

胡芦巴胶的降血糖疗效

A. M. M. Khatir 曹霖 方涛

(无锡轻工大学食品学院, 无锡 214036)

摘要 为研究胡芦巴胶对体内血糖水平的影响,进行了动物疗程实验,对于患阿脉糖尿病鼠,每天每千克体重分别添加 0.18, 0.9 和 4.5 g 的补充胡芦巴胶膳食;而对于正常鼠,添加量为每天每千克体重 4.5 g,实验期为 32 d. 对于这两类鼠,胡芦巴胶有显著的降血糖功效 ($P < 0.05$ 和 $P < 0.01$),尤其对于病鼠,0.9 g/(kg·d) 和 4.5 g/(kg·d) 的剂量,降血糖作用显著,并且降血糖效果取决于剂量的大小。

关键词 胡芦巴;半乳甘露聚糖;胶体;糖尿病;胆固醇

分类号 TS218

0 前 言

胡芦巴 (*Trigonella foenum graecum*) 起源于北非、中东(当地称 hillba)和印度,是一种终年生豆类植物,很久以前,这种植物被引入中国。

胡芦巴胶是由种子胚乳衍生的半乳甘露聚糖,其结构以 β -D-(1,4) 键连接而形成骨架,侧链为以 α -D-(1,6) 键相连的 α -D-吡喃半乳糖基团。与瓜耳胶和刺槐豆胶相比,胡芦巴胶具有较高的粘度,且粘度取决于半乳糖与甘露糖的比例。胡芦巴胶中的这一比例,不同文献的报道各不相同^[2-4]。

据报道,胡芦巴种子具有降胆固醇和治疗糖尿病的功效^[4-7]。Ribes et al^[8]研究了胡芦巴种子对患阿脉糖尿病鼠的降血糖及降胆固醇作用,并认为这种疗效源于胶中的脱脂成分,其中富含膳食纤维和皂角苷。与此相反 Amin Riad et al^[7]发现,对于链脲佐菌素糖尿病患病鼠,经 4 周喂食胡芦巴种子后,并没有影响血糖水平。有文献认为,胡芦巴种子的降血糖效果是由于胚乳及种皮中富含的胶体^[8]。而 Sauvaire et al^[9]认为胡芦巴的降胆固醇作用是源于富含皂角苷的部分。由种子提取的胶凝部分含有大量的半乳甘露聚糖,正常鼠服后,体内的血糖水平会有显著降低^[4]。胶凝成分的强吸水力,缩短过渡时的能力以及抑制空腹效果是其降血糖功效的主要原因^[4]。

在本文中,通过对正常鼠及阿脉糖尿病患病鼠的针对性喂养,并通过测它们的体内血糖来评价胡芦巴胶的食疗效果。

1 原料与方法

1.1 原料

胡芦巴种子购于无锡菜市。

1.2 胶的分离

胡芦巴种子先经研磨,玻璃状的胚乳和种皮仍以较大片形存在,而胚被研磨成极细的颗粒,经过 40 目筛网筛分,胚乳和种皮被保留在筛网上层,收集后放入水中于 4℃ 下浸泡过夜。得到的粘性液再经 40 目筛网筛分,剩余物用水洗涤。此过程重复数次直至在剩余物中无粘性液残留。收集粘性液并离心 (3000 g) 10 min 以去除不溶成分。离心溶液中加入乙醇以形成 70% 乙醇体积分数,乙醇提取液经收集、冷冻干燥后,其固形提取物再研磨成细微粉末。

1.3 检测方法

蛋白质、水分和灰分检测根据 AOAC 1990^[10] 标准法进行,甘露糖、半乳糖比例用气相色谱^[11]和核磁共振^[12]检测。

1.4 动物试验

选择体重为 200~250 g 的 Sprague-dawley 种雄性鼠。动物生活环境和条件为 25℃,每日日照时间 12 h,鼠群被随机分成 6 组。第一组按表 1 所列膳食标准进行喂养,第二组按 4.5 g/(kg·d) 的标准(每天每千克体重添加一定克数)添加胡芦巴胶进行喂养。其他组至少在补充喂养 30 d 以前,每天注射阿脉 (50 mg/kg),以造成糖尿病患病组。其中一组按标准膳食进行喂养,而其他组分别按 4.5, 0.9, 0.18 g/(kg·d) 添加胡芦巴胶的膳食标准喂养。一个疗程为 32 d。

表 1 标准膳食成分

一般成分	含量/(g/kg)	维生素	含量/(IU/kg)
蛋白	230	V A	15 000
脂质	80	V D	5 000
碳水化合物	520 Fiber	V E	60
灰分	53	V K	3
Ca	12		
Mg	10		
K	9		
Na	3.6		

1.5 血样分析

每 5 d 由鼠尾部提取血样,血中葡萄糖量用葡萄糖氧化法进行测定^[12]。所得数据都以“平均值±标准误差”形式记录,相关的统计分析用 t 检验法。

2 结 果

由于具有高含量的半乳甘露聚糖和极少的蛋白质含量,胡芦巴种子有玻璃状的胚乳,所以种子在研磨过程中,胚被打散而与种皮相连的胚乳仍以大颗粒形式存在。胶体由胚乳中提取,蛋白、水分以及灰分含量分别为 3.4%、7.91% 和 2.0%,表明这种胶体纯度较高。胶体完全水解后放出 D-半乳糖和 D-甘露糖。对组成糖的气相色谱和 C¹³核磁共振分析表明,甘露糖与半乳糖的比例测定值分别为 1.05 和 1.1。

2.1 胡芦巴胶对正常鼠群血糖的作用

表 2 表明,按标准膳食(表 1)并添加 4.5 g/(kg·d) 剂量的胡芦巴胶,喂养 32 d 后的正常鼠群的葡萄糖水平,与按标准膳食喂养的鼠进行比较,其血样中葡萄糖水平从第 19 天 ((3.8±1.1) mmol/L) 开始有显著下降 (P<0.05)。在喂养 25 d 后,血糖水平达到最低值。

((2. 6± 0. 99) mmol/L). 疗程结束时 (对应表 2 中第 32 天的数据) 血糖水平为 (2. 8± 0. 65) mmol/L. 实验中可得以下关系:

$G \cdot t - 3. 3722t - 2. 3579 = 0, 1 \leq t \leq 32, 3. 4457 \leq G \leq 5. 7301$. 其中: G 是葡萄糖水平, t 为天数

自由度 $df = 9$, 相关系数 $r = 0. 7238^*$ (* : $P < 0. 05$).

表 2 葫芦巴胶对正常鼠及患病鼠体内血糖水平的影响 mmol/L

鼠群	胶服用量 (g/kg° d)	以开始食疗喂养为基准的时间 /d																	
		5 d 前		1 d 前		1		6		12		19		25		32		39	
正常	控制	4.6	2.5	6.2	3.1	6.8	3.0	5.7	1.8	4.4	1.6	6.9	1.4	5.0	1.1	5.4	2.3	5.6	1.3
	4.5	5.8	2.2	6.2	3.1	5.4	2.6	4.4	1.9	4.0	1.4	3.8	1.1	2.6	0.9	2.8	0.7	4.3	1.1
患阿服糖 尿病	控制	26.9	4.7	25.0	6.9	26.3	7.2	22.8	7.8	22.0	7.7	19.8	6.0	21.0	5.0	19.8	6.0	23.8	5
	4.5	25.5	9.9	26.8	6.7	26.7	9.9	20.3	9.9	16.2	7.7	14.7	4.4	10.4	3.8	8.9	3.4	24.3	7.7
	0.9	27.0	8.9	25.9	9.0	27.2	9.7	26.0	10	20.5	8.8	15.8	5.4	15.5	4.4	12.9	2.6		
	0.18	25.9	10	23.9	8.0	26.7	8.9	27.3	9.8	22.1	7.9	23.3	6.6	20.0	5.7	16.7	3.6	26.9	9.8

注: 1) 10只鼠为一组,测得数据用平均值±标准误差形式列出; 2) 阿服药剂已于 30 d 以前注射.

2.2 葫芦巴胶对患病鼠血糖水平的疗效作用

表 2 反映了患病鼠经不同剂量葫芦巴胶喂养 (4. 5, 0. 9, 0. 18 g/(kg° d)) 后的血糖水平. 在注射阿服前血糖水平为 (6. 2± 2. 33) mmol/L, 在葫芦巴胶治疗前血糖水平为 (25. 00± 6. 89) mmol/L. 经葫芦巴胶喂养治疗后, 3 组病鼠体内血糖均有了下降, 且下降幅度取决于服用剂量. 对于 4. 5 g/(kg° d) 的服用剂量, 第 12 天 ((16. 2± 7. 7) mmol/L) 血糖水平有明显下降 ($P < 0. 05$); 疗程结束时下降到最低 ((8. 9± 3. 47) mmol/L) 水平 ($P < 0. 01$). 血糖水平下降过程在整个疗程中可分为两个阶段, 第一阶段从疗程的第 1 天开始到第 17 天, 有以下关系:

$G \cdot t - 17. 1592t - 10. 7725 = 0, 1 \leq t \leq 17, 17. 7901 \leq G \leq 27. 9317$. $df = 4$, $r = 0. 8166^*$.

第二阶段从第 17 天开始到疗程结束, 有以下关系:

$G \cdot t + 0. 4411t - 299. 985 = 0, 17 \leq t \leq 32, 8. 9472 \leq G \leq 17. 2051$. $df = 4$, $r = 0. 9207^{**}$ (** : $P < 0. 01$).

根据以上等式, 对于 4. 5 g/(kg° d) 的剂量, 血糖临界值 ($G = 13. 8$) 在疗程第 21 天出现, 当病鼠以 0. 9 g/(kg° d) 的剂量进行治疗时, 血糖水平的下降有以下关系:

$G = 28. 0714 - 0. 5131t, 1 \leq t \leq 32, 8. 9472 \leq G \leq 27. 5583$. $df = 9, r = 0. 9784^{**}$. 血糖临界值在疗程第 27 天出现, 血糖水平在疗程结束时最低 ((12. 9± 2. 66) mmol/L).

用 0. 18 g/(kg° d) 剂量对病鼠治疗, 血糖最低值为 (16. 7± 3. 85) mmol/L, 这比血糖水平临界值要高. 这表明此剂量并不能充分使病鼠的血糖降到正常水平. 虽然血糖水平下降不明显, 但在疗程第 17 天后, 其下降趋势仍是有规律的, 存在以下关系:

$G = 0. 6248t + 36. 3067, 17 \leq t \leq 32, 16. 3131 \leq G \leq 25. 6851$. $df = 4$, $r = 0. 9534^{**}$.

3 讨 论

研究表明,对于正常鼠、病鼠进行 32 d 胡芦巴胶喂养,可降低血糖水平。这一结果与 Evans et al^[1]和 Sharma^[6]的结论相符。在本文研究所涉及的胡芦巴胶剂量范围内,其降血糖功效与喂食剂量大小呈正比。

4.5 g/(kg·d)和 0.9 g/(kg·d)的添加剂量,分别于第 12 天和第 19 天开始对血糖水平有明显下降功效,血糖临界值分别在治疗的第 21 天和第 27 天出现。0.18 g/(kg·d)的剂量在治疗过程中并未显现明显的降血糖功效,在疗程结束时最低血糖水平为 (16.7 ± 3.58) mmol/L,比血糖临界值要高。此结果与 Khosla et al^[13]的结论相符。

胡芦巴胶有高的粘度并符合膳食纤维的定义。那么它可作为治疗糖尿病的功能因子。根据有关文献,高纤维食品对所有类型糖尿病均有治疗效果^[6]。Madar 和 Shomer^[14]报导胡芦巴胶有吸水能力,并能缩短过渡时间,抑制空腹,这是该胶体具有糖尿病疗效的主要原因。一般认为,纤维胶凝剂可能直接抑制鼠肠中一定的消化与运输功能^[15],Evans et al 已经研究了胡芦巴胶、刺槐豆胶、瓜耳胶的降胆固醇和降血糖功能,他们认为这种功能取决于半乳糖与甘露糖比例。此比值越大则降胆固醇降血糖作用越明显。作者的研究表明,胡芦巴胶中半乳糖与甘露糖含量相近 (1: 1.05),此比值高于瓜耳胶和刺槐豆胶。

综上所述,胡芦巴胶对糖尿病有潜在的血糖控制作用,并取决于剂量,在本文所涉及的剂量范围内,服用剂量越大,该作用越显著。有关胡芦巴种子粉毒理学的研究最近也有报导,根据 Rao et al^[16]的研究报道,以 10% 和 20% 的剂量对试验鼠进行喂养,血液中的 Hb、PCV、WBC 值以及像 SGOT、SGPT 等功能性酶的活力,和血清中碱性磷酸盐均未因胡芦巴胶的添加而受影响。在有关组织病理学研究中,对不同组织的检测表明,胡芦巴胶的食用并不会对组织产生明显影响。胡芦巴胶是一种新型的有益膳食纤维,尚未用作食品添加剂。作者已将其应用于面包粉中并发现这样能提高面包品质和生面团的品质(另文报道)^[17]。

参 考 文 献

- 1 Evans J A, Hook L R, Oakenfull G D, et al. Relationship between function of dietary fibre: a comparative study of the effect of three galactomannans on cholesterol metabolism in rats. *J Nutr*, 1992, 68: 217~ 229
- 2 Bociek M S, Izzard J M, Morrison A, et al. The ¹³C-NMR spectra of (1-6) α-D-galactosyl-(1-4) β-D-mannans. *Carbohydr Res*, 1981, 93: 279~ 283
- 3 Maier H, Anderson M, Carl C, et al. Guar locust bean tara and fenugreek gums. In Whister L R And BeMiller (ed). *N J Industrial gums*. New York: Academic Press INC, 1995: 218~ 226
- 4 Madar Z, Shomer I J. Polysaccharides composition of gel fraction derived from fenugreek and its effect on starch digestion and bile acid absorption in rats. *J Agric food Chem*, 1990, 38: 1535~ 159
- 5 Shani J, Glodschmied A, Joseph B, et al. Hypoglycemic effect of *Trigonella foenum graecum* and *luminus termis* seed and their major alkaloid in alloxan-diabetic and normal rats. *Arch. Int Pharmacodyn Ther*, 1974, 210: 27~ 36
- 6 Sharma R D. An evaluation of hypocholesterolemic factor of fenugreek seeds in rats. *Nutr Rep Int*, 1986, 29: 1267~ 1273
- 7 Amin R yiad M, Abdul-Ghani Abdul-Salam S, Soleiman Mohammad S. Effect of fenugreek seeds and lupine seeds on the development of the experimental diabetes in rats. *Planta Med*, 1988: 286~ 290
- 8 Ribes G Y, Sauvaire Y, Baccou J C, et al. Antidiabetic effect of subfractions from fenugreek seeds in diabetic dogs. *Proc Soc Exp Biol Med*, 1986, 182: 159~ 166
- 9 Sauvaire Y, Ribes G Y, Baccou J, et al. Implication of steroid saponin and sapogenins in the hypocholesterolemic effect of fenugreek. *Lipids*, 1991, 26: 191~ 197

- 10 AOAC, 1990, Official Methods of Association of Official Analytical Chemists.
- 11 Alberahiem P, Nevins J D, English D P, et al. A method for the analysis of sugars in plant cell wall polysaccharides by gas liquid chromatography. *Carbohydr Res*, 1967, 5 430~ 439
- 12 Washko M E, Rice E W. Analysis of blood glucose using glucose oxidase method. *Clin Chem*, 1961, 7 542~ 545
- 13 Khosla P, Gupta D D, Nagpal R K. Effect of *Trigonella foenum graecum* on blood glucose in normal and diabetic rats. *Indian J Physiol Pharmacol*, 1995, 39 173~ 174
- 14 Madar Z, Fenugreek (*T Foenum graecum*) as means of reducing postprandial glucose level in diabetic rats. *Nutr Rep Int*, 1984, 29 1267~ 1273
- 15 Elsenhans B, Zenker D, Caspary W F, et al. Guar effect on rat intestinal absorption. *Gastroenterology*, 1984, 86 635~ 645
- 16 Rao P, Udasekhara B, Sesikeran P, et al. Short term nutritional and safety evaluation of fenugreek. *Nutr Res*, 1996, 16 1495~ 1505
- 17 Khatir A M M, 丁霄霖. 胡芦巴胶对混合粉制面包及生面团品质的影响. *无锡轻工大学学报*, 1998, 17(4): 36~ 40

Hypoglycemic Effect of Fenugreek Gum in Normal and Alloxan Diabetic Rats

Abdel-Mutaleb M. Khatir Ding Xiaolin Fang Tao

(School of Food Science & Technology, Wuxi University of Light Industry, Wuxi, 214036)

Abstract Galactomannan containing 3.49% protein, 2.09% ash, 7.91% moisture, and 1.05 galactose mannose ratio was extracted from the seeds of fenugreek. The effect of the galactomannan (gum) on the blood glucose level of the normal and alloxan diabetic rats was determined after treatment with supplemented diets containing 0.18, 0.9, and 4.5 g / kg body to the alloxan diabetic rats, and 4.5 g / kg body to the normal rats. The experiment was carried for 32 days. Fenugreek gum produced significant fall ($p < 0.05$ and $p < 0.01$) in blood glucose both in normal as well as diabetic rats when they fed with 0.9 and 4.5 g / kg doses, and the hypoglycemic effect was dose dependent.

Key words fenugreek; alloxan diabetic rats; hypoglycemic effect; galactomannan; gum

(责任编辑:秦和平)