

沙葱提取物降血脂功效的研究

肖新峰¹, 赵丽华², 马春景¹, 李继源¹, 吴文惠³, 包斌^{1,*}

(1.上海海洋大学食品学院, 上海 201306;

2.内蒙古农业大学, 内蒙古呼和浩特 010018;

3.上海水产品加工及贮藏工程技术研究中心, 上海 201306)

摘要:评价沙葱(*Allium Mongolicum* Regel)乙醇提取物降低高脂血症小鼠血脂水平的作用。用昆明种雌性小鼠随机分为正常对照组、高脂模型组 and 沙葱治疗组, 治疗组的高脂饲料中添加 0.15 mL/g 的沙葱提取物(相当于 1.5 g 新鲜沙葱), 制成沙葱高脂饲料。实验持续十周, 每 2 周采血一次, 检测血脂相关指标 TC、TG、HDL-C、LDL-C, 计算对照组、模型组和治疗组的动脉粥样硬化指数(AI)和血脂综合指数(LCI)。用高脂饲料成功建立高脂血症动物模型; 从第八周, 相对于模型组沙葱高脂饲料已显著降低高脂血症小鼠的 TC、TG、LDL-C、LCI、AI。沙葱提取物可有效降低高脂血症小鼠血浆中的相关血脂指标, 对小鼠高脂血症有显著的治疗效果, 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, 小鼠, 血脂

Study on hypolipidemic effect of extracts from *Allium Mongolicum* regel

XIAO Xin-feng¹, ZHAO Li-hua², MA Chun-jing¹, LI Ji-yuan¹, WU Wen-hui³, BAO Bin^{1,*}

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

2.Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010018, China;

3.Shanghai Engineering Research Center of Aquatic-Product Processing & Preservation, Shanghai 201306, China)

Abstract: To investigate the lipid-decreasing effect of ethanolic extracts from *Allium Mongolicum* regel (AMR) in mice. The female Kunming mice were randomly divided into control group, model group and treatment group. AMR extracts were added to high fat diet at dose of 0.15 mL/g (equivalent to 1.5 g fresh AMR) for treatment group. The experiment was lasted for 10 weeks and TC, TG, LDL-C, HDL-C in plasma were measured every 2 weeks. Atherosclerosis index (AI) and lipid comprehensive index (LCI) were calculated. Hyperlipidemia model was established in mice by the high fat diet. The level of TC, TG, LDL-C in plasma and the value of AI, LCI could be decreased significantly in the hyperlipidemia mice by AMR extracts from the eighth week. AMR extracts have an obvious effect on lowering blood lipid of hyperlipidemia mice and treating hyperlipidemia mice, preventing and reducing the incidence of atherosclerosis potentially.

Key words: *Allium Mongolicum* regel; hyperlipidemia; mice; blood lipid

中图分类号: TS201.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2015)21-0341-05

doi:10.13386/j.issn1002-0306.2015.21.062

在世界范围内, 心血管疾病是人类死亡的主要原因之一, 而高脂血症是导致心血管疾病的最主要风险因素^[1]。此外, 高脂血症又是诱发冠状动脉粥样硬化性心脏病(冠心病)、脂肪肝、糖尿病、肥胖症等的重要因素, 已成为全球人类健康“第一杀手”^[2]。动脉粥样硬化的成因主要是由于血液中长期过高胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)以及血管壁上过多的脂类容易被自由基氧化, 形成脂质过氧化物, 在血管壁上沉积, 进而导致心脑血管疾病, 引起严重后果。高脂血症一般以血浆中总胆固醇、甘油三酯和低密度脂

蛋白胆固醇(LDL-C)的含量增高为主要特征^[3]。所以降低血浆中 TC、TG、LDL-C 的含量对于治疗高脂血症、预防动脉粥样硬化的发生具有重要的意义。

沙葱(*Allium mongolicum* Regel)属被子植物门(Angiospermae), 百合科(Liliaceae), 葱属(*Allium*), 学名蒙古韭, 蒙文名为“胡穆利”, 为多年生草本旱生植物^[4]。广泛分布于新疆、青海、甘肃、宁夏、陕西、内蒙古、辽宁以及蒙古国西南部等地的荒漠草原和沙地^[5]。本草纲目中记载: 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

收稿日期: 2015-02-09

作者简介: 肖新峰(1991-), 男, 硕士, 研究方向: 食品品质与营养评价, E-mail: xiaoxinfeng123@126.com。

* 通讯作者: 包斌(1967-), 女, 硕士, 副教授, 研究方向: 食品安全与营养, E-mail: bbao@shou.edu.cn。

基金项目: 国家自然科学基金项目(31260378); 上海海洋大学科技发展专项基金资助(14200069)。

“菜中灵芝”^[6]。用乙醇能提取沙葱中的生物碱类、黄酮类、苷类等活性物质^[7],在抗菌^[8]、抗氧化^[9]、抗肿瘤^[10]等方面有潜在的疗效。近年来国内学者致力于沙葱组分的提取、分离与鉴定,并且对沙葱中多糖及黄酮类化合物的免疫与抗氧化功能进行了研究^[11],但对沙葱的降血脂功效的研究却未见报道。为此,本文探讨了沙葱提取物对高脂血症小鼠的治疗作用,为沙葱进一步开发利用提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

新鲜沙葱叶 采集于内蒙古呼和浩特市人工种植新鲜沙葱,采集后 48 h 内运到实验室;昆明种雌鼠 上海史莱克动物有限公司,动物合格证号:SCXK2012-0002,体重 18~22 g,SPF 级;95%乙醇 分析纯。

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

1.2 实验方法

1.2.1 沙葱提取物的提取 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,并用实验室高剪切乳化机进行组织破碎,10000 r/min 离心 20 min,上清液于旋转蒸发仪上浓缩(水浴恒温 60 ℃,真空),制成 10 g(沙葱鲜重)/mL 的提取液,于 4 ℃冰箱保存^[12-13]。

1.2.2 小鼠饲料的制备 参考相关文献^[14]确定高脂饲料配方为:基础饲料 78.8%,胆固醇 1%,胆盐 0.2%,猪油 10%,蛋黄粉 10%。治疗组沙葱高脂饲料配方:将每 15 mL 的沙葱提取液均匀混在 100 g 高脂饲料中,制成每克高脂饲料中含有相当于 1.5 g 新鲜沙葱的沙葱高脂饲料。

1.2.3 实验动物分组及给药 取昆明雌鼠 72 只,基础饲料适应性喂养一周后,处死 8 只小鼠,将剩下 64 只小鼠随机分正常对照组 24 只,模型组 40 只。正常对照组给予普通饲料喂养,模型组小鼠给予高脂饲料喂养,喂养六周后,两组各处死 8 只小鼠,并将模型组剩余小鼠随机分为两组,每组 16 只,一组为高脂模型组(模型组)继续饲喂高脂饲料,另一组为沙葱治疗组(治疗组),饲喂沙葱高脂饲料。在第八周和第十周分别处死对照组、模型组和治疗组的 8 只小鼠,测其血脂指标。每周称量体重一次。

1.2.4 血浆中脂质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 ℃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(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C),并计算血脂综合指数(LCI)^[15]、动脉粥样硬化指数(AI)^[16]。计算公式

如下:

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

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

1.2.5 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。

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

1.2.6 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。

2 结果与讨论

2.1 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。由图 1 可知,实验前各组小鼠的体重无明显差异,实验中小鼠体重均表现出逐渐增长的趋势。用高脂饲料喂养的模型组小鼠体重从第三周开始显著高于对照组小鼠体重($p < 0.05$),从第五周开始差异达到极显著水平($p < 0.01$)。此外,在第六周时,对照组小鼠较实验前体重增加 49.19%,模型组小鼠较实验前增重 74.17%。实验结果表明,饲喂高脂饲料能显著增加小鼠的体重。

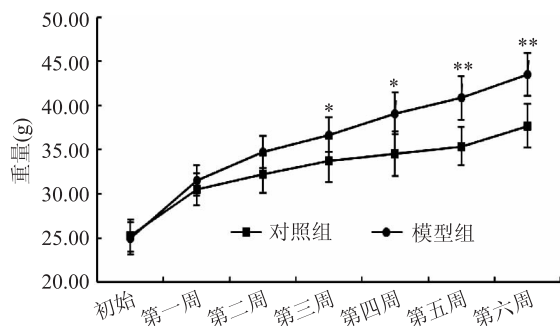


图 1 小鼠建模过程中的体重变化

Fig.1 The change of mice weight in 6 weeks modeling process

注:与对照组比较:*代表具有显著性差异($p < 0.05$);**代表具有极显著性差异($p < 0.01$)。

在第六周时,将模型组随机分成两组,一组是高脂模型组(模型组)继续喂养小鼠高脂饲料,另一组为沙葱治疗组(治疗组)饲喂小鼠沙葱高脂饲料。从表 1 可知模型组小鼠体重始终显著高于对照组,且对照组和模型组小鼠体重持续增加,而治疗组小鼠体重持续减少。在第十周时,治疗组小鼠体重比治疗前减少了 12.81%。从第九周开始,治疗组小鼠体重开始显著低于模型组($p < 0.05$),而与对照组小鼠无显著差异($p > 0.05$),说明沙葱提取物添加到高脂饲料中能显著降低高脂血症小鼠的体重。

2.2 沙葱提取物对治疗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^[17]。长期饲喂高脂饲料可

表1 沙葱提取物对小鼠体重的影响

Table 1 Effect of *Allium Mongolicum* Regel (AMR) extract on growth indicators of mice

组别	体重(g)				
	治疗前	第七周	第八周	第九周	第十周
对照组	37.70 ± 2.42	37.81 ± 3.53	37.93 ± 2.57	38.42 ± 2.65	39.13 ± 3.09
模型组	43.49 ± 2.49 *	43.74 ± 3.18 *	44.00 ± 2.31 *	44.12 ± 2.17 *	45.19 ± 2.57 *
治疗组	43.49 ± 2.49 *	41.23 ± 3.24	39.24 ± 3.28	38.99 ± 3.55#	38.55 ± 3.34#

注:在同一列中与对照组比较:*代表具有显著性差异($p < 0.05$);**代表具有极显著性差异($p < 0.01$);在同一列中与模型组比较:#代表具有显著性差异($p < 0.05$)。

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

组别	组别	治疗前	第八周	第十周
		肝指数	对照组	3.98 ± 0.21
	模型组	5.61 ± 0.47 *	5.69 ± 0.53 *	5.73 ± 0.61 *
	治疗组	5.61 ± 0.47 *	5.43 ± 0.36 *	5.23 ± 0.73 *
脾指数	对照组	0.29 ± 0.04	0.33 ± 0.05	0.35 ± 0.04
	模型组	0.47 ± 0.06 *	0.44 ± 0.05	0.42 ± 0.07
	治疗组	0.47 ± 0.06 *	0.41 ± 0.08	0.41 ± 0.06
肾指数	对照组	1.11 ± 0.13	1.05 ± 0.13	1.08 ± 0.08
	模型组	1.07 ± 0.14	1.08 ± 0.14	1.09 ± 0.14
	治疗组	1.07 ± 0.14	1.08 ± 0.08	1.06 ± 0.07

注:在同一列中与对照组比较:*代表具有显著性差异($p < 0.05$);**代表具有极显著性差异($p < 0.01$);在同一列中与模型组比较:#代表具有显著性差异($p < 0.05$)。

导致受试动物脏器脂类积累及病变等变化,可通过脏器指数反映^[18]。由表2可知,在治疗前及治疗过程中,模型组小鼠与对照组相比,肝脏指数和脾脏指数均有显著差异。并发现模型组小鼠肝脏明显肿大,肝脏边缘界限不清晰,油腻感强。高荫榆等^[18]用高脂饲料饲喂大鼠得到相同的结果,其通过索氏抽提法测得大鼠肝脏中粗脂肪的含量证实采用此高脂饲料可致大鼠严重脂肪肝。由表2可知,在第八周和第十周治疗组小鼠肝脏指数与模型组相比无显著性差异($p > 0.05$),但治疗组肝脏指数处于下降趋势。说明沙葱提取物对治疗由高脂饲料引起的脂肪肝可能有一定的作用,但治疗效果有限,需要进一步长期治疗。就脾脏指数而言,在治疗过程中模型组和治疗组均高于对照组,但都无显著性差异($p > 0.05$)。脾脏是动物重要的免疫器官,赵春艳^[19]等人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。肾脏指数在治疗前后无显著性差异($p > 0.05$)。

2.3 沙葱提取物对治疗组小鼠血脂指标的影响

由表3可知,在治疗前,模型组TC、TG、LDL-C较对照组分别升高了88.41%、77.42%、47.01%、119.51%,并且差异都达到极显著水平($p < 0.01$)。说明高脂饲料的摄入使小鼠脂质代谢紊乱,血脂水平明显增高,造模成功。在采用沙葱高脂饲料干预高脂血症模型后,在第八周,治疗组小鼠TC、TG、LDL-C较模型组均有显著的降低($p < 0.05$),分别为15.16%、27.59%、11.96%。第十周,治疗小鼠TC、TG、LDL-C进一步降低($p < 0.05$),分别较模型组降

低19.42%、38.59%、46.43%,其中LDL-C达到极显著水平($p < 0.01$)。这说明沙葱提取物能降低高脂血症小鼠的TC、TG、LDL-C,并且其降血脂作用表现出一定的时效关系,治疗时间越长,治疗的效果也就越好。

正常人的血脂成分含量波动范围较大,各单项指标往往不能充分反映血脂情况,LCI能综合反映TC、TG、HDL-C、LDL-C四者之间关系,对血脂综合分析更能反映机体患病的可能^[20]。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,是动脉粥样硬化的促发因子与防御因子的比值,即 $(TC-HDL-C)/HDL-C$ ^[21]。由图2可知,在实验第八周,相对于模型组,治疗组小鼠的AI值显著降低($p < 0.05$),LCI值的差异达到极显著水平($p < 0.01$),分别为50.76%、41.12%。在实验第十周,治疗组小鼠AI、LCI值相比对照组降低了72.43%、30.11%($p < 0.05$)。说明沙葱提取物可能降低实验小鼠患动脉粥样硬化的风险。

同时值得注意的是,在第十周,治疗组小鼠血浆TC、TG、HDL-C、LDL-C、LCI的值虽低于模型组,但仍显著高于对照组($p < 0.05$),说明沙葱高脂饲料要降低高脂血症小鼠的各项血脂指标到正常水平,可能还需要更长的治疗时间。

本研究通过高脂血症动物模型,探讨沙葱乙醇提取物的降血脂作用,并设置对照组进行比较。由实验结果可以看出,沙葱提取物能显著降低高脂血症小鼠体重,在脏器指数方面影响不显著。在调节血脂方面,沙葱提取物有显著的降血脂功效,主要表现为降低高脂血症小鼠血液中TC、TG、LDL-C的含量。

表3 沙葱提取物对小鼠血脂指标的影响($n=8, \text{mmol/L}$)Table 3 Effect of AMR extract on growth indicators of mice($n=8, \text{mmol/L}$)

项目	起始值	组别	治疗前	第八周	第十周
TC	1.74 ± 0.19	对照组	1.64 ± 0.14	1.72 ± 0.13	1.69 ± 0.33
		模型组	3.09 ± 0.19 **	3.10 ± 0.26 **	3.09 ± 0.58 *
		治疗组	3.09 ± 0.19 **	2.63 ± 0.29 * #	2.49 ± 0.40 * #
TG	0.81 ± 0.13	对照组	0.93 ± 0.12	0.92 ± 0.11	1.05 ± 0.15
		模型组	1.65 ± 0.13 **	1.74 ± 0.11 *	1.84 ± 0.14 **
		治疗组	1.65 ± 0.13 **	1.26 ± 0.23 * #	1.13 ± 0.12 * #
HDL-C	1.21 ± 0.12	对照组	1.17 ± 0.11	1.18 ± 0.11	1.15 ± 0.10
		模型组	1.72 ± 0.14 **	1.70 ± 0.11 *	1.94 ± 0.09 **
		治疗组	1.72 ± 0.14 **	1.63 ± 0.28 *	1.52 ± 0.27 * #
LDL-C	0.45 ± 0.06	对照组	0.41 ± 0.07	0.37 ± 0.04	0.37 ± 0.06
		模型组	0.90 ± 0.09 **	0.92 ± 0.07 **	1.12 ± 0.09 **
		治疗组	0.90 ± 0.09 **	0.81 ± 0.08 ## *	0.6 ± 0.07 # **

注:在同一列中与对照组比较:*代表具有显著性差异($p < 0.05$);**代表具有极显著性差异($p < 0.01$);在同一列中与模型组比较:#代表具有显著性差异($p < 0.05$);##代表具有极显著性差异($p < 0.01$)。

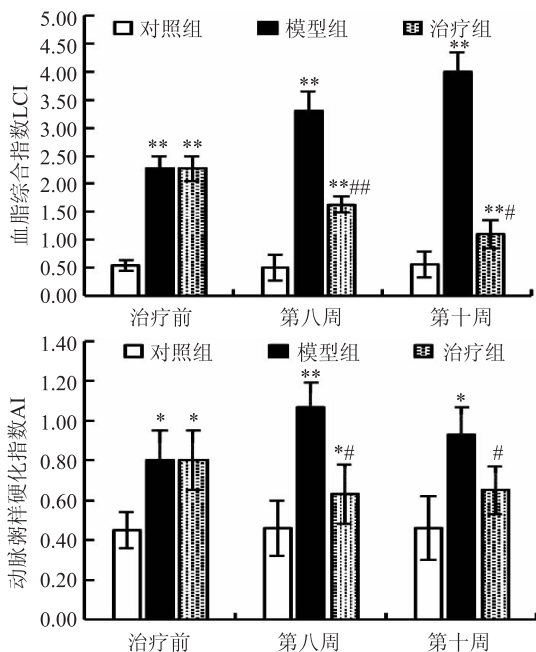


图2 沙葱提取物对高脂血症小鼠血脂综合指数和动脉粥样硬化指数的影响

Fig.2 AI and LCI of mice in each group

注:与对照组比较:*代表具有显著性差异($p < 0.05$);**代表具有极显著性差异($p < 0.01$);与模型组比较:#代表具有显著性差异($p < 0.05$);##代表具有极显著性差异($p < 0.01$)。

这说明沙葱提取物对高脂血症小鼠具有一定的疗效,可能降低实验小鼠患动脉粥样硬化的风险。

3 结论与讨论

在心血管疾病高发的今天,如何调节脂质代谢水平,预防心脑血管疾病的发生,已成为科学研究的热点,开发具有降血脂等功效的保健食品一直以来都是学者重要的研究方向。本实验采用乙醇提取沙葱中的活性成分,其中含有黄酮类化合物、甾体化合物等^[22],萨茹丽^[23]等人用乙醇提取沙葱中的总黄酮,

含量在 5 mg/g 左右,并证实其具有抗氧化、清除氧化自由基等生物活性。而许多植物黄酮等都被证实降血脂方面具有很好的疗效^[24]。刘北林^[25]等提取山楂中黄酮研究其降血脂作用,并推测其作用机理可能是山楂黄酮对肝细胞微粒体及小肠粘膜的胆固醇合成的限速酶有抑制作用。纪学芳^[26]等人探究光皮木瓜黄酮和多糖的降血脂作用,并推测其作用机理可能是由于黄酮竞争性抑制胆固醇限速酶的合成,从而减少胆固醇的合成;也有可能是通过抑制胰脂肪酶,降低胆固醇的吸收。沙葱提取物中活性成分含量丰富,其降血脂机理可能与其具有抗氧化损伤、免疫调节作用及抑制炎症因子产生等有关。

本研究为沙葱提取物能有效治疗高脂血症提供了可参考的理论依据,但了解沙葱对血脂的调节机理还必须要做大量的理论和实验研究。

参考文献

- [1] 孙玉萍,李清,姚华,等.维吾尔族居民血脂及高脂血症分析[J].中国公共卫生,2010,26(3):271-272.
- [2] 毛磊,朱昱哲,张维刚,等.高含量 DHA/EPA 甘油三酯型鱼油对大鼠脂质代谢的影响[J].食品工业科技,2013,35(13):347-350.
- [3] D Festi, A Colecchia, T Sacco, M Bondi, et al. Hepatic steatosis in obese patients: clinical aspects and prognostic significance[J]. Obesity Reviews 2004,5(1),27-42.
- [4] 中国植物志编辑委员会.中国植物志(14卷)[M].科学出版社,1980:170-172.
- [5] 敖长金.沙葱化学成分及其生物学功能研究进展[J].饲料工业,2010,31(18):1-5.
- [6] 张巧娥,哈斯额尔敦,张霞.溶剂萃取法提取沙葱有效成分的工艺研究[J].食品科技,2007,32(1):94-96.
- [7] 王俊魁,杨帆,包斌.顶空固相微萃取结合气质联用分析沙葱中挥发性成分[J].食品工业科技,2012,33(24):171-173.
- [8] LI Y-L, Luo R-M. Antibacterial Effect of Extracts from

(下转第 348 页)

围内具有剂量依赖性。通过抑制动力学研究,发现竹叶椒乙醇提取物对 α -葡萄糖苷酶(啤酒酵母来源)为非竞争性抑制,证明它通过与酶和底物复合物结合而降低酶活性,达到抑制 α -葡萄糖苷酶的作用。

本研究证实竹叶椒具有抑制 α -糖苷酶的活性。竹叶椒乙醇提取物中含有大量的花椒属植物特征性成分:生物碱和双四氢呋喃木脂素,这两类成分也可能是竹叶椒抑制 α -糖苷酶的主要药理活性成分。因此后续有待进行药理活性跟踪分离、鉴定药理活性成分,阐述其抑制 α -糖苷酶的的化学物质基础,以期从竹叶椒中开发新型 α -糖苷酶抑制剂。

参考文献

[1] Ceriello A, Cplagiuri S. Guideline for the management of post-meal blood glucose [J]. Diabetes Voice, 2007, 52(3): 9-11.
 [2] 宋婕,冯燕妮,周光雄,等.天然多羟基生物碱类 α -糖苷酶抑制剂的研究概况[J].天然产物研究与开发,2012(24): 414-420.
 [3] De W, Gonzaga A, Weber AD, et al. Antibacterial alkaloids from *Zanthoxylum rhoifolium* [J]. PlantaMed, 2003, 69(4): 371-374.
 [4] 瞿庆喜,朱庆亚,喻凯,等.凹叶厚朴中具有 α -葡萄糖苷酶抑制活性的成分[J].应用与环境生物学报,2009,15(6): 796-798.
 [5] 吴酬飞,许杨,李燕萍,等. α -葡萄糖苷酶抑制剂筛选模型的研究进展[J].国际药学研究杂志,2008,35(1): 9-10.
 [6] 张冉,刘泉,申竹芳,等.应用 α -葡萄糖苷酶抑制剂高通量筛选模型筛选降血糖中药[J].中国药学杂志,2007,42(10): 740-742.

[7] 王晓梅,李健.苍术提取物对 α -葡萄糖苷酶的抑制作用[J].辽宁中医药大学学报,2011,11(13): 91-92.
 [8] 杨秀芳,吴明鑫.虎杖中 α -葡萄糖苷酶抑制剂的初步研究[J].中成药,2008,30(1): 4-5.
 [9] 徐玉林,马东升,弓晓杰,等.5种稀有人参皂苷的制备及其对 α -糖苷酶抑制活性的研究[J].河南农业大学学报,2012,46(3): 317-320.
 [10] 杜阳吉,王三永,李春荣,等.番石榴叶黄酮与多糖提取及其降血糖活性研究[J].食品研究与开发,2011,32(10): 56-59.
 [11] 于斐,李全宏.南瓜多糖主要成分对 α -葡萄糖苷酶的抑制作用[J].食品科技,2011,36(9): 202-206.
 [12] Yu ZP, Yin YG, Zhao WZ, et al. Anti-diabetic activity peptides from albumin against α -glucosidase and α -amylase [J]. Food Chemistry, 2012, 135: 2078-2085.
 [13] Sinéad L, Thomas JS, Anna SV. The α -amylase and α -glucosidase inhibitory effects of Irish seaweed extracts [J]. Food Chemistry, 2013, 141: 2170-2176.
 [14] 尚禹东,张郑瑶,丁云录,等.银杏叶提取物对 α -葡萄糖苷酶的抑制作用及其降血糖作用机制[J].吉林大学学报,2011,37(3): 427-432.
 [15] 康文艺,张丽.五种苦苣苔科植物 α -葡萄糖苷酶抑制活性研究[J].天然产物研究与开发,2010(22): 122-125.
 [16] 张红城,孙庆申,王光新,等.蜂胶乙醇提取物对 α -葡萄糖苷酶的抑制作用[J].食品科学,2011,32(5): 108-110.
 [17] Arin W, Thanakorn D, Keita K, et al. (+)-Pinoresinol is a putative hypoglycemic agent in defatted sesame (*Sesamum indicum*) seeds though inhibiting α -glucosidase [J]. Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, 2012(22): 5215-5217.

(上接第344页)

Allium mongolicum Regel [J]. Journal of Anhui Agriculture Science & Technology, 2008, 9(4): 123-126.
 [9] Obdulio Benavente - Garcia, Julian Castillo, Francisco R. Marin, et al. Uses and Properties of Citrus Flavonoids [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1997, 45(12): 4505-4515.
 [10] Kobayashi J I, Cheng J - F, Yamamura S, et al. Revised structures of prianosins C and D, antineoplastic alkaloids from the Okinawan marine sponge *Prianos melanos* [J]. Tetrahedron Letters, 1991, 32(9): 1227-1228.
 [11] 扈瑞平.沙葱多糖的分离纯化和结构鉴定及其生物学活性的研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2010.
 [12] 王俊魁,赵丽华,包斌,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.
 [13] 马春景,赵丽华,包斌,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.
 [14] Luo J, Quan J, Tsai J, et al. Nongenetic mouse models of noninsulin-dependent diabetes mellitus [J]. Metabolism, 1998, 47(6): 663-668.
 [15] 尹博英,席志梅,陈首英,等.血脂综合指数对冠心病危险因素的研究[J].临床内科杂志,2004,21(9): 633-634.
 [16] 叶桂云,胡望平,张忠源,等.2型糖尿病患者血浆致动脉硬化指数与其他几种动脉硬化指数的应用价值比较[J].检验医学,2009,24(9): 663-666.

[17] 蒋鑫,徐静,李妍妍,等.海参消化道多糖降血脂功能的研究[J].中国食品学报,2011,11(7): 46-49.
 [18] 高荫榆,罗丽萍,王应想,等.薯蓣多糖对高脂血症大鼠降血脂作用研究[J].食品科学,2005,26(2): 197-201.
 [19] 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.
 [20] 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.
 [21] 陈瑶,李倩,汪翼,等.肥胖儿童血浆血管假性血友病因子与动脉粥样硬化指数的相关性分析[J].中国实用儿科杂志,2006,21(11): 865-866.
 [22] 张巧娥.沙葱提取物的分离鉴定及其对绵羊消化道共轭亚油酸含量和胴体脂肪沉积影响的研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2007.
 [23] 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.
 [24] 焦岩,王振宇.大果沙棘果渣黄酮降血脂与抗氧化作用[J].营养学报,2009,31(5): 516-518.
 [25] 刘北林,董继生,倪小虎,等.山楂黄酮提取及降血脂研究[J].食品科学,2007,28(5): 324-327.
 [26] 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.