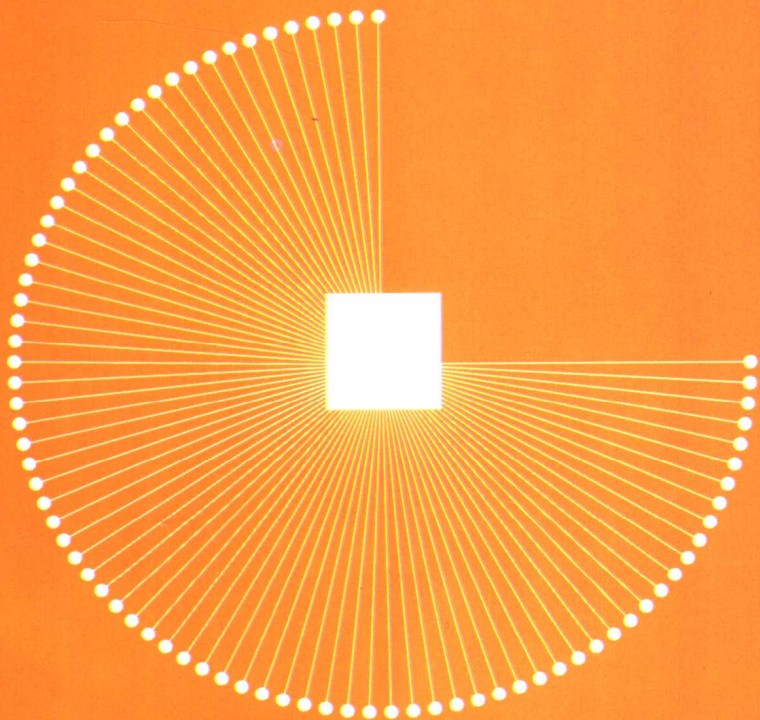


功能性低聚糖 生产与应用

尤 新 主编



中国轻工业出版社

功能性低聚糖生产与应用

尤 新 主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

功能性低聚糖生产与应用/尤新主编. —北京:中国轻工业出版社, 2004.1

ISBN 7-5019-4177-7

I. 功… II. 尤… III. ①食糖-生产②食糖-应用 IV. TS245

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 108244 号

责任编辑:李亦兵 马 妍

策划编辑:唐是雯 责任终审:滕炎福 封面设计:刘 鹏

版式设计:郭文慧 责任校对:李 靖 责任监印:吴京一

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街6号,邮编:100740)

印 刷:北京市卫顺印刷厂

经 销:各地新华书店

版 次:2004年1月第1版 2004年1月第1次印刷

开 本:850×1168 1/32 印张:15.875

字 数:412千字

书 号:ISBN 7-5019-4177-7/TS·2456

定 价:35.00元

读者服务部邮购热线电话:010-65241695 85111729 传真:85111730

发行电话:010-88390721 88390722

网 址:<http://www.chlip.com.cn>

Email:club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

30804K1X101ZBW

《功能性低聚糖生产与应用》编委会

主 编：尤 新

副主编：王家勤 王俊英 余淑敏

编 委：(按姓氏笔划为序)

尤 新	王家勤	王俊英	王兆光	毛忠贵
刘宗利	江 波	许秀成	余淑敏	张安国
李茂龄	杨海燕	荣绍丰	段作营	袁建国
高文宏	谭天伟	颜建华	霍兴云	

前 言

低聚糖是指由 2~10 个单糖组成的糖类,由于其聚合度低,所以称作低聚糖。功能性低聚糖,指的是不人体酶解,在小肠中不被吸收的那些品种,亦即不消化性的低聚糖。这些低聚糖,进入大肠后,能促进体内双歧杆菌的增殖,即通常所说的双歧因子。蔗糖、麦芽糖虽然是由两个单糖组成,但它们能被人体的胃酶降解为单糖,被小肠所吸收,成为人体热量和营养的来源,所以不属于功能性低聚糖。1999 年国家公布的“功能性低聚糖通用技术规则行业标准”中,规定的功能性低聚糖定义为:

(1) 功能性低聚糖(functional oligosaccharide)是由 2~10 个相同或不同的单糖,以糖苷键聚合而成;

(2) 具有糖类某些共同的特性,可直接代替糖料,作为甜食品配料,但不被人体胃酸、胃酶降解,不在小肠吸收,可到达大肠;

(3) 具有促进人体双歧杆菌的增殖等生理功能。

国际上功能性低聚糖,以日本开发得较早,品种也最多,大部分用酶法合成,天然提取物居少数。低聚果糖 1983 年进入市场、低聚异麦芽糖 1985 年进入市场、低聚半乳糖 1988 年进入市场。近年又有海藻糖、黑曲霉低聚糖相继上市。目前,日本市场上功能性低聚糖主要有低聚异麦芽糖、低聚半乳糖、低聚果糖、低聚木糖、低聚乳果糖、乳酮糖、大豆低聚糖、棉籽糖、黑曲霉低聚糖等十多个品种,年产 3~4 万 t,年销售额 130 亿日元(约合人民币 17.5 亿元)。日本厚生省自 1991 年设立特定保健用食品,包括调整肠道功能、降血脂、降压、防龋齿、预防骨质疏松等功能。至 2001 年,共批准 289 种,其中用功能性低聚糖制取的调整肠道功能的产品共 61 种,占全部品种数量的第一位。2001 年销售额 56.2 亿日元。

欧洲国家如比利时、法国、荷兰,也有多年开发低聚糖的历史。主要品种有低聚果糖和低聚半乳糖。低聚果糖生产原料和日本不同,用植物原料菊苣提取菊粉(是一种较高聚合度的果聚糖,平均聚合度 7~60,主要为可溶性膳食纤维),然后酶法降解为低聚果糖。用蔗糖酶法合成的产量很少。欧洲开发低聚糖,主要利用其不消化性,作为脂肪代替品以及膳食纤维用于低热量食品。

我国低聚糖的研究,始于 20 世纪 80 年代。但形成工业规模和商品化,则到“九五”期间。淀粉酶法生产低聚异麦芽糖,1995 年由无锡糖果厂完成了工业性试制。1996 年,由中科院微生物所和山东保龄宝合作,在山东禹城,建成年产 2000t 的专业低聚异麦芽糖工厂。蔗糖酶法生产低聚果糖生产企业,1997 年由无锡江南大学和云南天元合作,于昆明第一家投产。由于功能性低聚糖具有水溶性、不消化性,不仅是调整肠道功能的双歧因子,而且还有一定甜度、黏度等某些糖类的属性,作为食品配料易为食品加工企业和消费者接受,可广泛应用在低热量食品,减肥食品中。另外,高纯度(95%)低聚糖可用于糖尿病人食品和防龋齿食品;功能性低聚糖在饲料、医药、植保等领域,还存在不少有可能开发的市场。在全国各地热情关注和推动下,至今各种低聚糖年生产能力为 5 万 t,实际年产 2~3 万 t。主要品种有低聚异麦芽糖、低聚果糖、低聚木糖、低聚甘露糖、大豆低聚糖、壳聚糖、水苏糖等。大部分用酶法合成,天然提取物居少数,但实际年产以万吨计的企业,生产的是低聚异麦芽糖,年产以千吨计的为低聚果糖,其他品种的年产量很有限。目前功能性低聚糖,已在国内各种饮料、食品中作为配料广泛使用。在保健食品中,我国卫生部批准的改善肠道润肠通便功能的保健食品中,使用的低聚糖有低聚果糖、低聚异麦芽糖、低聚甘露糖、大豆低聚糖等;免疫调节的保健食品有壳聚糖。

为了使社会各界,特别是食品加工企业和广大消费者,更好地了解功能性低聚糖的性质功用,使功能性低聚糖的生产单位和部门,对功能性低聚糖有一个比较系统全面的了解,特由中国发酵工

业协会尤新、王家勤、余淑敏,组织国内专门从事功能性低聚糖研究的有关专家学者,按性质、功能、生产、应用等,编写了七个品种的功能性低聚糖。目前较大规模生产的功能性低聚糖,是酶法生产。各种功能性低聚糖的质量规格,暂时只有低聚异麦芽糖和低聚果糖有国家行业标准。低聚糖生产工艺和流程与淀粉糖相类似,所以本书将酶法低聚糖用酶、低聚糖的相关标准、淀粉糖生产设备和自动控制等也专列章节,以供广大读者参阅。

本书编写分工如下:

第一章 总论	尤新
第二章 低聚糖生产用酶制剂	霍兴云
第三章 低聚异麦芽糖	王俊英、刘宗利、 张安国、李茂龄
第四章 低聚果糖	江波
第五章 低聚木糖	袁建国
第六章 低聚半乳糖	杨海燕
第七章 壳低聚糖	谭天伟
第八章 大豆低聚糖	高文宏
第九章 海藻糖	荣绍丰、毛忠贵、 段作营、颜建华
第十章 酶法制糖技术及装备	王兆光
第十一章 淀粉糖生产自动控制	许秀成
附录 有关功能性低聚糖的标准	王家勤、余淑敏

感谢上述各位作者百忙中全力配合,以及有关同志在编审过程中为本书付出辛勤的劳动,也衷心感谢中国中医研究院西苑医院中医药保健研究中心葛文津主任和上海兆光生物工程设计研究院、山东保龄宝生物技术股份公司、中科院微生物研究所对本书及时出版的关注和热心赞助。

由于本书编写时间较紧,难免有不妥之处,请广大读者批评指正。

尤 新、王家勤、余淑敏

目 录

第一章 总论	1
第一节 功能性低聚糖的概念.....	1
第二节 功能性低聚糖的发展状况.....	3
第三节 功能性低聚糖的应用.....	7
第四节 中国低聚糖的生产技术研究进展	10
第五节 功能性低聚糖的发展方针	20
第二章 低聚糖生产用酶制剂	22
第一节 酶的基本知识	22
第二节 微生物酶法生产低聚糖	45
第三节 低聚糖用酶	54
第三章 低聚异麦芽糖	104
第一节 低聚异麦芽糖的生成.....	105
第二节 低聚异麦芽糖的理化特性.....	116
第三节 低聚异麦芽糖的生理功能.....	123
第四节 低聚异麦芽糖的生产.....	133
第五节 低聚异麦芽糖的应用.....	142
第四章 低聚果糖	148
第一节 概述.....	148
第二节 低聚果糖功能性质评价.....	156
第三节 低聚果糖的生产原理及工艺.....	161
第四节 产品的规格.....	172
第五节 产品检测方法.....	173
第六节 产品的应用及发展动向.....	175

第五章 低聚木糖	178
第一节 低聚木糖概述.....	178
第二节 低聚木糖的物理和化学性质.....	179
第三节 低聚木糖的代谢及生理功能.....	180
第四节 酶法生产低聚木糖的生产工艺及产品 质量标准.....	188
第五节 低聚木糖的应用.....	195
第六章 低聚半乳糖	199
第一节 概述.....	199
第二节 低聚半乳糖的功能性评价.....	204
第三节 低聚半乳糖的生产原理及工艺.....	208
第四节 产品规格.....	209
第五节 产品含量分析方法.....	210
第六节 产品应用.....	213
第七章 壳低聚糖	217
第一节 概述.....	217
第二节 壳低聚糖的性质.....	218
第三节 壳低聚糖的制备.....	220
第四节 壳低聚糖的分离和分析.....	225
第五节 壳低聚糖的用途.....	229
第八章 大豆低聚糖	240
第一节 大豆低聚糖概况.....	240
第二节 大豆低聚糖的生理功能.....	243
第三节 大豆低聚糖的一般加工特性.....	256
第四节 大豆低聚糖的生产.....	261
第五节 大豆低聚糖在食品中的应用.....	264
第六节 大豆低聚糖组分的测定.....	266
第九章 海藻糖	273
第一节 海藻糖.....	273

第二节	海藻糖功能性评价·····	275
第三节	海藻糖生产原理及工艺·····	278
第四节	海藻糖的质量标准及产品规格·····	302
第五节	海藻糖的应用·····	304
第六节	产品及主要原辅材料的分析检测·····	307
第十章	酶法制糖技术及装备·····	309
第一节	液化技术及装备·····	310
第二节	糖化技术及装备·····	331
第三节	双酶法制糖的过滤问题·····	335
第四节	离子交换技术及装备·····	340
第十一章	淀粉糖生产自动控制·····	359
第一节	生产过程参数的自动检测·····	359
第二节	液化、糖化过程参数的自动调节·····	377
第三节	DCS 控制系统在淀粉糖生产过程中的 应用·····	388
附录	有关功能性低聚糖的标准·····	398
一、	低聚糖标准·····	398
二、	有关低聚糖的酶制剂标准·····	434
三、	有关低聚糖的原料标准·····	456
参考文献	·····	493

第一章 总 论

第一节 功能性低聚糖的概念

碳水化合物分为单糖、低聚糖、多糖三大类。葡萄糖、果糖、木糖等为单糖。低聚糖是由 2~10 个分子单糖组成,如蔗糖是由一个分子葡萄糖和一个分子果糖组成的二聚糖;麦芽糖则是由两个分子葡萄糖组成;棉籽糖则是由一分子葡萄糖、一分子果糖和一分子半乳糖组成。它们经水解后生成单糖。淀粉、纤维素也是由单糖组成,不过是由多达几万个葡萄糖分子组成的多糖,经水解后又成为单糖。所以多糖和低聚糖的不同就是聚合度不同。

按照 2~10 个单糖组成的糖称低聚糖划分,自然界存在上千种,现在已知的产品有几十种。有的低聚糖是由同一品种单糖组成,如麦芽糖和低聚麦芽糖;有的低聚糖是由不同的单糖组成,如棉籽糖。目前商品化的低聚糖主要均由各种单糖组成,但也有少数低聚糖含有其他成分,如甲壳质水解得到的壳聚糖含有氨基葡萄糖;半纤维素水解得到的低聚糖含有葡萄糖醛酸。一般情况下两分子单糖组成的低聚糖如人们熟知的麦芽糖,均能为人体消化成单糖而吸收,但也有像异麦芽糖和龙胆二糖,不能被人体所消化而进入大肠,这就是难消化性低聚糖。其原因是由于单糖分子相结合的位置和类型不同,如葡萄糖分子以 $\alpha-1,4$ 糖苷键连接起来成直链的麦芽糖,3 个分子或 8 个分子以同样方式连接起来的为麦芽三糖和麦芽八糖,它们均能为人体的酶降解,消化吸收;葡萄糖分子以 $\alpha-1,6$ 糖苷键联结起来的分支异麦芽糖、异麦芽三糖和异麦芽八糖,这些低聚糖由于其糖分子相互结合的位置不同,因而人体没有代谢这类低聚糖的酶系,所以就成为难消化性低聚

糖。也就是说,人吃了不产生热量,不是一种新糖源,只具有某些糖类的属性。我们现在要讨论的就是这些难消化性低聚糖。虽然它不能成为人体的营养源,但它们对人体有特别的生理功能,所以称它们为功能性低聚糖。因而也可以说,一般低聚糖和功能性低聚糖的不同,就在于能否被人体胃酸和胃酶所降解,并对人体有无特殊的生理功能。一般功能性低聚糖表现的生理活性为:

(1) 低甜度,低热量,难以被人体消化,食用后基本上不增加血糖血脂,但有润肠通便作用。所以用功能性低聚糖作配料生产的食品,在标签中应注明食用过多会引起肠鸣和通便。

(2) 摄入低聚糖对人体大肠内双歧杆菌有增殖作用,并抑制肠内有害菌群的繁殖,降低肠道内的毒性,提高肌体免疫力。根据品种不同,其有效摄入量有很大差异,如低聚异麦芽糖为10~15g;低聚果糖为5~7g;低聚半乳糖为3~5g;低聚木糖为0.7g等。

(3) 不被口腔酶液分解,不被龋齿的链球菌所利用,有防龋功能。若市场上商品低聚糖有效物只有50%,即商品中还残留有葡萄糖、麦芽糖、蔗糖等糖类时,不能作无糖食品配料使用。

(4) 据国外报道,功能性低聚糖具有促进钙铁吸收和间接调节血脂的功效。

在自然界也存在着各种功能性低聚糖,如棉籽糖可从甜菜糖生产的废糖蜜中提取,含量达2%;水苏糖是由半乳二糖、葡萄糖、果糖组成的低聚四糖,含在水苏属植物的根茎中,含量达70%。由大豆分离蛋白的水溶液中含有大豆低聚糖,它是一种棉籽糖、水苏糖和蔗糖的混合物。

由于受资源条件的限制,大量商品化的功能性低聚糖是用来源广泛的淀粉或蔗糖,经人工生物合成,如低聚异麦芽糖、低聚果糖、低聚半乳糖等。少数是用化学法(碱法)合成,如乳糖。

第二节 功能性低聚糖的发展状况

据 1996 年报道,世界各国低聚糖产量约 8.5 万 t,主要在日本和欧洲国家,北美、韩国有少量,我国不包括在内。因为 1996 年以前,国内有关科教单位对功能性低聚糖如低聚异麦芽糖、低聚果糖、低聚甘露糖、低聚木糖的研究工作已开展若干年,但实现工业化则是这一年刚刚开始。第一个全新建设的用淀粉原料酶法转化低聚异麦芽糖生产线,1996 年在山东禹城试车成功。港台地区则有永丰经纶公司,蔗糖原料用酶法转化小批量生产低聚果糖。经过“九五”的发展,我国功能性低聚糖已形成一定规模,上市的商品有低聚异麦芽糖、低聚果糖、低聚半乳糖、大豆低聚糖、水苏糖等。2000 年功能性低聚糖总产量约 3 万 t,主要品种是低聚异麦芽糖。同年,国家批准了低聚异麦芽糖的行业标准和功能性低聚糖的通用技术标准,为规范行业发展发挥了重要作用。目前有一定生产规模,生产低聚异麦芽糖的有山东禹城、滨州、沂水、定陶,河南孟州,浙江杭州,新疆乌鲁木齐等;低聚果糖有云南昆明,江苏张家港,广东江门等,低聚木糖和水苏糖也于近期试产。

日本是国际上较早开发功能性低聚糖的国家,现将日本上市多年的主要品种列举如表 1-1 所示。

表 1-1 日本上市的功能性低聚糖

原料	制法	名 称	甜度	实用化年份	经营企业
淀粉	酶法	低聚异麦芽糖	0.4~0.5	1985	昭和产业
		低聚龙胆糖	苦味	1990	食品化工
砂糖	酶法	低聚果糖	0.6	1983	明治制药
砂糖乳糖	酶法	乳果糖	0.7	1990	林原商事
乳糖	碱法	乳酮糖	0.5~0.6	1970	森永乳业
	酶法	低聚半乳糖	0.4	1988	雅库尔特

续表

原料	制法	名 称	甜度	实用化年份	经营企业
木聚糖	酶法	低聚木糖	0.4	1989	三得利
大豆	物理分离	大豆低聚糖	0.7	1988	卡尔比
甜菜糖蜜	物理分离	棉籽糖	0.23	1992	甜菜制糖

自 20 世纪 90 年代以来,日本功能性低聚糖市场日趋成熟,年消费量逐渐增加,现将日本 1993~1999 年功能性低聚糖市场情况列于表 1-2。

表 1-2 日本 1993~1999 年功能性低聚糖市场消费情况 单位: t/年

产 品	1993	1995	1997	1999
低聚异麦芽糖	9500	11000	11000	11000
低聚果糖	4000	4500	4800	4500
大豆低聚糖	1100	600	1000	1000
低聚半乳糖	6500	6500	6700	6000
低聚木糖	10	200	500	500
低聚乳果糖		2000	2000	2000
棉籽糖		100	100	220
乳糖	500	2000	2500	2800
低聚巴拉金糖			150	150
黑曲霉低聚糖				300
低聚龙胆糖				2200

上述数据说明,日本每年消费具有双歧杆菌增殖作用的低聚糖,从 1993 年的 2 万多吨,到 1999 年增至 3 万多吨。和过去发表的年消费量比较,每年约少 1.5 万 t,主要是由于表 1-2 中去掉了每年消费 1 万 t 低聚麦芽糖和 4000t 巴拉金糖,因为这两种糖,不具有双歧杆菌的增殖作用。其中消费最多的品种是低聚异麦芽糖,达 1.1 万 t。在日本也是单价最便宜的品种,每公斤仅 140 日元,但 6 年来总消费量增加不多,只增长 15.78%。

如按年销售计算,据日本 Yakult 药品工业最近提供的 2000 年功能性低聚糖销售额统计,则低聚半乳糖销售额居首位。

表 1-3 日本 2000 年功能性低聚糖销售情况

产 品	消费量/t	单价/(日元/kg)	销售额/百万日元	主要企业
低聚半乳糖	6000	500	300000	Yakult, Nissin
乳酮糖	2800	1000	280000	Morinaga
低聚木糖	650	2500	162500	Suntory
乳果糖	2000	800	160000	Ensuiko
低聚果糖	4000	390	156000	Mejiseika
低聚异麦芽糖	11000	140	154000	Showa
大豆低聚糖	1000	700	70000	Calpis
棉籽糖	230	2000	46000	Nitten
低聚龙胆糖	1000	300	30000	Nissshok
低聚巴拉金糖	150	1000	15000	MitsuiSugar
黑曲霉低聚糖	300	300	9000	Misshok u
合 计	29130		13852500	

如表 1-1 和表 1-2 所示,给我们提出了几个值得思考的问题:第一是日本功能性低聚糖近年来发展趋缓,低聚异麦芽糖消费量未有增加,几年来维持在每年 1.1 万 t;第二是低聚木糖单价 2500 日元/kg,比低聚异麦芽糖 140 日元/kg 高 17.85 倍,销售额比低聚异麦芽糖还高,但年消费量只有 650t,只及低聚异麦芽糖的 5.9%;第三是消费量 6000t 居第二位的低聚半乳糖,其单价 500 日元/kg,比低聚异麦芽糖高 3.57 倍,年销售额居所有功能性低聚糖之首,达 300 亿日元(约相当于 2.5 亿万美元)。因此,我国的功能性低聚糖在“十五”期间应该怎样发展,发展的品种、数量、速度,重点开发的主要应用途径,这些均是低聚糖生产经营者最关心的问题。应该提出一个为国内有关方面有导向作用,可供参考的低聚糖发展规划,防止造成不必要的经济损失。

在欧洲市场,功能性低聚糖也有一定的历史,但较日本为晚。

据欧洲有关单位调研消费者对功能性低聚糖的认知度表明:日本 70%,法国 16%,德国 9%,英国 3%。现在欧洲国家对功能性低聚糖作为人类和动物食物的功能研究工作十分重视,很多科教单位投入力量进行研究,如荷兰 Wageningen 农业大学,比利时 Louvain 大学,瑞典 Lund 大学,英国 Dunn 临床研究中心,荷兰 TNO 等。由于地域和生活习惯的原因,欧洲国家低聚糖的原料,生产工艺和品种,和东方国家不完全相同。虽然日本的功能性低聚糖技术开始进入欧洲,但目前欧洲市场的主要功能性低聚糖商品,只有低聚半乳糖和低聚果糖,不像日本有 10 多种。还有一种菊粉,其组成的基本单元也是低聚果糖,但其聚合度在 2~60,而低聚果糖的聚合度一般为 2~7 和 3~8,能广泛应用于食品和饲料。荷兰乳清产品 Borculo 公司和欧洲 Miwon 公司用乳制品工业副产品乳清,经酶反应制取的低聚半乳糖,不仅应用于乳品、饮料、糖果,还用于婴儿食品。比利时 RT 子公司 Orafit 和法国 Leroux 公司用菊苣水浸提取的菊粉,经酶解生产低聚果糖。法国和日本各占 50% 的合资 BMI(Beghin - Meiji Industres)公司,则用比利时公司产蔗糖原料酶法生产低聚果糖。低聚果糖有较好的风味,可以和蔗糖或代替蔗糖用于各种食品。据法国 Leroux 公司介绍,欧洲较早开发菊苣产品,主要为了解决脂肪代用品,大量的菊苣用热水浸提得到较大相对分子质量的菊粉,这就是欧洲比较流行在食品中使用的脂肪代用品。后来才进一步发展到用菊粉酶解制低聚果糖。1998 年,该公司参加在上海举办的中国国际食品添加剂展览会,据称该公司拥有菊苣原料资源 3 万多吨,年生产菊粉、低聚果糖,以及用菊粉和低聚果糖加工的各种食品总计在 2 万 t。2000 年在德国法兰克福举行的欧洲健康食品配料展览会,功能性低聚糖的参展企业有:荷兰 Borculo、Sensus、Cargill 蛋白食品欧洲分部;比利时 EBS、Olifiti;德国 IGV、KadenBiochem、VK Muhlen;法国 Leroux、Sucafllore;日本 Kimitsu、Nichimen;我国也有两个企业参加。欧洲企业的低聚果糖大部分均用菊苣根提取。其中 Orifiti 和

Leroux 均号称是菊苣提取物领先于世界的企业。

第三节 功能性低聚糖的应用

由于功能性低聚糖和过去常用的食糖替代品——糖醇具有相似的防龋齿及不增加血值等功能,而且还具备独特的能促进肠道中有益菌群双歧杆菌增殖的生理活性,因此备受食品科技界的重视。因为国际上公认,肠道中双歧杆菌的含量,能体现一个人的健康水平,世界上发现的长寿村的老人,肠道中的双歧杆菌明显高于一般地区的老人。我们把功能性低聚糖称作双歧因子,是因为功能性低聚糖本身并不是双歧杆菌,而是一种人体肠道内本身含有的双歧杆菌的选择性营养剂。功能性低聚糖通过消化道不被酸和酶分解,直接进入大肠,为双歧杆菌所利用,而其他有害菌难以利用,这样使双歧杆菌得以迅速增加,从而使肠道中菌群比例改变,提高了机体免疫力。双歧杆菌的活菌制剂以冷冻干燥和微胶囊包装的形式,已经在日本和某些欧洲国家批准为食品配料上市。国内也有流行多年的液态的双歧杆菌口服液。由于功能性低聚糖是一种双歧菌的增殖因子,比起利用双歧杆菌活菌制剂作食品配料要安全方便得多,因而在食品加工和有关部门中能得到迅速广泛的应用和推广。

(一) 功能食品配料

作为功能食品的提出,日本远比西方要早。所有食品均含某些维持健康和生理机能的营养成分,但功能食品应该具有独特的生理活性和功效。在 1984 年,日本文部省就在“食品机能系统的解析和拓展”中强调食品的第三功能,使用功能食品这一名称,并推动国内广泛的研究;在民间,由企业组成了功能食品联络机构。就在 1990 年,有一种用低聚糖和维生素 C 配制的功能饮料“Oligo CC”,当年销售达 9000 万瓶。1991 年厚生省实施营养改善法,建立自愿申报审批的特定保健用食品管理办法,把一部分功能食品