

## 软枣猕猴桃多糖降血糖降血脂活性研究

刘延吉<sup>1</sup>, 刘金凤<sup>1</sup>, 田晓艳<sup>2</sup>, 王晓东<sup>3</sup>, 王立新<sup>3</sup>, 任大明<sup>\*1</sup>

(1. 沈阳农业大学 生物科学技术学院, 辽宁 沈阳 110886; 2. 辽宁石油化工大学 环境与生物工程学院, 辽宁 抚顺 113001; 3. 辽宁省分析科学研究院, 辽宁 沈阳 110015)

**摘要:** 通过腹腔注射四氧嘧啶建立糖尿病小鼠模型, 以 3 种不同剂量的纯化软枣猕猴桃多糖(主要组分 APP 由木糖和葡萄糖组成, 摩尔比分别为 1 : 0.29 和 1 : 4.6)灌胃, 以蒸馏水、格列本脲为对照, 21 d 后, 处死小鼠, 取血, 分离肝脏测定各组小鼠 0、21 d 时空腹血糖值和 21 d 时糖耐量, 结果表明: 糖尿病小鼠灌胃软枣猕猴桃多糖显著降低空腹血糖、提高糖耐量、增加肝糖原, 降低血脂水平。

**关键词:** 软枣猕猴桃; 多糖; 糖尿病; 降血糖; 降血脂

中图分类号: S 663.4 文献标识码: A 文章编号: 1673-1689(2012)01-086-04

## Polysaccharide of Actinidia Arguta and Activity of Blood Glucose and Lipid of Decline

LIU Yan-ji<sup>1</sup>, LIU Jin-feng<sup>1</sup>, TIAN Xiao-yan<sup>2</sup>, WANG Xiao-dong<sup>3</sup>,  
WANG Li-xin<sup>3</sup>, REN da-ming<sup>\*1</sup>

(1. College of Biotechnology, Shenyang Agriculture University, Shenyang 110866, China; 2. Environmental Technology and Biotechnology College, Liaoning University of Petroleum & Chemical Technology, Fushun 113001, China; 3. Liaoning Province Academe of Analytic Science, Shenyang 110015, China)

**Abstract:** The target of this manuscript is to elucidate the effect of purified polysaccharide (AAP) extracted from Actinidia arguta on the Diabetes Mellitus mouse induced by injecting alloxan. For this, three different doseage of polysaccharide (AAP) from Actinidia arguta was feed to mouse for 21 days, then the index of blood and liver was determined, the result demonstrated that diabetic mice fed with Actinidia arguta polysaccharides can significantly reduce fasting blood glucose levels, improve glucose tolerance in diabetic mice and increase hepatic glycogen content, and decrease blood lipid levels.

**Key words:** actinidia arguta, polysaccharide, diabetes mellitus, decrease blood glucose, decrease blood lipid

糖尿病(Diabetes Mellitus, DM)是一种常见的代谢紊乱疾病,是继肿瘤、心脑血管疾病之后第三大危害人类健康的非传染慢性病<sup>[1]</sup>。据 WHO 统

计 1999 年全球糖尿病患者已经达 2 亿,预计到 2030 年将增加到 3.6 亿,并预测 21 世纪糖尿病将在发展中国家流行<sup>[2-4]</sup>。糖尿病治疗上除注射胰岛

收稿日期: 2011-02-21

基金项目: 辽宁省科技攻关项目(2008204005)。

作者简介: 刘延吉(1959-),男,辽宁大连人,农学博士,教授,主要从事植物次生物质研究。Email: yanjiliu@yahoo.com.cn

\*通信作者: 任大明(1959-),男,辽宁锦州人,农学博士,教授,主要从事生物工程研究。Email: rendaming@126.com

素外,主要口服西药磺脲类和双胍类降血糖药物,起效迅速、疗效明显,但长期服用副作用显著。和西药作用相比,天然降糖食品不仅来源广泛,而且具有高效无任何毒副作用的特点<sup>[5]</sup>。研究发现,多糖具有多种生物活性,在临床上具有广泛的使用价值,多糖的保健功能是目前保健食品功能因子中研究的热点之一,包括调节免疫力、抗氧化、抗突变、抗肿瘤、降血脂降血糖等活性<sup>[6]</sup>。

研究发现,源自茶叶、南瓜、当归、人参、大麦、玉米、枸杞、红景天、青钱柳、刺五加、黄芪等天然植物的多糖均具有显著的降血糖效果<sup>[7]</sup>,但降糖机制目前尚不清楚。软枣猕猴桃多糖的降血糖研究尚无报道,作者对软枣猕猴桃果实性状次生物质、营养成分、RAPD、果实软化机理及组织培养进行了系统的研究<sup>[8]</sup>,提取纯化软枣猕猴桃多糖,鉴定多糖的组分,探讨对四氧嘧啶性糖尿病小鼠的降血糖降血脂作用,为研制降血糖功能食品开发提供一定的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料、试剂与仪器

软枣猕猴桃纯化多糖(AAP),沈阳农业大学生物科技学院提供,提取物中总糖质量分数为85.8%,主要组分2个,均由木糖和葡萄糖组成,摩尔比分别为1:0.29和1:4.6;雄性小白鼠,体重18~22 g,购自沈阳药科大学。

四氧嘧啶:sigma公司产品;格列本脲:北京太平洋药业有限公司产品;血糖检测试剂盒:上海荣盛生物药业有限公司产品;总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)测定试剂盒:南京建成制剂公司产品。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 四氧嘧啶糖尿病小鼠模型的建立与分组

小鼠适应性喂养3 d,造模时小鼠禁食不禁水12 h,一次性腹腔注射四氧嘧啶200 mg/kg,(以生理盐水配成质量分数2%溶液)后自由进食,72 h后尾静脉取血,测定血糖值(mmol/L),取血糖值>11.1 mmol/L者为建模成功小鼠。将建模成功小鼠随机分为5组,每组10只,即分为模型组(灌胃等量蒸馏水)、药物治疗组(100 mg/kg 格列本脲)、软枣猕猴桃多糖低剂量(100 mg/kg)、中剂量(200 mg/kg)、高剂量(400 mg/kg),另取10只健康小鼠为正常对

照组(灌胃等量蒸馏水)。各组按10 mL/kg给药,每天灌胃一次,连续21 d。

#### 1.2.2 指标测定

- 1) 血糖的测定 采用葡萄糖-过氧化物酶法。
- 2) 糖耐量的测定 采用李彩霞等的改良葱酮方法<sup>[9]</sup>。
- 3) 肝糖原含量测定 采用葱酮法测定肝糖原含量。
- 4) 血脂三项测定 按血清胆固醇、甘油三酯、高密度脂蛋白试剂盒说明书的方法进行测定。

1.2.3 数据处理 用SPSS17.0软件进行统计学处理,单因素方差分析检验组间显著性差异,各项指标以 $\bar{x} \pm s$ 表示, $P < 0.05$ 表示差异显著, $P < 0.01$ 表示差异极显著。

## 2 结果与分析

### 2.1 AAP对糖尿病小鼠血糖的影响

建模后,各小组血糖与正常对照组比差异显著,给药后,药物对照组及各多糖剂量组均显著降低糖尿病小鼠血糖升高,其中高剂量组的血糖下降百分率为33.27%,接近药物治疗水平,与糖尿病模型组比较差异极显著( $P < 0.01$ )。可见,软枣猕猴桃多糖可有效降低糖尿病小鼠的高血糖水平。

表1 AAP对糖尿病小鼠血糖的影响

Tab. 1 Effect of Actinidia arguta polysaccharide on fasting blood glucose of alloxan-induced diabetic rat

组别	剂量/(mg/kg)	血糖值/(mmol/L)	
		给药前	给药后
正常对照组	100	7.56 ± 0.43 <sup>A</sup>	6.15 ± 0.35 <sup>aA</sup>
模型组	100	15.17 ± 0.61 <sup>B</sup>	15.90 ± 0.41 <sup>bB</sup>
药物治疗组	100	15.67 ± 0.79 <sup>B</sup>	9.89 ± 0.44 <sup>cC</sup>
多糖低剂量组	100	16.76 ± 1.36 <sup>B</sup>	12.17 ± 0.49 <sup>dD</sup>
多糖中剂量组	200	16.00 ± 0.47 <sup>B</sup>	11.35 ± 0.87 <sup>deC</sup>
多糖高剂量组	400	15.21 ± 0.87 <sup>B</sup>	10.15 ± 0.33 <sup>ceC</sup>

注:肩标小写字母完全不同者为差异显著( $P < 0.05$ );肩标大写字母完全不同者为差异显著( $P < 0.01$ )。

### 2.2 AAP对糖尿病小鼠糖耐量的影响

由表2可见,各组动物给予葡萄糖后血糖开始升高,0.5 h左右达到高峰,2 h时降到正常水平。灌胃多糖的小鼠血糖水平与血糖曲线下面积(AUC)均显著低于模型对照组,软枣猕猴桃多糖可

拮抗血糖升高,有效缓解糖尿病小鼠糖耐量降低。

表 2 APP 对糖尿病小鼠糖耐量的影响

Tab. 2 Effect of Actinidia arguta polysaccharide on the glucose tolerance in diabetic rat

组别	血糖值/(mmol/L)			AUC
	0 h	0.5 h	2 h	
正常对照组	5.81±0.54**	13.93±0.59**	7.03±0.86**	20.66**
模型组	16.38±0.35	21.48±0.81	18.50±0.64	39.45
药物治疗组	8.85±0.68**	16.71±1.49*	9.64±1.10**	26.15**
多糖低剂量组	13.15±1.18**	16.74±1.96*	9.05±0.65**	26.82**
多糖中剂量组	12.86±0.29**	13.18±1.61**	9.71±0.72**	23.68**
多糖高剂量组	10.06±0.90**	13.78±2.04**	7.81±1.13**	22.15**

注:与糖尿病模型组比较,\* P<0.05,\*\* P<0.01。

### 2.3 AAP 对糖尿病小鼠肝糖原质量分数的影响

由表 3 可知,多糖低、中、高剂量组均增加糖尿病小鼠肝糖原质量分数,比模型组分别增加了 22.9%,26.1%和 40.07%;多糖低剂量组达到显著水平(P<0.05),中、高剂量组极达到显著水平(P<0.01),软枣猕猴桃多糖在提高肝糖原含量上作用显著,其中高剂量组效果最佳,超过了药物治疗水平。

### 2.4 AAP 对糖尿病小鼠血脂的影响

表 4 血脂结果表明,与模型对照组相比,软枣猕猴桃多糖的低中高 3 个剂量组,可明显对抗四氧嘧啶所致糖尿病小鼠血脂代谢紊乱,均能使糖尿病小鼠血清 TC、TG 明显降低,HDL-C 显著上升,均有显著的统计学差异,低、中、高剂量组及药物对照组与模型组相比,TC 质量分数分别降低了 17.89%,19.10%,25.20%,22.36%,TG 质量分数分别降低了 40.49%,48.47%,56.44%,

59.51%,HDL-C 质量分数分别升高了 28.25%,33.53%,37.29%,31.06%。说明软枣猕猴桃多糖还存在增加糖尿病小鼠 HDL-C、降低 TC、TG 质量分数,调节血脂的作用。

表 3 APP 对糖尿病小鼠肝糖原质量分数的影响

Tab. 3 Effect of Actinidia arguta polysaccharide on glycogen in diabetic rat

组别	动物数	肝糖原 质量分数/(mg/g)
正常对照组	10	8.98±0.27
模型组	10	5.01±0.39
药物对照组	10	6.74±0.33**
多糖低剂量组	10	6.50±0.29*
多糖中剂量组	10	6.78±0.26**
多糖高剂量组	10	6.78±0.26**

注:与糖尿病模型组比较,\* P<0.05,\*\* P<0.01。

表 4 APP 对糖尿病小鼠血脂的影响

Tab. 4 Effect of Actinidia arguta polysaccharide on the TC, TG and HDL-C levels in diabetic rat

组别	总胆固醇	甘油三酯	高密度脂蛋白胆固醇
	TC/(mmol/L)	TG/(mmol/L)	HDL-C/(mmol/L)
正常对照组	1.70±0.19	0.67±0.06	1.98±0.11
模型组	2.46±0.06	1.63±0.08	1.11±0.42
药物治疗组	1.91±0.14**	0.66±0.07**	1.61±0.08**
多糖低剂量组	2.02±0.12*	0.97±0.16**	1.56±0.38**
多糖中剂量组	1.99±0.10*	0.84±0.12**	1.67±0.15**
多糖高剂量组	1.84±0.14**	0.71±0.04**	1.77±0.10**

注:同一指标与模型对照相比,\* P<0.05,\*\* P<0.01。

### 3 结 语

糖耐量异常属于代谢综合症范畴,当胰岛素生理作用降低,无法维持正常血糖水平时,继之出现糖耐量减退(IGT),引起空腹血糖增高,随着病情的发展,血糖将进一步增高而引起糖尿病并发症<sup>[10]</sup>。研究结果显示:软枣猕猴桃多糖能有效增加糖尿病小鼠糖耐量,说明软枣猕猴桃多糖可拮抗由外源性葡萄糖引起的血糖升高现象。

肝脏是糖代谢最主要的器官之一,主要是通过促进糖原合成及葡萄糖利用、抑制糖异生等途径使血糖降低。四氧嘧啶性糖尿病小鼠肝脏糖代谢出现紊乱,糖原合成降低、葡萄糖利用减少、糖异生加强,导致血糖升高<sup>[11]</sup>。研究结果表明:软枣猕猴桃多糖能显著增加糖尿病小鼠肝糖原含量,说明软枣猕猴桃多糖对小鼠的糖代谢过程起到保护作用,增加肝糖原的贮存,从而达到降低血糖浓度的作用。进一步说明软枣猕猴桃多糖降低血糖、改善糖耐量

的作用可能是通过调节糖代谢、促进肝糖原合成、减少肝糖原分解而引起的。

近年来研究表明,四氧嘧啶诱导的糖尿病小鼠模型,在出现高糖血症的同时,也会并发高脂血症。调整或降低血脂已成为防治糖尿病及并发症的有力措施之一。实验结果表明:软枣猕猴桃多糖能明显降低糖尿病模型小鼠血清中总胆固醇、甘油三酯,明显升高高密度脂蛋白,使机体血脂水平趋于正常,防止糖尿病导致的脂类代谢紊乱,对糖尿病并发症有防治作用。

综上所述,软枣猕猴桃多糖可有效降低糖尿病小鼠血糖血脂水平,增加糖尿病小鼠糖耐量及肝糖原含量,可能是软枣猕猴桃多糖对四氧嘧啶致糖尿病小鼠的胰岛 $\beta$ 细胞有一定的修复作用,使胰岛素分泌增多,改善糖代谢和脂代谢,从而降低血糖和血脂水平,其确切机理尚需进一步探讨。研究为新型降糖制剂研究提供一定的理论依据,得到一种新的、纯天然的天然功能食品。

### 参考文献(References):

- [1] 范玉生. 马齿苋多糖降血糖作用研究[D]. 杨陵:西北农林科技大学,2008.
- [2] Hogan P, Dall T, Nikolov P. Economic costs of diabetes in the US in 2002[J]. *Diabetes Care*, 2003, 26(3): 917-932.
- [3] Cefalu W. Economics of diabetes—cost impact of not treating diabetes early and intensively[J]. *Clinical Cornerstone*, 2004, 6(2): 51-60.
- [4] Hossain P, Kawar B. Obesity and diabetes in the developing world growing challenge[J]. *N Engl J Med*, 2007, 356(3): 213.
- [5] 陶明煊,王峰,刘俊,等. 金顶侧耳多糖降血糖作用研究[J]. *食品科学*, 2009, 30(15): 227-230.  
TAO Ming-xuan, WANG Feng, LIU Jun, et al. Hypoglycemic effect of pleurotus citrinopileatus polysaccharide[J]. *Food Science*, 2009, 30(15): 227-230. (in Chinese)
- [6] 施晓艳,王忠民,于振海,等. 不同葡萄多糖体外抗肿瘤作用的比较研究[J]. *中外葡萄与葡萄酒*, 2008, 4: 23-25.  
SHI Xiao-yan, WANG Zhong-min, YU Zhen-hai, et al. Comparative study on the inhibitory effects of different kinds of grape polysaccharides on tumor cell lines in vitro[J]. *Sino-Overseas Grapevine & Wine*, 2008, 4: 23-25. (in Chinese)
- [7] 罗祖友,胡筱波,吴谋成. 植物多糖的降血糖与降血脂作用[J]. *食品科学*, 2007, 28(10): 596.  
LUO Zhu-you, HU You-bo, WU Mou-cheng. Hypoglycemic and antilipemic effects of plant polysaccharides[J]. *Food Science*, 2007, 28(10): 596-600. (in Chinese)
- [8] 刘延吉,朱雪媿,田晓艳. 辽宁地区软枣猕猴桃果实性状次生物质鉴定及营养分析[J]. *沈阳农业大学学报*, 2010, (2): 228-230.  
LIU Yan-ji, ZHU Xue-ti, TIAN Xiao-yan. The actinidia arguta fruit character, secondary substance identify and nutrient analyses in liaoning[J]. *Jurnal of Shenyang Agricultural University*, 2010, (2): 228-230. (in Chinese)
- [9] 刘延吉,耿书,田晓艳. 辽宁地区五种野生软枣猕猴桃 RAPD 遗传多样性分析. *北方园艺*, 2010, 225(18): 130-132.  
LIU Yan-ji, ZHU Xue-ti, TIAN Xiao-yan. A primary analysis on random amplified polymorphic DNA in five Actinidia arguta species from Liaoning Province[J]. *Northern Horticulture*, 2010, 225(18): 130-132. (in Chinese)
- [10] 李彩霞,李佳英,李军. 2 型糖尿病胰岛素释放试验与糖耐量试验结果对比[J]. *职业与健康*, 2008, 24(7): 634-635.  
LI Cai-xia, LI Jia-ying, LI Jun. Comparison between the results of type II diabetes insulin release test and glucose tolerance test[J]. *Occupation and Health*, 2008, 24(7): 634-635.
- [11] 蔡英兰,金香子,李善花,等. 榛花的降血糖作用及其机理的实验研究[J]. *时珍国医国药*, 2005, 16(11).  
CAI Ying-lai, JIAN Xiang-zi, LI Shan-hua, et al. The effects and mechanisms of hazel's flower on decreasing blood sugar[J]. *LISHIZHEN Medicine and Material Medica Research*, 2005, 16(11): 1085-1087. (in Chinese)