字母的各项间差异显著 ($P<0.05$)。
Note: Values in the same column donated with different letters are significantly different ($P>0.05$).
FBA-Faecal bile acid; FC-Faecal cholesterol.

3 讨论

大量的科学研究表明,血脂在维持人体正常生理活动中发挥重要作用。正常情况下,脂类在体内的吸收、消耗和转化维持相对平衡,所以人体血脂含量可基本保持稳定。但摄入过多高脂膳食,则可使血脂含量超标而导致多种疾病。研究表明,血浆中 TC 与心血管疾病之间呈正相关,TC 水平每升高 1%,动脉粥样硬化的危险性即增加 2%^[14]。TG 与动脉粥样硬化和冠心病密切相关^[15],TG 过量会导致脂肪细胞功能改变和血液黏稠,增加患冠心病的危险性。LDL-C 是动脉粥样硬化发生发展的主要脂类危险因子,是肝脏合成的内源性胆固醇及胆固醇转运到周围组织的主要形式。HDL 是一种独特的脂蛋白,它可以将发生动脉粥样硬化血管壁内的胆固醇运输到肝脏进行清除代谢。因此,HDL-C 被称为“抗动脉粥样硬化性胆固醇”。胆汁酸(BA)为胆固醇代谢提供了一条重要的排泄途径。胆固醇经羟化反应生成 BA,大部分 BA 又通过肝循环重新吸入肝脏,在肝肠循环的过程中未被吸收的部分构成粪便胆汁酸(FBA)随粪便排出,这是肝脏清除体内胆固醇的主要方式^[16-17]。小部分胆固醇经肠道内细菌作用转变为粪便胆固醇随粪便排出体外。

本实验中,阳性对照组与阴性对照组比较,血清中 TL、TC、TG、LDL-C 显著升高($P<0.05$),HDL-C 含量显著降低($P<0.05$),表明本实验饲喂高脂饲料可成功构建高脂动物模型。喂饲高脂饲料的动物,同时给予麒麟菜 SDF、TDF、IDF 后,TL、TC、TG、LDL-C 水平和 AI 显著降低($P<0.05$),HDL-C 水平显著升高($P<0.05$),FC 和 FBA 含量显著增高($P<0.05$)。这与 Sharma^[2]、Agarwal^[18]、Usha^[19]、Kies^[20] 研究结果一致。表明麒麟菜膳食纤维对高脂膳食引起的 TL、TC、TG、LDL-C 和 AI 值的上升具有明显抑制作用,对作为抗动脉粥样硬化因子的 HDL-C 具有明显升高作用;同时也提示,麒麟菜膳食纤维具有促使粪便胆固醇和胆汁酸排泄的作用。3 种膳食纤维降血脂效应的机理可能有如下几方面:由于膳食纤维直接参与脂质吸收^[21],而减少了脂质代谢物向胃肠吸附黏膜表面扩散从而进入机体的机会^[22],因而直接降低血清 TL;膳食纤维易于结合 TC、TG 等脂质成分^[2],加之膳食纤维具有增加粪便排泄量的功能^[22],使得膳食纤维直接吸附肠道中的 TC、TG 和 FBA 而随粪便排出

体外,减少了 TC、TG 和 FBA 的肠道再吸收,加速了胆固醇的分解代谢,阻断 BA 肠肝循环^[1],从而使血清 TC、TG、LDL-C 降低,而此时粪便中的 TC 和 FBA 含量表现为显著升高^[23];膳食纤维可以改变肠道对脂质的吸收位点^[24],减少了小肠对脂质的吸收,而膳食纤维与磷脂具有很好的亲和力而限制了乳糜微粒的合成^[26],从而有利于 HDL 在小肠中的合成,因此使血清 HDL-C 含量显著升高。

实验中发现,3 种麒麟菜膳食纤维之间,IDF 降低血脂效果最好,其次是 TDF, SDF 效果最差。但三者之间没有显著差异。这表明,麒麟菜膳食纤维的降脂作用与其不溶性成分含量的高低有关,即不溶性成分含量高,则降脂作用相对较强,不溶性成分含量低则降脂作用也低。这可能是由于可溶性成分在肠道中容易被肠道微生物降解^[26],释放部分已被吸附的中性脂肪、胆固醇、胆酸盐等物质,导致肠道对这些脂类物质的重新吸收;另外,可能不溶性膳食纤维更易结合肠道中的脂质及其代谢产物随粪便排出体外。

参考文献:

- [1] 钟礼云,林文庭. 膳食纤维降血脂作用及其机制的研究概况[J]. 海峡预防医学杂志,2008,14(1): 26-28.
- [2] Sharma M, Kawatra A. Effect of dietary fibre from cereal brans and legume seedcoats on serum lipids in rats[J]. Plant Foods Human Nutr, 1995, 47: 287-292.
- [3] 张信岳,程敏,孟倩超,等. 羊栖菜多糖降血脂作用研究[J]. 中国海洋药物,2003,22(5): 32-36.
- [4] 肖红波,胡亚平,谭超,等. 裙带菜膳食纤维对高脂血症大鼠降血脂作用的研究[J]. 中兽医医药杂志,2004,23(2): 13-14.
- [5] Jiménez-Escrig A, Sánchez-Muniz F J. Dietary fibre from edible seaweeds: chemical structure, physicochemical properties and effects on cholesterol metabolism[J]. Nutr Res, 2000, 20(4): 585-598.
- [6] 李宇,江骥,胡蓓. 复合膳食纤维对健康受试者血糖及血脂的影响[J]. 中国临床营养杂志,2007,15(6): 351-354.
- [7] 刘丹,常伟勤. 复合膳食纤维对高胆固醇血症小鼠降脂作用的研究[J]. 北华大学学报:自然科学版,2006,7(1): 35-37.
- [8] 李来好,杨少玲,戚勃. 酶法提取麒麟菜膳食纤维工艺的研究[J]. 食品科学,2006,27(10): 292-296.
- [9] 郑建仙. 功能性食品[M]. 北京:中国轻工业出版社,1999. 435.

- [10] GB/T 5009.128 2003 食品中胆固醇的测定 [S]. 北京: 中国标准出版社.
- [11] 张廷华, 曾凡坤, 夏水容, 等. 黄鳝血清总脂含量与体长关系的研究 [J]. 安徽农业科学, 2007, 35 (29): 9 267 9 268.
- [12] Friedewald W T, Levy R I, Fredrickson D S. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge [J]. Clin Chem, 1972, 18: 499-502.
- [13] 王冬梅, 代世元, 芦丽莉, 等. 瓜蒌皮提取物对大鼠动脉粥样硬化保护作用的实验研究 [J]. 北华大学学报: 自然科学版, 2008, 9 (2): 128-131.
- [14] Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Dietary reference intakes proposed definition of dietary fiber [M]. Washington D C: National Academy Press, 2001: 1-64.
- [15] 沈岳奋. 生物化学检验技术 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2002: 146 150.
- [16] 张琪, 马博, 朱玲玲, 等. 银杏叶提取物对实验性高脂血症大鼠的调脂机制 [J]. 华西药理学杂志, 2007, 22 (6): 605 608.
- [17] Kishida T, Nogami H, Ogawa H, et al. The hypocholesterolemic effect of high amylase cornstarch in rats is mediated by an enlarged bile acid pool and increased fecal bile acid excretion, not by cecal fermented products [J]. J Nutr, 2002, 132 (9): 2 519-2 524.
- [18] Agarwal V, Chauhan B M. A study on the composition and hypolipidemic effect of dietary fibre from some plant foods [J]. Plant Foods Human Nutr, 1988, 38 (9): 189 197.
- [19] Usha V, Vijayammal P L, Kurup P A. Effect of dietary fibre from banana (*Musa paradisica*) on cholesterol metabolism [J]. Indian J Exp Biol, 1984, 22 (10): 550 554.
- [20] Kies C, Fox H M. Dietary hemicellulose interactions influencing serum lipid patterns and proteins nutritional status of adult men [J]. J Food Sci, 1978, 42: 440-443.
- [21] Vahouny G V, Kritchevsky. Dietary fibre in health and disease [M]. New York: Plenum Press, 1982: 203-227.
- [22] Southgate D A. Fibre and the other unavailable carbohydrates and their effects on the energy value of the diet [J]. Proc Nutr Soc, 1973, 32 (3): 131-136.
- [23] Jame J, Kelley, Tsai A C. Effect of pectin, gum arabic and agar on cholesterol absorption, synthesis, and turnover in rats [J]. J Nutr, 1978, 108 (4): 630 639.
- [24] Wu A L, Clark S B, Holt P R. Composition of lymph chylomicrons from proximal and distal rats' small intestine [J]. Am J Clin Nutr, 1980, 33: 582 589.
- [25] Vahouny G V, Tombes R, Cassidy M M, et al. Dietary fibres: Binding of bile salts, phospholipids and cholesterol from mixed micelles by bile acid sequestrants and dietary fibres [J]. Lipids, 1980, 15 (12): 1 012-1 018.
- [26] 杨贤庆, 李来好, 戚勃. 4 种海藻膳食纤维对 Cd^{2+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} 吸附作用的研究. 中国水产科学, 2007, 14 (1): 132-138.

Functional effect of dietary fiber from *Eucheuma* on reducing serum lipids

LI Lai-hao¹, QI Bo¹, YANG Shao-ling^{1,2},

(1. South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China; 2. Guangzhou Huikangda Drinking Co. Ltd., Guangzhou 510520, China)

Abstract: It was reported that the dietary fiber (DF) had preventive effects on coronary heart diseases. There abundant dietary fiber in seaweed of *Eucheuma*, especially soluble dietary fiber. In this research, the functional effect of three kinds of dietary fiber from *Eucheuma*, which was soluble dietary fiber (SDF), insoluble dietary fiber (IDF) and total dietary fiber (TDF), on reducing serum lipids was studied by giving SD rats high lipid diets with 10% of DF supplementation. During the test, serum samples from eye socket were analyzed for TL, TG, LDL-C and HDL-C at 0 week, 3rd week and 6th week, respectively, and the atherosclerosis index (AI) was calculated. In the end of the experiment, faecal matter of the last 3 days was collected continuously and analyzed for the faecal cholesterol and faecal bile acid content. The results showed that: at the end of 3rd week and 6th week, the serum TL, TC, TG and LDL-C levels of positive control and DF group were significantly higher than those of the negative control ($P < 0.05$), and the TL, TC, TG and LDL-C levels of DF groups were significantly lower than positive control ($P < 0.05$). However the HDL-C level of DF test group was significantly lower than those of the negative control ($P < 0.05$), and higher than those of the positive control ($P < 0.05$). At the end of the experiment, the DF groups had significantly higher FC and FBA levels compared with negative control and positive control ($P < 0.05$). The results above demonstrate that the test diets with high lipid can form the hyperlipidemia-model rat. The increase of TL, TC, TG and LDL-C levels in rat serum could be restrained by DF from *Eucheuma*. In addition, DF from *Eucheuma* had a function of triggering higher HDL-C level and accelerating the excretion of FBA and FC. Therefore, DF from *Eucheuma* has an effect on reducing lipids and may be applied in preventing hyperlipidaemic diseases. [Journal of Fishery Sciences of China, 2008, 15 (6): 943-949]

Key words: *Eucheuma*; dietary fiber; serum lipid reducing

欢迎订阅 2009 年《齐鲁渔业》(月刊)

《齐鲁渔业》1984 年创刊,为海洋与水产科技期刊,邮发代号 24-78。国际国内统一刊号:ISSN1001-151X CN37-1017/S。办刊宗旨:面向科技,面向生产,面向海洋与水产养殖及渔船民。指导海洋与渔业工作,促进海洋与渔业科技进步,为振兴海洋与渔业科技服务,为“海上山东”建设和全国渔业生产服务。携手海洋与水产界同仁共筑致富金桥。

主要栏目:专家讲座、名特优水产、无公害养殖、海淡水养殖、苗种培育、病害防治、饲料肥料、捕捞技术、保鲜加工、渔船渔机、资源环境、科技推广、渔业经济、发展探讨、信息集粹等。

《齐鲁渔业》既发表海洋与水产学科前沿课题报告,注重首报性,又报道最新实用养殖技术,注重实用性。先后荣获山东省十佳期刊,全国水产优秀报刊一等奖,全国优秀期刊三等奖,华东地区优秀期刊,中国期刊方阵“双效”期刊。

《齐鲁渔业》是中国水产类核心期刊,是联合国水科学和渔业情报系统 (ASFIS) 和《水科学与渔业文摘》(ASFA) 长期固定收录刊物,并被国内数家检索性期刊收录。

《齐鲁渔业》为月刊,大 16 开 64 页,每期定价 4.00 元,全年定价 48.00 元。国内外公开发行,欢迎到当地邮局订阅(邮局服务热线 11185)。也可向本社直接订阅,请勿忘邮编和详细地址。

地址: (264006) 烟台市经济技术开发区长江路 216 号山东海洋科技大厦 10 楼

电话: (0535) 6958905

传真: (0535) 6958900

电子信箱: qiluyuye@126.com

联系人: 陈建涛