

大米低聚异麦芽糖的润肠通便研究

周慧, 易翠平

(长沙理工大学 化学与生物工程学院, 湖南 长沙 410114)

摘要:以8周龄SPF级C57BL/6雄性小鼠为实验对象,采用复方地芬诺酯建立小鼠药物便秘模型组,同时建立麻仁丸阳性对照组、空白对照组,以及大米低聚异麦芽糖低、中、高3个剂量组.通过单因素试验对各组实验小鼠灌胃前后体重变化、排首粒黑便时间、8h内排黑便粒数、8h内所排黑便的质量、8h内所排黑便的含水率及小肠墨汁推进率进行方差分析.结果表明:便秘模型组与阳性对照组、空白对照组有显著性差异,便秘模型组建立成功;大米低聚异麦芽糖能缩短便秘小鼠排首粒黑便的时间,提高其8h内所排黑便的质量、8h内所排黑便的含水率及小肠墨汁推进率,且中剂量组的润肠通便效果较好.

关键词:大米低聚异麦芽糖;复方地芬诺酯;润肠通便

中图分类号:TS245.5;R285.5 **文献标志码:**A **DOI:**10.3969/j.issn.2095-476X.2014.06.008

Aperient bowel function for rice isomalto-oligosaccharide

ZHOU Hui, YI Cui-ping

(School of Chemistry and Biological Engineering, Changsha University of Science and Technology, Changsha 410114, China)

Abstract: The 8-week-old SPF class C57BL/6 male mice were used as experimental object, the compound diphenoxylate was adopted to establish the constipation model. At the same time, three groups were established maren pills positive control group, blank control group and rice isomalto-oligosaccharide low, medium, and high dose groups. The body weight change of experimental mice gavage before and after, the mice first defecation time, 8 h defecation number, 8 h defecation quality, 8 h defecation moisture content and small intestine propulsion rate were analyzed through single factor experiment. The results showed that there were significant differences between the constipation model group and positive control group, blank control group. Constipation model group was established successfully; rice isomalto-oligosaccharide could shorten the mice first defecation time, improve 8 h defecation quality, 8 h defecation moisture content and small intestine propulsion rate, and the aperient bowel effect of medium dose group was better.

Key words: rice isomalto-oligosaccharide; compound diphenoxylate; aperient bowel

0 引言

大米低聚异麦芽糖是采用全酶法生产的一种

功能性低聚糖,目前在乳制品(活性奶)、酒类、糖果、饮料、保健品等食品中均有应用^[1-3],其主要成分是异麦芽糖、异麦芽三糖、潘糖和异麦芽四糖,具

收稿日期:2014-10-22

基金项目:国家自然科学基金青年基金项目(31301404)

作者简介:周慧(1979—),女,湖南省衡阳市人,长沙理工大学讲师,博士,主要研究方向为粮食加工.

通信作者:易翠平(1973—),女,湖南省靖州县人,长沙理工大学教授,博士,主要研究方向为粮食加工.

有促进双歧杆菌增殖、改善肠道功能特性等作用。文献[4-6]表明,在培养基中添加适量低聚异麦芽糖(IMO)后,将双歧杆菌等菌株接种至该培养基中,观察菌群变化情况,IMO对有益菌(双歧杆菌、乳杆菌等)有增殖作用。文献[7-8]以小鼠为实验对象,在连续给予IMO受试物一段时间后,跟踪采集小鼠粪便并对其进行培养,分析各菌群生长状况,结果也表明IMO具有促进小鼠肠道双歧杆菌增殖、改善小鼠胃肠道的功能。但关于大米低聚异麦芽糖润肠通便作用的量效关系的研究还较少,其功能效果没有足够的支撑,具有不确定性,这使大米低聚异麦芽糖在保健食品中的应用受到制约。郑倩等^[9]采用复方地芬诺酯建立的小鼠药物便秘模型针对非特异性便秘,对动物无毒副作用,实验动物无需特殊喂养条件,符合动物正常状态的生理活动规律,这与万锦州等^[10]将小鼠禁食12 h后,按50 mg/kg一次灌胃复方地芬诺酯溶液的研究模型类似。

本文拟以8周龄SPF级C57BL/6雄性小鼠为实验对象,采用复方地芬诺酯建立便秘模型组、麻仁丸建立阳性对照组、空白对照组,以及大米低聚异麦芽糖低、中、高3个剂量组,分析并测定各组小鼠排首粒黑便时间、8 h内排黑便粒数、8 h内所排黑便的质量、8 h内所排黑便的含水率和小肠墨汁推进率,以考察大米低聚异麦芽糖的润肠通便效果,为其在食品中的应用奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 主要材料

SPF级C57BL/6雄性小鼠,8周龄左右,体质量23~28 g,购自湖南斯莱克景达实验动物有限公司;D900型大米低聚异麦芽糖(食品级,以优质大米为原料),江西精诚糖醇有限公司产;复方地芬诺酯片(批号0811081),江苏平光制药有限公司产;麻仁丸,武汉太福制药有限公司产。

1.2 小鼠便秘模型的建立及分组

便秘模型的建立:1)药物型便秘模型组(阴性对照组),以复方地芬诺酯灌胃;2)通便阳性对照组,以麻仁丸灌胃^[11];3)空白对照组,以蒸馏水灌胃;4)对3个剂量组,均以大米低聚异麦芽糖溶液灌胃。

阴性对照组、阳性对照组和空白对照组小鼠每天灌胃蒸馏水0.2 mL/只;低、中、高3个剂量组小鼠每天分别灌胃5 g/L,25 g/L,250 g/L的大米低聚异麦芽糖溶液0.2 mL/只(按体质量计算大米低

聚异麦芽糖灌胃量约为0.04 g/kg·bw,0.4 g/kg·bw,4.0 g/kg·bw)。实验期间自由进食,记录各组小鼠体质量的变化。

1.3 小鼠排便实验

对各组实验小鼠,连续灌胃受试样品21 d后,禁食不禁水20 h,之后对其进行灌胃:阴性对照组、阳性对照组和3个剂量组小鼠灌胃复方地芬诺酯溶液0.2 mL/只(按体质量计算约为10 mg/kg),空白对照组小鼠灌胃蒸馏水0.2 mL/只。在0.5 h后,空白对照组和阴性对照组小鼠灌胃蒸馏水与墨汁滤液各0.2 mL/只,阳性对照组小鼠灌胃麻仁丸溶液和墨汁过滤液各0.2 mL/只,低、中、高剂量组小鼠分别灌胃5 g/L,25 g/L,250 g/L的低聚异麦芽糖溶液0.2 mL/只,墨汁过滤液0.2 mL/只。

小鼠均单笼饲养(笼底铺上铁丝网,网格面积约为1 cm²,便于观察排便),室温设定为25℃,灌胃结束后,正常饮水进食。从灌胃墨汁开始,记录每只小鼠排首粒黑便时间、8 h内排黑便粒数、8 h内所排黑便的质量。收集8 h内小鼠所排黑便,在105℃下烘干至质量恒定,称量粪便烘干后恒重,按式①计算粪便含水率^[12-13]。

$$\text{粪便含水率}/\% = \left(1 - \frac{\text{粪便烘干后质量}}{\text{粪便烘干前质量}}\right) \times 100\% \quad \text{①}$$

1.4 小肠推进实验

各组实验小鼠在灌胃受试样品35 d后,禁食不禁水20 h,之后对其进行灌胃,灌胃方案同1.3,灌胃结束后,小鼠正常饮水进食,并在灌胃结束后30 min,按灌胃次序,立即脱颈椎处死小鼠,打开腹腔分离肠系膜,剪取上端自幽门、下端至回盲部的肠管,置于白瓷盘上,不加牵引轻轻将小肠平铺成直线,测量从幽门至墨汁运动前沿位移,即为墨汁推进长度,肠管全长度为小肠总长度,按式②计算墨汁推进率^[12-13]。

$$\text{墨汁推进率}/\% = \frac{\text{墨汁推进长度}}{\text{小肠总长度}} \times 100\% \quad \text{②}$$

1.5 数据处理

实验数据采用SPSS 17.0软件进行统计分析。

2 结果与讨论

2.1 大米低聚异麦芽糖对小鼠体重的影响

表1为各组实验小鼠灌胃前后体重变化结果。由表1可知,低剂量组、中剂量组小鼠在饲喂受试样品21 d和35 d后,体重变化均无显著性差异($P > 0.05$),而高剂量组小鼠体重变化则有极显著差异

($P < 0.01$); 空白对照组小鼠喂养 21 d, 体重变化有显著差异 ($P < 0.05$); 阴性对照组、阳性对照组、空白对照组小鼠喂养 35 d, 体重变化有极显著差异 ($P < 0.01$). 这表明适当剂量的大米低聚异麦芽糖有减缓小鼠体重增加的作用, 且低剂量的效果更明显, 而高剂量无明显效果. 这可能是由于大米低聚异麦芽糖属于水溶纤维, 难以被胃酶消化, 相对于一般食物热值低, 但摄入一定量后, 其产热值与其他一般食物等同. 金宗濂等^[7-8]的研究表明, IMO 有利于小鼠润肠通便, 但对小鼠体重无明显影响. 关于大米低聚异麦芽糖对小鼠体重的影响作用及机理, 尚有待更深入的研究.

表 1 各组实验小鼠灌胃前后体重变化结果 ($\bar{x} \pm s, n = 9$) g

组别	首重	21 d 称重	35 d 称重
低剂量组	27.05 ± 1.15	27.77 ± 0.69	27.82 ± 1.32
中剂量组	24.22 ± 0.83	24.92 ± 1.53	25.55 ± 1.86
高剂量组	25.29 ± 0.64	26.09 ± 0.69**	27.33 ± 0.73**
阴性对照组	24.43 ± 0.25	25.08 ± 0.92	26.20 ± 0.46**
阳性对照组	24.16 ± 0.87	25.71 ± 1.46	26.08 ± 0.87**
空白对照组	24.44 ± 0.44	25.94 ± 0.59*	26.44 ± 0.71**

注: 表中*表示差异显著, **表示差异极显著.

2.2 大米低聚异麦芽糖对便秘小鼠排黑便的影响

2.2.1 大米低聚异麦芽糖对便秘小鼠排首粒黑便时间的影响

表 2 为各组实验小鼠的排首粒黑便时间单因素方差分析结果. 阴性对照组与空白对照组小鼠的排首粒黑便时间有极显著性差异 ($P < 0.01$), 与阳性对照组小鼠的排首粒黑便时间有显著性差异 ($P < 0.05$), 表明便秘模型建立成功; 低、中、高 3 个剂量组均与阴性对照组、阳性对照组小鼠的排首粒黑便时间, 无显著性差异, 表明低、中、高剂量的大米低聚异麦芽糖有类似于阳性对照组所用麻仁丸使便秘小鼠排首粒黑便时间提前的效果, 但均不及通便药物麻仁丸效果明显.

表 2 各组实验小鼠排首粒黑便时间单因素方差分析结果 ($\bar{x} \pm s, n = 9$) 及多重比较

组别	排首粒黑便时间/min	差异显著性	
		显著	极显著
低剂量组	166.7 ± 10.4	ab	A
中剂量组	162.7 ± 4.0	ab	A
高剂量组	166.7 ± 4.2	ab	A
阴性对照组	176.7 ± 7.1	a	A
阳性对照组	161.3 ± 7.1	b	A
空白对照组	53.0 ± 14.1	d	B

2.2.2 大米低聚异麦芽糖对便秘小鼠 8 h 内排黑便粒数的影响

对各组实验小鼠 8 h 内排黑便粒数进行单因素方差分析, 结果见表 3. 由表 3 可知, 阴性对照组与空白对照组、阳性对照组小鼠 8 h 内的排黑便粒数, 均有极显著性差异, 表明便秘模型建立成功; 低、中、高 3 个剂量组与阴性对照组小鼠 8 h 内的排黑便粒数, 均有显著性差异, 与阳性对照组小鼠 8 h 内的排黑便粒数, 均无显著性差异, 表明低、中、高剂量的大米低聚异麦芽糖与阳性对照组所用麻仁丸均有使便秘小鼠通便粒数增加的效果, 且效果无明显区别; 低、中、高 3 个剂量组和阳性对照组与空白对照组小鼠 8 h 内的排黑便粒数, 均有极显著性差异, 表明低、中、高剂量的大米低聚异麦芽糖和麻仁丸对便秘小鼠的排黑便粒数增加效果不明显; 低、中、高 3 个剂量组小鼠 8 h 内的排黑便粒数, 两两组间无显著性差异, 但与阴性对照组小鼠 8 h 内的排黑便粒数, 差异显著性依次为 $P_1 = 0.039, P_2 = 0.016, P_3 = 0.021, P_2 < P_3 < P_1$, 表明不同剂量的大米低聚异麦芽糖, 对便秘小鼠排黑便粒数增加的效果由强到弱, 依次为中剂量、高剂量、低剂量.

表 3 各组实验小鼠 8 h 内排黑便粒数单因素方差分析结果 ($\bar{x} \pm s, n = 9$) 及多重比较

组别	8 h 内排黑便粒数	差异显著性	
		显著	极显著
低剂量组	21.67 ± 2.52	b	BC
中剂量组	22.67 ± 2.52	b	BC
高剂量组	22.33 ± 3.06	b	BC
阴性对照组	17.00 ± 2.00	c	C
阳性对照组	25.67 ± 2.08	b	B
空白对照组	35.33 ± 2.52	a	A

2.2.3 大米低聚异麦芽糖对便秘小鼠 8 h 内所排黑便的质量的影响

表 4 为各组实验小鼠 8 h 内所排黑便的质量单因素方差分析结果. 由表 4 可知, 阴性对照组与空白对照组、阳性对照组小鼠 8 h 内所排黑便的质量, 均有极显著性差异, 表明便秘模型建立成功; 低、中、高 3 个剂量组与阴性对照组小鼠 8 h 内所排黑便的质量, 均有显著性差异, 与阳性对照组均无显著性差异, 表明低、中、高大米低聚异麦芽糖与阳性对照组所用麻仁丸有相似的提高便秘小鼠排黑便质量的效果, 且效果均无明显区别; 低、中、高 3 个剂量组和阳性对照组与空白对照组小鼠的排黑便质量均有极显著性差异, 表明低、中、高剂量的大米低聚异麦芽糖和麻仁丸提高便秘小鼠排

黑便质量的效果不明显;低、中、高3个剂量组小鼠8 h内所排黑便的质量,两两组间无显著性差异,但与阴性对照组小鼠8 h内所排黑便的质量,差异显著性依次为 $P_1 = 0.018$, $P_2 = 0.012$, $P_3 = 0.030$, $P_2 < P_1 < P_3$,表明不同剂量的大米低聚异麦芽糖,其提高便秘小鼠排黑便质量的效果由强到弱,依次为中剂量、低剂量、高剂量。

表4 各组实验小鼠8 h内所排黑便的质量($\bar{x} \pm s, n=9$)单因素方差分析结果及多重比较

组别	8 h内所排黑便的质量/g	差异显著性	
		显著	极显著
低剂量组	0.263 2 ± 0.008 4	b	BC
中剂量组	0.264 2 ± 0.004 4	b	BC
高剂量组	0.262 0 ± 0.002 3	b	BC
阴性对照组	0.250 8 ± 0.006 4	c	C
阳性对照组	0.268 1 ± 0.003 5	b	B
空白对照组	0.395 7 ± 0.006 2	a	A

2.2.4 大米低聚异麦芽糖对便秘小鼠8 h内所排黑便的含水率的影响 表5为各组实验小鼠8 h内所排黑便的含水率单因素方差分析结果. 阴性对照组与空白对照组、阳性对照组小鼠8 h内所排黑便的含水率,均有极显著性差异,表明便秘模型建立成功;低、中、高3个剂量组与阴性对照组小鼠8 h内所排黑便的含水率,均有极显著性差异,与阳性对照组均无显著性差异,表明低、中、高剂量的大米低聚异麦芽糖和阳性对照组所用麻仁丸均有相似的提高便秘小鼠粪便含水率的效果,且效果无明显区别;低、中、高3个剂量组和阳性对照组与空白对照组小鼠8 h内所排黑便的含水率,均有极显著性差异,表明低、中、高剂量的大米低聚异麦芽糖和麻仁丸提高便秘小鼠粪便含水率的效果不明显;中剂量组与低、高剂量组小鼠8 h内所排黑便的含水率有显著性差异,且中剂量组较低、高剂量组小鼠8 h内所排黑便的含水率均较高,表明中剂量的大米低聚异麦芽糖对提高便秘小鼠排黑便含水率的效果更好。

表5 各组实验小鼠8 h内所排黑便的含水率单因素方差分析结果($\bar{x} \pm s, n=9$)及多重比较

组别	粪便含水率/%	差异显著性	
		显著	极显著
低剂量组	30.38 ± 1.41	c	BC
中剂量组	31.96 ± 0.95	b	B
高剂量组	29.20 ± 0.95	c	C
阴性对照组	26.85 ± 0.84	d	D
阳性对照组	30.74 ± 0.30	bc	B
空白对照组	34.18 ± 0.37	a	A

2.3 大米低聚异麦芽糖对便秘小鼠小肠墨汁推进率的影响

表6为各组实验小鼠的小肠墨汁推进率单因素方差分析结果. 阴性对照组与空白对照组、阳性对照组小鼠小肠墨汁推进率,均有极显著性差异,表明便秘模型建立成功;低、中、高3个剂量组与阴性对照组及阳性对照组小鼠小肠墨汁推进率,均有显著性差异,表明低、中、高剂量的大米低聚异麦芽糖具有促进便秘小鼠小肠墨汁推进率的作用,但不及阳性对照组所用麻仁丸效果明显;低、中、高3个剂量组和阳性对照组与空白对照组小鼠的小肠墨汁推进率均有极显著性差异,表明低、中、高剂量的大米低聚异麦芽糖和麻仁丸均具有促进便秘小鼠小肠墨汁推进率的作用,但效果不明显;低、中、高3个剂量组小鼠的小肠墨汁推进率,两两之间均无显著性差异,但与阴性对照组小鼠小肠墨汁推进率差异显著性明显,依次为 $P_1 = 0.036$, $P_2 = 0.009$, $P_3 = 0.020$, $P_2 < P_3 < P_1$,表明中剂量的大米低聚异麦芽糖对促进便秘小鼠小肠墨汁推进率的效果更好。

表6 各组实验小鼠小肠墨汁推进率单因素方差分析结果($\bar{x} \pm s, n=9$)及多重比较

组别	小鼠小肠墨汁推进率/%	差异显著性	
		显著	极显著
低剂量组	58.27 ± 1.57	c	CD
中剂量组	60.39 ± 6.33	c	C
高剂量组	59.17 ± 4.30	c	CD
阴性对照组	51.52 ± 2.38	d	D
阳性对照组	77.19 ± 2.50	b	B
空白对照组	100.00 ± 0.00	a	A

3 结论

本文以8周龄SPF级C57BL/6雄性小鼠为实验对象,采用复方地芬诺酯建立了小鼠药物便秘模型组,通过单因素试验分析研究了大米低聚异麦芽糖对便秘小鼠润肠通便的效果. 结果表明,低、中、高剂量的大米低聚异麦芽糖均能改善便秘小鼠润肠通便的功能,其中,中剂量的大米低聚异麦芽糖效果较好,说明大米低聚异麦芽糖是良好的润肠通便保健食材,长期摄入一定量的大米低聚异麦芽糖能达到缓解便秘的效果. 大米低聚异麦芽糖对改善便秘小鼠润肠通便的机理、适宜摄入量及食用时间还有待继续研究。

参考文献:

[1] 卢庭婷. 低聚异麦芽糖的生产和发展应用研究[J]. 轻

- 工科技,2012(8):6.
- [2] 韩叙,郭月红,赖晓英,等. 功能性低聚异麦芽糖及其在食品中的应用[J]. 中国食品添加剂,2005(3):96.
- [3] Crittenden R G, Playne M J. Production, properties and applications of food-grade oligosaccharides[J]. Trends in Food Science and Technology,1996,7(11):353.
- [4] Vernazza C L, Gibson G R, Rastall R A. Carbohydrate preference, acid tolerance and bile tolerance in five strains of Bifidobacterium[J]. Journal of Applied Microbiology, 2006,100(4):846.
- [5] 符琼. 大米淀粉酶法制备低聚异麦芽糖的研究[D]. 长沙:中南林业科技大学,2011.
- [6] Rycroft C E, Jones M R, Gibbon G R, et al. A comparative in vitro evaluation of the fermentation properties of prebiotic oligosaccharides[J]. Journal of Applied Microbiology,2001,91(5):878.
- [7] 金宗濂,王政,陈文,等. 低聚异麦芽糖改善小鼠胃肠道功能的研究[J]. 食品科学,2001,22(6):72.
- [8] 王少光,张晓峰,韩萍,等. 低聚异麦芽糖对小鼠肠道菌群及其代谢产物的影响[J]. 河南工业大学学报:自然科学版,2012,33(5):75.
- [9] 郑倩,徐华. 便秘动物模型的研究进展[J]. 临床消化病杂志,2012,24(3):189.
- [10] Wan J Z, Ma J X, Liu H. A kind of simple and easy constipation model in mice[J]. Chin Pharm Bull, 1994, 10(1):71.
- [11] 吴怡,宋凤武,张志奇,等. 麻仁软胶囊药理和临床研究进展[J]. 中草药,2010,41(9):1575.
- [12] 丁圣,蒋菁莉,刘松玲,等. 长双歧杆菌 BBMN68 对便秘模型小鼠的通便作用[J]. 食品科学,2011,32(3):195.
- [13] 黄觉非,刘晋,唐振闯,等. 小麦戊聚糖润肠通便功能的实验研究[J]. 食品研究与开发,2012,33(8):20.

(上接第24页)

气和刺激性,使上部烟叶的优良品质特性得以充分体现,而不良品质特性被抑制和去除. 通过对河南襄县、贵州遵义和云南楚雄这3个地区的B2F烟叶的膨胀率、膨胀烟丝结构和膨胀烟丝品质的比较研究发现,云南楚雄B2F烟叶相对更适合蒸汽膨胀技术的加工.

参考文献:

- [1] 张祖立,刘晓峰,李永强,等. 农作物秸秆膨化技术及膨化机理分析[J]. 沈阳农业大学学报,2001,32(2):128.
- [2] 李慧,任宏杰,姚二民. KC-2A 膨胀介质对烟丝化学成分和感官品质的影响[J]. 郑州轻工业学院学报:自然科学版,2011,26(2):21.
- [3] 张俊岭,李书芸,李晓,等. HXD 气流干燥对卷烟综合质量的影响[J]. 郑州轻工业学院学报:自然科学版,2013,28(5):35.
- [4] 杨力佳,黄海涛,杨伟祖,等. 干冰膨胀烟丝有机酸变化分析[J]. 云南化工,2002,29(4):39.
- [5] 尹启生,陈江华,王信民,等. 2002 年度全国烟叶质量评价分析[J]. 中国烟草学报,2003,9(S1):59.
- [6] 罗玲,杨杰,许自成,等. 四川烤烟烟碱和总氮含量分布特点及对评吸质量的影响[J]. 郑州轻工业学院学报:自然科学版,2012,27(1):33.