

4 种重要功能性低聚糖的研究进展*

单黎然¹, 龚月桦², 贾建光¹, 罗瑛婕³

(1 西北农林科技大学 国家生命科学与技术人才培养基地, 陕西 杨凌 712100;
2 西北农林科技大学 生命科学学院, 陕西 杨凌 712100; 3 兰州大学 药学院, 甘肃 兰州 730000)

[摘要] 对低聚异麦芽糖、大豆低聚糖、低聚果糖和低聚木糖 4 种功能性低聚糖的化学组成、分布及生理功效进行了阐述, 并分析了功能性低聚糖研究中存在的问题, 最后对其应用前景作了展望。

[关键词] 功能性低聚糖; 低聚异麦芽糖; 大豆低聚糖; 低聚果糖; 低聚木糖; 理化特性; 生理功能

[中图分类号] O 629. 12

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2006)07-0096-05

低聚糖是由 2~ 10 个同种或不同种单糖分子构成的聚合物。功能性低聚糖是低聚糖的一类, 其单糖分子间结合位置特殊, 在人或动物体内找不到相应的代谢酶系, 不能作为能量供体, 但却可以发挥以增殖体内双歧杆菌为主的众多保健功能^[1-2]。因此, 功能性低聚糖作为一类新兴的功能性食品, 被单独制成保健品或添加于

食品中。早在 20 世纪 80 年代初期, 一些功能性低聚糖产品在日本就已形成了工业化规模生产^[3-4]。欧洲一些国家如比利时、荷兰、法国等, 也有多年开发低聚糖的历史, 并将其用于低能量食品^[3, 5-6]。我国对功能性低聚糖的研究始于 20 世纪 80 年代, 于“九五”期间形成工业规模和达到产品产业化, 近年来由于其巨大的市场潜力越来越受到人们的重视^[7-8]。本文

对目前研究最多、应用最广泛的低聚异麦芽糖(Iso-malto oligosaccharide, MO)、大豆低聚糖(Soybean oligosaccharide, SBO S)、低聚果糖(Fructooligosaccharide, FOS)、低聚木糖(Xylo oligosaccharide, XOS)等 4 种功能性低聚糖的化学组成与分布、理化特性、功效及研发状况进行了综述, 以期对功能性低聚糖的研究和合理开发提供参考依据。

1 功能性低聚糖的化学组成与分布

大豆低聚糖、低聚果糖、低聚木糖在植物中分布广泛, 来源较丰富。其中, 大豆低聚糖在豆科植物中含量较高; 低聚果糖普遍存在于高等植物中, 尤其在葱、牛蒡、香蕉、芦笋等植物中含量较高; 低聚木糖在竹笋、玉米芯、甘蔗渣、棉籽等作物中大量存在^[9-10]。而低聚异麦芽糖在自然界中很少以游离形式存在, 这 4 种功能性低聚糖的化学组成见表 1。

表 1 4 种功能性低聚糖的化学组成^[2, 11-13]

Table 1 Chemical composition of 4 kinds of functional oligosaccharides^[2, 11-13]

种类 Type	单体分子 Monosaccharide	单糖数 Number of monosaccharides	功能糖苷键类型 Bonds indicative of functions	功能成分类型 Functional components
低聚异麦芽糖 MO	葡萄糖 Glucose	2~ 5	α -1, 6	异麦芽三糖、异麦芽四糖、潘糖 Isomaltotriose, isomaltotetraose, panose
大豆低聚糖 SBO S	果糖、半乳糖、葡萄糖 Fructose, galactose, glucose	2~ 4	α -1, 6	水苏糖、棉子糖、蔗糖 Stachyose, raffinose, sucrose
低聚果糖 FOS	蔗糖、果糖 Sucrose, fructose	2~ 5	β -1, 2	蔗果三糖、蔗果四糖、蔗果五糖 Kestose, bifurctose, kestopentose
低聚木糖 XOS	木糖 Xylose	2~ 7	α -1, 4	木二糖、木三糖 Xylobiose, xylobtriose

2 功能性低聚糖的理化特性

2.1 甜度

功能性低聚糖常被用作功能性甜味剂, 添加于

食品中。在 20℃ 时各低聚糖产品的甜度与同温度下质量分数 10% 蔗糖溶液相比分别为: 低聚异麦芽糖 0.4~ 0.6, 大豆低聚糖 0.2~ 0.7, 低聚果糖 0.3~

* [收稿日期] 2006-03-31

[作者简介] 单黎然(1985-), 女, 浙江新昌人, 主要从事生化与分子生物学研究。E-mail: shanliran@tom.com

[通讯作者] 龚月桦(1971-), 女, 四川简阳人, 副教授, 博士, 主要从事作物生理学和植物水分生理研究。E-mail: gongyh01@163.com

0.6, 低聚木糖 0.5^[2,11]。就味质而言, 低聚异麦芽糖味质纯正; 大豆低聚糖与蔗糖甜味相似, 但回味差; 低聚果糖口感较蔗糖清爽, 不带任何后味; 低聚木糖也很清爽, 略有特殊气味。总体而言, 以上4种功能性低聚糖均可代替部分蔗糖用作甜味剂^[2,11]。

2.2 黏度

有研究^[14-15]表明, 当浓度相同时, 低聚果糖的黏度较蔗糖高; 低聚异麦芽糖的黏度与蔗糖溶液接近; 大豆低聚糖的黏度较麦芽糖低, 比异构糖高; 低聚木糖的黏度低于以上3种功能性低聚糖, 且其黏度随着温度升高而迅速下降。由此可知, 当作为食品添加剂时, 以上4种功能性低聚糖可用于食品的处理、成型。

2.3 耐热耐酸性

功能性低聚糖一般具有良好的耐热耐酸性。其中低聚木糖的稳定性最优, 当pH为2.5~8.0时相当稳定, 于100℃下加热1h几乎不分解^[14]。有研究^[14]表明, 以低聚木糖作为饮料的有效成分, 当pH值为3~4且在室温下保存3年时, 饮料中的低聚木糖残留率仍高达97%。日本已将低聚木糖添加到黑醋中, 生产出保健醋饮料; 在我国山东龙力生物科技有限公司也已推出了低聚木糖营养醋^[16-17]。边国等^[18]于2005年研制出了低聚木糖山楂醋饮料。

低聚异麦芽糖和大豆低聚糖在pH>3的环境中均有较好的稳定性, 即使经过140℃高温处理也不易分解^[19]。因此, 在一定条件下低聚异麦芽糖和大豆低聚糖均可广泛用于饮料、罐头和乳品等食品生产中。

当pH为5~7时, 低聚果糖相当稳定, 将其加热到150℃时也不会分解, 但在pH<4的酸性环境中其热稳定性会大幅度下降^[20-21]。因此, 在加工添加有低聚果糖的食品时, 要特别注意调节操作环境的pH。

2.4 保湿吸水

功能性低聚糖普遍具有良好的保持水分的能力, 这一特点使其可以作为保湿剂或保鲜剂在商品中使用^[14]。例如当低聚异麦芽糖与其他糖类混合使用时, 可以锁住水分, 防止结晶^[22]。这种优良的吸水保水能力也使功能性低聚糖具有膳食纤维的作用, 可增加大便持水性和容量, 使其易于排出^[11,20]。

3 功能性低聚糖的生理功能

3.1 直接功能

3.1.1 抗龋齿 口腔中的有害微生物(主要是变异

链球菌(*S. mutans*))能分泌葡萄糖转移酶, 将口腔中的葡萄糖转化为葡聚糖, 该糖附着于牙齿表面形成牙垢, 进而会导致龋齿。功能性低聚糖难以被唾液中的消化酶分解, 不能被变异链球菌发育所利用, 且又可在一定程度上抑制葡萄糖转移酶的作用, 从而起到预防龋齿的作用^[9,23]。研究^[24]发现, 低聚异麦芽糖中的潘糖此项功效极其明显。另外, 大豆低聚糖经过酶改性能成为一种新型低聚糖——改性大豆低聚糖(Modified Soybean Oligosaccharide), 由于较改性前有效成分的纯度得到了提高, 从而具有更好地抗龋齿功效^[25]。

3.1.2 降血脂、降胆固醇 功能性低聚糖普遍具有难消化、甜度低及热量低的特性, 所以不易转化为脂肪和胆固醇。有研究者将低聚异麦芽糖用于血液透析患者高血脂并发症的治疗, 取得了良好的效果^[26]。党国华等^[27]采用低聚木糖喂养蛋鸡, 得到了胆固醇含量显著降低的鸡蛋。研究较早和较深入的是低聚果糖, 早在1995年, 国外学者就发现低聚果糖有降血脂和胆固醇的功效^[28]。有研究资料^[29]表明, 对于血脂水平正常的个体而言, 低聚果糖的功能主要是降低血清中甘油三酯的水平, 其主要机理是通过降低肝脏中脂肪酸合成而实现的; 对于高血脂症的个体而言, 低聚果糖的主要效应是降低胆固醇含量。关于其机理, 屠友金等^[30]认为与低聚果糖发酵产物丙酸对肝脏胆固醇合成的抑制有关。

3.1.3 增殖双歧杆菌, 优化肠道菌群 双歧杆菌的活菌制剂易受许多条件的限制, 如在保存和服用方面会受到空气、胃酸、胆汁及抗生素等因素的影响, 无法达到其应有的疗效^[31]。功能性低聚糖因其具有较高的稳定性, 而难以被人和动物消化道的酶系分解。因此, 功能性低聚糖可以直达大肠, 被双歧杆菌等有益菌利用, 促进这些有益菌增殖, 而不能被有害菌所利用。这种选择性增殖作用不仅使得肠道菌群得到优化, 而且使肠道微环境得到改善^[32-33]。

项明洁等^[34]通过对30~35岁和50岁以上2个年龄段的健康人群, 服用功能性低聚糖的观察试验发现, 30~35岁人群服用功能性低聚糖后, 肠杆菌和类杆菌等有毒菌群显著减少; 50岁以上的人群服用功能性低聚糖后, 肠道内原本稀少的双歧杆菌显著增多。刘祥等^[35]和罗予等^[36]的研究表明, 大豆低聚糖和低聚果糖也具有增殖双歧杆菌及优化肠道菌群的作用。

与低聚异麦芽糖相比, 双歧杆菌最喜食低聚木糖和大豆低聚糖中的棉子糖, 其次是低聚果糖^[37]。

综合化学稳定性等多种因素,低聚木糖是效果最好的双歧杆菌增殖因子之一。有研究结果^[38]表明,每人每天摄取 0.7 g 的低聚木糖,且连续摄取 3 周后,双歧杆菌的比例可由 8.5% 提高到 20.2%。而其他功能性低聚糖若要达到同一效果,每人每天需摄取 15 g 低聚异麦芽糖或 8 g 低聚果糖。当低聚木糖作为饲料添加剂时,其在饲料中的添加量仅为 0.05%~0.07%,该添加剂是低聚异麦芽糖添加量的 1/20,低聚果糖添加量的 1/10~1/7^[39]。目前,对低聚木糖的研发尚处于起始阶段,与低聚异麦芽糖等相比,低聚木糖的生产规模和产量较小、成本较高、商业应用较少。因此,对低聚木糖的开发应用还有待深入研究。

3.2 由双歧杆菌实现的间接功能

3.2.1 生物屏障作用与抗衰老 功能性低聚糖可以被双歧杆菌发酵利用而产生某些抗菌素(如 Bifidin, Bifilong 等),这些抗菌素能有效抑制有害细菌的生长代谢,减少其产生的有毒物质对机体的损伤^[40]。此外,由低聚糖增殖产生的双歧杆菌,可以协同其他肠道菌群促进肠道蠕动,通过竞争肠道营养和肠上皮表面的黏附位点,减少致病菌的附着机会^[40-41]。由于功能性低聚糖的生物屏障作用,有害物质向血液的转移受到阻止,心、肝、肾等脏器受损的可能性减少。已有研究^[42]证明,功能性低聚糖对肝病患者可以起到良好的辅助治疗作用。另外,也有专家^[40]认为,双歧杆菌能增强超氧化物歧化酶(SOD)活性,减少自由基、活性氧,因而可以抗衰老。

3.2.2 营养作用 功能性低聚糖不仅可以被双歧杆菌利用,生成烟酸、叶酸及多种维生素,而且还可促进 Zn、Mg、Fe、Ca 等多种微量元素的吸收^[40]。功能性低聚糖促进微量元素吸收的机理为:功能性低聚糖在肠道被双歧杆菌发酵为短链脂肪酸,短链脂肪酸通过降低肠道 pH 值并与微量元素结合,增加了矿物质的溶解度;此外,功能性低聚糖还能通过对结肠膜细胞的刺激作用,提高肠道对矿物质的吸收能力^[21]。目前,有关功能性低聚糖对 Ca 吸收方面研究较多。大量研究^[10-11, 43-44]表明,服用功能性低聚糖有利于 Ca 的吸收,促进儿童生长,防止老年骨质疏松症,其中低聚果糖的此项功效较为突出。此外,低聚木糖具有良好的食物配伍性,与 Ca 同时摄入效果更好^[21]。

3.2.3 增强免疫力、抗肿瘤 功能性低聚糖可通过双歧杆菌增强机体免疫能力,其机理十分复杂。有研究^[20, 41-42]表明,双歧杆菌及其表面分子能增强机体

的特异和非特异性免疫反应的能力,提高免疫细胞活性,产生多种细胞毒性效应因子。肿瘤的发生是机体的免疫监视功能失调造成的,双歧杆菌可以有效降低前致癌元生成酶的活性,从而降解致癌物的前体^[41]。

何四旺等^[45]采用低聚异麦芽糖和低聚果糖饲喂罗非鱼发现,罗非鱼血清中的补体和溶菌酶含量显著增加。陈尔真等^[46]研究发现,低聚果糖能抑制大鼠结肠癌前期病变的形成。

另外,随着抗生素滥用所引发的各种问题逐渐出现,人们现致力于抗生素替代品的研究。宋小珍等^[47]研究了低聚果糖和 4 种抗生素替代品对泰和鸡免疫器官指数的影响发现,低聚果糖可使脾脏指数和胸腺指数明显上升,从而使泰和鸡机体免疫力得到了大幅度提高。

3.2.4 防止便秘 功能性低聚糖被双歧杆菌发酵利用后形成的产物为短链脂肪酸,其能降低肠道的 pH 值,促进肠道运动,进而改善排便性能。有研究^[21, 48]表明,长期使用功能性低聚糖,可以防止便秘。刘协等^[49]采用功能性低聚糖饲喂小鼠发现,其可缩短便秘小鼠的首便时间,增加小鼠排便量和排便效率。张雯^[50]研究低聚果糖治疗小儿便秘的随访观察发现,低聚果糖在此方面有良好的治疗作用。当然,在服用低聚糖时要注意剂量的控制,高剂量组的低聚果糖会引起极显著的胃胀气现象^[25]。

4 问题与展望

目前,功能性低聚糖研究中存在的问题主要集中在以下两个方面。首先,在功能研究方面,国内外学者虽然对功能性低聚糖优良的生理功效有深刻的认识,但对其在组织细胞中的分布以及分子水平上的作用机理还不了解,对其功能的确认还缺少设计良好、精细量化的评价体系。其次,在产品研发方面,实验室对以功能性低聚糖为有效成分的产品的开发,通常处于对添加结果未知的情况下,只要甜食中有一定比例的成分可以用功能性低聚糖来替代,就草率地确定食品配方,忽略了功能性低聚糖与食品中其他成分的相互作用。例如,配方中的其他成分可能会影响功能性低聚糖的生理活性及稳定性;反之,功能性低聚糖的加入也可能会影响最终产品的风味、含水量、总固形物含量、质地、结晶度等理化性质。此外,当功能性低聚糖作为食品添加剂时,开发者往往忽略确定其食用的安全剂量范围。

与日本等发达国家相比,我国对功能性低聚糖

的开发起步较晚, 产品生产成本较高, 数量较少, 品种较单一, 涉及的面还不够广泛。从我国卫生部已批准公布的保健食品来看, 含功能型低聚糖的保健食品大多仅分布在奶粉、酸奶饮料、口服液等方面, 而日本和欧洲添加功能性低聚糖的食品已达四五百

种^[4,21]。所以, 我国功能性低聚糖开发应用的市场潜力还很大, 需要填补的空白还很多, 有待于广大科研人员广开思路, 并结合本地区实际情况开发出更多、更好、更适合人们口味的功能性低聚糖的产品。

[参考文献]

- [1] Kaneko T, Yokoyama A, Suzuki M. Digestibility characteristics of isomaltoligosaccharides in comparison with several saccharides using the rat jejunum loop method[J]. *Biochim Biophys Acta*, 1995, 59(7): 1190-1194
- [2] 郑建仙. 功能性食品: 第一卷[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1995
- [3] 胡学智. 国外微生态制剂的研究与市场概况[J]. *工业微生物*, 2002, 32(3): 56-61
- [4] Nakakuki. Development of functional oligosaccharides in Japan[J]. *Trends in Glycoscience and Glycotechnology*, 2003, 15(82): 57-64
- [5] 乔为仓, 张涛. 功能性低聚糖的开发与应用[J]. *饮料工业*, 2005, 8(2): 4-7
- [6] 唐凌. 化学益生菌应用现状及发展趋势[J]. *中国饲料*, 2003(11): 8-10
- [7] 赵玲艳, 邓放明, 杨抚林. 功能性低聚果糖的研究进展[J]. *中国食物与营养*, 2004(9): 29-31
- [8] 李茂龄. 低聚异麦芽糖的应用及发展趋势[J]. *中国食品添加剂*, 2002(4): 66-68
- [9] 王东辉. 功能性低聚糖生理特性及开发应用[J]. *山西食品工业*, 2004(1): 11-14
- [10] 郑建仙. 功能性低聚糖[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2004
- [11] 张桂生, 郑素琴, 李艳. 功能性低聚糖的生理功效及开发[J]. *中国食物与营养*, 2004(1): 20-22
- [12] Alonso J L, Domínguez H, Garrote G, et al. Xylooligosaccharides: properties and production technologies[J]. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 2003, 2(1): 230-232
- [13] 祁佩时, 吕斯濠. 超滤法处理大豆蛋白废水及资源回收的研究[J]. *哈尔滨工业大学学报*, 2005, 37(5): 1138-1141
- [14] 许正宏, 熊筱晶, 陶文沂. 低聚木糖的生产及应用研究进展[J]. *食品发酵与工业*, 2002(1): 56-59
- [15] 闫静弢, 张俊黎. 大豆低聚糖生理保健功能研究进展[J]. *预防医学情报杂志*, 2004, 20(3): 267-269
- [16] 郑建仙. 功能性食品甜味剂[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1997
- [17] 杨瑞金, 许时婴, 王璋. 中国食品添加剂[M]. 北京: 轻工业出版社, 2000
- [18] 边国, 张国治. 低聚木糖山楂醋饮料的研制[J]. *食品科技*, 2005(7): 57-60
- [19] 赵丽颖. 环保精灵——大豆低聚糖[J]. *大豆通报*, 2004(2): 34-36
- [20] 胡学智. 益生元——双歧杆菌生长促进因子[J]. *工业微生物*, 2005, 35(2): 50-60
- [21] 尤新. 功能性低聚糖生产与应用[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2004
- [22] 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): 96-100
- [23] Minami T, Miki T, Fujiwara T, et al. Caries-inducing activity of isomaltoligosaccharide (MOS) in *in vitro* and rat experiments[J]. *Shonji Shikagaku Zasshi*, 1989, 27(4): 1010-1017
- [24] 黄祥斌, 于淑娟. 低聚异麦芽糖的最新研究进展[J]. *中国甜菜糖业*, 2003(3): 13-16
- [25] 李晓东, 马莺, 赖莹. 改性大豆低聚糖及其预防龋齿作用的研究[J]. *营养学报*, 2002, 24(3): 309-310
- [26] Wang H F, Lin P S, Kao M D, et al. Use of isomaltoligosaccharide in the treatment of lipid profiles and constipation in hemodialysis patients[J]. *Journal of the American College of Nutrition*, 2001, 11(2): 73-79
- [27] 党国华, 杜文兴, 王恬, 等. 低聚木糖对鸡蛋中常规成分及胆固醇含量的影响[J]. *粮食与饲料工业*, 2003(8): 33-34
- [28] Kok N, Roberfroid M, Delzenne N. Improvement of lipogenesis in the lower VLDL secretion induced by oligofructose in rat[J]. *Br J Nutr*, 1996, 76: 881-890
- [29] 杨正梅, 卜友泉, 何瑞国. 低聚果糖的生物学效应及其安全性研究进展[J]. *生命科学研究*, 2004, 8(4): 122-126
- [30] 屠友金, 胡彩虹. 低聚果糖和丙酸钠对肥育猪胆固醇代谢的影响[J]. *中国粮油学报*, 2005, 20(1): 65-68
- [31] Roy D. Technological aspects related to the use of bifidobacteria in dairy products[J]. *Dairy Science and Technology*, 2005, 85: 39-56
- [32] Boehm G, Lidestri M, Casetta P, et al. Supplementation of a bovine milk formula with an oligosaccharide mixture increases counts of faecal bifidobacteria in preterm infants[J]. *Archives of Disease in Childhood Fetal and Neonatal Edition*, 2002(86): 178-181
- [33] Bouhnik Y, Raskine L, Simoneau G, et al. The capacity of nondigestible carbohydrates to stimulate fecal bifidobacteria in healthy humans: a double-blind, randomized, placebo-controlled, parallel-group, dose-response relation study[J]. *American Journal of Clinical Nutrition*, 2004, 80(6): 1658-1664
- [34] 项明洁, 刘明, 彭奕冰, 等. 低聚果糖对双歧杆菌增殖效果及肠道菌群的影响[J]. *检验医学*, 2005, 20(1): 49-51
- [35] 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

- [36] 罗 予, 孟林敏, 毛理纳, 等. 低聚果糖体内对外对肠道菌的影响[J]. 中国微生态学杂志, 2003, 15(6): 321-322
- [37] 丁长河, 侯丽芬, 李里特, 等. 低聚木糖的生产和利用[J]. 现代食品科技, 2005, 21(1): 166-169
- [38] 苏小冰, 翁明辉. 超强益生元——低聚木糖[J]. 广州食品工业科技, 2003, 19(77): 75-78
- [39] 勇 强, 徐 勇, 陈 牧, 等. 低聚木糖饲料添加剂的研究与开发[J]. 农业新技术, 2004(1): 46-47
- [40] 章建浩. 双歧杆菌的生物学特征、生理功能及食品中的开发应用[J]. 食品科学, 2002, 23(10): 141-142
- [41] 陈亚非, 罗琦珊, 葛亚中. 低聚果糖调节机体免疫功能作用的研究进展[J]. 现代食品科技, 2005, 21(4): 83-87
- [42] 张秋红. 大豆低聚糖的生理功能及在食品中的应用[J]. 粮食加工, 2005(5): 47-48
- [43] Heuvel E G, Schaafsma G, Muijs T, et al. Nondigestible oligosaccharides do not interfere with calcium and nonheme-iron absorption in young, healthy men[J]. *Am J Clin Nutr*, 1998, 67(3): 445-451
- [44] Mineo H, Hara H, Kikuchi H, et al. Various indigestible saccharides enhance net calcium transport from the epithelium of the small and large intestine of rats *in vitro*[J]. *J Nutr*, 2001, 131(12): 3243-3246
- [45] 何四旺, 许国焕, 吴月嫦. 低聚异麦芽糖和低聚果糖对罗非鱼生长和非特异性免疫的影响[J]. 中国饲料, 2003(23): 14-15
- [46] 陈尔真, 曹伟欣, 燕 敏, 等. 低聚果糖对大鼠结肠癌前期病变形成的影响[J]. 中国临床营养杂志, 2005(6): 268-272
- [47] 宋小珍, 杨秀江, 瞿明仁. 4种抗生素替代品对泰和鸡免疫器官指数及生产性能的影响[J]. 江西省畜牧兽医杂志, 2005(4): 9-11
- [48] Chen H L, Lu Y H, Lin J J, et al. Effects of isomaltoligosaccharides on bowel functions and indicators of nutritional status in constipated elderly men[J]. *Journal of the American College of Nutrition*, 2001, 20(1): 44-49
- [49] 刘 协, 胡启之, 李小宁, 等. 低聚果糖的润肠通便功能研究[J]. 江苏预防医学, 2002, 13(1): 62-63
- [50] 张 雯. 低聚果糖治疗小儿便秘 30 例随访观察[J]. 黑龙江医药, 2003, 26(2): 89

Research progress in 4 key functional oligosaccharides

SHAN Li-ran¹, GONG Yue-hua², JIA Jian-guang¹, LUO Ying-jie³

(1 The National Base of Life Science and Biotechnology Education, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 College of Life Sciences, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

3 School of Pharmacy, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730000, China)

Abstract: This review introduces 4 kinds of functional oligosaccharides (isomaltoligosaccharide, soybean oligosaccharide, fructooligosaccharide and xylooligosaccharide). Their chemical compositions, distributions and functions are discussed. The existing problems in research are analyzed, and finally the status and prospects are viewed.

Key words: functional oligosaccharide; isomaltoligosaccharide; soybean oligosaccharide; fructooligosaccharide; xylooligosaccharide; physical and chemical property; physiological function