



内部资料

发酵工业

FERMENTATION INDUSTRY

3

2019

生物发酵产业权威资料 / 行业信息传播平台

总第320期

预 祝
中国生物发酵产业协会二届八次理事会
暨二届八次常务理事会
圆满成功



2018年保健食品行业研究报告

2019 **3**
总第 320 期

CONTENTS

行业聚焦 INDUSTRYFOCUS

04 2018 年保健食品行业研究报告

研究开发 RESEARCH&DEVELOPMENT

14 β - 半乳糖苷酶菌株的筛选鉴定及转糖苷活性研究

20 食源性功能肽的研究进展

27 低聚木糖的特性及在特殊医学用途配方食品中的应用前景

目录 | CONTENTS

数据 DATA

- 33 2019年1月有关产品进出口情况

通知公告 NOTICE&ANNOUNCEMENT

- 36 关于召开中国生物发酵产业协会二届八次理事会暨二届八次常务理事会的通知
- 38 关于召开氨基酸行业重点企业座谈会的通知
- 39 关于召开中国生物发酵产业协会淀粉糖分会、多元醇分会二届五次理事会会议暨重点企业座谈会的通知
- 41 关于召开“酶制剂重点研究机构和生产企业座谈会”的通知



编印单位：中国生物发酵产业协会
网 址：www.cbfia.org.cn

主 编：石维忱
编 委（按姓氏笔画排名）：
于昌德 于素平 于培星
牛继星 王兆光 王宏龄
王 勇 王星云 王新建
王德辉 田玉兰 白 钢
冯志合 朱新建 刘宗利
刘顺启 江保安 李学纯
李世勇 李建军 余淑敏
陈 刚 陈尧燊 陈桂贞
陈德水 宗伟刚 俞学锋
贺俊士 夏令和 袁建国
莫湘筠 寇光智 曹孟臣
谢海华 程少博 詹志春

编 辑：关 丹
法律顾问：赵一方
编辑出版：《发酵工业》编辑部
电 话：010-68396573
电子邮箱：gd1104@163.com
地 址：北京市西城区阜外大街
乙22号502室
邮政编码：100833
设计印制：北京科信印刷有限公司

2018 年保健食品行业研究报告

2018 年，三者分别占比 91.3%，7.4%，1.3%。趋势上看，维生素和膳食补充剂占比呈逐年下降趋势，但依然占据 90+ 的比例。由于低基数效应叠加消费者需求，运动营养增速最为迅猛，2013-2018 年 CAGR 达 39.6%；维生素和膳食补充剂及体重管理过去 5 年 CAGR 分别为 10.3%、11.9%。

保健品千亿市场，发展空间广阔

我国保健品市场规模超千亿，未来5年行业增速近10%。

根据 Euromonitor 分类，消费者健康可以分为 OTC(非处方药)，维生素和膳食营养补充剂，体重管理，及运动营养四大类。

2018年，受人们健康生活趋势的推动，消费者健康领域在中国实现了强劲的增长。

其中，自我药疗类 OTC 产品包括止痛药，消化药，止咳药，感冒药和抗过敏药(花粉症)，皮肤病药以及助眠药。

除 OTC 产品外，其他消费者健康类产品，包括维生素和膳食补充剂(VMS)，运动营养，以及体重管理，普遍被中国消费者视为有疾病预防及增强免疫力等功效，仍持续快速增长。

在我国现行的监管体制下，膳食营养补充剂有三种形态：普通食品、营养素补充剂和保健食品。

其中获得营养素补充剂和保健食品注册批件的膳食营养补充剂在渠道的接受度和消费者的认可上有优势，并且可以按照批准证书进行功能声称。

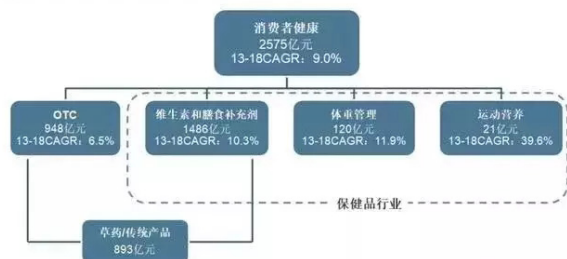


图1：消费者健康分类

根据 Euromonitor 数据，2018年中国保健品行业市场规模达1627亿元，同比增长9.8%，预计18-23年CAGR为9.10%。

从规模占比来看，维生素和膳食补充剂占据绝对主导地位，而体重管理及运动营养规模占比相对较小。

2018年，三者分别占比91.3%，7.4%，1.3%。趋势上看，维生素和膳食补充剂占比呈逐年下降趋势，但依然占据90%+的比例。

由于低基数效应叠加消费者需求，运动营养增速最为迅猛，2013-2018年CAGR达39.6%；维生素和膳食补充剂及体重管理过去5年CAGR分别为10.3%、11.9%。



图2：中国保健品行业市场规模（亿元）

“审批制 + 备案制”双轨并行，行业不断规范壮大

我国营养产业起步晚，基础小，成长快。保健食品行业经过几十年的发展，以逐步由“弱监管、重营销、以传统滋补品为主导”发展为“规范有序、重产品、以营养补充剂为主导”。

2016年7月1日起，《保健食品注册与备案管理办法》正式开始实施，保健食品行业正式步入“注册制”与“备案制”双轨并行时代。

2017年年初，《保健食品原料目录(一)》和《允许保健食品声称的保健功能目录(一)》正式发布，为备案制的落实奠定了基础。

该办法规定，使用原料已经列入《保健食品原料目录》的保健食品、首次进口的属于补充维生素、矿物质等营养物质的保健食品将实行备案管理。

保健食品的注册由审批制改为备案管理，注册工作将趋向简单，此前的文号管制带来的垄断局面将会被打破，药企进入保健食品领域的成本也将大大降低。

长远来看，一方面，新政策无疑利好进口企业，此前，进口保健品多集中于线上销售，而新政策的实施大大缩短了注册时间，企业通过备案后便可进入线下渠道销售，打开了进口保健企业进入我国市场的大门。

另一方面，备案只能由生产性厂家来做，不允许贴牌，对市场上较为常见的连锁药店自有品牌保健品（多为贴牌生产）将造成实质性约束。

总的来看，“备案制”是一把双刃剑，未来我国保健品行业竞争将进一步加剧，行业整合加速，行业的规范将加速小企业的淘汰，拥有好产品、好品牌和好渠道的龙头企业将在激烈的竞争中脱颖而出。

国内企业通过海外收购扩大业务版图，行业整合加剧

近年来，国内掀起境外保健品收购潮，各大药企、乳制品企业纷纷瞄准保健品市场，通过并购海外企业以期进入庞大市场。

由于国外保健品历史久、发展成熟，海外品牌在其产品细分领域深耕数年，在产品广度、深度以及品牌影响力上具有绝对优势。

并购海外企业，一方面可以延伸业务品类，拓宽消费者群体；另一方面，公司可以在发挥协同效应的基础上，激活国内空白市场与渠道。

以西王食品为例，公司在2016年收购标的Kerr，其主营业务为运动营养产品和体重管理产品的研发和销售。

其中，运动营养产品主要包括MuscleTech、SixStar、Mission1、Epiq、StrongGirl、TrueGrit、fuel:one等7个品牌；体重管理产品主要包含Hydroxycut、PurelyInspired、Xenadrine和Nature'sFood等4个品牌。

各品牌存在差异又有所互补，形成较为完善的品牌矩阵。

2015年，两项业务在北美地区的市场规模分别为69亿和42亿美元，16-20年预计CAGR分别为9%和2%。而中国地区预计到2020年GAGR分别达15%和10%。

西王食品此次收购不仅可以扩展公司的海外布局，还可以借助Kerr的品牌优势，从而实现国内业务的增长。

汤臣倍健18年同样大举收购，收购澳洲益生菌补充剂龙头标的LSG，进军益生菌领域。LSG旗下主要品牌为Life-Space，包括约26种益生菌产品，剂型以益生菌粉剂和胶囊为主，定位人群从孕妇、婴儿、儿童、青少年、成年人到老年人群。

根据Euromonitor，全球益生菌补充剂市场规模达60亿美元，占VMS总市场约6%的比例，已经成为增速最快的细分领域之一。

我们估算，2018年我国益生菌市场约有40亿元的市场规模。

汤臣倍健牵手LSG，一方面，Life-Space弥补了公司在益生菌品类的短板，未来有望成为公司业绩爆发的另一大增长点；另一方面，汤臣可以凭借LSG的品牌优势，发挥其原有渠道经验，提升其在母婴渠道地位。

表 2：近年来保健品行业并购情况

时间	投资公司	标的公司	收购价格	收购股权	标的主营业务
2015年9月/2016年7月	合生元	Swisse	16.97 澳元	100%	复合维生素，膳食补充品，美容护肤产品和功能产品等
2016年8月	上海医药、春华资本	Vitaco	15.65 亿元	100%	天然保健品，天然蛋白粉，水果，草本茶
2016年8月	澳优乳业	NutritionCare	2800万美元	100%	复合维生素，功能产品
2016年9月	西王食品、春华资本	Kerr	7.3亿美元	100%	运动健康食品，专注于运动和减肥两个领域
2017年11月	飞鹤乳业	Vitamin World Inc	1.84亿元	100%	复合维生素，膳食补充品
2018年1月	汤臣倍健	Life-Space	35.33亿元	100%	益生菌产品
2018年2月	哈药集团	GNC	3亿美元	40%	运动营养，维生素矿物质，草

对标日本、美国，我国保健品渗透率和人均消费偏低，未来提升空间巨大

由于我国膳食补充剂发展历史尚短，居民使用膳食补充剂的意识和习惯尚未完全建立。

从人均消费金额来看，我国保健品人均消费金额偏低，为发达国家或地区的 1/8—1/6。

2018 年，我国保健品人均消费金额 117 元，而中国香港、日本、美国人均消费分别达 767 元、662 元、924 元。

人均消费金额的提升主要来自：1) 渗透率提升；2) 购买人群消费金额提升。

1) 渗透率：美国保健品渗透率达 50%+，其中，60% 的保健品消费者属于粘性用户；

日本渗透率达 40% 左右。而中国渗透率仅为 20% 左右，其中粘性用户仅占 10%。我国保健品渗透率水平和美国 70 年代接近，随着我国人口老龄化的加剧，消费者营养意识的培育与提升，未来我国膳食补充剂用户数存在 2 倍左右增长空间。

2) 购买人群消费金额：由于日本整体消费

习惯与我国类似，以日本为例，购买人群消费金额为 1655 元，而我国购买人群消费金额仅为 585 元，为日本的 1/3。

随着我国人均 GDP 的提升以及对医疗保健支出水平的提高，我国保健品购买人群消费金额存在 2-3 倍的提升空间。

总体来看，随着渗透率以及购买人群消费金额的提升，我国保健品人均消费至少还有 4-6 倍的提升空间。

竞争格局：格局未定，集中度提升空间巨大

整体来看，我国保健品行业整体竞争格局较为分散。

其原因主要有：

1) 由于历史监管政策，在过去较长时期内，行业进入门槛较低，注册审批时间比药品短，临床试验难度比药品低，而行业利润率却比其他食品行业更高，从而吸引了大量食品厂家进入。

2) 过往“蓝帽子”资质管理不严格，大量低质保健品企业通过“贴牌”形式进入市场。

表 4：中国保健品市场竞争格局演变

市场份额 (%)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018E
无限极	4.9%	6.5%	8.2%	9.0%	8.9%	9.3%	9.9%	10.1%	10.3%	10.2%
汤臣倍健	0.8%	1.3%	2.2%	3.2%	3.9%	4.1%	4.9%	4.6%	6.1%	7.5%
安利(中国)	14.4%	14.7%	15.0%	15.0%	12.9%	10.4%	8.9%	7.4%	6.8%	6.5%
东阿阿胶	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4.6%	4.9%	5.1%	5.3%
完美(中国)	4.3%	5.4%	5.7%	5.8%	7.0%	7.9%	7.3%	6.4%	5.7%	5.3%
康宝莱(中国)	1.8%	1.9%	1.9%	2.2%	3.2%	3.9%	4.5%	4.5%	4.3%	4.3%
惠氏制药	2.0%	2.1%	2.4%	2.7%	2.9%	3.0%	3.1%	3.0%	2.9%	2.8%
新时代健康产业	1.6%	2.0%	2.4%	2.4%	2.3%	2.7%	2.7%	2.8%	2.6%	2.4%
合生元	0.8%	0.8%	0.9%	1.0%	1.0%	0.8%	0.6%	0.7%	1.0%	1.3%
葆婴	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.4%	0.5%	0.9%	1.0%	1.1%	1.1%
Swisse	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.3%	0.4%	0.6%	0.6%	0.9%	1.1%
如新(中国)	0.3%	0.4%	0.5%	0.9%	2.5%	1.5%	0.9%	0.9%	1.0%	1.0%
Blackmores	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.2%	0.4%	0.7%	1.0%
NBTY	0.3%	0.5%	0.7%	0.7%	0.8%	0.9%	1.0%	1.0%	0.9%	0.9%
其他	68.9%	64.4%	60.1%	56.8%	53.9%	54.3%	50.0%	51.6%	50.6%	49.4%
总计 (%)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

具体来看，我国 top10 保健品企业仍以直销企业占主导。

无限极凭借成熟且优异的直销模式和营销战略，2015 年以来，市占率首超安利（中国），稳坐我国保健品行业龙头。

而安利（中国）和完美（中国）新品开发缓慢，对市场日益变化的需求把握较为欠缺，电商渠道开拓不足，份额上分别有不同程度下滑。

东阿阿胶则由于产品种类独特、品牌效应好，增长态势显著，攀升至第四名。

汤臣倍健致力于促进渠道多元化，实施大单品战略以及电商 2.0 计划，近年来通过海外收购 LSG、Penta-vite 等，拓宽覆盖品类，市占率逐年稳步提升，非直销龙头企业地位稳固。

而康宝莱通过定位细分市场—体重管理，在 top10 企业中取得一席之地，份额较为稳定。

膳食补充剂：竞争激烈，市场格局较为分散

膳食补充剂（VMS）占据整个保健品行业

90%+ 的份额，2018 年我国 VMS 市场规模达 1485.5 亿元，yoy+9.2%。

尽管市场产品类型丰富，但整体而言，同质化水平较高，可替代性强，导致 VMS 市场集中度一直处于十分分散的状态。

根据欧睿数据，2018 年市占率超过 1% 的 VMS 企业仅有 12 家，2018 年 CR3 为 26%。

罗兰贝格分析认为，和国外品牌相比，大多国内品牌产品力、品牌力较为薄弱，研发能力欠缺，导致本土企业产品组合缺乏“宽度”和“深度”。

就“宽度”而言，外资品牌产品线普遍比本土企业更齐全。

以美国保健品龙头 GNC 为例，其旗下 SKU 达 1500+，涵盖品类丰富；而汤臣倍健虽覆盖主要的大类保健功能，其总部 SKU 达 300+，仅为 GNC 的 1/5。

究其原因，一方面由于外部政策的限制，同时也有我国企业重营销的传统因素所致。

就“深度”而言，我国本土企业产品设计仍较为粗放，往往欠缺具有生命力的明星产品以及针对不同人群的细分产品。

在保健品市场发展初期，企业可以通过一个产品辐射尽可能多的客群，从而快速扩大销售。

但随着行业日趋成熟和需求的细分，企业产品结构将有大众化向有针对性、定制化方向演变。

以复合维生素类产品为例，美国市场已将系列产品细化至不同人群，但中国 80% 以上的产品仍为覆盖全人群的粗放式产品。

虽然保健品在产品开发难度上低于药品，但若推出合适中国不同人群的产品线，仍需要对细分市场消费者需求有深入了解，持续投入产品研发，并培育消费习惯。

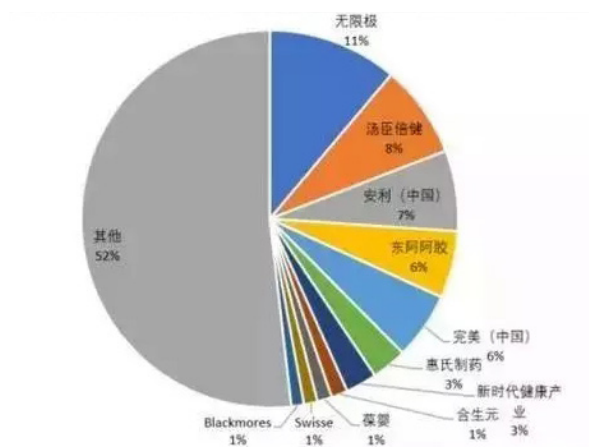


图 6：膳食补充剂类竞争格局（2018 年）

体重管理：康宝莱一家独大，外资品牌优势明显

2018 年，我国体重管理类保健品市场规模达 120 亿元，同比增长 9.2%。

尽管和西方国家相比，亚洲国家肥胖率偏低，但由于人口基数大，且近年来攀升趋势显著，体重管理在亚洲市场存在较大空间。

竞争格局上，龙头企业份额较为集中，CR3 达 62%。康宝莱一家独大，享近半市场份额。

由于康宝莱定位体重管理细分市场（体重管理类占总营收 64%），并采取直销模式，先发优势明显，占据了较大的市场份额。

由于进入较早，加之技术优势，外资企业在产品创新上更有竞争力，在消费者中具有较高的认可度与知名度。

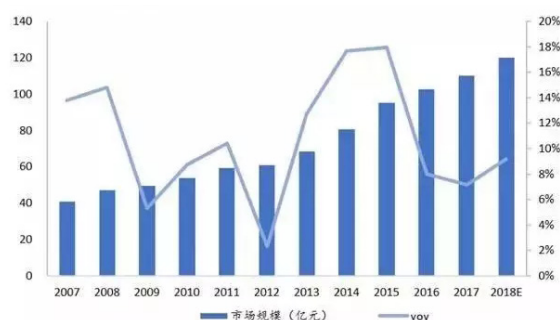


图 10：2017-2018 年我国体重管理市场规模

从消费品类来看，得益于较为成熟的消费者教育，以及丰富的产品口味及组合，代餐类仍然占据主导地位（50%+），其他品类上，减肥茶增长乏力，营养补充饮料增速强劲。

表 5：体重管理细分品类情况

市场品类	市场规模 (亿元)	18 年增速	13-18 年 CAGR	预计 18-23 年 CAGR
代餐	62.96	9.8%	19.5%	12.5%
OTC 肥胖药	2.32	24.5%	40.4%	21.9%
减肥茶	25.03	-3.4%	-4.2%	-0.3%
补充营养饮料	15.03	39.0%	141.1%	39.0%
减肥补充剂	14.66	4.8%	5.9%	3.5%

数据来源：Euromonitor，东北证券

运动营养：利基市场定位小众人群，市场集中度较高

运动营养作为小众利基市场，在保健品三个品类当中，市场规模最小，具有“基数小，成长快”的特点。

欧睿数据显示，2018 年我国运动营养市场

规模达 21.05 亿元，同比增长 42.2%。

而线上渠道为主要销售渠道，占比 80%+。

运动营养的销售渠道经历从健身房逐步转移到电商渠道的过程，健身网红推广成为主要营销手段。

整体而言，外资品牌进入市场较早，产品线相对丰富，MuscleTech（西王食品旗下），Myprotein（TheHutGroup 旗下），OptimumNutrition，Nutrend，MET-Rx(NBTY 旗下）以及 GNC 等品牌在消费者中认可度较高。

而内资品牌顺应行业发展趋势，也纷纷发力进入市场。

竞争格局上，运动营养细分市场较为集中，生产企业较少，2018 年 CR3 达 63.9%。2016 年，西王食品收购 MuscleTech（肌肉科技）；

其市场份额在 17 年赶超北京康比特公司，成为行业龙头；得益于较为激进的市场营销以及渠道拓展，公司在 18 年持续抢占市场份额，市占率提升 3pct 至 29%，龙头地位凸显。

国产品牌中，康比特通过致力于服务国家运动队和各省市级运动队等固定消费用户，在市场上取得一席之地。

汤臣倍健 2015 年发力运动营养领域，推出子品牌“GymMax 健乐多”，近三年来市场份额稳步提升，跃居行业前三。

长期来看，运动营养企业核心竞争优势在于产品和精准营销。

1) 产品：市场产品种类繁多，差距较大，很难实现新的技术突破，如果没有好产品作为支撑企业势必会被市场淘汰；

2) 精准营销：运动营养作为快消品，抓住线下核心目标群体进行精准营销是关键。

如今健身网红具有很强的“带货能力”，转

化线下用户成为核心用户并提升复购率是成为企业抢占市场份额能力的关键。

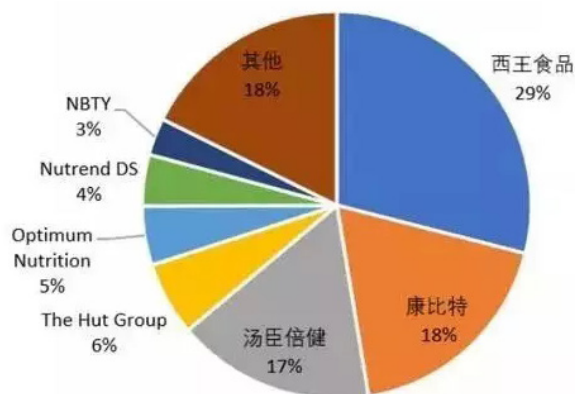


图 13: 运动营养类竞争格局 (2018 年)

渠道端：目前已直销为主，线上增长迅速

根据 Euromonitor 数据，2018 年我国保健品渠道结构：直销 47.3%，线上 31.9%，药店 18.3%，商超 2.5%。

由于行业发展的历史原因，直销份额占据了保健品市场较大的市场规模和比例。

我国保健品渠道结构仍以直销为主，占比接近 50%。

2013 年以来，直销占比总体变化不大，趋于饱和。13-18 年直销渠道销售额 CAGR 为 10.1%，与行业整体增速基本一致。

线上渠道增长强劲，13 年线上销售份额仅为 13.6%，18 年提升至 31.9%，CAGR 为四种渠道最高，达 31.2%。

而药店渠道份额萎缩严重，从 13 年占比 34.3% 下滑至 18 年的 18.3%，历史 5 年 CAGR 呈唯一负增长，为 -2.4%。

商超渠道占比一直较小，且同样呈下滑趋势，13-18 年增长十分缓慢，复合增长率为 1.6%。

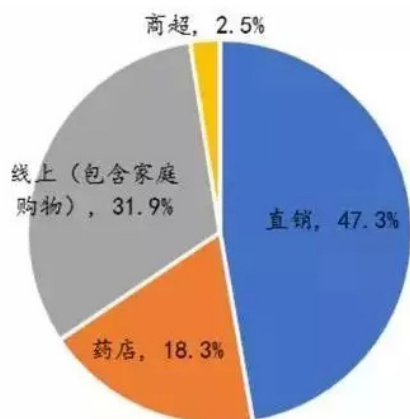


图 17：2018 年我国保健品渠道结构

对比其他国家，我国保健品渠道销售结构呈“直销 & 线上占比高，药店增速缓慢，商超占比极小”的特点。

欧美国家保健品直销渠道占比普遍比亚洲国家低很多。

不同国家对于直销企业政策差异巨大，更加严苛的法律环境一定程度上阻碍了直销的快速发展。

此外，欧美保健品市场起步早，现阶段发展成熟，消费者教育经过了很长的周期，现已基本完成，直销角色减弱，消费者已步入“重产品、重品牌”的阶段。

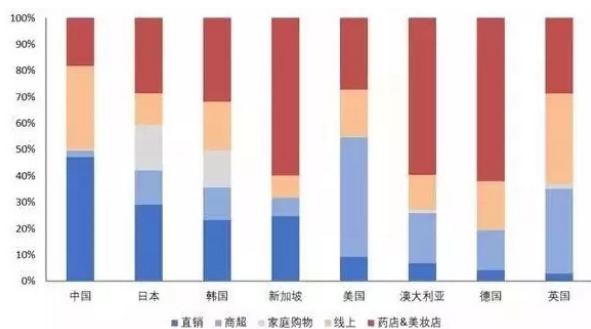


图 18：2018 年各国保健品销售渠道结构对比

直销：率先进入市场，培育我国膳食补充剂的市场基础

我国膳食营养补充剂市场最早由安利纽崔莱培育。安利（中国）于 1992 年落户广州，1998 年安利（中国）的膳食营养补充剂系列产品“纽崔莱”进入中国，第一次将膳食营养补充剂的概念完整的带入中国，在此之前，我国并没有完整的膳食营养补充剂的概念。

2006 年，中国政府正式开放直销牌照，保健品直销企业随之进入发展的“黄金十年”。

在市场培育初期，由于消费者对保健品认知缺乏，传统渠道如药店、商超等难以有效推动产品销售。

而直销模式以其极具影响力的特征，在早期脱颖而出，快速抢占市场份额。

我国申请直销牌照存在较高的门槛，申请企业需要有强大的资金实力、符合要求的生产基地和产品、以及直销经验。

目前，我国商务部公示的获得直销资格的企业共有 91 家，其中，共有 75 家企业从事保健食品相关业务。

药店：相比药品，保健品更具毛利驱动型动销模式

在我国现行的监管体制下，药店销售的保健品分为两种形态：

1) 通食品：只需获得 QS 流通食品认证。只要符合国家 QS 食品安全标准，取得资质的企业便可自行生产产品。该类保健品大多数均可以在药店销售，小部分或有限制。

2) 保健食品：需取得国家食品药品监督管理局

理局下发的注册批件方可在药店销售，批文申请过程通常需要一定时间，且外资品牌取得注册批文存在壁垒。该类保健品在渠道的接受度和消费者的认可上有一定优势，并且可以按照批准证书进行功能声称。

保健食品批文成为药店渠道主要壁垒。

一个批文通常需要耗费百万+、2-3年，生产同时需要GMP资质，以及消费者培育，环环存在壁垒。

在取得批文的保健食品中，进口保健食品只占不到5%。

因此，只有极少数进口保健食品在我国进入药店进行线下销售，绝大部分进口保健品仍通过跨境电商等渠道进行线上销售。

线上、线下消费人群存在明显错位，传统渠道消费人群以中老年人为主，线上渠道以青年人为主。

因此不同渠道top品类上存在明显差异，线下渠道以蛋白分类，钙类、维生素类、清肠类为主导。

从品牌来看，2017年城市零售药店top20产品中，汤臣倍健7个产品上榜，其子公司广州佰健3个产品上榜。可见，在传统药店终端，汤臣倍健具有优势主导地位。

非直销企业在传统渠道销售模式分为：1）区域经销模式；2）直供终端（KA）。

一般来讲，药店渠道利润分配为生产成本：经销商拿货价（厂商出厂价）：药店终端进货价：零售价=1:3:4:10。

经销商利润率较低，以“走量”为主。优质经销商具有稀缺性特点，掌握优质经销商资源的非直销企业享有一定的渠道优势。

以汤臣倍健为例，公司通过经销商在各主要

零售终端采用“专柜+营养顾问”的销售模式（营养顾问均属于经销商派出人员）。

保健品在药店渠道8%-10%的营收占比一直是行业主流，毛利率水平在50%-70%，贡献了14%-18%的毛利。

对比来看，中西成药品的毛利率只有34%-35%。可见，保健品业务在药店属于典型的“高毛利驱动”品类。

过去，药店渠道的保健品销售过度依赖推荐，导致保健品企业过度依赖连锁药房的营销资源，低层次重复竞争明显。

VMS类在连锁药房保健品销售占比50%+，但由于产品批文受限，不同品牌产品重复度超过80%，导致此类产品只能在品牌间简单轮换，此类竞争态势使得连锁药房占据了强势的谈判地位，保健品生产企业只能在供货价格上反复博弈。

现如今，消费者更加重视品牌，头部企业集中度不断提高。由于品牌化程度的提升，药店对品牌产品依赖度也随之提高。截至17年，国内药店共有45.4万家。

随着药店的连锁化率提升、部分药店上市及行业内并购整合的加剧，会进一步带动药店渠道的扩大，带来一定增长空间。

同时，下游药店渠道的集中，一定程度上确实会对保健品生产企业毛利造成一定压力。

然而，对于有品牌、产品、及服务支持的龙头企业来讲，机遇大于挑战。随着药店规模的扩张，药店对保健品的合规性以及后续服务支撑的要求也在逐步提高，强品牌与强渠道联手，通过合作共赢做大份额，保健品行业集中度也将进一步提高。

保健品由于兼具“食品”与“药品”属性，药店渠道的保健品同样受零售药店、医保政策等

相关政策影响。

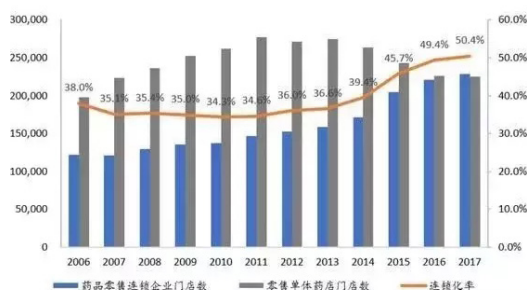


图 22: 全国零售药店门店数 & 连锁化率趋势

2018 年 12 月 15 日，国家医疗保障局办公室、财政部办公厅发布《欺诈骗取医疗保障基金行为举报奖励暂行办法》，其中涉及针对零售药店打击“盗刷医疗保障身份凭证，为参保人员套取现金或购买营养保健品、化妆品、生活用品等非医疗物品的”行为。

医保管理实行属地管理，各个省份地区的政策有所差异，2017 年底约 12 个省份（全部或部分城市）的人社局规定可以用医保卡购买部分保健品。

从连锁药店数据来看，保健品的医保支付比例均不超过 20%。相比大型连锁药店，中小药店确实存在刷卡不规范等情况。

总体来看，我们估算全国药店销售保健品中医保支付比例不超过 20-30%。

商超：占比极小，渠道费用高昂，送礼比重大

我国商超渠道保健品销售占比极小，且增长十分缓慢。根据 Euromonitor，17 年商超端保健品零售额为 305.67 亿元。

尽管商超渠道经销商毛利率较高，高达 60%+，然而其需要承担进场费、导购人员费用、

税收等其他成本，通常需要达到 1w+/ 月的销售额才能实现盈亏平衡。

在消费者购买习惯上，超市渠道不同于药店渠道。药店渠道购买者多为自用，或为家人选购，主要以使用为目的；而超市渠道的保健品，以礼盒居多，送礼比重大。

因此，商超选购保健品，考虑产品品质因素较少，价格因素较多，产品价格带一般在 150-300 元/礼盒；而药店选购保健品，更重产品质量。

线上：外资品牌主要竞争渠道，价格战成为常态

线上渠道起步晚，但增长速度最快。

2016 年，我国保健品线上销售份额首次超过药店渠道份额，成为仅次于直销的第二大保健品销售渠道。

凭借近年来我国电商的强势发展，我国线上渠道销售份额占比已高于许多发达国家。线上电商渠道主要分为三种模式：

1) 传统平台：约占线上渠道 60%，以本土品牌居多，如汤臣倍健、康恩贝等内资企业；善存等进入国内市场较早的海外品牌也占据了部分份额。此类品牌均已取得“保健食品”标志的蓝帽子产品。

2) 代购：约占 24%，主要以淘宝和微信平台为主，涵盖所有国外品类，多由代购商或个人进行销售。

3) 跨境电商：约占 16%，相较于其他渠道有更好的品质保障和品类选择，体量将继续扩大并将挤压其他渠道。

β -半乳糖苷酶菌株的筛选鉴定及转糖苷活性研究

◎朱运平^{1, 2}, 许丽亚³, 吴成¹, 李秀婷³

(1. 北京工商大学北京市食品添加剂工程技术研究中心 北京 100048; 2. 北京工商大学北京食品营养与人类健康高精尖创新中心 北京 100048; 3. 北京工商大学食品质量与安全北京实验室 北京 100048)

【摘要】为了获得具有较高酶活力的 β -半乳糖苷酶,以乳糖为诱导剂,采用涂有x-gal的鉴别平板分离初筛得到28株生长较好的产 β -半乳糖苷酶的菌株。通过摇瓶复筛测定其水解酶活从中筛选出4株酶活力较高菌株,并利用高效液相色谱检测菌株的转糖基活性,确定了1株具有转糖苷活性菌株B5582Y,其水解初始酶活可达12 U/mL。根据细胞形态、生理生化数据、16S rDNA序列和rpoB功能基因序列数据多项鉴定分析,最终确定该菌B5582Y为克雷伯氏菌(*Klebsiella michiganensis*)。

【关键词】 β -半乳糖苷酶; 菌株筛选; 分离; 鉴定

β -半乳糖苷酶在食品工业中的应用非常广泛,可以防止浓缩乳制品结晶,降低乳制品中乳糖含量,生产低聚半乳糖等^[1-3]。 β -半乳糖苷酶属于糖苷水解酶,某些还具有一定的转糖基活性,乳糖或乳糖类似物可以作为诱导物促进它在微生物体内的合成表达^[4-5]。

不同微生物来源的 β -半乳糖苷酶的水解活性和转糖苷活性的比例不同。某些微生物,如黑曲霉、乳酸克鲁维酵母、脆壁克鲁维酵母等所产生的 β -半乳糖苷酶具有较强的水解活性;而在保加利亚乳杆菌、嗜热链球菌、嗜热脂肪芽孢杆菌和米曲霉^[13]等所产生的 β -半乳糖苷酶则具有较强的转糖苷活性^[6-9]。工业用 β -半乳糖苷酶主要来源于微生物,但目前的天然产酶菌株的产酶活力普遍较低,优良天然菌株资源匮乏,因此筛选新型高产 β -半乳糖苷酶优良菌株具有重要意义。

本文利用涂有x-gal的鉴别培养基对产 β -半乳糖苷酶菌株进行筛选,并经过摇瓶发酵,测定菌株的水解活力和转糖苷活力,确定了一株天然水解酶活较高,并具有转糖苷活性的菌株,通过对菌株进行形态学、分子生物学和生理生化试验分析,鉴定该菌株为克雷伯氏菌(*Klebsiella michiganensis*),扩充了我国产 β -半乳糖苷酶菌株的菌种资源。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与试剂

乳糖、半乳糖、低聚半乳糖、氢氧化钠(均为分析纯)、2-硝基酚(oNP)(指示剂)、蛋白胨、5-溴-4-氯-3-吡啶- β -D-半乳糖苷(X-gal)、邻硝基苯- β -D-吡喃半乳糖苷(oNPG)、酵母浸膏和牛肉膏(均为生化试剂)、乙腈(色谱纯),DNA

Marker、dNTP、RNaseA、Taq DNA Polymerase 为日本 TAKALA 公司

1.2 培养基

筛选培养基 (g/L): 乳糖 10, 胰蛋白胨 10, 酵母浸膏 5, NaCl 5, pH 7.0, 固体培养基加琼脂 20。121℃ 高压蒸汽灭菌 20min。

斜面保藏培养基 (g/L): 乳糖 10, 胰蛋白胨 10, 酵母浸膏 5, NaCl 5, 琼脂 20, pH 7.0。121℃ 高压蒸汽灭菌 20min。

增殖培养基 (g/L): 胰蛋白胨 10, 酵母浸膏 5, NaCl 5, pH 7.0。121℃ 高压蒸汽灭菌 20min。

2 实验方法设计实验步骤

β-半乳糖苷酶产生菌的筛选及鉴定流程

培养基配制→菌种初筛→菌种纯化与斜面保藏→
↓
x-gal显色
菌种复筛→酶活测定→菌株鉴定

2.1 产酶菌株的筛选

2.1.1 菌种初筛

将灭菌后的固体培养基倒入灭菌的平皿中待凝固, 在每个平皿中加入 40mL 由 DMF 配制的 20mg/mL x-gal 溶液涂布均匀。称取 0.1 g 土样置于 0.9mL 无菌水中, 混和均匀后取适当梯度稀释, 移取 100 μL 菌液均匀涂布于筛选培养基平板上, 倒置放置于 37℃ 培养箱中培养 24 ~ 48 h。

从筛选培养基平板上挑取周围带有蓝色水解圈的单菌落划线反复划线直至得到纯培养物后转接斜面保藏。

2.1.2 菌种复筛

将分离、纯化后的菌株分别挑取 2 环接入增殖培养基中, 37℃ 180 rpm 培养 24 h, 再以 2% (v/v)

的接种量接入到装有 50 mL 发酵培养基的 250 mL 三角瓶中, 在相同的条件下培养 24 h。取粗酶液测定 β-半乳糖苷酶的水解酶活, 筛选 β-半乳糖苷酶高产菌株。

2.1.3 粗酶液制备

参考赵瑞香等人^[10]破壁方法, 并稍更改, 取发酵液于 4℃、8000 rpm 下冷冻离心 10 min, 将菌体沉淀用 pH 6.7 的 PBS (钠盐) 洗涤、离心两次后, 再次加入与发酵液相同体积的 pH 6.7 PBS 缓冲液, 冰水浴超声处理 (500W, 超声 1.5s, 间歇 2s) 10min, 然后 4℃、8000 rpm 下冷冻离心 10min, 取上清液即为 β-半乳糖苷酶粗酶液。

2.1.4 β-半乳糖苷酶水解酶活测定

1 oNP 标准储备液配制及标准曲线的绘制^[3]: 用 0.05mol/L、pH 6.7 的 PBS 缓冲液配制 0.2mg/mL 的 oNP 溶液, 将其分别以 0、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0mL 的体积加入各个试管, 后向各试管中加 PBS 缓冲液至 1mL, 于 50℃ 恒温水浴锅中保温 10min, 后分别加入 4mL 的 0.5mol/L 的 Na₂CO₃ 溶液, 以第一管试验为空白, 测定各管在波长 420nm 处的吸光度, 以 oNP 浓度为横坐标, 绘制标准曲线。

2 酶活测定方法: 酶活测定方法参考 Gul-Guvend^[11] 等人方法, 稍作改动。准确称取一定量的 oNPG 粉末, 用 0.05 mol/L、pH 6.7 的 PBS 缓冲液配制 2 mg/mL 的 oNPG 溶液, 取 2 mL 上述溶液于试管中在 50 °C 保温 10 min, 然后加入 0.5 mL 适当稀释的酶液, 振荡混匀后在 50 °C 下反应 10 min, 加入 2.5 mL 的 0.5mol/L Na₂CO₃ 溶液终止反应 (对照管先加 Na₂CO₃ 溶液再加酶液), 在 420 nm 下测定样品的吸光度, 根据 oNP 标准曲线计算酶活力。

水解酶活力单位 (U_{oNPG}) 定义^[2]: 在上述条件下, 酶催化 oNPG 反应 1 min 生成 1 μmol 的 oNP 所需酶量定义为 1 个酶活力单位。

2.2 菌株鉴定

2.2.1 形态学鉴定

将纯化后的菌转接到平板上观察其培养特征，同时挑取菌落进行革兰氏染色，并观察其细胞形态。

2.2.2 分子生物学鉴定

1 菌体的培养：将斜面保藏的菌株在平板上划线活化，培养 12h 后挑取单菌落接种到 50ml 液体培养基中，37℃、200rpm 培养 12h。

2 基因组 DNA 提取：具体操作见 OMEGA Bacterial DNA Kit 试剂盒，将获取到基因组 DNA 测序。

316S sDNA 序列分析：PCR 扩增正向引物 F：5' -AGA GTT TGA TCC TGG CTC AG-3'，反向引物 R：5' -ACG GTT ACC TTG TTA CGA CTT-3'。16S rDNA 序列扩增体系为 10 × PCR Buffer(Mg²⁺ + Plus) 5μL，dNTP Mixture (2.5mM) 8μL，引物 F (10μmol/L) 1μL，引物 R (10μmol/L) 1μL，模板 DNA 1μL，Taq (5U/μL) 0.5μL，总体积为 50μL，其余用灭菌后的 ddH₂O 补充。16SrDNA 序列扩增反应条件：95℃变性 5min；95℃变性 60s，57℃退火 60s，72℃延伸 90s，30 个循环；72℃延伸 5min。

2.2.3 生理生化鉴定

参照 BIOLOG GEN III 说明书。

2.3 β-半乳糖苷酶转糖苷活力测定

参考陈真真等人转糖苷活力测定方法^[2]，利用 HPLC 外标法测定。用 0.05 mol/L、pH 6.7 的 PBS 缓冲液配制 0.5 mol/L 的乳糖溶液，取 500 μL 上述溶液置于离心管中，50℃ 保温 10 min 后加入 1000 μL 酶液，振荡混匀继续反应 4 h，然后放入沸水浴中煮沸 10 min 灭酶。取适量酶解后液体经 0.22 μm 微孔过滤器过滤后，经 HPLC 检测乳糖水解活性与低聚半乳糖的生成情况。

色谱测定条件：Agilent 1260 高效液相色谱 - 示差折光检测器；色谱柱：Inertsil HPLC Column NH₂ 5 μm、4.6*250 mm；柱温：30℃；流动相：乙腈：水 = 70:30；流速：1.0 mL/min。

3 结果与分析

3.1 菌株筛选

将土样稀释液均匀涂布于筛选平板，由于 β-半乳糖苷酶可将 x-gal 水解成为蓝色络合物，初筛共获得 28 株显蓝色菌株。对显蓝色菌株进行摇瓶复筛测定水解酶活，有 4 株酶活力较高（见表 1），其中菌株 B5582Y 水解酶活力最高，初始酶活可达 12U/mL，这比陈真真^[2]、郭志华^[14]等人筛选的天然菌株酶活都高，与高兆建等人^[15]筛出的嗜热脂肪芽孢杆菌酶活相当，因此，作为初始菌株酶活，B5582Y 具有较好的研究前景。

表 1 4 株产 β-半乳糖苷酶水解活性

菌株编号	水解酶活力 /U·mL ⁻¹
B5582Y	12
B3371Y	1.02
B1508Y	1.7
B1891	0.78

3.2 菌株鉴定

3.2.1 菌株形态学鉴定

在固体培养基上 B5582Y 菌落形态见图 1，呈圆形，中间凸起，表面光滑、粘稠，不易挑取。经革兰氏染色后呈红色，显微镜观察为革兰氏阴性菌短杆菌（见图 2），无芽孢生成。

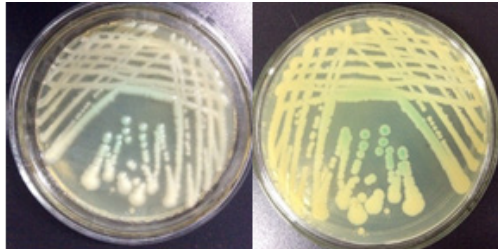


图 1 B5582Y 菌落形态

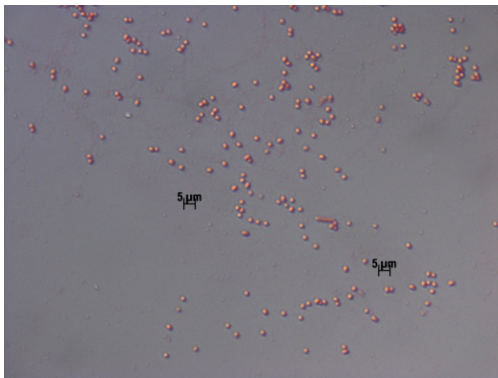
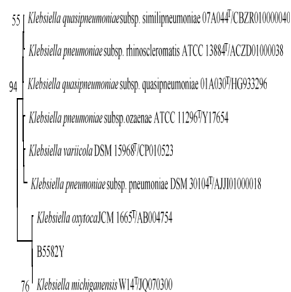


图 2 菌株显微照片

3.2.2 菌株分子生物学鉴定

对 B5582Y 进行全基因组提取，以全基因组 DNA 为模板进行 PCR 扩增得到 16S rDNA 核苷酸片段并测序，将得到的 16S rDNA 序列提交到 NCBI 数据库中进行 BLAST 在线同源性比对分析 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast>)，通过构建系统发育树 (见图 3) 可知，B5582Y 为克雷伯氏菌 (*Klebsiella michiganensis*)。



0.02

图 3 B5582Y 系统发育树

3.2.3 菌株生理生化鉴定

对菌株 B5582Y 进行 BIOLOG GEN III 生理生化试验，结果见表 2。

3.3 β -半乳糖苷酶转糖苷活力测定

利用外标法通过 HPLC 对其进行转糖苷活性检测，乳糖的出峰时间为 8.557min，葡萄糖的出峰时间为 6.302min，半乳糖出峰时间为 6.623min，检测结果见图 4。经过 4h 的酶解过程，乳糖降解率大于 90%，因此该酶具有良好的水解特性，在生成葡萄糖和半乳糖的同时生成不同分子量的低聚糖，可知该菌株产酶具有转糖苷活性。目前，国内对具有转糖苷活性的 β -半乳糖苷酶的研究尚不广泛，故选取该菌作为后续相关酶学性质的研究具有很高价值。

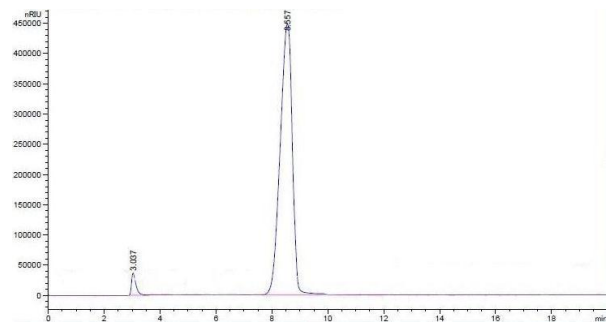


图 4-1 酶解前乳糖底物 HPLC 图

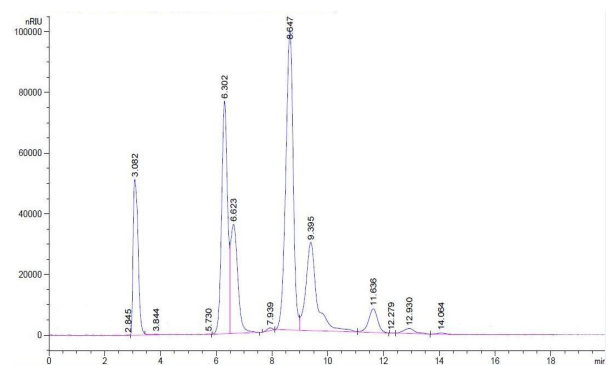


图 4-2 酶解后产物的 HPLC 图

表 2 菌株 B5582Y 生理生化试验结果

试验项目	结果	试验项目	结果	试验项目	结果	试验项目	结果
阴性对照	-	a-D- 葡萄糖	+	明胶	-	p- 羟基苯乙酸	-
糊精	w	D- 甘露糖	+	甘氨酸-L- 脯氨酸	-	丙酮酸甲酯	w
D- 麦芽糖	+	D- 果糖	+	L- 丙氨酸	-	D- 乳酸甲酯	-
D- 海藻糖	+	D- 半乳糖	+	L- 精氨酸	-	L- 乳酸	w
D- 纤维二糖	+	3- 甲基-D- 葡萄糖	-	L- 天冬氨酸	w	柠檬酸	+
龙胆二糖	+	D- 岩藻糖	-	L- 谷氨酸	-	α- 酮戊二酸	-
蔗糖	+	L- 岩藻糖	-	L- 组氨酸	-	D- 苹果酸	-
松二糖	-	L- 鼠李糖	-	L- 焦谷氨酸	-	L- 苹果酸	-
水苏糖	+	肌苷	w	L- 丝氨酸	+	溴代丁二酸	-
阳性对照	+	1% 乳酸钠	+	林可霉素	+	萘啶酸	+
pH 6.0	+	夫西地酸	+	盐酸胍	+	氯化锂	+
pH 5.0	+	D- 丝氨酸	+	十四烷硫酸钠	+	亚碲酸钾	-
D- 棉子糖	+	D- 山梨醇	+	果胶	+	吐温 40	-
α-D- 乳糖	+	D- 甘露醇	+	D- 半乳糖醛酸	+	γ- 氨基丁酸	-
D- 蜜二糖	+	D- 阿糖醇	+	L- 半乳糖酸内酯	+	α- 羟丁酸	-
β- 甲基-D- 葡糖苷	+	肌醇	w	D- 葡糖酸	+	β- 羟基-D,L- 丁酸	-
D- 水杨苷	+	甘油	w	D- 葡萄糖醛酸	+	α- 丁酮酸	-
N- 乙酰-D- 葡糖胺	+	D- 葡糖-6- 磷酸	+	葡糖醛酰胺	+	乙酰乙酸	-
N- 乙酰-β-D- 甘露糖胺	-	D- 果糖-6- 磷酸	+	粘酸	+	丙酸	-
N- 乙酰-D- 半乳糖胺	+	D- 天冬氨酸	-	奎宁酸	-	乙酸	-
N- 乙酰神经氨酸	+	D- 丝氨酸	+	糖质酸	+	甲酸	+
1% NaCl	+	醋竹桃霉素	+	万古霉素	+	氨曲南	+
4% NaCl	w	利福霉素 SV	+	四唑紫	+	丁酸钠	w
8% NaCl	-	二甲胺四环素	-	四唑蓝	+	溴酸钠	-

(注：“+”代表阳性，“-”代表阴性，“w”代表弱阳性。)

4 结语

β -半乳糖苷酶在食品工业中的应用非常广泛,可以防止浓缩乳制品结晶,降低乳制品中乳糖含量,低聚半乳糖的生产等。本研究从天然土样中筛选出一株水解酶活力达 12U/mL,并具有转糖苷活力的菌株。对其进行菌株鉴定后,确定该菌为克雷伯氏菌(*Klebsiella michiganensis*),目前关于克雷伯氏菌产 β -半乳糖酶的报道较少,为后续对 β -半乳糖苷酶在实际生产中的应用提供资源。

【参考文献】

- 其粗酶性质研究 [D]. 江南大学, 2013.
- [9] Carević M, Veličković D, Stojanović M, et al. Insight in the regioselective enzymatic transgalactosylation of salicin catalyzed by β -galactosidase from *Aspergillus oryzae*[J]. *Process Biochemistry*, 2015, 50(5):782-788.
- [10] 赵瑞香, 王大红, 牛生洋, 等. 超声波细胞破碎法检测嗜酸乳杆菌 β -半乳糖苷酶活力的研究 [J]. *食品科学*, 2006,01:47-50.
ZHAO Ruixiang, WANG Dahong, NIU Shengyang, et al. Ultrasonic cell crushing method for detection of lactobacillus acidophilus β -galactosidase enzyme activity research [J]. *Food Science*. (in Chinese)
- [11] Gul-Guven R, Guven K, Poli A, et al. Purification and some properties of a β -galactosidase from the thermoacidophilic *Alicyclobacillus acidocaldarius* subsp. *rittmannii* isolated from Antarctica[J]. *Enzyme & Microbial Technology*, 2007, 40(6):1570-1577.
- [12] 姜金华, 顾青. 具 β -半乳糖苷酶转苷活性的植物乳杆菌的筛选和鉴定 [J]. *中国食品学报*, 2013,12:172-180.
JIANG Jinhua, GU Qing. The screening and identification of lactobacillus plantarum which produced β -galactosidase[J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*[J], 2013,12:172-180. (in Chinese)
- [13] 周春雷, 俞勇, 李会荣, 等. 低温 β -半乳糖苷酶产生菌的筛选、鉴定、生长特性及酶学性质的初步研究 [J]. *极地研究*, 2010,01:48-55.
ZHOU Chunlei, Yu Yong, LI Huirong, et al. Screening and identification of cold-active β -galactosidase-producing bacterium and characterization of the β -galactosidase. *Chinese Journal of Polar Research*[J], 2010,01:48-55. (in Chinese)
- [14] 郭志华. 产 β -半乳糖苷酶芽孢杆菌的筛选及酶学性质研究 [D]. 山东大学, 2009.
- [15] 高兆建, 孙会刚, 侯进慧. 耐高温 β -半乳糖苷酶菌株筛选及酶特性研究 [J]. *食品科技*, 2011,05:23-28.
GAO Zhaojian, SUN Huigang, HOU Jinhui. Screening of a novel microorganism producing thermostable β -galactosidase and its characterization. *Food Science and Technology*[J], 2011,05:23-28. (in Chinese)
- [1] 张莉, 李庆章, 田雷. β -半乳糖苷酶研究进展 [J]. *东北农业大学学报*, 2009,07:128-131.
ZHANG Li, LI Qingzhang. β -galactosidase enzyme research progress [J]. *Journal of northeast agricultural university*, 2009,07:128-131. (in Chinese)
- [2] 陈真真. β -半乳糖苷酶菌株筛选、酶的分离纯化和性质及酶法合成低聚半乳糖的研究 [D]. 江南大学, 2013.
- [3] 孟繁一. β -半乳糖苷酶产生菌的筛选与发酵 [D]. 大连工业大学, 2013.
- [4] Torres D P M, Gonçalves M D P F, Teixeira J A, et al. Galacto-Oligosaccharides: Production, Properties, Applications, and Significance as Prebiotics[J]. *Comprehensive Reviews in Food Science & Food Safety*, 2010, 9(5):438-454.
- [5] 王昕, 侯聚敏, 付丽丽, 等. 产 β -半乳糖苷酶乳酸菌的筛选及其益生性研究 [J]. *中国乳品工业*, 2012,08:20-23.
WANG Xin, HOU Jumin, FU Lili, et al. β -galactosidase enzyme production of lactic acid bacteria screening and beneficial nature research [J]. *China's dairy industry Journal*, 2012,08:20-23. (in Chinese)
- [6] 郑建仙. 功能性食品生物技术 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2004: 64 - 69.
- [7] 张博. 产冷活性 β -半乳糖苷酶低温菌株的筛选及产酶条件的优化 [D]. 广东药学院, 2011.
- [8] 沈莲莲. 低温乳糖酶产生菌株的选育、产酶条件优化及

食源性功能肽的研究进展

◎邵翹, 李志华

乐康珍泰(天津)生物技术有限公司 天津 300457

【摘要】食源性功能肽是源于蛋白质的多功能活性因子,具有提高机体免疫力、抗氧化、抗肿瘤、抗疲劳、抗炎、抑菌以及降胆固醇等生理作用,食用安全性极高,易于消化吸收,是当前国际上研究热点之一。本文从制备方法、吸收机制、生理功能三个方面综述了生物活性肽的研究进展以及生物活性肽产业发展的机遇与挑战,以期为生物活性肽的进一步研究和应用提供参考。

【关键词】食源性功能肽; 制备; 吸收机制; 生理功能

1 食源性功能肽概述

肽是指分子结构介于氨基酸和蛋白质之间的一类化合物,是由20种天然氨基酸以不同组成和排列方式构成的,从二肽复杂的线性或环形结构的多肽的总称。组成中少于10个氨基酸的肽称为“寡肽”,含有10~50个氨基酸的称为“多肽”。生物活性肽的生理功能主要有类吗啡样活性、激素和调节激素的作用,对生物体内的酶具有调节和抑制功能,免疫调节,促生长发育,抗血栓,抗高血压,降胆固醇,抑制细菌、病毒,抗癌作用,抗氧化和清除自由基作用,改善元素吸收和矿物质运输等。1986年的诺贝尔生理学奖颁给了肽类生长因子的发现者。20世纪80年代末和90年代出现生物(基因)组合肽库和化学组合肽库。1998年肽类领域被美国科学家评为进展最快的十大领域。近年来,国外对生物活性

肽进行了大量的基础和应用研究,并将多种肽类药物推向市场,获得了巨大的经济效益。

2 食源性功能肽研究进展

近年来,国际科学界研究发现,蛋白质经消化道酶促水解后主要是以小肽类的形式被吸收,且比完全游离氨基酸更易、更快被机体吸收、利用,某些小肽不仅能提供人体生长、发育所需要的营养物质,而且具有独特的生物学功能:可防治血栓、高血脂和高血压,延缓衰老、抵抗疲劳、提高机体免疫力。有些小肽具有原食品蛋白质或其组成氨基酸所没有的重要的生理功能,这正是生物活性肽引起当今科技界、医学界、营养学界、食品学界广泛重视的主要原因。生物活性肽具有极强的活性和多样性,随着研究的不断深入,这一领域在世界范围内

日益受到关注。生物活性肽已成为高科技领域及产业的新热点。

2.1 食源性功能肽制备研究进展

目前,国内利用多种方法已开发出多种植物性多肽,如大豆低聚肽、小麦低聚肽、大米多肽、玉米低聚肽、绿豆多肽、花生多肽、核桃多肽、虫草肽等,以及多种动物性多肽,如胶原蛋白肽、白蛋白肽、乳清蛋白肽、脑肽、肝肽、脾脏肽、驼血肽、牛骨肽、林蛙肽等。而各种多肽的制备方法主要有生物提取法、化学水解法、酶解法和微生物发酵法、合成法以及基因合成法等。

生物提取法能直接将存在于细菌、真菌、动植物等生物体内的各种天然活性肽提取出来。该方法操作简便,绿色环保,适用于天然活性肽的提取。近两年,孟春英等利用乙酸从仿刺参体壁中提取获得抗菌肽^[1],Fu Y等利用高氯酸从牛肉中获得抗氧化肽以及ACE和肾素抑制肽^[2]。但由于生物体中的活性肽含量的局限,导致该方法产量低,提取分离纯化成本高,不利于工业化生产。

化学水解法指用适当浓度的酸或碱溶液与待降解蛋白在适当温度下水浴一段时间,使蛋白质肽键断裂,从而制得活性肽的一种方法。该法主要适用于胶原蛋白、角蛋白等结构蛋白的处理^[3],常用溶液有盐酸、磷酸以及氢氧化钠。此方法具有工艺简单、成本低等优点,但由于酸碱试剂对氨基酸造成严重损害,降低蛋白质营养价值以及水解作用位点确定困难,酸碱去除难点等因素,以致这种方法很少被采用。

酶解法是利用单种或多种特异性蛋白酶或非特异性蛋白酶酶解蛋白,获得小分子活性肽。酶解法制备生物活性肽的关键在于蛋白酶种类的选择和酶解条件的选择。在实际应用中,往往采用2种或2种以上复合蛋白酶同时作用于底物蛋白,不仅可以

提高酶解效率,而且可以降低苦味肽的产生^[4],酶解法具有反应条件温和,对蛋白质的营养价值破坏性小,水解过程易于控制和效率高等优点,但是存在多个关键技术瓶颈,例如多肽有效成分含量低、功效不突出,酶解难以实现靶向,分离纯化困难等。

化学合成法是目前最广泛使用的肽合成法。以前多采用液相合成法,但由于其过程耗时较长使得固相合成法成为多肽合成的主流合成方法。固相合成法是在小规模上合成由约10到100多个残基组成的肽的最有效的方法,并且还用于快速产生用于筛选目的的肽文库^[5]。固相合成法操作简便,反应时间短,产率较高,易于实现自动化,但主要适用于短肽合成,且合成过程中需进行保护氨基酸侧链及接肽反应后脱侧链保护基步骤。例如,王小青等利用Fmoc固相合成了牛乳酪蛋白(κ -CN)的十一肽(f106~116)^[6],Tanzadehpanah H利用Fmoc固相合成了鸵鸟蛋清蛋白水解产物中含有的三种肽(分别命名为P1、P2和P3肽)^[7]。

基因重组法合成活性肽是指在已知氨基酸和核酸序列的前提下,人工设计合成表达活性肽的基因,并将其与适当的载体重组,将其导入受体菌中进行诱导表达,获得目的活性肽。基因重组法合成活性肽具有原料来源广泛、表达定向性强等优点,例如:王东波等^[8]利用基因重组技术高效制备了垂体腺苷酸环化酶激活肽(PACAP27)衍生多肽RP2,制备的RP2可有效促进角膜上皮细胞的增殖。但其只限于大分子肽的合成,且存在表达效率低、产品难以提取分离等问题。

微生物发酵法指利用微生物发酵过程中产生的蛋白酶来将底物蛋白水解成不同分子量的生物活性肽。目前,常采用的微生物包括侧孢短芽孢杆菌、枯草芽孢杆菌、清酒乳杆菌和弯曲乳杆菌等。李宁等^[9]对侧孢短芽孢杆菌S62-9(*Brevibacillus laterosporus*)

S62-9) 的发酵培养基和发酵条件优化, 使抗菌肽产量提高了 59.9%。微生物发酵法将微生物产酶和酶解合为一步, 省略了蛋白酶的纯化和制备过程, 具有成本低、蛋白酶产量高等优点, 且可以减少苦味肽的产生。但该法菌种筛选过程繁琐, 产物提纯复杂。

酶合成法是指利用酶催化氨基酸及其衍生物合成活性肽的方法。酶合成法应具有反应条件温和, 操作安全, 酶催化位置有方向性, 且无立体异构和

消旋作用等优势。例如: 张亮^[10]采用酶合成法合成了谷胱甘肽(GSH), 并确定谷胱甘肽最优合成条件。但其产率低, 反应副产物较多, 产物浓缩纯化工作量大等问题限制了其应用发展。

生物活性肽的分离提纯方法主要包括膜分离技术、盐析法、电泳法、层析技术以及联用技术等, 各种纯化方法主要特点见表 1:

表 1 生物活性肽不同纯化方法特点

纯化方法	机理	特点	局限	
膜分离	纳滤 [11]	介于反渗透和超滤之间的压力驱动膜分离过程, 原理近似机械筛分	不需添加任何化学试剂, 无需加热, 无相变, 脱盐效果好	国内多肽分离专用纳滤膜材质的设计、膜性能与结构等方面的研究不够成熟
	超滤 [12]	利用压力和薄膜孔径大小将小分子和大分子分离	操作简便, 成本低, 节能环保, 于常温下进行, 避免了高温对活性肽的破坏, 有效保留了活性肽的活性	超滤膜容易堵塞, 需要频繁清洗, 且超滤法不适用于分离分子量极其相近的多肽
色谱	反向高压液相色谱 [13]	蛋白或肽的疏水性不同导致与反向液相色谱柱的材料作用不同	分离混合蛋白组分的有效方法	失去极性分子; 降低孔隙内的扩散时间 由于结构上微异质性和构象上同分异构体的存在导致无法分离; 与固定相二次作用
	亲和色谱法 [14]	利用固定相的结合特性来分离分子的色谱方法, 并且它们的结合可逆	可以使用多种凝胶, 允许不同种类肽的分离	必需知道配体的物理化学性质, 限制了位置多肽的复杂组分的分离
	离子交换色谱法 [14]	利用离子交换原理和液相色谱技术的结合来测定溶液中阳离子和阴离子	适合分离带阳离子和阴离子的肽	选择性差并且需要额外步骤来分离组分
	分子排阻色谱 [15]	根据凝胶孔隙的孔大小与高分子样品分子的线团尺寸间的相对关系而对溶质进行分离	洗脱条件温和, 对质构和环境影响最小, 可以进行蛋白表征	复杂的肽组分需要长的色谱柱, 需要把不同柱子按顺序接起来
	超高压液相色谱	以特殊的方法用小粒径的填料填充而成, 从而使柱效大大高于经典液相色谱	提高仪器设备分离的灵敏度, 精确度和生产量	发热会降低柱效
亲水作用色谱 [16]	基于溶质在固定相上的吸附, 氢键作用偶极作用和静电作用	可以分离寡肽, 特别是少于 5 个氨基酸的寡肽, 还提高了质谱的表征效果	对于反向高效液相色谱, 应用性和灵活性都大大下降, 样品溶解性的问题, 保留机制还未研究清楚	

纯化方法		机理	特点	局限
电泳	等电聚焦电泳	利用特殊的一种缓冲液(两性电解质)在凝胶(常用聚丙烯酰胺凝胶)内制造一个pH梯度,电泳时每种蛋白质就将迁移到等于其等电点的pH值处,形成一个很窄的区带	根据等电点来分离复杂的肽组分	失去高度疏水性蛋白质,中性蛋白沉淀导致不同组分重叠
层析技术	高效液相层析 [17]	采用高压输液系统,将流动相泵入装有固定相的色谱柱,在柱内各成分被分离,随后进入检测器进行检测,从而实现对待样品的分析	分离效率高、选择性好、样品不被破坏、回收率高和操作自动化	设备十分昂贵
	亲和层析 [18]	利用待分离多肽中的目标多肽能够选择性结合在固相载体上,借以与其他多肽分开,达到分离纯化的目的	具有高选择性、高分离性	载体较昂贵,吸附杂多肽
	凝胶过滤层析 [19,20]	利用具有网状结构的凝胶的分子筛作用,根据被分离物质的分子大小不同来进行分离	操作简便,操作条件温和,不需要有机溶剂,对活性肽的活性无影响,分离效果较好	分离操作一般较慢,而且对于分子量相近的活性肽难以达到很好的分离
	离子交换层析 [21]	利用固定性与流动相中的离子能进行可逆交换的性质以及进行可逆交换时的结合力大小的差别来分离离子型化合物的方法	灵敏度高,选择性好,分析速度快等优点,应用较为广泛	其受洗脱剂离子强度、盐浓度等影响较大,且洗脱时会引入杂质离子,还需再除盐

尽管生物活性肽分离纯化方法很多,但各有优劣,只有选取合适的技术联用,取长补短,才能获得高纯度、高活性的活性肽。例如,Chen等^[22]使用离子交换,Sephadex G-50凝胶层析和RP-HPLC从毛蜡肌肉中分离出编码为PGC的多肽,经鉴定该肽具有抗菌和抗炎活性。

2.2 食源性功能肽吸收机制研究进展

2006年,邹远东提出了多肽的十大营养(吸收机制)特点:(1)多肽不需消化,直接吸收;(2)吸收快速,口服剂如同针剂;(3)以完整的形式吸收;(4)多肽具有百分之百被人体吸收的特点;(5)

多肽具有主动被人体吸收的特点;(6)多肽具有优先被人体吸收的特点;(7)小肽在被人体吸收时,对氨基酸有保护作用;(8)多肽人体中表现出载体作用;(9)多肽可在人体中起运输工具的作用;(10)多肽被人体吸收后,在人体中起着信使作用^[23]。

随着研究的不断深入,研究证明肽的吸收是按照从低浓度向高浓度做跨膜运动的逆浓度进行的,其转运系统大致分为4类^[24]。

(1) 载体转运

蛋白多肽口服经胃肠道消化吸收主要以H⁺浓度梯度和膜电位差为动力,经多肽载体转运进入基

底膜内侧，需要消耗 ATP 此系统称为 H^+ - 依赖型肠多肽转运系统，如图 1。

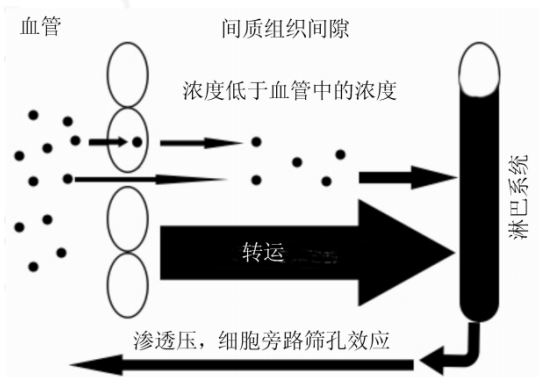


图 1 多肽的分布机制：载体转运的作用超过简单扩散^[25]

(2) 胞饮作用和 M 细胞途径

当多肽与小肠黏膜刷状缘膜的受体结合后，结合部位膜内陷并形成吞噬体而进入肠壁（图 2），可将 40 ku 大小的完整蛋白质转运至细胞内^[26]。

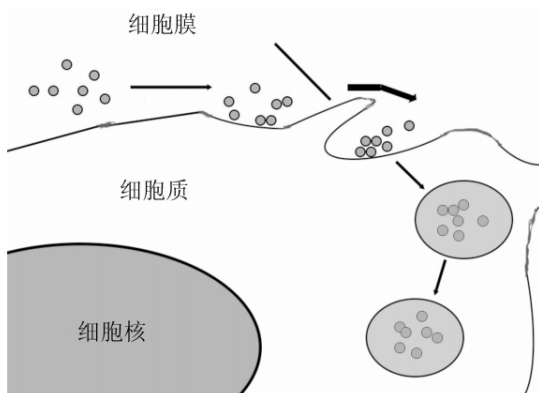


图 2 多肽分子通过胞饮从血管外进入小肠细胞^[26]

(3) 细胞旁路

多肽可以经过细胞旁路被动转运，不需要消耗能量，依靠肠上皮细胞两侧的药物浓度、电化学势的差别形成的，如图 3。

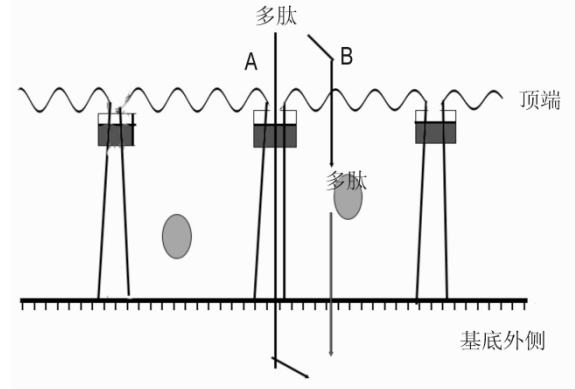


图 3 多肽药物通过细胞旁路 (A) 和跨细胞途径 (B) 进入血液^[27]

(4) 谷胱甘肽 (GSH) 转运系统

在小肠黏膜、肾小管及脑组织上，细胞膜外侧谷氨酰转肽酶，催化谷胱甘肽的谷氨酰基与膜外氨基酸结合而带入细胞内释放。谷氨酰基则重新生成谷胱甘肽再进行循环。

今年 5 月的国际活性肽会议上，Gannapathy 教授总结了小肽的吸收转运机制，他指出在肠道内 20% 的氨基酸和 80% 的低聚肽被吸收；在血液中，90% 的氨基酸和 10% 的低聚肽被吸收。在肠道和肾脏内分别发现肽转运子 PEPT1 和 PEPT2 肽转运子，两者转运均依靠 Na^+/H^+ 浓度梯度^[28]。

2.3 食源性功能肽功能研究进展

目前，国内已开发出多种食源性多肽，各种多肽的功能见表 2：

表 2 食源性多肽种类及功能

食源性肽种类	其具有的功能
大豆肽	促进消化吸收、降低胆固醇、降血压、增强免疫、减肥、降血糖、抗氧化
玉米肽	降血压、抗氧化、缓解疲劳、降胆固醇、护肝、解酒

小麦肽	降血压、抗氧化、吗啡作用
大米肽	降血糖、阿片样拮抗活性、免疫调节
花生肽	抗菌、降胆固醇
绿豆肽	降胆固醇、对胃粘膜损伤有辅助保护功能
酪蛋白肽	促消化吸收、类吗啡活性、降血压、抗氧化、免疫调节、促进钙吸收
乳清肽	抗氧化、降血压、降胆固醇、促消化吸收、促进双歧杆菌增殖
海洋肽	降血压、辅助改善记忆、免疫调节、抗氧化、降血糖、降血脂
胶原肽	抑制皮肤老化及各种损伤、促胶原合成、提高骨质强度
卵清肽	改善生长发育、抗氧化、免疫调节
畜产肽	降血压、抗氧化、促消化、缓解疲劳、促进铁吸收、改善关节炎

2.3.1 抗肿瘤功能

恶性肿瘤严重威胁人类生命健康，目前在全球范围内仍然保持着较高的发病率和死亡率。随着多肽研究的不断深入，多种不同作用机制的抗肿瘤多肽已被发现并被研究。目前，已发现多肽的抗肿瘤机制包括：抑制肿瘤细胞迁移机制、抑制肿瘤血管生成机制、具有免疫治疗作用的机制、诱导癌细胞凋亡机制、破坏细胞膜结构机制、破坏细胞生理活动和细胞周期机制、改变细胞周围或细胞内 pH 值机制以及增强机体免疫应答的机制^[29,30]。近年来人们发现诸多具有抗肿瘤活性的小分子多肽，如具有抗血管生成的整合素拮抗剂 AP25^[31]，血纤维蛋白溶酶释放的具有抗肿瘤活性的 NC1(XIX) - F4^[32]；Kahalalide F 是从海洋软体动物中提取的环状缩肽，具有良好的治疗癌症的效果，目前已经进入 II 期临床研究^[33]；Elisidepsin (PM02734) 是通过人

工合成的 Kahalalide F，也进入了 II 期临床试验阶段^[34]；Tasidotin (ILX-651) 是合成的海兔毒素 15 衍生物，用于肺癌的治疗已经进入 III 期临床^[35]；从地中海被囊类动物 *Aplidium albicans* 中分离得到的 Plitidepsin 用于治疗肺类癌、黑色素瘤、神经母细胞瘤、白血病、多发性骨髓瘤和淋巴瘤已进入 III 期临床研究^[36]。这些抗癌肽最初从动物中分离得到，后期可以人工合成，并对其进行适当的修饰，使其发挥更好的效果。

2.3.2 抗菌功能

抗菌肽是生物体用来抵御外界微生物入侵、消除体内突变细胞的一类小分子多肽。抗菌肽的作用机理有多种，对同一种病原菌不同的抗菌肽可能作用机制不同，同一种抗菌肽也可能具有不同的作用机制。目前，抗菌肽的抑菌机理主要有：通过改变细胞膜的通透性起杀菌或抑菌的作用、对细菌胞内酶结构功能及对细菌胞内信号转导影响发挥作用、直接作用于细胞壁发挥作用以及直接作用于线粒体发挥作用等机制^[37]。到目前为止，已发现 2600 多种抗菌肽^[38]。例如：HIF-1 α 和 LL-37 可以抑制白色念珠菌的繁殖^[39]，PaLEAP-2 可以抑制香鱼的细菌感染^[40]。

2.3.3 抗氧化功能

抗氧化活性肽是指具有清除细胞中多余的活性氧、螯合金属离子、促进过氧化物的分解，从而保护机体免遭氧化破坏，达到抑制脂质过氧化等功效的活性物质。抗氧化肽目前有 4 中来源：天然来源、蛋白降解获得、人工合成以及发酵生产获得。迄今为止，已通过酶解、已发酵等技术从多种途径获得了抗氧化多肽，主要包括牛奶、蛋清蛋白^[41]、蜂王浆等各种食物蛋白，牡蛎、泥鳅、贻贝等海洋产品，以及两栖动物裸露皮肤分泌物等。除此之外，还存在收录抗氧化多肽的数据库^[42]。

2.3.4 降血压功能

高血压是一种高发心血管疾病，是导致冠心病中风动脉硬化和各种并发症的主要危险因素，被称为无声杀手。血管紧张素转化酶（ACE）是生物体内一类重要的血压调节酶，降血压肽主要是对 ACE 酶产生作用降低血压。周晓晴等^[43]用鲫鱼加工下脚料为原料，利用酶解法制备 ACE 抑制肽，ACE 实际抑制率达到 75.59%。Alan Connolly 等^[44]以啤酒糟为原料，酶解得到 32 种多肽，经鉴定有 12 种多肽具有降血压活性，其中 IVY 和 ILDL 活性最高，ACE 的 IC50 值分别为 $(80.4 \pm 11.9) \mu\text{mol/L}$ 和 $(96.4 \pm 8.36) \mu\text{mol/L}$ 。贾叶叶等^[45]以沙漠果为原料，优化制备条件，制备的 ACE 抑制肽实际抑制率为 69.83 %。

2.3.5 降胆固醇功能

统计显示，血清总胆固醇含量增加 0.6 mmol/L，冠心病的风险将增加 34%。降胆固醇肽主要通过抑制胆固醇的吸收、合成以及降低体内胆固醇的含量来实现降胆固醇的功效。抑制胆固醇的吸收实际上是胆胆汁酸结合来降低胆固醇的吸收，抑制胆固醇的合成包括抑制 HMG-CoA 还原酶和激活 LDLR 基因的表达，降低体内胆固醇的含量主要包括激活 7-羟化酶和抑制胆固醇的酯化^[46]。姚余祥等^[47]研究得出，鹰嘴豆肽能降低在模拟胆汁胶束溶液中胆固醇的溶解度，并降低大鼠体内的胆固醇含量。庄建鹏等对乳清蛋白酶解物进行微胶囊化处理，产物对胆固醇胶束溶解度的抑制率提高至 47.53%^[48]。马丽媛等对胰蛋白酶水解的乳清蛋白进行脱盐处理和凝胶色谱分离纯化，使胆固醇胶束溶解度抑制率高达 57.68%^[49]。

2.3.6 其他功能

多肽在降血糖领域的研究虽然较晚，但目前的研究成果较显著，对继续研究生物活性多肽的降血糖功能提供了重要前提。实验结果已证实苦瓜多肽、

杏仁多肽、鹿角脱盘多肽、水溶性癩葡萄多肽等多肽具有一定的降血糖功效，另外张慧娟等的实验结果表明燕麦多肽可增加糖尿病小鼠体重，改善其多饮多食的症状^[50]。目前已经有许多关于不同来源的蛋白肽在解酒方面的研究，其中研究相对较多的是玉米肽，玉米肽可激活 ADH 活性，促进乙醇代谢，此外菜籽蛋白肽以及出丝素活性肽也具有明显的解酒防醉作用^[51]。

3 食源性功能肽发展的机遇与挑战

随着多肽生物功能的不断发现与研究，越来越多的食源性多肽被开发、被研究，使得生物活性肽已成为 21 世纪的研究热点之一。随着研究的不断深入与扩大，生物活性肽的制备方法不断更新与高效，生理功能不断被发现，吸收转运机制不断被解析，使得生物活性肽不仅在降血压、降血糖、降血脂、抗肿瘤、抗氧化、抑菌、护肝等健康领域中发挥作用，还有望应用于延长寿命、抗炎、骨骼健康、慢性疾病调节以及代谢综合征等领域中。生物活性肽引起了当今科技界、医学界、营养学界、食品学界广泛重视，这是生物活性肽发展的机遇。

但是由于技术弊端，生物活性肽的发展还存在许多难题，例如：如何获取活性最强的肽，使其功效达到最强；如何选择酶解的剪切酶，从而获得精确的多肽分子；生物活性肽的活性如何分析，怎样建立生物活性肽的活性分析系统；如何提高生物活性肽的生物利用率；很多活性肽的功能活性需要临床验证的支持，如何做；工业化的成本如何降低；生物活性肽的口味如何改善；生物活性肽的苦味与活性相关性如何，又怎样突破；如何控制生物活性肽的活性等。

【参考文献】略

低聚木糖的特性及在特殊医学用途配方食品中的应用前景

◎张春红, 霍军生, 孙静, 黄建

中国疾病预防控制中心营养与健康所 北京 100050

【摘要】低聚木糖是所有低聚糖中物理性能最稳定, 增殖双歧杆菌效价比最高、有效剂量最低的功能性营养强化剂, 被称为“超强双歧因子”。它在防止便秘和腹泻、降低“三高”、抗肿瘤并增强机体免疫力等方面也具有显著功效, 将其添加到适合于糖尿病、免疫力低下、肠道紊乱等人群食用的特殊医学用途配方食品中将发挥明显的临床食疗功效。低聚木糖在日本、韩国及欧洲广泛应用于各类食品中并具有很长的食用历史, 在食用安全性方面证据充足。2007年, 国家发展改革委员会公众营养与发展中心等部门联合启动了“公众营养改善 OLICO 项目”, 倡导食品企业在公众摄入的食物中加入低聚糖, 促进肠道微生态平衡。2008年国家卫生部将低聚木糖批准为新食品原料, 每日推荐量为 1.2g, 可用于各类食品中(不包括婴幼儿食品)。2015年, 国家食品药品监督管理总局的药物临床试验批准低聚木糖可作为辅料进行药物临床试验。自 2016年 7月 1日特殊医学用途配方食品拥有了独立的注册管理文件、产品标准和生产规范, 打破了原有的长期作为药品管理且没有得到足够的重视, 发展相当缓慢的发展态势。随着我国老龄化进程的加快, 慢性病防控形势不断严峻, 特殊医学用途配方食品在国家政策的推动下有了迅速的发展, 低聚木糖作为配料中的营养强化剂成分体现该产品中有着可观的应用前景。

【关键词】低聚木糖; 生理特性; 安全性; 特殊医学用途配方食品; 前景

前言

低聚木糖是以天然植物纤维玉米芯、蔗渣、棉籽糖、麦麸、桦木等为原料通过木聚糖酶水解, 分离精制得到的一类非消化性低聚糖。它由 2-7 个木糖以 β -1,4-糖苷键连接而成的低聚木糖混合物^[1],

其中木二糖和木三糖是主要有效成分, 木二糖含量越高, 则低聚木糖产品纯度越高, 活性越强^[2], 同时它具有超低的有效剂量(0.7g/d), 是目前所有低聚糖中“性能最稳定、增殖双歧杆菌效价比最高”益菌因子, 被称为“超强双歧因子”^[3,4,5]。

低聚木糖的物理性质^[6]

性质	特性描述
甜度、甜质	甜度约为砂糖的 50%，甜质与砂糖相似
熔点	木二糖的熔点为 155.5-156.0℃，木三糖的熔点为 109.0-110.0℃
黏度	黏度为所有寡糖中最低值，且随着温度上升而迅速下降
耐酸性、耐热性	在 pH 值为 2.0-7.0 时，在 121℃ 下加热 1h 仍然很稳定
着色性	较蔗糖稍弱，但与氨基酸共存加热时其着色性比蔗糖好
水分活度	木二糖的水分活度与葡萄糖相似，比蔗糖低，是所有二糖中最低的
热值	木二糖、木三糖为 8.4kJ，低聚木糖的平均热值为 14.3kJ
抗冻性	贮存于 -10.0℃ 也不易冻结

在我国，特殊医学用途配方食品的应用已有 30 多年，但长期以来作为药品管理，且没有得到足够的重视，发展相当缓慢。人口老龄化程度的加深和医疗保障提携的不断完善，需求量不断增大，产品种类缺乏导致住院率高且治疗效果差。自 2016 年 7 月 1 日特殊医学用途配方食品拥有了独立的注册管理文件、产品标准和生产规范。低聚木糖具有良好的物理特性以及促进益生菌增殖、防止便秘和腹泻、降低“三高”、抗肿瘤并增强机体免疫力等方面的显著功效，在特殊医学用途配方食品中有着巨大的应用前景。

1 促进益生菌的增殖

作为一类非消化性低聚糖，低聚木糖不被胃酸及消化酶降解，也不被肠黏膜吸收。服用低聚木糖 24h 后，在粪便及尿液中均未检出低聚木糖，说明

它在肠道中已被微生物代谢利用^[7]。低聚木糖的保健作用主要基于它对胃肠道病原菌及益生菌的不同影响。体外实验表明，低聚木糖不仅可以增殖双歧杆菌和乳酸杆菌，同时还可延长其存活时间^[8]，但大肠杆菌、肠球菌及梭状芽孢杆菌等病原菌却不能利用低聚木糖。因为双歧杆菌含有 D-木糖苷酶，此酶可以将低聚木糖分解为木糖，既而转化为有机酸作为其自身生长碳源进行增殖，所以具有极好的促进双歧杆菌增殖活性。2004 年，郑建仙等人体口服试验证明，成人每天口服 0.7g 低聚木糖 2 周及 3 周后的结果均发现双歧杆菌比例增加，拟杆菌比例不断下降。

2009 年，丹尼斯克健康研究中心用四根导管模拟人类大肠环境条件的半连续型厌氧结肠模拟器，研究结果发现在低聚木糖处理下双歧杆菌的数量增加，尤其对乳酸双歧杆菌的增殖效果明显^[9]。2013 年北京联合大学^[10]和郑州大学^[11]实验结果均表明低聚木糖可以促进小鼠肠道益生菌上期杆菌和乳酸杆菌的增殖，并抑制肠道中可能致病菌肠杆菌、肠球菌和产气荚膜梭菌的生长。2014 年加州大学洛杉矶分校通过人体试验评价了低聚木糖对肠道菌群的优化功效^[12]。

双歧杆菌通过对低聚木糖酵解，产生丙酮酸，乳酸等短链脂肪酸，从而降低肠道环境中的 pH，抑制致病菌和腐败菌增殖；双歧杆菌可与肠黏膜上皮细胞牢固结合，并与其它厌氧菌一起共同占据肠黏膜表面，形成生物学屏障，阻止致病菌及条件致病菌的定植、入侵，可直接抑制外源致病菌和肠道内固有腐败细菌的生长繁殖，从而减少肠道外源性疾病的发病率。创伤、手术等都会对临床病人造成肠道损伤，引起肠道微菌群失调、代谢紊乱，菌群又会反过来削弱肠道的屏障功能，进一步加重病情。所以在针对病人的特殊医学用途配方食品中添

加低聚木糖对于改善病人的肠道微生态有着重大的意义。

2 防止便秘，抑制腹泻，促进肠道健康

结肠健康被认为是健康状况的重要指标，低聚木糖作为双歧杆菌可利用的碳源，是优良的“肠动力源”。因为双歧杆菌的增殖过程中可产生维生素 B1、维生素 B2、维生素 B6、维生素 B12 及丙氨酸、天冬氨酸、苏氨酸、半乳糖等人体必需的营养物质，又可以抑制有害菌及其有害代谢产物的产生，并刺激肠蠕动，改善肠动力。摄入低聚低聚木糖木糖后能增加大便水分，从而改变大便的形态^[13]。郑建仙等研究表明，按剂量 0.7g/d 服用低聚木糖 3 周后，大便中水分由服用低聚木糖前的 35% 增加到 75% 以上，显著改善便秘的症状。魏涛等实验研究证明了低聚木糖具有改善小鼠胃肠道菌群及润肠通便的功效。日本 Suntory 公司研究证实了低聚木糖对孕妇便秘的治疗作用。杨燕萍等通过对对照试验证明了低聚木糖对老年便秘也有很好的治疗效果。此外，对于肠道发育不全的婴儿，营养剂中添加低聚木糖，或与其他益生元合用后，可显著促进婴儿肠道内双歧杆菌等益生菌增殖，显著改善肠道功能。

低聚木糖可增殖益生菌、缓解菌群失调引起的腹泻，并避免肠道失调引起的结肠炎及胃炎。大量持续服用时，由于肠道内水分大量滞留会引起腹泻，随着菌量的增加，利用低聚木糖的量会持续增加，症状逐渐得到改善。对因肠动力缺乏、肠蠕动乏力导致便秘的患者，在刚开始服用低聚木糖时往往会伴随轻度腹痛，这是肠动力增加改善肠蠕动的正常现象，继续服用腹痛会自然消失，便秘得到改善，而且不会出现腹痛现象。低聚木糖在合适的剂量范

围内应用可避免上述不良作用，日本成年男性每日最大服用量为 0.12g/kg 体重，超过此剂量可能会引起腹泻，最大应用剂量因人而异^[14]。

3 降血压、降血脂、降血糖、降胆固醇

研究表明，人的心脏舒张压的高低与其粪便中双歧杆菌占总菌数的比率呈明显的负相关关系。摄入低聚木糖持续 5 周后，其心脏舒张压平均下降 799.8Pa，持续至 3 个月，总血清胆固醇可降低 20-50dl，并且还提高了女性血清中多密度脂蛋白胆固醇的比率^[15]。

近年来的研究表明，通过合理摄入天然功能性食品可以对糖尿病进行很好地干预和治疗^[16]，并显著改善糖尿病症状。Gobinath^[16]用低聚木糖喂食糖尿病大鼠 6 周后发现，糖尿病大鼠的超重现象得到缓解，血糖和胆固醇明显降低，同时肾组织中的尿酸、血肌酐和尿素浓度等糖尿病并发症特征的指标也呈下降趋势。陈海珊等^[17]研究了木二糖对大鼠血脂、血糖和脂肪堆积情况的影响，通过对肥胖型大鼠连续喂食木二糖发现，能够显著降低大鼠血清甘油三酯与低密度脂蛋白胆固醇，说明木二糖具有较好的降血脂、降血糖作用，并可有效抑制大鼠体内脂肪堆积。台湾台中荣军总医院和台中静宜大学在低聚木糖对Ⅱ型糖尿病影响的联合研究表明表明低聚木糖不仅能够显著降低糖尿病患者血糖浓度，同时对患者的肝脏和肾脏功能没有损害，即能很好地控制Ⅱ型糖尿病患者肾功能受损等并发症的发展^[18]。

用唾液、胃液、胰液和小肠粘膜液进行的消化试验表明：各种消化液几乎都不能分解低聚木糖，它的能量值几乎为零，既不影响血糖浓度，也不依

赖胰岛素水平，并且不会形成脂肪沉积，能有效降低血清总胆固醇和血脂含量，可以满足高血压、高血糖和高血脂患者对糖类摄取的需要。

4 增强机体免疫力，抗癌^[19]

经大量试验结果表明：双歧杆菌在肠道内大量繁殖能够起到抗癌的作用。人体肠道腐生菌会产生吲哚、粪臭素等致癌物质；而双歧杆菌在代谢低聚木糖时产生大量短链脂肪酸，降低肠道 pH 值，从而抑制腐生菌的生长，并加速肠道蠕动和通便，促使这些致癌物质迅速排出体外。此外低聚木糖还可以通过增殖双歧杆菌来增强机体的免疫功能，双歧杆菌的细胞、细胞壁成分和胞外分泌物，使机体免疫力提高。同时，双歧杆菌具有免疫激活作用，可增强巨细胞、淋巴细胞的吞噬活性，直接杀伤肿瘤细胞，而且双歧杆菌的表面分子活性程序物质可通过调控肿瘤细胞凋亡相关基因的表达，诱导肿瘤细胞自然凋亡。双歧杆菌还可以酸化膜的接触时间，以降低肿瘤的发生率。

低聚木糖在体内发酵促使短链脂肪酸的生成，其中一个重要成分是丁酸盐。丁酸盐不仅是肠道细胞的主要能源，也有助于维持上皮细胞健康，对预防癌症有重要作用。丁酸是通过与 DNA 及其周围蛋白质的相互作用来影响几种细胞过程，这些细胞过程中包括了诱导细胞凋亡，在正常情况下由于细胞表面蛋白表达增加可导致癌症细胞消失和免疫原性增加。

5 促进钙、铁矿物质吸收

Yukiko Kobayashil 研究发现，缺铁性贫血小鼠通过食用酸性低聚木糖，其肝脏的调铁素和小肠中

铁转运蛋白显著降低，说明低聚木糖可以提高机体对铁的吸收^[20]。许国辉等^[21]在大鼠低钙饲料中添加 2% 低聚木糖，喂养周期 21d，并测定大鼠钙摄入，及粪钙、尿钙含量以及钙的吸收率，发现低聚木糖能够有效提高大鼠对钙的吸收率，降低粪钙含量，并且低聚木糖对低钙饲料组的影响比普通饲料组的影响大。因此低聚木糖可作为开发孕妇，老年食品的理想原料。

6 安全性评价

低聚木糖与细菌制剂的最大差别是它没有任何毒副作用，长期使用不会引起动物体内微生物的抗药性，不引起动物产品的药物残留和导致环境污染。对大鼠进行喂养试验，结果表明，试验期内动物生长发育良好，体重、食物利用率、血常规、血生化、脏器系数等各项指标均在正常值范围内，病理组织学检查亦未见异常。李慧等^[22]对其进行了亚慢性毒理学实验。实验结果显示，低聚木糖对大鼠 90d 亚慢性经口染毒未见明显靶器官毒性效应，对大鼠体重和血常规、血生化各项指标无明显影响，大鼠在最大剂量 8.0g/kg 时未观察到有任何毒副作用。低聚木糖经过急性毒性实验、诱变实验研究表明，低聚木糖是非毒性和非诱变性的，90 天亚慢性毒性大鼠实验也表明了低聚木糖的安全性^[23]。低聚木糖生产企业三得利公司和龙力生物也做了相应的安全性评价研究^[24]，证实了低聚木糖作为食品成分是安全的。有孕妇和老年人在人体健康试验项目中，受试低聚木糖的研究结果表明，是安全和无副作用的^[25]。

在日本，低聚木糖被认为是最有前途的功能性低聚糖之一^[26]，于 1989 年已实现工业化生产并广泛应用。经日本保健食品学术委员会审定，厚生省

第 64 号许可证认定低聚木糖为特定保健用食品添加剂,通过日本政府批准的特殊保健食品有 324 项,其中以低聚糖作为功能性成分的保健食品占 50% 以上,每日推荐用量为 1-3g,用于改善肠道环境。在韩国,低聚木糖也被作为功能性食品添加剂,这些功能性食品包括奶粉、果汁、奶饮料等,其应用对象主要以儿童和老人为主。韩国食品药品安全厅批示:低聚木糖能够增殖肠道内有益菌,抑制有害菌繁殖,促进排便活动。2014 年美国 FDA 和 NDI 对低聚木糖产品认可。在欧洲,功能性低聚糖不作为食品添加剂管理,作为食品配料广泛应用于各类食品中,其对集营养、保健于一体的低聚木糖产品需求旺盛。

2007 年,国家发展改革委员会公众营养与发展中心等部门联合启动了“公众营养改善 OLICO 项目”,针对现阶段我国国民普遍存在微生态失调的状况,倡导食品企业在公众摄入的食物中加入低聚糖,激活与增殖人体内的益生菌群,从而达到促进微生态平衡,改善公众营养健康的目的,项目是继“食盐加碘”、“营养强化面粉”、“酱油加铁”、“食用油加维生素 A”之后中国最新推出的公众营养项目,项目已被纳入《国民经济与社会发展第十一个五年规划纲要》。2008 年国家卫生部将低聚木糖批准为新食品原料,每日推荐量为 1.2g,可用于各类食品中(不包括婴幼儿食品)。低聚木糖与其他功能性低聚糖相比较,每日摄取的有效剂量最少,为 0.7g/d,其他低聚糖类的有效剂量在 3-20g/d。有鉴于低聚木糖的各种功效特性的研究,将其添加到适合于糖尿病、免疫力低下、肠道紊乱等特殊人群中,辅助其进行症状的控制和治疗将是未来医疗食疗的主要选择。2015 年,国家食品药品监督管理总局的药物临床试验批准低聚木糖可作为辅料进行药物临床试验(批件号:2015L00328)。截止 2015 年,

我国获得批准文号的保健食品约有 1.4 万余个,其中添加低聚木糖的约有 40 个,占比 0.55%。其保健食品功效宣称的 27 个种类中,添加低聚木糖的产品主要涉及 15 个种类,通便类产品占 41.25%、增强免疫力类产品占比 30%、调节肠道菌群类产品占比 27.5%。产品剂型涉及到胶囊、口服液、粉剂、片剂等,主要适用于特殊人群,如婴幼儿、孕妇、老年人等的配方食品中。

《中国居民营养与慢性病状况报告(2015 版)》显示,2012 年中国居民慢性病死亡占总死亡人数的 86.6%,其中心血管疾病、癌症和慢性呼吸系统疾病为主要死因。由于我国人口基数大和老龄化进程的加快,慢性病防控形势严峻,特殊医学用途配方食品在国家政策的推动下有着广阔的发展前景。无论针对普通病人的全营养配方食品,还是针对糖尿病、癌症等特定病人的特定全营养配方食品,在原料的选取上都有着严格的规定。作为营养强化剂,低聚木糖的理化特性以及充足的安全性评价证据为其在该领域中老年人相关产品广泛应用提供了充分的依据。

【参考文献】

- [1] 徐东,韩玉,杰徐忠.低聚木糖的综合开发利用[J].食品研究与开发,2005,26(2):81-83.
- [2] C Antoine, S Peyron, V Lullien-Pellerin, et al. Wheat bran tissue fractionation using biochemical marker [J]. Journal of Cereal Science, 2004, 39(3):387-393.
- [3] 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):75-78.
- [4] 凌沛学,朱希强,苏移山,等.低聚木糖功能与应用研究进展[J].食品与药品,2007(9):35-39.
- [5] 张小爱.低聚木糖的生产及应用研究进展[J].中国食品添加剂,2009:261-266.

- [6] 胡彪, 刘芳, 全亮. 低聚木糖性质与应用研究进展 [J]. 湖北农业科学, 2010,49 (2) : 233-236.
- [7] Okazaki M, Koda H, Izumi R, et al. Effect of xylooligosaccharide on growth of intestinal bacteria and putrefaction products[R]. J Jpn Soc Nutr Food Sci,1991,44:41-44.
- [8] Yuan X, Wang J, Yao H, Izumi R,et al. In vitro fermentation of cereal dietary fibre carbohydrates by probiotic and intestinal bacteria[J]. J Sci Food Agric,2002,82:781-789.
- [9] H Makelainen, S Forssten, M Saarinen, M Saarinen, et al. Xylooligosaccharides enhance the growth of bifidobacteria and Bifidobacterium lactis in a simulated colon model [J]. Beneficial Microbes,2010,1(1):81-91.
- [10] 魏涛, 赵建元, 高兆兰, 等. 低聚木糖调节 BALA/c 小鼠肠道菌群及润肠通便作用研究 [J]. 安徽农业科学, 2013,41 (1) : 159-160,163.
- [11] 李婉, 张晓峰, 常爱武, 等. 低聚木糖对小鼠肠道菌群和短链脂肪酸的影响 [J]. 河南工业大学学报, 2014 (05) .
- [12] Sydney M Finegold, Zhaoping Li, Paul a H Summanen, et al. Xylooligosaccharide increases bifidobacteria but not lactobacilli in human gut microbiota[J]. Food &Function,2014,5:436.
- [13] 洪枫, 陈琳. 新型功能性食品基料 - 低聚木糖的研制 [J]. 纤维素科学与技术, 1999,12 (4) : 47.
- [14] Oku T,Sadako N. Digestion, absorption, fermentation, and metabolism of functional sugar substitutes and their available energy[R].Pure Appl Chem,2002,74:1253-1261.
- [15] 郑建仙, 朱海霞, 饶志娟, 等. 功能性低聚糖 [M]. 北京: 化学工业出版社. 2004:180.
- [16] C Daraiswamy, N Arenahalli, Madhu, P Giribhattanavar, et al. Beneficial effect of xylooligosaccharides and fruc-to-oligosaccharides in streptozotocin-induced diabetic rats[J].Br J Nutr,2010,104(1):40-47.
- [17] 陈海珊, 李赐玉, 石国良, 等. 木二糖对营养性菲欧昂大鼠的减肥作用 [J]. 食品科学, 2014,35 (11) : 255-258.
- [18] Wayne Huey-Herng SHEU, I-Te LEE, Wei CHENE,et al.Effects of Xylooligosaccharides in Type2 Diabetes Mellitus[J]. J.Nutr.Sci. Vitaminol,2008,54:396-401.
- [19] 王文静, 徐蔚然, 王学敏, 等. 低聚木糖治疗肿瘤化疗相关性腹泻 106 例疗效观察 [J]. 山东医药, 2008,29 (48) : 24.
- [20] Yukiko Kobayashi, Etsuko Wakasu gi. Acidic Xylooligosaccharide promotes recovery from iron deficiency anemia by enhancing serum iron level in rats[J].Biomedical Research, 2011,22(4):417-423.
- [21] 许国辉, 肖萍, 尹增吉, 等. 低聚木糖对大鼠粪钙、尿钙的影响 [J]. 中国食品添加剂, 2011 (1) : 164-167.
- [22] 李慧, 王凤鸣, 李伟, 范秩欧, 张静. 低聚木糖的亚慢性毒性研究 [J]. 毒理学杂志, 2011, (5) .
- [23] Miuna, K.Safety assessment of excessive intake of vinegar drink supplemented with xylooligosaccharide in normal volunteers[J]. Seikatsu Eisei,2007.51(2):85-91.
- [24] Yonglin Gao, Shumin Zhang, Chunmei Li, Lin Xiao,Jinyu Shen,Jungang Yin.Acute and subchronic toxicity of Xylooligosaccharide in mice and rats.Toxicology Mechanisms and Methods[J]. doi:10.3109/15376516.2012.706837.
- [25] Yoshinobu Kiso, I.T.K.H.Effect of Xylooligosaccharide Intake on Severe Constipation in Pregnant Women[J]. J Nutr Sci Vitaminol, 2005.51:445-448.
- [26] 胡学智. 工业微生物, 2000 (3) : 44-49.

2019年1月有关产品进出口情况

一、进口

单位：千克，美元

序号	品名	1月份		1-1月份	
		数量	金额	数量	金额
1	玉米,种用除外	401,077,031	87,495,037	401,077,031	87,495,037
2	小麦淀粉	38,501	18,740	38,501	18,740
3	玉米淀粉	219,830	216,326	219,830	216,326
4	马铃薯淀粉	2,980,654	2,977,489	2,980,654	2,977,489
5	木薯淀粉	293,594,987	129,681,471	293,594,987	129,681,471
6	未列名淀粉	576,501	312,303	576,501	312,303
7	菊粉	434,880	1,065,050	434,880	1,065,050
8	粗甘油;甘油水及甘油碱液	92,785,692	27,493,788	92,785,692	27,493,788
9	砂糖	28,588,029	11,905,981	28,588,029	11,905,981
10	绵白糖	50	55	50	55
11	无水乳糖,重量计干燥状态的乳糖含量≥99%	7,021,660	6,868,317	7,021,660	6,868,317
12	其他乳糖及乳糖浆	3,166,729	4,331,784	3,166,729	4,331,784
13	糖及糖浆	6,687	62,882	6,687	62,882
14	葡萄糖及葡萄糖浆,果糖<20%	681,478	518,741	681,478	518,741
15	葡萄糖及糖浆,20%≤果糖<50%,转化糖除外	25,108	30,476	25,108	30,476
16	化学纯果糖	146,365	124,323	146,365	124,323
17	果糖及果糖浆,果糖>50%,转化糖除外	218,324	305,575	218,324	305,575
18	其他固体糖及未加香料或着色剂的糖浆	2,773,081	2,969,832	2,773,081	2,969,832
19	活性酵母	43,301	637,471	43,301	637,471
20	非活性酵母;已死的其他单细胞微生物	70,431	604,402	70,431	604,402
21	发酵粉	4,173	70,365	4,173	70,365
22	味精	244,028	765,515	244,028	765,515
23	未列名二元醇	14,013,972	27,279,376	14,013,972	27,279,376
24	季戊四醇	333,307	648,055	333,307	648,055
25	甘露糖醇	23,833	231,905	23,833	231,905
26	山梨醇	161,351	139,362	161,351	139,362
27	丙三醇(甘油)	25,516,245	16,455,043	25,516,245	16,455,043
28	木糖醇	759	3,980	759	3,980
29	其他多元醇	113,151	539,523	113,151	539,523
30	肌醇	251	9,531	251	9,531
31	草酸	19,264	131,099	19,264	131,099
32	其他无环多元羧酸及其酸酐等及其衍生物	497,086	2,155,375	497,086	2,155,375
33	乳酸及其盐和酯	1,124,677	2,022,801	1,124,677	2,022,801
34	酒石酸	2,890	40,018	2,890	40,018
35	酒石酸盐及酒石酸酯	34,019	129,410	34,019	129,410
36	柠檬酸	101,928	349,690	101,928	349,690
37	柠檬酸盐及柠檬酸酯	153,074	764,790	153,074	764,790
38	葡糖酸及其盐和酯	57,221	238,238	57,221	238,238
39	赖氨酸	12,421	124,784	12,421	124,784
40	赖氨酸酯及盐	150,041	344,734	150,041	344,734

(续上表)

序号	品名	1月份		1-1月份	
		数量	金额	数量	金额
41	谷氨酸	76	3,844	76	3,844
42	谷氨酸钠	148,005	188,312	148,005	188,312
43	其他谷氨酸盐	101	9,589	101	9,589
44	未列名氨基酸	968,875	7,782,087	968,875	7,782,087
45	其他氨基酸酯及盐	325,965	1,399,347	325,965	1,399,347
46	糠醇及四氢糠醇	77,236	156,496	77,236	156,496
47	未混合的维生素 C 及其衍生物	19,654	603,767	19,654	603,767
48	未混合的维生素 E 及其衍生物	657,600	5,723,419	657,600	5,723,419
49	木糖	-	-	-	-
50	其他化学纯糖,但蔗糖/乳糖/麦芽糖/葡萄糖及果糖除外;糖醚/糖缩醛/糖酯及其盐	803,277	2,076,304	803,277	2,076,304
51	糊精及其他改性淀粉	45,627,287	40,668,825	45,627,287	40,668,825
52	以淀粉/糊精或其他改性淀粉为基本成分的胶	5,188	29,729	5,188	29,729
53	粗制凝乳酶及其浓缩物	45	8,477	45	8,477
54	碱性蛋白酶	84,284	751,283	84,284	751,283
55	碱性脂肪酶	40	7,376	40	7,376
56	未列名的酶;未列名的酶制品	920,827	17,227,194	920,827	17,227,194
57	编号 2905.4400 以外的山梨醇	715	2,652	715	2,652

二、出口

单位: 千克, 美元

序号	品名	1月份		1-1月份	
		数量	金额	数量	金额
1	玉米,种用除外	413,003	112,877	413,003	112,877
2	小麦淀粉	345,667	172,835	345,667	172,835
3	玉米淀粉	39,222,550	14,469,826	39,222,550	14,469,826
4	马铃薯淀粉	479,000	420,693	479,000	420,693
5	木薯淀粉	59,611	46,678	59,611	46,678
6	未列名淀粉	4,183,113	3,161,729	4,183,113	3,161,729
7	菊粉	23,500	94,194	23,500	94,194
8	粗甘油;甘油水及甘油碱液	-	-	-	-
9	砂糖	9,577,015	4,220,607	9,577,015	4,220,607
10	绵白糖	525,000	199,500	525,000	199,500
11	无水乳糖,重量计干燥状态的乳糖含量 ≥99%	125,305	268,265	125,305	268,265
12	其他乳糖及乳糖浆	-	-	-	-
13	槭糖及槭糖浆	69,637,233	31,684,791	69,637,233	31,684,791
14	葡萄糖及葡萄糖浆,果糖 < 20%	1,132,067	744,500	1,132,067	744,500
15	葡萄糖及糖浆,20% ≤ 果糖 < 50%,转化糖除外	532,886	451,608	532,886	451,608
16	化学纯果糖	19,264,264	7,579,213	19,264,264	7,579,213
17	果糖及果糖浆,果糖 > 50%,转化糖除外	39,662,484	25,700,812	39,662,484	25,700,812
18	其他固体糖及未加香料或着色剂的糖浆	7,887,780	16,925,770	7,887,780	16,925,770
19	活性酵母	2,693,949	5,613,863	2,693,949	5,613,863
20	非活性酵母;已死的其他单细胞微生物	629,694	1,047,496	629,694	1,047,496

(续上表)

序号	品名	1 月份		1-1 月份	
		数量	金额	数量	金额
21	发酵粉	2,441,381	2,457,908	2,441,381	2,457,908
22	味精	11,113,702	18,094,050	11,113,702	18,094,050
23	未列名二元醇	4,163,943	7,844,676	4,163,943	7,844,676
24	季戊四醇	710,937	2,153,492	710,937	2,153,492
25	甘露糖醇	8,570,024	7,035,141	8,570,024	7,035,141
26	山梨醇	164,126	217,618	164,126	217,618
27	丙三醇(甘油)	4,028,149	15,999,328	4,028,149	15,999,328
28	木糖醇	2,330,794	5,538,729	2,330,794	5,538,729
29	其他多元醇	534,530	3,331,003	534,530	3,331,003
30	肌醇	11,134,152	6,784,568	11,134,152	6,784,568
31	草酸	8,493,421	31,652,201	8,493,421	31,652,201
32	其他无环多元羧酸及其酸酐等及其衍生物	3,675,210	5,340,070	3,675,210	5,340,070
33	乳酸及其盐和酯	3,142,220	8,897,849	3,142,220	8,897,849
34	酒石酸	65,923	328,408	65,923	328,408
35	酒石酸盐及酒石酸酯	82,880,260	54,841,475	82,880,260	54,841,475
36	柠檬酸	17,583,183	14,907,148	17,583,183	14,907,148
37	柠檬酸盐及柠檬酸酯	14,627,539	9,473,704	14,627,539	9,473,704
38	葡糖酸及其盐和酯	76,522	137,812	76,522	137,812
39	赖氨酸	39,750,545	39,728,031	39,750,545	39,728,031
40	赖氨酸酯及盐	5,033,761	5,213,607	5,033,761	5,213,607
41	谷氨酸	41,352,375	41,700,468	41,352,375	41,700,468
42	谷氨酸钠	11,224	49,405	11,224	49,405
43	其他谷氨酸盐	14,971,857	57,005,449	14,971,857	57,005,449
44	未列名氨基酸	8,267,260	21,387,847	8,267,260	21,387,847
45	其他氨基酸酯及盐	5,848,480	10,902,668	5,848,480	10,902,668
46	糠醇及四氢糠醇	13,755,199	77,828,612	13,755,199	77,828,612
47	未混合的维生素 C 及其衍生物	6,260,887	34,062,142	6,260,887	34,062,142
48	未混合的维生素 E 及其衍生物	1,076,905	3,360,841	1,076,905	3,360,841
49	木糖	2,114,214	7,575,980	2,114,214	7,575,980
50	其他化学纯糖,但蔗糖/乳糖/麦芽糖/葡萄糖及果糖除外;糖醚/糖缩醛/糖酯及其盐	7,843,740	6,306,671	7,843,740	6,306,671
51	糊精及其他改性淀粉	392,103	386,748	392,103	386,748
52	以淀粉/糊精或其他改性淀粉为基本成分的胶	15,000	51,750	15,000	51,750
53	粗制凝乳酶及其浓缩物	22,123	886,109	22,123	886,109
54	碱性蛋白酶	7,370	30,435	7,370	30,435
55	碱性脂肪酶	7,663,522	30,489,012	7,663,522	30,489,012
56	未列名的酶;未列名的酶制品	5,512,602	2,816,067	5,512,602	2,816,067
57	编号 2905.4400 以外的山梨醇	413,003	112,877	413,003	112,877

(以上表格内容未经许可不得转载)

关于召开中国生物发酵产业协会二届八次理事会暨二届八次常务理事会的通知

中生发协 [2019]9 号

各位理事、常务理事：

经研究，决定于 2019 年 3 月 29 日在京召开中国生物发酵产业协会二届八次理事会暨二届八次常务理事会。本次会议主要议题包括：
1. 邀请国家有关部门领导做国家产业政策及重大专项解读报告；2. 邀请有关院士、专家做生物发酵产业技术创新、发展趋势以及当前经济运行形势分析报告；3. 听取和审议协会 2018 年工作总结及 2019 年工作要点报告等；4. 交流行业运行情况及需要解决的问题。

请各位理事、常务理事安排好工作，拨冗出席，如本人无法出席，请指派专人参加会议。现将有关事项通知如下：

一、会议时间：2019 年 3 月 29 日，会期一天，28 日全天报到。

二、会议地点：中国职工之家（北京市西城区真武庙路 1 号，A 座标准间：510 元/天（不含早），早餐 40 元/位）

三、其他事项

1、请有意申请成为协会理事、常务理事的单位尽快提交申请，以便会上讨论决定。

2、非协会理事单位可以申请列席，会议费是 3000 元/人，请提前联系会务组。

四、会议联系人

中国生物发酵产业协会 胡修玉 吴丹

联系电话：010-68396504 13910413888 15910790935

电子邮箱：15910790935@163.com

附件一：参会回执

附件二：路线图

中国生物发酵产业协会

2019 年 2 月 18 日

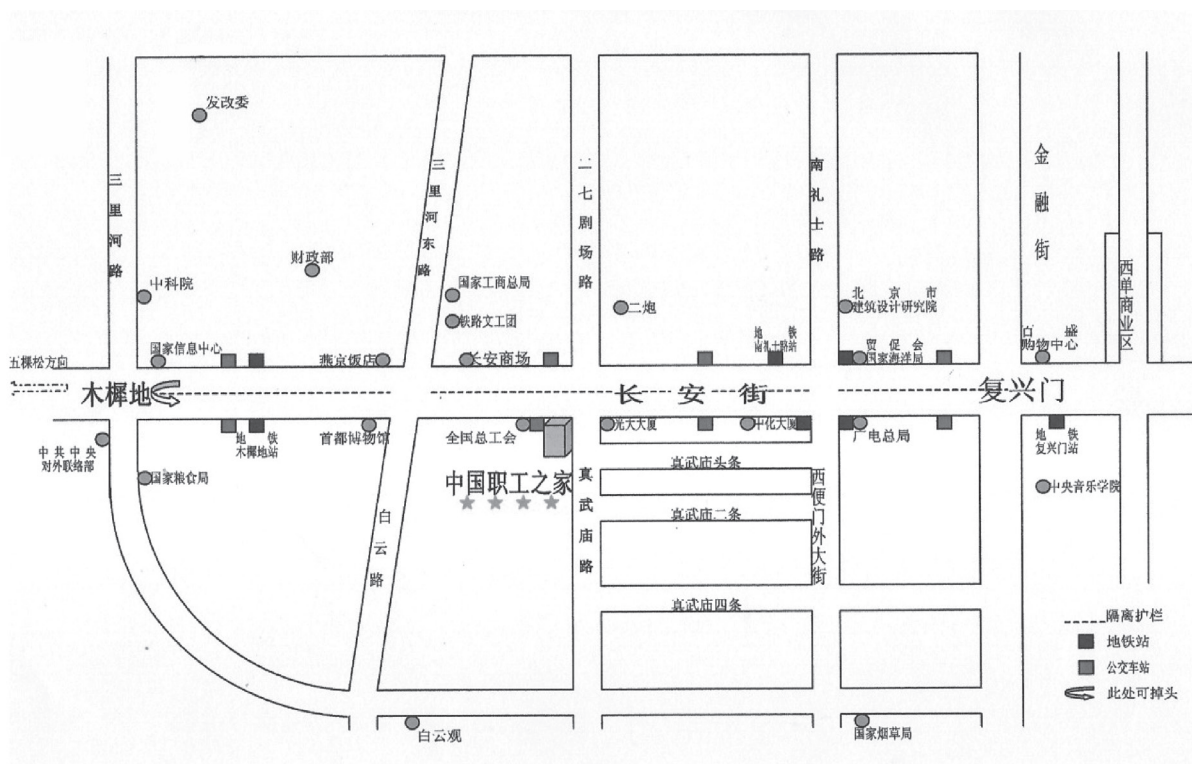
附件一：

理事会参会回执

单位名称				
参会人员姓名	性别	职务	手机	E-mail
是否住宿	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 房间数量 间			
房间使用时间	入住日期： 离店日期：			
房间类型	标准间 <input type="checkbox"/> 大床房 <input type="checkbox"/>			
会议联系	中国生物发酵产业协会 胡修玉 13910413888 吴丹 15910790935 电话：010-68396504 传真：010-68396561 邮箱：15910790935@163.com			
备注：	请参会代表务必于 2019 年 3 月 15 日前将回执回传至协会，邮箱：15910790935@163.com，传真：010-68396561，请来电确认。			

附件二：

中国职工之家地理位置图



职工之家乘车路线：

一、乘车路线

方案一：乘公交车 1 路、52 路到工会大楼下车即到。

方案二：乘地铁到南礼士路站西行约 200 米即到。

方案三：从机场乘民航大巴，西单站下车换乘 1 路、52 路工会大楼下车即到。

方案四：从北京站乘 52 路工会大楼下车即到。

方案五：从北京西站乘 52、319 路工会大楼下车即到。

二、驾车路线

长安街由东向西，木樨地桥调头直行至中华全国总工会大楼右转即到。

由西向东，西三环新兴桥左转至复兴门方向，直行至中华全国总工会大楼右转即到。

乘坐地铁到南礼士路站下车，向西走 500 米。乘坐公交车 1 路，52 路，到工会大楼站下车。

总机电话：010-68576699-前台

关于召开氨基酸行业重点企业座谈会的通知

中生发协氨基酸 [2019]03 号

各氨基酸行业相关企业：

为分析行业发展现状，探讨行业今后的发展方向，解决行业发展中面临的问题，加强我国氨基酸企业间的交流，创造共建共赢的和谐发展模式。中国生物发酵产业协会氨基酸分会决定于 2019 年 3 月 28 日在北京召开“氨基酸行业重点企业座谈会”，望各理事单位及相关企业和个人拨冗出席。

会议具体事宜通知如下：

一、会议时间

2019 年 3 月 28 日 19:00-21:00

二、会议地点

中国职工之家 C 座四层 20 会议室（北京市西城区真武庙路 1 号）

三、交通住宿

本次会议交通住宿费用自理，不收取会议费。A 座标准间：510 元/天（不含早），早餐 40 元/位。

四、日程安排

时间	内容
18:30-19:00	注册报到
19:00-21:00	1、氨基酸产业现状及发展趋势分析 2、氨基酸分会 2019 年工作总结及工作计划 3、氨基酸企业经济运行情况交流 4、氨基酸行业未来工作讨论 5、氨基酸行业宣传活动研讨 6、氨基酸行业相关标准研讨 7、其他

五、联系方式

联系人：关丹

手机：15311496105

邮箱：gd1104@163.com

附件：氨基酸行业重点企业座谈会参会回执（请务必于 2019 年 3 月 15 日前回复至 gd1104@163.com）

中国生物发酵产业协会氨基酸分会

2019 年 2 月 19 日

附件：

氨基酸行业重点企业座谈会参会回执

单位名称			
参会人员姓名	职务	手机	E-mail
是否安排住宿	是 <input type="checkbox"/>		
	大床 <input type="checkbox"/> 标间 <input type="checkbox"/> ：_月_日入住_月_日离开		
	否 <input type="checkbox"/>		

关于召开中国生物发酵产业协会淀粉糖分会、多元醇分会二届五次理事会会议暨重点企业座谈会的通知

中生发协糖 [2019] 01 号

中生发协醇 [2019] 01 号

各分会理事单位及有关重点企业：

为了更好地推进淀粉糖、多元醇行业相关工作的开展，根据淀粉糖分会、多元醇分会工作计划和安排，定于2019年3月28日在北京召开“中国生物发酵产业协会淀粉糖分会、多元醇分会二届五次理事会会议暨重点企业座谈会”，请淀粉糖分会、多元醇分会理事会成员、行业重点企业负责人做好工作安排，按时参加会议。如理事会成员本人不能到会，请派员参加或请假。

会议具体事项通知如下：

一、会议时间

报到时间：2019年3月28日上午报到

会议时间：2019年3月28日 14:30-17:00

二、会议地点

地点：中国职工之家 C 座六层 11 会议室

地址：北京市西城区真武庙路 1 号（A 座标准间：510 元/天，不含早，早餐 40 元/位）

三、会议主要内容

- 1、总结淀粉糖分会、多元醇分会 2018 年工作；
- 2、讨论 2019 年重点工作；
- 3、讨论淀粉糖、多元醇行业标准立项及制修订情况；
- 4、讨论行业产品营养健康评价工作；
- 5、交流行业经济运行情况，研讨行业环保、法规等方面的共性问题，预测行业发展趋势，反映企业诉求。

四、会议费用

不收取会议费，交通住宿费用自理。如参加 3 月 29 日中国生物发酵产业协会理事会请参看理事会具体通知要求。

五、联系方式

联系人：李建军、杜军

手机：13810445746、13311156095；座机：010-8396502

电子信箱：13810445746@163.com

六、其他说明

有意申请成为淀粉糖分会、多元醇分会理事、副理事长的单位请于 3 月 15 日前提交申请至联系人处，以便理事会讨论。

附件：1、参会回执

- 2、淀粉糖分会、多元醇分会理事、副理事长单位申请登记表

中国生物发酵产业协会淀粉糖分会
中国生物发酵产业协会多元醇分会
2019年2月28日

附件 1:

淀粉糖分会、多元醇分会理事会参会回执

单位名称				
参会人员姓名	性别	职务	手机	E-mail
是否住宿	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 房间数量 间			
房间使用时间	入住日期: 离店日期:			
房间类型	标准间 <input type="checkbox"/> 大床房 <input type="checkbox"/>			

附件 2:

淀粉糖分会、多元醇分会理事、副理事长单位申请登记表

申请单位名称			
法人代表姓名		所属行业 (主产品)	
申请内容 (请画√确定)	理事 <input type="checkbox"/>	副理事长 <input type="checkbox"/>	
申请人姓名		办公电话: 手机: 电子邮箱:	
申请人在本单位任何职务		技术职称	
曾在行业中 担任任何职务			
其他社会职务			
单位意见 盖章	单位法人签字		
申请日期	年 月 日		

注: 请务必于 3 月 15 日前将申请表发送电子邮件至联系人处。

联系人: 李建军

联系电话: 010-68396502, 邮箱: 13810445746@163.com。

关于召开“酶制剂重点研究机构和生产企座谈会”的通知

中生发协酶[2019]1号

各有关单位：

为了进一步了解会员单位在法规、标准、技术和环保等方面的诉求，探讨如何整合产学研优势资源，搭建工业酶制剂技术研发平台和评价技术与标准化平台，提升酶制剂产业基础能力等促进行业发展的重点问题。中国生物发酵产业协会酶制剂分会定于2019年3月28日在北京召开“酶制剂重点研究机构和生产企座谈会”，请各企业和研发团队主要负责人参加会议，交通住宿费用自理。现将有关事项通知如下：

一、会议时间：2019年3月28日 14:30-17:00

二、会议地点：中国职工之家C座四层21会议室（北京市西城区真武庙路1号）。

三、会议住宿：中国职工之家A座，标准间：510元/天（不含早），早餐40元/位）

四、会议内容

- 1、汇报2019年分会工作计划；
- 2、交流行业经济运行情况；
- 3、讨论如何搭建平台，提升酶制剂产业基础能力；
- 4、讨论酶制剂行业相关标准建议；
- 5、听取企业在法规、技术和环保等方面的需求；

五、联系方式

联系人：王晋

联系电话：010-68396502、15110062161

电子邮箱：15110062161@163.com

附件：参会回执（请务必于2019年3月15日前反馈）

中国生物发酵产业协会酶制剂分会

2019年2月28日

附件：参会回执

单位名称				
参会人员姓名	性别	职务	手机	E-mail
是否住宿	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 房间数量： <input type="checkbox"/> 间			
房间类型	标准间 <input type="checkbox"/> 大床房 <input type="checkbox"/>			

关于批准发布《食品加工用氨基酸》团体标准的公告

中生发协[2019]13号

按照《中国生物发酵产业协会团体标准制修订工作程序》的要求，协会批准《食品加工用氨基酸》团体标准，标准编号为：T/CBFIA 04001-2019，自2019年3月15日期实施，现予公告。



2019 第七届上海国际生物发酵产品与技术装备展览会

同期举办 第五届国际酵素产业博览会
第二届上海国际益生制品产业展览会

2019.9.24-9.26 上海新国际博览中心



主办单位：
中国生物发酵产业协会



承办单位：
上海信世展览服务有限公司

全方位聚集：食品、乳制品、益生制品、生物制药、啤酒饮料、生物饲料、生物工程、生命科学、生化、实验室等30个应用行业、致力于生物发酵全产业链一站式解决方案！

021-57617459

www.biozl.net

