

芜菁中性多糖降血糖作用研究的初步探讨

海仁古丽·麦麦提¹, 祖丽皮艳·阿布力米特², 海力茜·陶尔大洪^{1*}

(1. 新疆医科大学药学院, 乌鲁木齐 830011; 2. 新疆医科大学厚博学院, 克拉玛依 834000)

摘要: **目的** 初步探讨芜菁中性多糖对糖尿病大鼠的降血糖作用。**方法** 选取造模成功的 SD 大鼠, 随机分为 6 组, 分别为空白组、模型组、阳性对照组(0.20 g/kg)以及芜菁中性多糖高剂量组(0.20 g/kg)、中剂量组(0.10 g/kg)、低剂量组(0.05 g/kg)。连续灌胃 4 周, 空白组喂养普通饲料, 其余组喂养高脂高糖饲料, 每周测一次体重与空腹血糖, 测定各组大鼠口服葡萄糖 0、30、60、120 min 后的血糖值, 计算曲线下面积(area under curve, AUC), 测定肝糖原含量。**结果** 芜菁中性多糖高、中、低剂量可明显改善 STZ 与高糖饲料所致糖尿病大鼠的糖代谢功能($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$), 显著降低模型大鼠血糖($P < 0.05$), 多饮多尿症状明显改善, 可显著增加大鼠的糖耐量(oral glucose tolerance, OGT) ($P < 0.01$)。 **结论** 芜菁中性多糖对糖尿病模型有降血糖作用, 高剂量组降血糖效果略强于中、低剂量组。

关键词: 芜菁; 中性多糖; 降血糖

Preliminary study on the hypoglycemic effect of neutral polysaccharide from *Brassica rapa* L.

HAIRENGULI Mai-Mai-Ti¹, ZULIPIYAN A-Bu-Li-Mi-Ti², HAILIQIAN Tao-Er-Da-Hong^{1*}

(1. College of Pharmacy, Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, China;
2. Houbo College of Xinjiang Medical University, Karamay 834000, China)

ABSTRACT: Objective To investigate the hypoglycemic effect of neutral polysaccharide from *Brassica rapa* L. on diabetic model rats. **Methods** SD rats with successful modeling were randomly divided into 6 groups, including blank group, model group, positive control group (0.20 g/kg), high dose group (0.20 g/kg), medium dose group (0.10 g/kg) and low dose group (0.05 g/kg). Gavage was continued for 4 weeks. The blank group was fed with common feed, and the other groups were fed with high-fat and high-sugar feed. Body weight and fasting blood glucose were measured once a week. The blood glucose values of rats in each group after oral glucose 0, 30, 60 and 120 min were measured, the area under curve (AUC) was calculated, and the liver glycogen content was determined. **Results** High, medium and low doses of neutral polysaccharide from *Brassica rapa* L. could significantly improve the glucose metabolism of diabetic rats induced by STZ and high-sugar diet ($P < 0.05$ or $P < 0.01$), and significantly reduced blood glucose in model rats ($P < 0.05$). The symptoms of polydipsia and polyuria were significantly improved, and the glucose tolerance (OGT) in rats was significantly increased ($P < 0.01$). **Conclusion** The neutral polysaccharide from *Brassica rapa* L. has hypoglycemic effect on diabetic model rats, and the high-dose group was more effective than the middle and low dose groups.

基金项目: 克拉玛依市创新人才工程项目(2017RC001A-20)

Fund: Supported by Karamay City Innovative Talent Engineering Project (2017RC001A-20)

*通讯作者: 海力茜·陶尔大洪, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为天然药物研究与开发。E-mail: hailiqian2471@sina.com

*Corresponding author: HAILIQIAN Tao-Er-Da-Hong, Professor, College of Pharmacy, Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, China. E-mail: hailiqian2471@sina.com

KEY WORDS: *Brassica rapa* L.; neutral polysaccharide; hypoglycemic

1 引言

芜菁(*Brassica rapa* L.)为十字花科芸薹属植物,主要分布在我国新疆和西藏地区,其具有润肺、开胸顺气、治疗哮喘、止咳等功效^[1]。最新的药理研究表明,芜菁还具有抗衰老、预防癌症、防辐射等作用。课题组前期研究发现,芜菁中含有多种活性成分,如多糖^[2]、黄酮^[3,4]、皂苷^[5]、挥发油^[6]等,其中多糖类是宏量组分。芜菁作为药食两用植物^[7],其块根和种子可以当作保健食品^[8],具有“解毒^[9]、滋补^[10]、助洁开胃,利湿解毒的功能^[11]。

多糖具有装载丰富生物信息的能力,是天然产物中含量最丰富的物质^[12]。以前人们普遍认为大多数多糖类不具有药效活性,故多作为杂质去除。近年来研究发现,多糖类不仅是生物体的结构物质,也是基本的供能物,而且多糖类具有降血糖^[13]、调节免疫^[14]、抗菌^[15]、抗肿瘤^[16]、抗凝血^[17]等多种药效活性。研究显示,多糖类药物副作用小,具有一定的靶向性,而且可以明显降低使用剂量,已被广泛用于基础医药和保健食品,在疾病研究以及新药研发等方面极具吸引力,具有广阔的发展空间。目前有一部分天然多糖类药物已经投入临床使用,如香菇多糖注射液、肝素等^[18,19]。

本课题组这几年来一直致力于研究芜菁,评价了芜菁对小鼠止咳和对豚鼠的平喘作用研究,对新疆各产地的芜菁研究发现,新疆品质最优的阿克苏柯坪县芜菁水提物多糖的含量高达 11.53%,实验证实,芜菁水提物具有较强清除自由基的能力,药理实验初步发现芜菁水提物高剂量组抑瘤率较高为 55%^[20]。鉴于课题组多年来致力于研究芜菁,具有雄厚的实验基础,中药多糖又是科研领域研究和开发的热点,并且芜菁多糖对糖尿病的治疗方面的研究报道较少,因此本课题开展芜菁中性多糖降血糖作用的研究。

本研究通过对链脲佐菌素(streptozotocin, STZ)加特殊饲料诱导糖尿病大鼠的相关指标与评价,初步探讨芜菁中性多糖的降血糖作用,为芜菁多糖的开发及应用提供理论依据。

2 仪器与材料

2.1 材料和试剂

芜菁药材:2017年11月采自阿克苏柯坪县,经新疆医科大学药学院生药/天药教研室鉴定为新疆特色药材芜菁(*Brassica rapa* L.)的地下茎。

芜菁中性多糖(纯度 95%以上),实验室自制。链脲佐菌素(1 g,批号 1206R021,美国 Sigma 公司);柠檬酸、柠檬酸钠(分析纯,上海麦克林生化科技有限公司);盐酸二

甲双胍(0.5 g/片,批号国药准字 H20023371,上海施贵宝制药有限公司);A043 型肝/肌糖原试剂盒(批号 20191009,南京建成生物工程研究所)。葡萄糖、95%乙醇(分析纯,天津市富宇精细化工有限公司);4%多聚甲醛(批号 69100900,安徽 Biosharp 公司);生理盐水(批号 18111207,新疆华世丹药业股份有限公司);高脂高糖饲料、基础饲料(新疆医科大学动物实验中心提供)。

2.2 仪器设备

KQ3200DE 型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司);AB135-5 型电子分析天平(瑞士梅特勒-托利多仪器上海有限公司);Accu-CHEK Active 罗氏活力血糖测试仪及血糖试纸(德国罗氏诊断有限公司)。

2.3 试验动物

SD 大鼠,体重 160~200 g,雄性,新疆医科大学动物实验中心提供。实验动物合格证号:SYXK(新)2019-0002。

2.4 实验方法

2.4.1 动物造模与分组

90 只 SD 大鼠随机抽 15 只作为空白组,基础饲料喂养;其它 75 只作为造模组,用高脂高糖饲料喂养。6 周后,所有大鼠禁食 12 h,造模组后的大鼠按 40 mg/kg 的剂量一次性腹腔注射 STZ,STZ 溶液的配制方法:将 A 溶液(柠檬酸 2.1 g 加入 100 mL 双蒸水中)、B 溶液(柠檬酸钠 2.94 g 加入 100 mL 双蒸水)1:1.32 (V:V)比例混合,调 pH 值 4.2 后,STZ 混合配浓度 1%溶液。空白组等剂量腹腔注射柠檬酸-柠檬酸钠缓冲液。注射 STZ 72 h 后,禁食 12 h,尾静脉取血后测血糖的含量。造模大鼠空腹血糖 ≥ 11.0 mmol/L,认为糖尿病模型成功。将造模成功的大鼠按血糖和体重的大小随机分为 5 个组,各组 15 只:即模型组、芜菁中性多糖高、中、低剂量组(给药剂量即 0.20、0.10、0.05 g/kg)及阳性对照组按 0.20 g/kg 的剂量给予盐酸二甲双胍水溶液,空白组和模型组灌胃等体积的蒸馏水,用苦味酸进行标记编号。各组大鼠在每日 10:00~12:00 时间段灌胃给药,连续 4 周。

2.4.2 观察及测定指标

(1) 大鼠体重及血糖测定

所有大鼠每周末一天,禁食 12 h,进行尾静脉采血测定空腹血糖,详细记录各组大鼠的体重和状态,具体分析多糖对 STZ 诱导糖尿病大鼠的空腹血糖和体重的影响。

(2) 葡萄糖糖耐量测定

连续灌胃 28 d 后,自由饮水,禁食 12 h 后,次日早晨对所有的大鼠进行糖耐量的测定,灌胃给药 2.0 g/kg 葡萄糖溶液,测定 0、30、60、120 min 时间段的血糖,记数据,

按下面的公式来计算血糖曲线下面积(AUC)。

$$AUC = (a + 2b + 3c + 2d) \div 4$$

公式中, AUC 为血糖曲线下面积, mmol/L; a 、 b 、 c 、 d 为灌胃葡萄糖

溶液 0、30、60、120 min 后的血糖值。

(3) 大鼠肝糖原测定

连续灌胃 28 d 后, 用 10% 水合氯醛麻醉, 各组大鼠处死, 取所有大鼠肝脏, 按照肝糖原测定试剂盒说明书进行操作, 检测大鼠的肝糖原含量。

2.4.3 数据处理

所有实验数据以平均值(Mean)±标准差(sd)来表示。采用 SPSS 21.0 软件(SPSS Inc, Chicago, IL, USA)进行单因素方差分析和差异显著性分析, $P < 0.05$ 表示差异显著, 有统计学意义。

3 结果与分析

3.1 芜菁中性多糖对各组大鼠体重的影响

用 STZ 造模 72 h 后, 糖尿病大鼠出现饮水量增大、进食量增多, 排尿量也增多、典型“三多一少”的症状有所改善, 尤其是从第 2 周开始症状特别明显。实验期间空白组大鼠体重都逐步增加, 活动敏捷, 毛色越来越光泽。芜菁中性多糖对大鼠体重的影响, 见表 1, 同一行比较空白组大鼠在整个实验过程中后体重明显增加, 与空白组比较, 模型组大鼠体重第 3 周开始明显下降, 具有统计学差异($P < 0.05$)。给药后与模型组相比, 对照组、芜菁中性多糖高、中剂量组大鼠的体重从第 3 周开始明显下降, 具有统计学意义($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。芜菁中性多糖低剂量组

与模型组比, 无显著性差异($P > 0.05$), 根据“三多一少”的典型症状, 糖尿病大鼠的体重第 1 周与第 4 周体重有明显的差异, 体重逐渐下降趋势, 说明在整个实验期间内治疗药物对糖尿病大鼠体重都有影响。

3.2 芜菁中性多糖对大鼠空腹血糖影响

连续灌胃 4 周, 每周末测定各组大鼠的空腹血糖, 考察给药期间各组大鼠

的空腹血糖的变化, 结果见表 2。同一列比较造模成功后的大鼠血糖值明显高于空白组, 同一行比较, 4 周给药期间模型组大鼠的血糖值比较稳定, 没有发生自我恢复的情况。二甲双胍对照组大鼠的血糖值与模型组相比, 具有显著性差异($P < 0.05$), 说明实验方案是可行的。芜菁中性多糖各剂量组大鼠血糖从第 3 周开始明显降低, 其中, 高、中剂量组大鼠血糖值与模型组相比, 具有显著性差异($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。以上的结果说明, 可以说芜菁中性多糖对糖尿病大鼠具有较好的降血糖作用。

3.3 对大鼠糖耐量影响结果

给药 28 d 结束后, 准备的葡萄糖 2.0 g/kg 口服液给予各组大鼠, 测定 0、30、60、90、120 min 时间段的血糖值, 按照数据分析各组大鼠的糖耐量, 结果见表 3。葡萄糖糖耐量试验可判断大鼠耐受葡萄糖的能力, 根据耐受葡萄糖的强弱判断给药后胰岛 β 细胞对血液中血糖调节的能力。本次糖耐量的试验中, 灌胃葡萄糖 30 min 后, 空白组大鼠的血糖含量升到最高点, 后续逐渐恢复, 在 120 min 时回复到正常血糖水平。模型组大鼠灌胃葡萄糖 30 min 后, 血糖达到最高水平, 后来一直维持比较高的血糖水平, 说明

表 1 芜菁中性多糖对大鼠体重的影响($n=12$)
Table 1 Effect of neutral polysaccharide from Brassica rapa L. on body weight of rats ($n=12$)

组别	体重/g				
	给药前	第 1 周	第 2 周	第 3 周	第 4 周
空白组	426.41±35.28	442.10±38.66	461.19±43.81	464.44±41.15	468.94±42.82
模型组	392.39±49.94	401.25±51.23*	422.67±47.16*	373.99±65.4*##	394.92±63.2*#
阳性对照组	385.32±37.85	391.25±44.24*	382.64±46.45**#	390±27±49.56*	376.99±50.7**
多糖高剂量组	328.51±38.34	358.45±32.86**#	333.85±31.97**#	345.37±48.91**	336.7±22.46**#
多糖中剂量组	349.45±39.12	355.51±43.71**#	347.23±56.01**#	334.22±58.66**	335.03±58.53**#
多糖低剂量组	360.39±50.03	380.48±44.34**	385±53.83**	376.92±77.36**	375.86±74.54**

注: 与空白组相比, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$; 与模型组相比 # $P < 0.05$, ## $P < 0.01$ 。

糖尿病大鼠糖耐量降低。在各个给药组中,二甲双胍阳性对照组、芫菁中性多糖高、中剂量组在 120 min 后血糖基本上恢复原来的水平,芫菁中性多糖低剂量组大鼠表现出糖耐量降低的特征。连续给药 28 天后,二甲双胍对照组与芫菁中性多糖高、中、低剂量组 AUC 低于模型组,与模型组相比,具有差异($P<0.05$ 或 $P<0.01$)。二甲双胍阳性对照组、芫菁中性多糖高、中、低剂量组的 AUC 高于空白组,与空白组比较有极显著差异($P<0.01$)。芫菁中性多糖高、中、低剂量组均具有降低血糖曲线下面积的趋势,且成一定的量效关系,有效的改善大鼠的糖耐量,提高糖尿病大鼠对葡萄糖的耐受性,有助于稳定大鼠的血糖水平。

3.4 肝糖原含量测定

连续灌胃 4 周后,取所有组大鼠的肝脏,按照肝糖原试剂盒相关说明进行操作,测定各组大鼠的肝糖原含量,测定结果见表 4。肝糖原是哺乳动物体内重要的能量储存物质。糖原在体内分布广泛,主要集中在肝脏和骨骼肌,其中肝糖原能够维持体内的血糖平衡重要的意义。表 4 可知,与空白组比较,糖尿病大鼠的肝糖原含量极显著($P<0.01$),具有统计学意义。以上的测定结果表明,其他组

与模型组相比,阳性对照组,芫菁中性多糖高剂量组、中、低剂量组大鼠的肝糖原含量有明显升高,极显著差异($P<0.01$)。连续灌胃 4 周芫菁中性多糖后,中、高剂量组肝糖原含量明显高于二甲双胍对照组,以上的数据说明芫菁中性多糖很好地促进糖尿病大鼠肝糖原的储存。

4 结论与讨论

本研究通过测定芫菁中性多糖对糖尿病大鼠的体重、空腹血糖、糖耐量的影响来初步验证了芫菁中性多糖的降血糖作用。芫菁中性多糖明显的降低糖尿病大鼠的血糖,有效的改善糖耐量,提高糖尿病大鼠对葡萄糖的耐受性,有助于稳定大鼠血糖水平,很好地促进糖尿病大鼠肝糖原的储存。芫菁中性多糖的降血糖机制可能是促进肝糖原的合成、抑制肝糖原的分解以及提高外周组织的胰岛素敏感性等^[21]。这只是一个芫菁提取物中性多糖对糖尿病的降血糖作用的初步探讨,芫菁中性多糖对糖尿病的作用机制的研究远远不够,还有待于更进一步动物实验和临床实验的研究。芫菁药材资源丰富,具有很广阔的开发前景及科研价值,希望通过今后的研究能够使芫菁药材得到充分的开发利用。

表 2 各组大鼠空腹血糖值测定结果($n=12$)
Table 2 Results of fasting blood glucose measurement in each group ($n=12$)

组别	血糖/(mmol/L)				
	给药前	第 1 周	第 2 周	第 3 周	第 4 周
空白组	6.26±0.66	6.22±0.58	6.20±0.75	5.64±0.55	6.06±0.64
模型组	20.76±9.00	23.51±9.37**	20.60±8.69**	17.98±7.46**	17.61±6.45*
阳性对照组	22.85±8.70	25.27±6.94**	22.07±7.20**	20.93±5.87**#	16.68±6.28**#
多糖高剂量组	24.55±6.16	29.68±3.40**#	28.37±3.54**#	21.31±2.10**	19.01±3.08**#
多糖中剂量组	24.99±6.34	26.40±4.80**	25.16±5.15**	20.90±2.31**	19.95±2.51**#
多糖低剂量组	21.15±9.94	27.45±5.97**	22.47±7.80**	18.20±7.85**	17.06±4.98**#

注:与空白组相比,* $P<0.05$,** $P<0.01$;与模型组相比# $P<0.05$,## $P<0.01$ 。

表 3 糖尿病大鼠的糖耐量影响($n=12$)
Table 3 Effect of glucose tolerance in diabetic rats ($n=12$)

组别	AUC/(mmol/L)	血糖/(mmol/L)			
		0 min	30 min	60 min	120 min
空白组	12.85±1.31	5.68±0.57	7.14±0.62	6.70±1.07	5.68±0.76
模型组	54.48±3.24**	22.70±4.75**	30.61±1.63**	28.33±1.32**	25.68±0.95**
阳性对照组	33.50±13.96***	11.90±7.00	19.5±6.65***	19.83±7.08***	15.40±7.10***
多糖高剂量组	45.56±9.63**	17.74±6.57	23.56±4.67**	24.94±5.26**#	21.28±4.93**
多糖中剂量组	50.75±3.61**	18.86±2.83	28.32±1.88**	29.96±2.16**	23.64±1.55**
多糖低剂量组	40.13±10.43***	9.20±3.94	22.26±5.67***	22.88±5.66**	18.82±4.94***

注:与空白组相比,* $P<0.05$,** $P<0.01$;与模型组相比# $P<0.05$,## $P<0.01$ 。

表 4 肝糖原含量测定结果($n=3$)
Table 4 Determination of hepatic glycogen content in diabetic rats ($n=3$)

组别	给药剂量/(g/kg)	肝糖原含量/(mg/g)
空白组	—	10.17±0.35
模型组	—	3.76±0.21**
对照组	0.20	4.63±0.25***
多糖高剂量组	0.20	6.59±0.31***
多糖中剂量组	0.10	6.02±0.08***
多糖低剂量组	0.05	5.35±0.18***

注: 与空白组相比, * $P<0.05$, ** $P<0.01$; 与模型组相比, # $P<0.05$, ## $P<0.01$ 。

参考文献

- 唐伟敏, 金露, 谢亮华, 等. 芫菁多糖的分离纯化、化学结构及其抗疲劳动物试验研究[J]. 中国食品学报, 2018, 18(12): 22–31.
Tang WM, Jin L, Xie LH, et al. Isolation, purification, chemical structure and anti-fatigue animal test of polysaccharide from phthalocyanine [J]. Chin J Food Sci, 2018, 18(12): 22–31.
- 李雅双, 刘杰, 包瑛, 等. 芫菁水溶性多糖的结构分析[J]. 食品与发酵工业, 2015, 41(8): 175–180.
Li YS, Liu J, Bao Y, et al. Structural analysis of water soluble polysaccharides from phthalocyanine [J]. Food Ferment Ind, 2015, 41(8): 175–180.
- 陈文彬, 史毅, 张博文, 等. 恰玛古黄酮类化学成分及其药理活性研究进展[J]. 江西中医药大学学报, 2019, 31(3): 115–118.
Chen WB, Shi Y, Zhang BW, et al. Advances in studies on chemical constituents and pharmacological activities of flavonoids [J]. J Jiangxi Univ Tradit Chin Med, 2019, 31(3): 115–118.
- Itoh T, Ninomiya M, Nozawa Y, et al. Chalcone glycosides isolated from aerial parts of *Brassica rapa* L. ‘hidabeni’ suppress antigen-stimulated degranulation in rat basophilic leukemia RBL-2H3 cells [J]. Bioorgan Med Chem, 2010, 18(19): 7052–7057.
- 陈卓尔, 李敏, 王小静, 等. 大孔吸附树脂对维药恰麻古粗多糖脱色纯化工艺研究[J]. 应用化工, 2017, 46(2): 230–233.
Chen ZR, Li M, Wang XJ, et al. Study on the decolorization and purification process of polysaccharides from uygur medicine [J]. Appl Chem, 2017, 46(2): 230–233.
- 阿依夏古丽·巴卡斯. 芫菁酸性多糖 BRAP-2 抗肺癌活性及免疫调节作用研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学, 2019.
Ayixiaguli BKS. Study on anti-lung cancer activity and immune regulation of turnip acid polysaccharide BRAP-2. [D]. Urumqi: Xinjiang Medical University, 2019.
- 王花, 包国雁, 张萍, 等. 高原药食两用植物芫菁醚提取物对衰老小鼠免疫器官和 SOD、MDA、GSH-Px 水平的影响[J]. 时珍国药, 2014, 25(1): 58–60.
Wang H, Nie GY, Zhang P, et al. Effects of phthalocyanine ether extracts from plateau herb and food on immune organs and SOD, MDA and GSH-Px levels in aging mice [J]. Lishizhen Med Mater Med Res, 2014, 25(1): 58–60.
- Guerreiro I, Oliva-Teles A, Enes P. Improved glucose and lipid metabolism in European sea bass fed short-chain fructooligosaccharides and xylooligosaccharides [J]. Aquaculture, 2015, 441: 57–63.
- 楚秉泉. 西藏芫菁的抗缺氧功能成分分离及其作用机制研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2017.
Chu BQ. Isolation of anti-hypoxia functional components from tibetan turnip and its mechanism [D]. Hanzhou: Zhejiang University, 2017.
- Xiao C, Wu Q, Zhang J. Antidiabetic activity of *Ganoderma lucidum* polysaccharides F31 down-regulated hepatic glucose regulatory enzymes in diabetic mice [J]. J Ethnopharmacol, 2017, 196(1): 47–57.
- Jaacks LM, Siegel KR, Gujral UP, et al. Type 2 diabetes: A 21st century epidemic [J]. Best Pract Res Clin Endocrinol Metabol, 2016, 30: 331.
- Yanbo F, Zhiwei H, Wei W, et al. Tangganjian decoction ameliorates type 2 diabetes mellitus and nonalcoholic fatty liver disease in rats by activating the IR S/PI3K/AKT signaling pathway [J]. Biomed Pharmacoth, 2018, 106(6): 733–737.
- 张国锁, 张淑红, 张运峰, 等. 杏鲍菇多糖对糖尿病小鼠的降血糖作用[J]. 中国食用菌, 2019, 38(1): 38–40.
Zhang GS, Zhang SH, Zhang YF, et al. Hypoglycemic effect of *Pleurotus eryngii* polysaccharide on diabetic mice [J]. Chin Edible Fungi, 2019, 38(1): 38–40.
- Xie M, Hao HJ, Cheng Y, et al. Adipose-derived mesenchymal stem cells ameliorate hyperglycemia through regulating hepatic glucose metabolism in type 2 diabetic rats [J]. Biochem Biophys Res Commun, 2016, 483(1): 435.
- 胡建业, 吉冰洁, 卫夏怡, 等. 禹白附中多糖的提取及抗氧化抗菌活性研究[J]. 河南城建学院学报, 2018, 27(6): 82–86.
Hu JL, Ji BJ, Wei XY, et al. Study on extraction and antioxidant antibacterial activity of polysaccharides from Fubai Fuzhong [J]. J Henan Urban Construct Coll, 2018, 27(6): 82–86.
- 冯娜, 王素敏. 车前子多糖抗肿瘤作用的实验研究[J]. 天津药学, 2018, 30(6): 1–4.
Feng N, Wang SM. Experimental study on anti-tumor effect of *Psyllium chinensis* polysaccharide [J]. Tianjin Pharm, 2018, 30(6): 1–4.
- 顾嘉林, 康宁, 李德海, 等. 酸性黑木耳多糖协同抗凝血作用分析[J]. 现代食品科技, 2017, 33(6): 45–52.
Gu JL, Kang N, Li DH, et al. Analysis of synergistic anticoagulant effect of acid black fungus polysaccharide [J]. Mod Food Technol, 2017, 33(6): 45–52.
- Farhangi MA, Javid AZ, Dehghan P. The effect of enriched chicory inulin on liver enzymes, calcium homeostasis and hematological parameters in patients with type 2 diabetes mellitus: A randomized placebo-controlled trial [J]. Prim Care Diabet, 2016, 10, (4): 265–271.
- 符映均. 香菇多糖对肿瘤微环境免疫调节作用的研究进展[J]. 现代药物与临床, 2019, 34(9): 2870–2875.
Fu YJ. Advances in studies on the immunomodulatory effects of lentinan

on tumor microenvironment [J]. Mod Med Clin, 2019, 34(9): 2870–2875.

- [20] 陈卓尔. 维药恰麻古多糖结构特征及其免疫活性的初步研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学, 2017.

Chen ZE. Preliminary Study on structural characteristics and immunological activity of uyghuric medicine Qiama [D]. Urumqi: Xinjiang Medical University, 2017.

- [21] 马春宇, 于洪宇, 王慧娇, 等. 苦瓜总皂苷对 2 型糖尿病大鼠降血糖作用机制的研究[J]. 天津医药, 2014, (4): 321–324.

Ma CY, Yu HY, Wang HJ, *et al.* Study on the mechanism of total saponins of momordica charantia in lowering blood sugar [J]. Tianjin Med, 2014, (4): 321–324.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



海仁古丽·麦麦提, 硕士研究生, 主要研究方向为天然药物研究与开发。
E-mail: 1106802956@qq.com



海力茜·陶尔大洪, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为天然药物研究与开发。
E-mail: hailiqian2471@sina.com

“农兽药残留研究与检测”专题征稿函

食用农产品中农药、兽药残留问题是国内外广泛关注的课题。本刊特组织“**农兽药残留研究与检测**”专题, 征集的稿件主要围绕**农兽药残留标准制定与风险评估、农兽药的代谢与迁移转化、农兽药残留样品前处理方法、农兽药残留检测技术与应用、农兽药残留现场检测技术、农兽药残留市场监测与结果分析等或者您认为与本专题相关有意义的领域**。该专题计划在 2020 年 4 月出版。

本刊主编吴永宁研究员与编辑部全体成员特邀请有关食品领域研究人员为本专题撰写稿件, 综述、研究论文和研究简报均可。请在 **2020 年 3 月 1 日**前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并经审稿合格后优先发表。

同时烦请您帮忙在同事之间转发一下, 再次感谢您的关怀与支持!

投稿方式(注明专题农兽药残留研究与检测):

网站: www.chinafoodj.com(备注: 投稿请登录食品安全质量检测学报主页-作者

登录-注册投稿-投稿选择“**专题: 农兽药残留研究与检测**”)

邮箱投稿: E-mail: jfoodsq@126.com(备注: 农兽药残留研究与检测专题投稿)

《食品安全质量检测学报》编辑部