

## 复合低聚糖对肠道菌群的调节作用研究

李志刚 冉 陆  
付 萍 姚景会 杨宝兰 卫生部食品卫生监督检验所 (100021)  
陈稚峰 赵 熙

**摘 要** 对复合低聚糖制品—娃哈哈第二代 AD 钙奶(双能博士)饮料对肠道菌群的调节功能进行了研究,动物实验表明该产品对小鼠具有调节肠道菌群、增殖双歧杆菌的作用,人体试食实验结果表明它对人体具有调节肠道菌群、增殖双歧杆菌、乳杆菌的作用。

**关键词** 寡糖类 细菌 肠 人类实验 小鼠 保健食品

异麦芽低聚糖(Isomaltooligosaccharide)又称分枝低聚糖(Branching oligosaccharide),是指葡萄糖之间至少有一个以 $\alpha-1-6$ 糖苷键结合而成的,单糖数在2~5不等的一类低聚糖。低聚果糖(Fructooligosaccharide)是由蔗糖和1~3个果糖通过 $\beta-2-1$ 键与蔗糖中的果糖基结合而成的蔗果三糖、蔗果四糖和蔗果五糖及其混合物,结构式为: $G-F-F_n, n=1\sim 3$ (G为葡萄糖,F为果糖)。<sup>(1,2)</sup>异麦芽低聚糖和低聚果糖均为双歧杆菌的增殖因子,属功能性低聚糖,可选择性增殖双歧杆菌。这些功能性低聚糖被双歧杆菌代谢后会产生醋酸及乳酸,使肠道呈酸性,抑制有害菌的增殖,促进肠道的蠕动。<sup>(3,4)</sup>功能性低聚糖还具有调节人体免疫力、降低血脂、降低血压、抑制病原菌生长和腹泻及防止便秘等多种重要生理功能。<sup>(2)</sup>异麦芽低聚糖在自然界中作为支链淀粉或多糖的组成部分,在某些发酵食品如酱油、黄酒中有少量存在;工业上生产异麦芽低聚糖以淀粉制得的高浓度葡萄糖浆为底物,通过 $\alpha$ -葡萄糖苷酶催化发生 $\alpha$ -葡萄糖基转移反应而得。低聚果糖广泛存在于洋葱、蜂蜜、芦笋及麦类植物中,但含量极低,目前国内已可利用曲霉产生的果糖转移酶作用于蔗糖,规模性生产低聚果糖。<sup>(1)</sup>将异麦芽低聚糖与低聚果糖同时使用于一种功能食品中,在我国尚不多见。本文对浙江杭州娃哈哈集团生产的复合低聚糖产品—娃哈哈第二代 AD 钙奶(双能博士)饮料调节肠道菌群的作用进行了动物及人体实验,实验结果如下。

### 1 材料与方 法

1.1 受试试样 由杭州娃哈哈集团公司提供。娃哈哈第二代 AD 钙奶(双能博士)饮料为乳白色液体,浓缩至原体积1/5后,供动物实验用。未经浓缩的饮料供人体试食试验用。受试试样主要成分为:复合低聚糖 $\geq 2.0\%$ (其中异麦芽低聚糖为1.8%,低聚果糖为0.2%),蛋白质 $\geq 1.0\%$ ,维生素A 300~1000  $\mu\text{g/L}$ ,维生素D 10~40  $\mu\text{g/L}$ ,牛磺酸 100~500  $\text{mg/L}$ ,钙 400~800  $\text{mg/L}$ 。

1.2 受试动物 由中国药品生物制品检定所实验动物中心提供的健康成年雄性 BALB/c 小鼠 40 只(批准号:京管制动字 1994 第 081 号)。

1.3 受试人群 经中国医学科学院附属肿瘤医院临床体检,指标全部正常的 30 名 6~40 岁志愿者,男、女各半。

### 1.4 细菌培养方法<sup>(5)</sup>

双歧杆菌:BBL 琼脂(本实验室自制),37 $^{\circ}\text{C}$ ,48~72 h 厌氧培养;乳杆菌:LBs 琼脂(本实验室自制),37 $^{\circ}\text{C}$ ,48 h 培养;肠杆菌:EMB 琼脂(开封市医学生物研究所),37 $^{\circ}\text{C}$ ,24 h 培养;肠球菌:叠氮钠—结晶紫—七叶苷琼脂(本实验室自制),37 $^{\circ}\text{C}$ ,24 h 培养;拟杆菌:改良 GAM 琼脂(北京市明新生物技术研究所),37 $^{\circ}\text{C}$ ,48 h 厌氧

培养;产气荚膜梭菌:TSC琼脂(德国 Merck 公司),37℃,24 h 厌氧培养。

## 1.5 实验方法

1.5.1 动物实验方法 选用 40 只雄性小鼠随机分成 4 组,每组 10 只。其中 1 组为正常对照组,灌服蒸馏水,灌胃量按 0.2 mL/10g BW 计算,其余 3 组以娃哈哈第二代 AD 钙奶(双能博士)饮料浓缩液灌胃,将娃哈哈第二代 AD 钙奶(双能博士)饮料浓缩液分为 1、2、4 mL/kg BW 三个剂量组(相当于人体推荐量的 5、10、20 倍),灌胃量按 0.2 mL/10g BW 计算,每日 1 次,连续 7 d。于给受试物最后一次 24 h 后,无菌采取小鼠粪便,检测双歧杆菌、乳杆菌、肠杆菌、肠球菌,检验方法见参考文献(5)。

1.5.2 人体试食实验方法 在受试者试食试样之前,无菌采取受试者粪便,检验肠道菌群数。受试者每日服用娃哈哈第二代 AD 钙奶(双能博士)饮料 300 mL,连续 7 d。观察、记录受试者食用前后自觉症状。于给受试物最后一次 24 h 后,无菌采取受试者粪便,检测肠道菌群数。

## 2 结果

2.1 动物实验结果 娃哈哈第二代 AD 钙奶(双能博士)饮料对 BALB/c 小鼠肠道菌群调节作用的实验结果见表 1。

表 1 调节肠道菌群小鼠肠道菌群检测结果(logCFU/g,  $\bar{x} \pm s$ ,  $n = 10$ )

细 菌	正常对照组		低剂量组	
	灌服前	灌服后	灌服前	灌服后
肠 杆 菌	4.96 ± 1.54	4.37 ± 0.44	4.95 ± 0.88	4.30 ± 1.32
肠 球 菌	5.12 ± 0.47	5.37 ± 0.29	5.51 ± 0.44	4.90 ± 0.27 <sup>(2)</sup>
双歧杆菌	9.02 ± 0.34	9.00 ± 0.29	9.30 ± 0.31	9.12 ± 0.30
乳 杆 菌	8.79 ± 0.64	8.52 ± 0.42	9.00 ± 0.19	8.94 ± 0.63
细 菌	中剂量组		高剂量组	
	灌服前	灌服后	灌服前	灌服后
肠 杆 菌	3.74 ± 0.73	3.87 ± 0.76	4.44 ± 0.60	3.95 ± 0.90
肠 球 菌	5.41 ± 0.43	5.53 ± 0.47	5.58 ± 0.32	5.31 ± 0.74
双歧杆菌	9.29 ± 0.40	9.70 ± 0.45 <sup>(1)</sup>	9.18 ± 0.37	9.71 ± 0.32 <sup>(2)</sup>
乳 杆 菌	8.82 ± 0.52	8.34 ± 1.28	8.86 ± 0.31	8.87 ± 0.42

注:(1)灌服前与灌服后比较  $P < 0.05$ , (2)灌服前与灌服后比较  $P < 0.01$ 。

由表 1 可知,经口给予小鼠受试物后,小鼠肠道内的 4 种细菌数量发生变化。低剂量组灌服前与灌服后比较,肠球菌的数量明显减少,差异有极显著性( $P < 0.01$ );中剂量组灌服前与灌服后比较,双歧杆菌的数量明显增加,差异有显著性( $P < 0.05$ );高剂量组灌服前与灌服后比较,双歧杆菌的数量明显增加,差异有极显著性( $P < 0.01$ )。

## 2.2 人体试食实验结果

### 2.2.1 服用娃哈哈第二代 AD 钙

奶(双能博士)饮料前后人体肠道菌群的变化见表 2。

表 2 人体肠道菌群检测结果(logCFU/g,  $\bar{x} \pm s$ ,  $n = 30$ )

组别	肠杆菌	肠球菌	拟杆菌	产气荚膜梭菌	双歧杆菌	乳杆菌
服用受试物前	7.73 ± 0.69	6.51 ± 1.30	4.37 ± 1.53	2.05 ± 1.32	8.72 ± 0.56	7.95 ± 0.88
服用受试物后	8.01 ± 0.86	6.64 ± 1.21	4.44 ± 1.41	1.89 ± 1.17	9.85 ± 0.30 <sup>(1)</sup>	8.88 ± 0.73 <sup>(1)</sup>

注:(1)服用受试物后与服用受试物前比较  $P < 0.01$

由表 2 可知,受试人群服用娃哈哈第二代 AD 钙奶(双能博士)饮料前后,肠球菌、肠杆菌、拟杆菌的数量无明显差异( $P > 0.05$ ),双歧杆菌的数量明显增加,差异有极显著性( $P < 0.01$ );乳杆菌的数量明显增加,差异有极显著性( $P < 0.01$ );产气荚膜梭菌的数量有减少的趋势,差异无显著性( $P > 0.05$ )。

2.2.2 受试者服用娃哈哈第二代 AD 钙奶(双能博士)饮料后的反应 实验期间每天记录受试者的主诉症状,受试者服用受试物后,排便次数规律,粪便性状正常,排便通畅,无其他不良反应。

3 讨论 调节肠道菌群的组成,促进其中有益菌(如双歧杆菌、乳杆菌)的增殖,抑制有害菌的生长,可以改善

人体内部的生态环境,增进人体健康。某些不能被人体消化吸收的低聚糖,由于可被肠道菌群中的有益菌特异性利用,可以调节肠道菌群,促进双歧杆菌的增殖,减少有毒发酵产物及有害细菌酶的产生,抑制病原菌,抑制腹泻,防止便秘,保护肝脏,降低血清胆固醇等。据日高秀昌等人的实验表明,23名高龄住院患者每天服用8g低聚果糖,1周后双歧杆菌数量增加,2周后双歧杆菌数量增加到服用前的10倍,同时腐败梭菌的检出率明显下降;<sup>(6)</sup>另有人报道,健康人每天服用1g低聚果糖,2周后双歧杆菌数量明显增加,高血脂患者服用低聚果糖后,血清中的胆固醇和中性脂肪的含量显著下降,肠道内腐败物质减少。<sup>(7)</sup>1988年,河本氏等人用异麦芽低聚糖做肠内细菌发酵实验及人体服用实验,除分枝型双歧杆菌外,其它双歧杆菌均能发酵利用此种糖类,而大肠杆菌等不能利用,服用后肠道中的双歧杆菌数量明显增加。能够利用低聚果糖和异麦芽低聚糖的细菌种类不尽相同,同时摄入低聚果糖和异麦芽低聚糖可以弥补这两种低聚糖增殖有益菌效果的不足,从而更好地起到双歧增效作用。<sup>(8)</sup>

从本文的实验结果来看,由于试样娃哈哈第二代AD钙奶(双能博士)饮料同时含有低聚果糖和异麦芽低聚糖,因此可以促进人体肠道菌群中的有益菌双歧杆菌和乳杆菌的增殖。通过改善人体肠道内菌群状况,促进人体健康。

#### 4 参考文献

- 1 郑建仙,等.功能性低聚糖析论.食品科学,1997,23(1):39~46。
- 2 江波,等.低聚果糖——一种具有优越生理学特性的新型食品甜味剂.无锡轻工大学学报,1995,14(2),183~186
- 3 杨景云,主编.医学微生物学.佳木斯医学院.1991,184~193
- 4 尤新.功能食品配料——新型低聚糖.食品科学,1995,16(11):41~44
- 5 何道生,主编.厌氧菌临床与实验室检查.解放军304医院,1987,139~184
- 6 李雪驼,等.寡糖的含义及作用和在改善肠道内环境上的意义(上).中国微生态学杂志,1997,9(5):48~53
- 7 康白.与正常微生物群有关的新概念.中国微生态学杂志,1992,4(4):1~6
- 8 李雪驼,等.寡糖的含义及作用和在改善肠道内环境上的意义(下).中国微生态学杂志,1997,9(6):44~45

**Study on the regulative function of compound oligosaccharide on intestinal flora.//Li Zhigang Ran Lu Fu Ping et al./Chinese Journal of Food Hygiene.—1999,11(2):3~5**

The regulative function of compound oligosaccharide on intestinal flora was studied. The results showed that this product could regulate the intestinal flora and improve the reproduction of bifidobacteria both in mice and human experimentation. It also could improve the reproduction of intestinal lactobacillus in human being.

**Author's address** Li Zhigang, Institute of Food Safety Control and Inspection, Ministry of the Public Health, 100021 PRC

**Key words** Oligosacchorides Bacteria Intestines, Large Human Experimentation Mice Health foods

《中国食品卫生杂志》E-mail 已开通,欢迎用户  
通过 E-mail 与我们联系。我们的 E-mail 地址为:  
wsbsjs@public.sti.ac.cn