

燕麦 β -葡聚糖对小鼠肠道菌群的影响

申瑞玲^{1,2}, 王章存^{1,3}, 姚惠源¹

(1.江南大学食品学院, 江苏 无锡 214036; 2.山西农业大学动物科技学院, 山西 太谷 030801;
3.郑州轻工业学院食品与生物工程系, 河南 郑州 450002)

摘 要: 目的: 研究了两个不同分子量的燕麦 β -葡聚糖对小鼠肠道菌群的影响。方法: 选用90只昆明种小鼠, 随机分成五组(对照组和1~4四个实验组), 每组18只; 实验1、2组灌胃给予分子量 2.6×10^6 的燕麦 β -葡聚糖 $0.25\text{g/kg} \cdot \text{d}$ 和 $0.5\text{g/kg} \cdot \text{d}$, 实验3、4组给予分子量为 3.7×10^5 的燕麦 β -葡聚糖的相应剂量, 对照组给予等体积生理盐水, 灌胃期28d。分别于实验的第14d、第28d和停止灌胃后一周(35d)分析各组小鼠结肠、盲肠、直肠和粪便菌群变化, 并在实验结束时观察各组小鼠体重。结果表明: 和对照组相比, 随着灌胃时间的延长, 各实验组均可使小鼠肠道和粪便中的双歧杆菌和乳酸杆菌增值, 使大肠杆菌数量减少($p < 0.05$), 相同剂量不同分子量组间差异不大($p > 0.05$), 同一分子量高低剂量组有差异($p < 0.05$), 灌胃28d可使实验组动物体重有所下降。说明燕麦 β -葡聚糖具有调节小鼠肠道菌群的作用。

关键词: 燕麦 β -葡聚糖; 肠道菌群

Effect of Oat β -Glucan on Intestinal Flora in Mice

SHEN Rui-ling^{1,2}, WANG Zhang-cun^{1,3}, YAO Hui-yuan¹

(1.College of Food Science and Technology, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China; 2.College of Animal Science and Technology, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China; 3.Department of Food and Biological Engineering, Zhengzhou Institute of Light Industry, Zhengzhou 450002, China)

Abstract : Purpose: The aim is to investigate the effect of oat β -glucan with different molecular weights on intestinal flora in mice. Methods: 90 mice were divided into five groups (control and 1~4 groups). The group 1 and 2 were administered oat β -glucan (MW 2.6×10^6) at dose of $0.25\text{g/kg} \cdot \text{d}$ and $0.5\text{g/kg} \cdot \text{d}$ daily for 28d as well as group 3 and 4 administered oat β -glucan (MW 3.7×10^5). The control group was received the equal volume of normal saline. We analyzed the intestinal flora at 14d, 28d and 35d (after terminating oat β -glucan for 1 week) and compared body weights, pH of the intestinal contents in each group. Results The number of *Bifidobacterium* and *Lactobacillus* increased, *Enterobacillus* decreased in experimental groups compared with the control in the intestine and faeces. The same dose groups had no significant differences ($p > 0.05$), but the higher dose groups showed significant differences compared with the lower dose groups in different molecular weights ($p < 0.05$). The body weight and pH in the intestinal contents were significantly reduced in group 2 and 4 ($p < 0.05$). This study demonstrated that oat β -glucan have had the function of regulating the intestinal flora with impact on gut.

Key words: oat β -glucan; intestinal flora

中图分类号: TS245.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2005)02-0208-05

混合键(1 \rightarrow 3)(1 \rightarrow 4)- β -D-葡聚糖, 简称 β -葡聚糖, 是一种主要存在于谷物胚乳和糊粉层细胞壁的非淀粉多糖, 在燕麦中有较高的含量, 它是一种黏性多糖, 也是一种优质的水溶性膳食纤维, 具有多种生理功能, 在1997年美国食品和药物管理局(FDA)就提出, 每日饮食中包含有一定量的燕麦食品, 可以减少

心血管疾病发生的危险。这一主张建议每天至少要消耗3g或更多的燕麦 β -葡聚糖水溶性膳食纤维^[1], 因为, 燕麦 β -葡聚糖已经证实具有降低血液总胆固醇和低密度脂蛋白胆固醇的作用^[2]; 此外, 燕麦 β -葡聚糖还可以改善糖尿病人的血糖水平, 具有调节血糖作用等多种生理功能^[3], β -葡聚糖的这些生理作用发挥的机理认为和

收稿日期: 2004-03-23

作者简介: 申瑞玲(1967-), 女, 副教授, 在读博士, 研究方向为粮食深加工及副产品综合利用。

β-葡聚糖的粘性以及它在消化道的消化吸收机制有关。然而,粘性多糖的研究已有多年,关于这类物质对肠道功能影响的研究主要集中在相应的膳食纤维对肠道功能的发酵方面的影响^[4],而在对肠道菌群的调节等方面的研究较少。从现有资料来看,关于肠道菌群的调节物质的研究,在糖类主要是寡糖类物质,如大豆低聚糖^[5]、异麦芽低聚糖^[6]等,多糖调节肠道菌群的报道很少,为此,我们选用两种不同分子量燕麦β-葡聚糖作为实验材料,研究了它对正常小鼠肠道菌群的影响。

1 材料与方法

1.1 试验材料 两种不同分子量的燕麦β-葡聚糖,由本实验室自制,原料为燕麦(A.nude L.)麸皮。

提取工艺流程:燕麦麸→灭酶→加水搅拌提取→离心收集上清液→加酶去淀粉、去蛋白→乙醇沉淀→离心收集沉淀→加水复溶→20%硫酸铵沉淀→收集沉淀→β-葡聚糖(OG),经检测β-葡聚糖含量90%~92%。

用凝胶过滤色谱法测定β-葡聚糖的相对分子量分布,样品OG₈₀号:80℃热水提取,经测定分子量约为2.6×10⁶;样品OG₃₇号,37℃水提取,经测定分子量为3.8×10⁵。

1.2 实验动物及分组 23~25g健康的昆明种雄性小鼠90只,由山西医科大学实验动物中心提供(合格证号:山医07010号,清洁级)。实验动物购得后适应饲养3d,之后随机分为5组,每组18只,对照组、实验1、2、3和4组,各组喂以基础饲料(由山西医科大学实验动物中心提供);每日给小鼠灌胃,实验1、2组灌胃给予OG₈₀,实验3、4组灌胃给予OG₃₇,灌胃剂量分别为0.25g/kg·d和0.5g/kg·d,对照组小鼠灌胃给予同体积

生理盐水。各组小鼠均自由取食和饮水,灌胃期28d。

1.3 肠道菌群分析

分别于实验的第14d、28d以及第35d(即停止灌胃后一周)各组取6只小鼠,在无菌条件下取鼠粪0.2g,并将小鼠断颈处死后立即于无菌操作室称取0.1~0.2g结肠、直肠、盲肠内容物,在粪便以及肠道内容物中加入灭菌的生理盐水,将其分别稀释到10⁻¹~10⁻⁷,选择合适的稀释度样品50μl分别接种于选择性培养基上进行培养,每个稀释度做三个平行板。

培养基及培养条件:(1)大肠杆菌:麦康凯培养基,37℃,需氧培养24h后进行菌落记数;(2)乳酸杆菌:SL培养基(实验室自制);双歧杆菌:PTYG培养基(实验室自制),乳酸杆菌和双歧杆菌均在37℃,厌氧培养48h进行菌落记数。在菌落记数前先挑取特征性菌落,进行形态和生化实验,鉴定其菌属。每克粪便或肠道内容物的菌落数CFU/g=菌落数×10⁸×20(10⁸为菌落数相对应的稀释度,20为换算常数),结果以每克粪及肠内容物中的细菌菌落数的对数值表示。

1.4 小鼠体重变化

分别于实验前及实验结束时对各组实验小鼠称重,记录它们的体重变化。

1.5 统计方法

试验数据采用SPSS统计软件进行显著性检验。

2 实验结果

2.1 实验各组小鼠肠道大肠杆菌的菌群变化(见表1)

从表1可见,两个不同分子量的燕麦β-葡聚糖均可不同程度的使肠道大肠杆菌减少,第14d第4组可以减少各肠断大肠杆菌;到28d各个实验组肠杆菌的减少

表1 燕麦β-葡聚糖对小鼠肠道大肠杆菌的影响(log cfu/g, $\bar{X} \pm S, n=6$)
Table 1 The effects of oat β-glucan on intestinal *Enterobacteriaceae* numbers of mice in different groups (log cfu/g, $\bar{X} \pm S, n=6$)

项目	对照组	第1组	第2组	第3组	第4组
第14d					
结肠	5.80 ± 0.23 ^a	5.35 ± 0.08 ^a	5.38 ± 0.11 ^a	5.53 ± 0.27 ^a	5.29 ± 0.06 ^b
盲肠	6.66 ± 0.18 ^a	6.42 ± 0.17 ^a	5.76 ± 0.34 ^a	6.32 ± 0.30 ^a	5.96 ± 0.15 ^b
直肠	7.78 ± 0.08 ^a	6.39 ± 0.27 ^{ac}	6.02 ± 0.13 ^{bc}	6.43 ± 0.15 ^{ac}	5.98 ± 0.14 ^b
第28d					
结肠	5.14 ± 0.31 ^a	4.51 ± 0.30 ^{bc}	4.16 ± 0.41 ^{bc}	4.58 ± 0.33 ^{ac}	4.50 ± 0.37 ^b
盲肠	5.86 ± 0.10 ^a	5.18 ± 0.23 ^b	4.93 ± 0.31 ^b	5.06 ± 0.21 ^b	4.84 ± 0.22 ^b
直肠	5.90 ± 0.14 ^a	5.42 ± 0.09 ^b	5.05 ± 0.18 ^{bc}	4.83 ± 0.37 ^{bc}	4.73 ± 0.24 ^c
第35d					
结肠	5.68 ± 0.23 ^a	5.06 ± 0.42 ^b	5.09 ± 0.19 ^b	5.10 ± 0.29 ^b	4.90 ± 0.25 ^b
盲肠	6.51 ± 0.38 ^a	6.20 ± 0.26 ^{ac}	5.62 ± 0.28 ^b	6.27 ± 0.32 ^{ac}	5.83 ± 0.17 ^{bc}
直肠	6.62 ± 0.21 ^a	6.24 ± 0.30 ^{ac}	6.11 ± 0.25 ^{bc}	5.96 ± 0.46 ^{bc}	5.95 ± 0.11 ^{bc}

注:同一行标有不同小写字母者表示差异显著 p < 0.05。

都很明显，高低剂量组间有一定差异性。停止灌胃后，各组大肠杆菌数目有所回升，但各实验组结肠中以及两个高剂量组盲肠和直肠大肠杆菌仍明显比对照组下降。

2.2 实验各组小鼠肠道双歧杆菌的菌群变化(见表2)

从表2可见，第14d，两个分子量的高剂量组都可以明显使增加肠道双歧杆菌数量，且和低剂量组有显著差异性；随着灌胃时间延长，各实验组肠道双歧杆菌增值明显，特别是结肠和盲肠部位。停止给予β-葡聚糖一周后，各实验组双歧杆菌数量仍不同程度地高于对照组。

2.3 实验各组小鼠肠乳酸杆菌的菌群变化(见表3)

从表3可见，在14d，以第4组乳酸杆菌增值最为

明显；第28d，各实验组肠道乳酸杆菌均有增值，且高低剂量组有差异性。两种不同分子量，以OG₃₀高剂量组对乳酸杆菌影响最为明显。灌胃停止后一周，肠道乳酸杆菌仍高于对照组。

2.4 实验各组小鼠粪便菌群变化(见表4)

从表4可见，给予不同分子量和不同剂量的β-葡聚糖可以减少粪便中的大肠杆菌而增加双歧杆菌和乳酸杆菌数量。这和它对肠道菌群的影响一致。

2.5 灌胃前后各实验组小鼠体重变化(见图1)

从图1可见，灌胃前各组小鼠体重均匀，各组之间没有差异性(p>0.05)，灌胃28d后，各组小鼠体重增加明显，但对对照组相比，实验组各组小鼠体重均

表2 燕麦β-葡聚糖对小鼠肠道双歧杆菌的影响(log cfu/g, $\bar{X} \pm S$, n=6)
Table 2 The effects of oat β-glucan on intestinal *Bifidobacterium* numbers of mice in different groups (log cfu/g, $\bar{X} \pm S$, n=6)

项目	对照组	第1组	第2组	第3组	第4组
第14d					
结肠	9.69 ± 0.13 ^a	10.29 ± 0.28 ^{ac}	10.82 ± 0.30 ^b	10.25 ± 0.24 ^{ac}	10.88 ± 0.37 ^b
盲肠	8.50 ± 0.32 ^a	8.58 ± 0.14 ^{ac}	9.16 ± 0.28 ^b	8.59 ± 0.16 ^{ac}	9.63 ± 0.34 ^b
直肠	8.56 ± 0.18 ^a	8.93 ± 0.20 ^{ab}	9.49 ± 0.19 ^b	8.74 ± 0.16 ^{ac}	9.39 ± 0.11 ^b
第28d					
结肠	9.34 ± 0.37 ^a	10.45 ± 0.11 ^b	11.19 ± 0.16 ^b	10.48 ± 0.09 ^b	11.26 ± 0.24 ^b
盲肠	8.33 ± 0.18 ^a	9.39 ± 0.35 ^b	9.86 ± 0.16 ^b	9.84 ± 0.28 ^b	9.92 ± 0.18 ^b
直肠	8.82 ± 0.19 ^a	9.37 ± 0.22 ^{ac}	9.43 ± 0.23 ^{bc}	9.37 ± 0.29 ^{ac}	9.54 ± 0.31 ^{bc}
第35d					
结肠	9.63 ± 0.21 ^a	10.42 ± 0.43 ^{bc}	11.04 ± 0.36 ^b	10.35 ± 0.22 ^c	10.93 ± 0.41 ^b
盲肠	8.63 ± 0.18 ^a	9.03 ± 0.21 ^{ac}	9.36 ± 0.27 ^b	9.05 ± 0.14 ^{ab}	9.33 ± 0.17 ^b
直肠	8.72 ± 0.26 ^a	9.10 ± 0.29 ^{ac}	9.38 ± 0.14 ^{bc}	9.22 ± 0.17 ^c	9.47 ± 0.21 ^{bd}

注：同一行标有不同小写字母者表示差异显著 p < 0.05。

表3 燕麦β-葡聚糖对小鼠肠道乳酸杆菌的影响(log cfu/g, $\bar{X} \pm S$, n=6)
Table 3 The effects of oat β-glucan on intestinal *Lactobacilluse* numbers of mice in different groups (log cfu/g, $\bar{X} \pm S$, n=6)

项目	对照组	第1组	第2组	第3组	第4组
第14d					
结肠	9.01 ± 0.25 ^a	9.35 ± 0.32 ^{ac}	9.54 ± 0.27 ^{ab}	9.44 ± 0.22 ^{ab}	9.82 ± 0.31 ^b
盲肠	8.63 ± 0.32 ^a	8.71 ± 0.37 ^{ac}	8.87 ± 0.23 ^{ab}	8.80 ± 0.18 ^{ab}	9.02 ± 0.34 ^b
直肠	7.61 ± 0.39 ^a	7.99 ± 0.19 ^{ac}	8.57 ± 0.19 ^b	8.22 ± 0.25 ^{bc}	8.70 ± 0.21 ^b
第28d					
结肠	9.17 ± 0.25 ^a	10.04 ± 0.24 ^b	10.25 ± 0.32 ^b	10.11 ± 0.27 ^b	10.32 ± 0.28 ^b
盲肠	8.54 ± 0.18 ^a	9.00 ± 0.28 ^b	9.28 ± 0.17 ^{bc}	9.34 ± 0.19 ^{bc}	9.56 ± 0.34 ^c
直肠	7.92 ± 0.17 ^a	8.34 ± 0.61 ^b	9.20 ± 0.38 ^c	8.82 ± 0.26 ^{bc}	9.16 ± 0.25 ^c
第35d					
结肠	9.18 ± 0.21 ^a	9.87 ± 0.33 ^{bc}	9.95 ± 0.17 ^{bc}	9.71 ± 0.12 ^{ac}	10.16 ± 0.24 ^{bc}
盲肠	8.53 ± 0.24 ^a	8.84 ± 0.37 ^a	9.15 ± 0.25 ^b	9.07 ± 0.28 ^b	9.20 ± 0.18 ^b
直肠	7.85 ± 0.18 ^a	8.54 ± 0.15 ^{ac}	8.99 ± 0.26 ^b	8.64 ± 0.17 ^{bc}	9.01 ± 0.29 ^b

注：同一行标有不同小写字母者表示差异显著 p < 0.05。

表4 燕麦β-葡聚糖对小鼠粪便菌群的影响(log cfu/g, $\bar{X} \pm S$, n=10)
Table 4 The effects of oat β-glucan on faeces flora of mice in different groups(log cfu/g, $\bar{X} \pm S$, n=6)

项目	对照组	第1组	第2组	第3组	第4组
第14d					
大肠杆菌	6.83 ± 0.13 ^a	6.54 ± 0.30 ^b	6.42 ± 0.34 ^b	6.81 ± 0.08 ^a	6.57 ± 0.13 ^b
双歧杆菌	8.03 ± 0.30 ^a	8.60 ± 0.18 ^b	8.84 ± 0.32 ^b	8.37 ± 0.21 ^a	8.70 ± 0.25 ^b
乳酸杆菌	7.49 ± 0.20 ^a	7.98 ± 0.26 ^{ac}	8.42 ± 0.18 ^b	8.11 ± 0.21 ^{bc}	8.43 ± 0.24 ^b
第28d					
大肠杆菌	6.69 ± 0.21 ^a	5.76 ± 0.17 ^b	5.25 ± 0.27 ^{bc}	5.56 ± 0.12 ^{bc}	5.05 ± 0.31 ^c
双歧杆菌	8.31 ± 0.14 ^a	9.22 ± 0.21 ^b	9.46 ± 0.30 ^b	9.04 ± 0.23 ^b	9.39 ± 0.34 ^b
乳酸杆菌	7.69 ± 0.23 ^a	8.34 ± 0.27 ^{ac}	9.14 ± 0.37 ^b	8.67 ± 0.34 ^{bc}	9.27 ± 0.42 ^b
第35d					
大肠杆菌	6.78 ± 0.16 ^a	6.13 ± 0.19 ^{bc}	5.73 ± 0.22 ^{bc}	6.21 ± 0.44 ^{ab}	5.52 ± 0.23 ^c
双歧杆菌	8.37 ± 0.14 ^a	9.06 ± 0.31 ^b	9.16 ± 0.22 ^b	8.96 ± 0.2 ^b	9.22 ± 0.25 ^b
乳酸杆菌	7.88 ± 0.38 ^a	8.49 ± 0.22 ^a	8.79 ± 0.06 ^b	8.58 ± 0.27 ^b	8.80 ± 0.08 ^b

注：同一行标有不同小写字母者表示差异显著 p < 0.05。

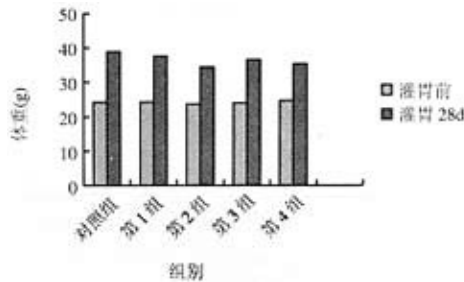


图1 灌胃前后各组小鼠体重变化(g)
Fig.1 The body weight changes of mice in experimental groups giving different dosage of oat β-glucan

有不同程度下降，第2、4组于对照组有显著差异(p < 0.05)，组间差异不明显。

3 讨论

燕麦β-葡聚糖是一种粘性多糖,人和动物体内缺乏消化β-葡聚糖的酶,所以它能够抵抗动物胃酸和消化酶的降解,在动物体内具有一定的抗营养性能,这主要在于它的粘性,粘性的多糖在动物的消化道上部,可以包裹食糜,干扰食糜在肠腔的流动性,阻碍消化酶和养分的充分混合,降低营养物质的吸收,且肠道内容物的粘性会使小肠粘膜的不动水层(unstirred water layer)增厚,这种效应也降低了养分向绒毛的扩散^[7]。正是由于它的抗营养作用,造成饲料利用率下降,所以从实验结果还可以看出,添加了β-葡聚糖以后,各组小鼠体重有所下降,下降的程度于添加β-葡聚糖的量有关。

β-葡聚糖的分子量很少报道与营养研究中。本研究选用两个不同分子量的β-葡聚糖对小鼠肠道菌群进行研究,研究结果表明,不同分子量的燕麦β-葡聚糖都

能够起到调节肠道菌群的作用,能促进双歧杆菌和乳酸杆菌的增值,同时抑制大肠杆菌的繁殖,但低分子量β-葡聚糖比高分子量β-葡聚糖对肠道菌群的影响更为明显,而且两个分子量的高低剂量组间有一定的差异性。Helle N. johansen等报道^[8]平均分子量为 $2.2 \times 10^6 \sim 2.6 \times 10^6$ 的燕麦β-葡聚糖在经过猪的胃、小肠大约半小时就会降解为 $7.4 \times 10^5 \sim 1.7 \times 10^6$,经过5~7.5h,降解继续加剧,最大可以降解到比原分子量小20倍。Wood et al也观察到在大鼠小肠和鸡小肠β-葡聚糖的分子量也可以降低10倍左右,这种降解目前认为可能和肠道中的微生物活性有关^[9]。所以大分子的β-葡聚糖在到达小鼠的后肠时有部分已经降解为低聚糖,这些降解和未降解的β-葡聚糖进入小肠后部的盲肠、结肠和直肠,在这些部位蓄积,被消化道后部的微生物选择性作为营养基质并进行发酵。同时,燕麦β-葡聚糖又是一种优质的水溶性膳食纤维,有资料报道,水溶性膳食纤维能使粪便中细菌增加约50%~55%^[10],由于β-葡聚糖的水溶性较好,因此在结肠中大部分被细菌降解生成可被有益菌利用的营养物质。体外研究表明,分离的燕麦β-葡聚糖能够刺激一种双歧杆菌(*Bifidobacterium infantis*)和一种*B.bifidum*在MRS培养基上的生长^[11]; Conway et al也报道微生物细胞壁的(1→3)(1→6)-β-D-葡聚糖可以促进乳酸杆菌的生长^[12]。肠道中的双歧杆菌和乳酸杆菌在机体内的有益作用已为人们所共识,它们可以调整机体的微生态平衡,改善消化功能,增强机体的免疫力,延缓衰老,一方面多糖作为细菌发酵的底物,可以产生短链脂肪酸,另一方面,双歧杆菌和乳酸杆菌在自身的代谢中也会产生乳酸等,这会使得肠道的pH值降低,肠道的酸性环境具有较强的抑菌和杀菌作用,能够控制病原菌的生长和繁殖。乳酸菌等在肠道产生的

有机酸和细菌素(一种蛋白质),在肠道中可抑制大肠杆菌等腐败细菌的生长,因此,从实验结果可见,给小鼠添加不同分子量及不同剂量的燕麦 β -葡聚糖后,会使小鼠肠道的有益菌增值,而相应的大肠杆菌的数量则有所下降,说明燕麦 β -葡聚糖具有调节肠道菌群的功能。关于不同分子量燕麦 β -葡聚糖在消化道吸收和降解的多少以及对肠道菌群变化后对机体代谢的影响,我们将进一步研究。

4 结 论

不同分子量的燕麦 β -葡聚糖具有调节肠道菌群的作用,低分子量比高分子量效果好,高剂量比低剂量效果好,添加燕麦 β -葡聚糖对动物的体重有一定的影响。

参考文献:

- [1] Anon. Food labeling: Health claims; Oats and coronary heart disease[J]. Federal Register, 62(15): 3584-3601.
- [2] Anderson J W, Jones A E, Riddell-Manson S. The different dietary fibers have significantly different effects on serum and liver lipids of cholesterol fed rats[J]. Journal of Nutrition, 1994, 124: 78-83.
- [3] Wood P J. Evaluation of oat bran as a soluble fiber source characterization of oat β -Glucan and its effects on glycaemic response[J]. Carbohydrate Polymer, 1994, 25: 331-336.
- [4] Leslie D Bourquin, Evan C Titgemeyer, George C Fahey, et al. Fermentation of various dietary fiber sources by human fecal bacteria[J]. Nutrition research, 1996, 16(7): 1119-1131.
- [5] 刘祥,余倩,裴晓芳,等.大豆低聚糖对肠道菌群结构调节的研究[J].中国微生态学杂志,2003,15(1): 10-12.
- [6] 刘雪兰,谢幼梅,韩绍忠,等.异麦芽低聚糖对断奶仔猪肠道菌群及腹泻的影响[J].中国畜牧杂志,2003,39(5): 24-26.
- [7] 钱利纯.黏性多糖及多糖酶的研究进展[J].饲料工业,2003,24(6): 23-25.
- [8] Helle N Johansen, Peter J Wood, Kund Erik Bach kundsen. Molecular weight changes in the (1 \rightarrow 3)(1 \rightarrow 4)- β -D-glucan of oats incurred by the digestive processes in the upper gastrointestinal tract of pigs[J]. J Agric Food Chem, 1993, 41: 2437-2452.
- [9] Wood P J, Weisz J, Mahn W. Molecular characterization of cereal β -glucans. II. Size-exclusion chromatography for comparison of molecular weight[J]. Cereal Chemistry, 1991b, 68: 530-536.
- [10] Stephen A M. Mechanism of action of dietary fiber in human colon[J]. Nature, 1980, 283: 283-284.
- [11] Jaskari J, Salovaara H, Mattila-Sandholm T, et al. The effect of oat β -glucan on the growth of selected Lactobacillus spp and Bifidobacterium spp In: Aalto-Kaarlehto, T. and Salovaara, H. (Eds), Proceedings of the 25th Nordic Cereal Congress[M]. Helsinki: Univ. Helsinki, 1993. 242-244.
- [12] Conway P, Crittenden R, Henriksson A, et al. Prebiotics and probiotics[P]. International Patent application WO 98/26787, 1998.

信 息

美国研究人员研制低糖西瓜

据海外媒体报道,美国研究人员研制出一种低糖西瓜,并同时平均直径约为15厘米的小体积西瓜品种给人体健康带来的各种益处进行了调查。

这种低糖西瓜由美国农业部农业研究服务局中南区农业研究实验室的研究人员研制而成。研究人员经研究证实,西瓜中含有大量茄红素,且这种可促进人体健康的化合物在小体积西瓜品种中含量更高。

研究人员表示,这种低糖西瓜不会对西瓜原有茄红素含量造成任何影响,并和其它普通西瓜一样,口感清脆、清新爽人,满足了想控制糖摄入量、又想品尝到西瓜美味人群的需要。

研究显示,西瓜中所含茄红素是形成为人喜爱的西瓜口味的重要成分,这种成分能减少某些种类癌症的发病率、并减少患心脏病的风险。