京内资准1619-L0034

发酵工业

FERMENTATION INDUSTRY

内部资料

9

2019

生物发酵产业权威资料 / 行业信息传播平台

总第326期

发酵工业

二〇一九年 第九期 总第三二六期

二〇一九年九月

CONTENTS

2019 9
总第 326 期

目录 | COTENTS

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　于培星　牛继星
王兆光　王　勇　王星云
王新建　王德辉　王　晋
田玉兰　白　钢　冯志合
卢　涛　朱新建　刘宗利
刘顺启　江保安　李学纯
李世勇　李建军　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　寇光智
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

中国膳食营养补充剂发展报告：全面解析行业动态趋势

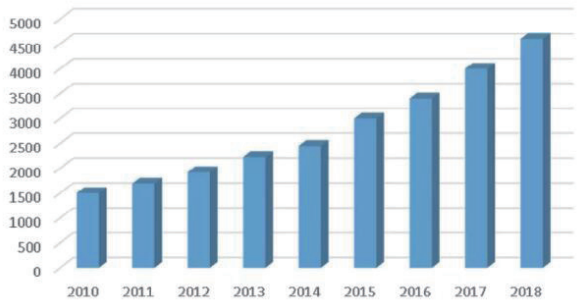
随着我国经济的发展和人口结构的变化，健康行业迎来了新的发展契机，据统计，2018 年我国膳食营养补充剂行业规模达到了 4600 亿元。

8 月医保商会发布《膳食营养补充剂行业发展报告（2019）》全文，报告对膳食营养补充剂行业的市场态势及国际贸易情况进行了全方位的梳理和分析，并站在发展的角度对行业趋势进行了预判。现将报告中的 2018 国内膳食补充剂市场的相关情况和热门品类的出口数据整理如下。

2018 中国膳食营养补充剂市场规模

随着国家防治未病理念的普及、老龄人口的增多以及人们对于身体健康的重视，越来越多的消费者开始有意识的使用营养健康食品，保健食品的消费容量处于稳健攀升的状态。

据统计，中国膳食营养补充剂行业年增长率为 10%-15%，其中，2018 年市场规模超过 4600 亿元，再加上功能类食品（QS/SC）、特殊医学用途食品等特殊食品，2018 年总市场规模超过 7500 亿元。



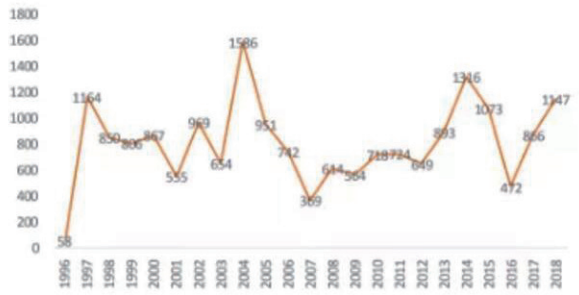
2010-2018 年中国膳食营养补充剂市场规模

中国膳食营养补充剂产业现状

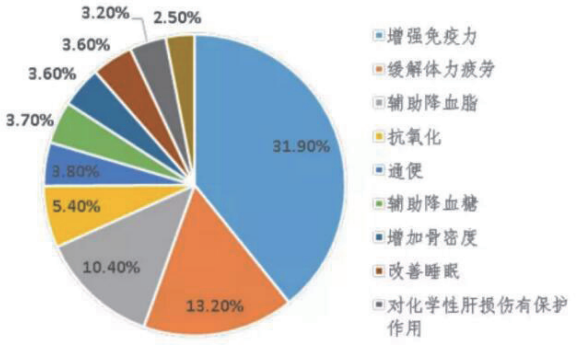
1、政策的调整期产品批准数量明显下降

截至 2018 年底，以“蓝帽子”注册获批的保健食品有 17470 个，其中国产的 16690 个，进口的 780 个，进口备案 44 个产品，国产备案 1398 个。其中 2018 年批准的产品多为延续注册或是备案的产品，新批准的注册产品仅为 3 个。从 1996 年到 2018 年历年保健食品监管部门批准的产品数量可以看出，批准的产品数量变动较大，在 2004 年、2014 年批准的数量较多，在政策的调整期批准数量则明显下降。

已批准的保健食品功能排序前五的分别为：增强免疫力、缓解体力疲劳、辅助降血脂、抗氧化、通便。从图中明显看出增强免疫力是已经批



1996-2018 年保健食品批准数量图



2018 年保健食品功能分布图

准的保健食品功能中占比最高的，占 31.9%；其次是缓解体力疲劳和辅助降血脂，其他功能批准的产品相对较少。

2、保健食品备案制度备受关注

自 2016 年 7 月 1 日新《保健食品注册与备案管理办法》颁布实施以来，保健食品备案制度备受行业关注。受制于政策调整和相关配套政策出台滞后等因素，直到 2017 年 12 月，首例进口备案产品才获得许可，其后备案的数量处于快速增长阶段。其中，2017 年备案的产品为 243 个，2018 年备案的产品数量达 1144 个，同比增长了 371%。

2018 中国膳食补充剂出口情况

目前亚洲地区膳食营养补充剂市场已经超过欧洲，成为全球第二大膳食营养补充剂消费市场，而我国则为亚洲第一大膳食营养补充剂消费市场。2018 年中国膳食营养补充剂进出口额达到 46.8 亿美元，同比增长 31.5%，创历史新高。其中，出口金额为 16.7 亿美元，比 2017 年同比增长 21.8%；出口的主要市场是美国、中国香港、日本、印度尼西亚等国家，出口额较大的省市分别是江苏、广东、上海、山东及浙江，江苏艾兰得、仙乐健康和山东禹王位列公司出口三甲。

排名	公司名称
1	江苏艾兰得营养品有限公司
2	仙乐健康科技股份有限公司
3	山东禹王制药有限公司
4	惠氏制药有限公司
5	上海大塚食品有限公司
6	奥德美生物科技 (中山) 有限公司
7	耶赛明 (南通) 保健有限公司
8	哥兰比亚营养品 (苏州) 有限公司
9	荣成百合生物技术有限公司
10	南京东沛国际贸易集团有限公司

2018 年营养保健食品行业出口十强

原料是膳食营养补充剂质量的保证和基础，膳食营养补充剂原料种类主要包含：维生素类、矿物质类、氨基酸类、提取物类(植物类、动物类)、益生菌类等。其中，中国在维生素、氨基酸、植物提取物等膳食补充剂原料的生产及出口方面具有较强的优势。原料出口中，提取物 2018 年业绩呈“爆发式”增长，出口额由 2017 年的 20.1 亿美元增长至 23.68 亿美元，同比增幅由 4.33% 飙升至 17.79%，在出口品种方面，排名前十的

热点品种为甜菊叶提取物、桉叶油、薄荷醇、甘草提取物、万寿菊提取物、越橘提取物、橙皮苷、银杏叶提取物、芦丁提取物，其总出口额超过 10 亿美元，接近提取物出口的 50%。维生素类原料出口金额达 34.4 亿美元，同比增长 8.85%。硫酸软骨素的出口为 2.04 亿美元，氨基酸类原料的出口额为 25.7 亿美元，同比增长率为 10.69%。

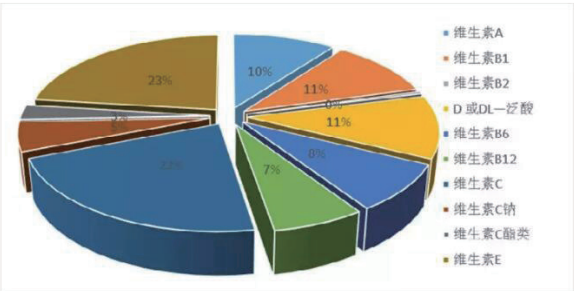
商品类别	出口额	出口金额同比
维生素 E	65122.89	41.40
维生素 C	51255.92	-14.09
赖氨酸	44922.12	13.34
谷氨酸钠	34586.73	8.41
D- 泛酸	31702.04	-25.15
维生素 B1	29564.03	-9.94
维生素 A	28821.85	70.44
桉叶油	25883.55	70.60

2018 膳食营养补充剂原料出口额排名

具体原料品类的出口情况

1、维生素

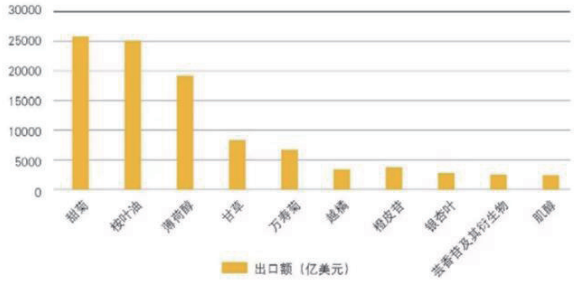
从 2018 年维生素类原料各类别的出口额情况看，维生素 E、维生素 C、D- 泛酸出口额较大，从增长率来看，维生素 A 出口额同比增长 70.44%，其次是维生素 E，增长率为 41.4%，颗粒或包衣维生素 C 增长率为 39.97%。维生素 D 及维生素 C 酯类及其它出口额下降幅度较大，分别为 25.15% 和 21.42%。



2018 维生素类原料各类出口额

2、植物提取物

海关统计数据显示，2018 年我国植物提取物进出口额 30.94 亿美元，同比增长 18.26%；其中，出口额 23.68 亿美元，同比增长 17.79%；进口额 7.26 亿美元，同比增长 19.8%；顺差达到 16.41 亿美元，同比增长 16.92%。2016 年至 2018 年，植物提取物进出口额呈稳步上升的状态，特别是 2018 年提取物增长率达到 18.6%。



2018 年提取物大宗品种出口数据

2018 年，我国共向 147 个国家和地区出口提取物产品。亚洲、欧洲和北美是最主要的出口市场，出口占比近九成。亚洲是提取物出口的最大市场。2018 年我国对亚洲的出口金额达 10.83 亿美元，占总出口额的 45.74%，同比增长 21.51%。其次，对北美市场的出口额位列第二，出口金额总计 5.51 亿美元，同比增长 15.11%。对欧洲市场的出口额为 5.08 亿美元，同比增长 14.32%。总体来看，2018 年我国对六大洲市场出口额呈现普涨态势。

出口品种中，排名前十为甜菊叶提取物、桉叶油、薄荷醇、甘草提取物、万寿菊提取物、越橘提取物、橙皮苷、银杏叶提取物、芦丁提取物，其总出口额超过 10 亿美元，接近提取物出口的 50%。其中，甜菊叶提取物、桉叶油、薄荷醇出

口额均突破 2 亿美元。2018 年，精油类提取物发力强劲，桉叶油和薄荷醇出口价格增长迅速，直接拉动出口额的上扬，两品种均进入 2 亿美元总量区间；甜味剂提取物主要品种也保持了稳定的增长，甜菊提取物、甘草提取物出口规模进一步扩大。

3、氨基酸

2018 年氨基酸类原料的出口额为 25.6 亿美元，同比增长了 10.7%。根据海关数据，我国氨基酸类原料出口额除 2015 年外，自 2011 年至 2018 年属逐年递增的状态。2016 年增长幅度大，近两年增长幅度降低。

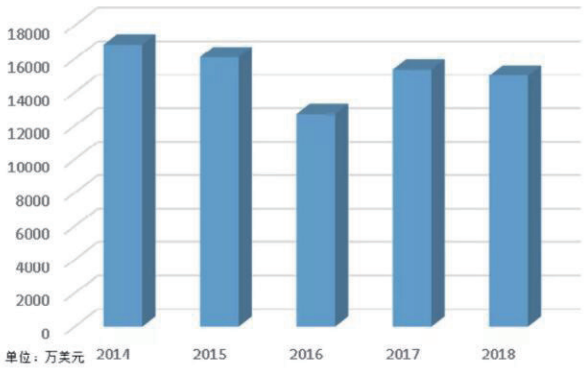
2018 年，我国氨基酸类原料主要出口到亚、欧洲。从国别上来看，出口国榜单前 10 位分别是美国、荷兰、泰国、德国、越南、印度、日本、韩国、印度尼西亚和比利时，其中德国、印度、韩国、比利时的出口额增长较多，分别是 47.6%、40.1%、40.6%、93.1%。

序号	商品名称	出口额	出口额同比
1	苏氨酸	54115.57	13.17
2	谷氨酸钠	345863.73	8.41
3	DL- 羟基蛋氨酸	15106.63	11.10
4	蛋氨酸	8709.84	-33.52
5	谷氨酸	6636.40	-16.11
6	胱氨酸	582.64	8.89

2018 年不同种类氨基酸类原料出口额

4、辅酶 Q10

目前为止，中国是全球最主要的辅酶 Q10 供应国，全球最大的六家辅酶 Q10 供应商，中国就占了五家。2018 年，中国辅酶 Q10 的出口额为 15003 万美元，同比 2017 年略有下降。



2014-2018 年辅酶 Q10 出口额

辅酶 Q10 原料的出口市场主要是北美洲，2018 年对该市场的出口额为 1.1 亿美元，占比 73%。对欧洲的出口额为 1698 万美元。虽然非洲市场的出口额占比小，但增长率为 121%。从出口的国别看，美国是绝对的主要市场，出口额为 1 亿美元，占 68% 的份额。其次是德国、加拿大和澳大利亚。

5、鱼油

2018 年鱼油原料的出口总额为 6861 万美元，同比增长了 0.92%。从出口的市场看，欧洲、北美洲及亚洲为我国鱼油原料的主要出口市场。欧洲市场对中国鱼油需求潜力较大，2018 年比 2017 年增长了 34%。从具体国别看，中国鱼油原料出口的主要国家是智利、加拿大、美国、西班牙、印度。虽然智利的出口额目前为第一位，为 155 万美元，但同比下降了 18%。从出口额的增长看，德国的出口额同比有 310% 的增长，希腊、荷兰、比利时等国家的出口同比也有大幅度的增长。

2018 年鱼油原料出口额排名

天猫国际统计最受欢迎膳食营养补充剂产品

中国膳食营养补充剂市场及热点产品

随着人口结构及消费者消费意识的改变，当前益生菌产品、骨关节健康、运动营养美容相关产品、眼健康产品是市场热销产品，单品类鱼油胶囊、蛋白粉、维生素类产品、膳食纤维等产品属于畅销产品。从零售药店的渠道来说，维生素类产品、通便、增加骨密度、增强免疫力类产品销售情况较好。

米内网对 2017 年中国城市零售药店终端保健食品品牌做了排名，其中蛋白粉、维生素类产品、骨关节健康产品属于热销品类，从新兴的渠道网络渠道来说，80 后、90 后是消费主力，95 后消费增速领先；海淘消费习惯已逐渐养成，胶原蛋白、膳食纤维、葡萄籽、护肝类、骨健康产品、叶黄素、乳清蛋白等产品深受欢迎。

根据天猫国际《2018 国民健康跨境消费趋势报告》，2017.07-2018.08 最受欢迎消费者欢迎的保健产品为膳食纤维、酵素、钙、维生素 C、乳清蛋白、胶原蛋白、葡萄籽提取物、复合维生素和矿物质、氨基葡萄糖、鱼油，其中热度提升最快的是膳食纤维、胶原蛋白、酵素、益生菌和维生素 C。从国别看，来自澳大利亚、美国和日本的进口保健品最受欢迎。

火龙果酵素在发酵过程中氨基酸变化规律研究及蛋白质营养评价

◎王珍珍[1,2,3] 沙如意[1,2,3,] 程勇杰[1,2,3] 张沙沙[1,2,3] 毛旸晨[4] 方晟[5] 王高坚[1] 毛建卫[1,2,3]

1.浙江科技学院生物与化学工程学院，浙江 杭州 310023; 2.浙江省农产品化学与生物加工技术重点实验室，浙江 杭州 310023；3.浙江省农业生物资源生化制造协同创新中心，浙江 杭州 310023；4.杭州医学院，浙江 杭州 310053； 5.绍兴文理学院元培学院，浙江 绍兴 312000

【摘　要】利用氨基酸分析仪分析火龙果原料及火龙果酵素在发酵过程中氨基酸的种类及含量变化，结果表明：火龙果原料及火龙果酵素发酵液中均含有 18 种氨基酸，火龙果酵素在发酵过程中谷氨酸（Glu）、精氨酸（Arg）和脯氨酸（Pro）的含量较高，发酵过程中除 γ－氨基丁酸（GABA）的含量有所降低外，其它氨基酸含量均逐步增加；采用氨基酸评分（AAS）、化学评分（CS）和氨基酸比值系数（RC）三种评价体系对火龙果原料及火龙果酵素在发酵前期、中期和后期 3 个时间点的蛋白质营养进行分析，结果表明：在发酵过程中，火龙果酵素发酵液中几种氨基酸的 AAS 值、CS 值和 SRC 值呈增加的趋势；经长期发酵，其几种氨基酸的 AAS 值、CS 值和 SRC 值均高于原料。

【关键词】火龙果酵素；氨基酸；蛋白质；营养评价

火龙果（Pitaya）在广西、广东、海南等地有大规模的种植，近几年，浙江省果农引进优质火龙果品种，已有大片火龙果生产基地。火龙果营养丰富，除含有丰富的植物多酚、黄酮、维生素、膳食纤维、蛋白质和各种微量元素外，还含有一般水果少有的植物性白蛋白，属于高维生素、低糖、低脂的“一高两低”功能食品[1]。

食用植物酵素（Edible plant source Jiaosu）[2-4]是以一种或多种新鲜蔬菜、水果和谷豆类、海藻类、食药两用本草类、菌菇类等食材为原料，加（或不加）糖类物质，在较低温度下，经多种有益菌通过较长时间发酵而生产的功能性微生物发酵产品，拥有丰富的代谢产物功能成分、植物本身营养成分和益生菌本身功能成分等，特别是富有小分子功能成分，研究表明该类产品具有抗衰老、抗菌消炎、净化血液、增强机体免疫能力及解毒抗癌等多种保健功能[5-10]。

目前，火龙果基本以鲜销为主，其精深加工和规模化生产产品较少，本课题组以火龙果为原料，研究制备火龙果酵素。已报道的关于火龙果酵素产品研究主要集中在其抗氧化功能、酶活[11]及产品中原花青素含量[12]的测定，未见关于火龙果酵素

在发酵过程中氨基酸的种类及含量变化、食用植物酵素中蛋白质营养评价的研究报道。氨基酸作为食用植物酵素中重要的营养与呈味成分之一，在心脑血管疾病、肿瘤、肝脏疾病、糖尿病等方面具有预防、治疗作用[13]。研究表明：火龙果中含有 17 种氨基酸，谷氨酸含量最高，必需氨基酸占总氨基酸含量的 35%，必需氨基酸与非必需氨基酸的比值为 0.54，其氨基酸组成较接近于 FAO/WHO 提出的理想模式[14-15]。

用于定性、定量分析发酵产品中氨基酸种类及含量的方法有：氨基酸分析仪[16-17]、液相色谱[18]、液相色谱 - 质谱联用技术[19]、毛细管电泳[20]等。其中用氨基酸分析仪对发酵产品中氨基酸进行测定，具有快速、灵敏、准确可靠等优点。本文利用氨基酸分析仪，对火龙果酵素在发酵过程中氨基酸的种类及含量变化进行跟踪检测，并对食用植物酵素发酵液的蛋白质营养成分进行综合评价，旨在进一步了解食用植物酵素功能特性，并为火龙果植物酵素的生产控制提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

火龙果由浙江省嘉兴市桐乡殷家漾红心火龙果园提供，糖液由浙江省农产品化学与生物加工技术重点实验室提供。

混合氨基酸标准溶液（标准品，2.5mmol/mL，含天冬氨酸、苏氨酸、丝氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸、半胱氨酸、缬氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、酪氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸、组氨酸、精氨酸、脯氨酸） 日本和光纯业工业株式会社；γ-氨基丁酸（色谱纯） 上海长哲生物科技有限公司；

盐酸、柠檬酸钠、柠檬酸、氢氧化钠（均为优级纯）国药集团化学试剂有限公司；冰乙酸、乙醇（均为色谱纯）上海阿拉丁生化科技股份有限公司；牛血清白蛋白（分析纯） 上海阿拉丁生化科技股份有限公司；考马斯亮蓝（分析纯） 上海长哲生物科技有限公司。

1.2 仪器设备

PHS-3C 型精密酸度计 杭州齐威仪器有限公司；XW-80A 型微型漩涡混合仪 上海沪西分析仪器厂；PTX-FA210 型电子天平 福州华志科学仪器有限公司；L-8900 氨基酸分析仪 日立；Allegra X-12R 型冷冻离心机 美国贝克曼库尔特有限公司；JT-DCY-12Y 水浴氮吹仪 杭州聚同电子有限公司。

1.3 方法

1.3.1 样品制备

火龙果原料提取液 火龙果原料与水按 1:1 混合，打浆后，高速离心取上清液备用。

火龙果酵素发酵液 摘取无腐烂的新鲜火龙果，清洗，干燥脱去表面水分，按质量比 3 ∶ 4 加入糖液，密封，进行自然发酵，适当时间进行搅拌和观察；每隔一段时间取样，样品经高速离心后取上清液用于测定。

1.3.2 蛋白质含量测定

采用考马斯亮蓝法，取 1 mL 发酵液，加入 5 mL 考马斯亮蓝，混匀后放置 10 min，在 595 nm 处测吸光度。以牛血清白蛋白为标品，绘制标准曲线。

1.3.3 氨基酸分析

1.3.3.1 试验方法

参考国标 GB/T 5009.124-2003[21]，取 1 mL 发酵液于水解管中，加入 6 mol/L HCl 10 mL，重蒸酚 3 ~ 4 滴，冷却 5 min，在氮吹仪上充入高纯氮气，将已封口的水解管放在干燥箱内 110 ℃水解 22 h 后，取出。冷却后小心打开水解管，将水解液全

部转移至 25 mL 容量瓶中，用去离子水多次冲洗水解管，定容，过滤。取 1 mL 滤液，用真空干燥器在 45 ± 5 ℃干燥，残留物加 1 mL 水溶解，再干燥，用 1 mL 流动相溶解，过 0.22 μm 的水相微孔滤膜，上机进样，进样量 20 μL，脯氨酸在 440 nm 处测定，其余 17 种氨基酸在 570 nm 处测定。

1.3.3.2　氨基酸标准曲线绘制

氨基酸标准溶液的配制：取 200 μL 氨基酸标准液，加入 50 μL10 mmol/mL GABA，用 0.02 mol/L 盐酸定容至 5 mL，得到 100 nmol/mL 的混合标准溶液。

准确配制浓度分别为 5、10、20、50、100 nmol/mL 的 18 种氨基酸混合标准溶液，过 0.22 μm 的水相微孔滤膜，上机进样分析，以峰面积 (y) 对各自的浓度 (x) 进行线性回归分析，得到不同氨基酸的标准曲线。

1.3.4　酵素中蛋白质营养评价

采用 AAS、CS、RC 三种评价体系，选取发酵前期、中期和后期 3 个时间点发酵液与原料进行分析，计算公式如下 [22-25]：

$$AAS=\frac{\text{某必需氨基酸的含量（g/100}g\text{粗蛋白）}}{\text{FAO/WHO模式中该必需氨基酸的含量（g/100}g\text{粗蛋白）}}\times 100\%$$

公式（1）

$$CS=\frac{\text{某必需氨基酸的含量（g/100}g\text{粗蛋白）}}{\text{鸡蛋模式中该必需氨基酸的含量（g/100}g\text{粗蛋白）}}\times 100\%$$

公式（2）

$$RAA=\frac{\text{某必需氨基酸的含量（g/100}g\text{粗蛋白）}}{\text{模式中该必需氨基酸的含量（g/100}g\text{粗蛋白）}}\times 100\%$$

公式（3）

$$RC=\frac{RAA}{\overline{RAA}}\times 100\%$$

公式（4）

RSD 为 RC 的相对标准差　　公式（5）

AAS 与 CS 两种评分常用百分比来表示，比值越接近 100%，说明营养价值越高。公式（3）中 RAA 为氨基酸比值，当比值系数等于 1 时，说明食物中氨基酸组成与模式一致；比值系数大于 1，表示该氨基酸相对过剩；小于 1，表示该氨基酸相对不足。SRC 为比值系数分，表示样品中必需氨基酸接近模式中必需氨基酸的程度，SCR 越接近 100，说明营养价值越高。[19]。

1.3.5　数据处理

本章所有实验数据，采用 origin8.6 进行分析，均表示成平均值 ± 标准偏差（n=3）。

2 结果与分析

2.1 蛋白质含量测定

考马斯亮蓝法测可溶性蛋白质含量，方法简单，适合微量蛋白测定。牛血清蛋白标准曲线见图 1，经拟合得到标准曲线方程：y=0.0062x-0.0066，其中相关系数 R^2=0.9991，其中：y 为吸光度，x 为牛血清白蛋白等价物（μg/mL）。

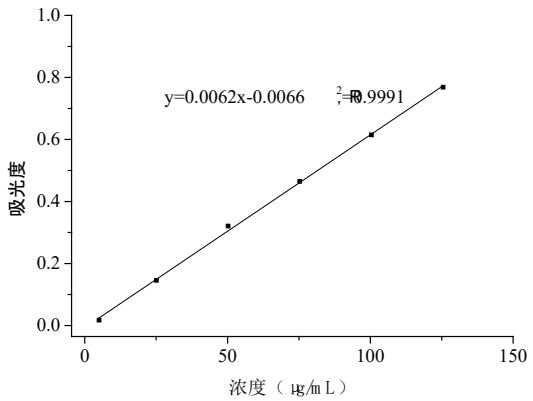


图 1 牛血清白蛋白标准曲线

火龙果原料提取液及火龙果酵素在发酵前期、中期、后期三个时间点的发酵液中蛋白质的含量测定结果见表 1，由表 1 可知火龙果酵素在发酵过程中蛋白质呈缓慢下降的趋势。

表 1 不同原料中蛋白质含量

样品	火龙果酵素			火龙果原料提取液
	50 d	295 d	487 d	
蛋白质含量（μg/mL）	14.96 ± 0.18	9.81 ± 0.16	7.66 ± 0.14	28.91 ± 0.18

2.2 氨基酸标准曲线

18 种氨基酸标品的色谱图见图 2，从图中可以看出各种氨基酸可以有效分离。18 种氨基酸的标准曲线及检出限见表 2，相关系数在 0.998-0.9999，表明 18 种氨基酸含量与浓度之间线性关系良好。稀释各标准浓度的氨基酸至各峰高为基线噪音的 3 倍，定义其浓度为检出限，大部分氨基酸的检出限在 0.1-2.85 μg/mL 范围内。

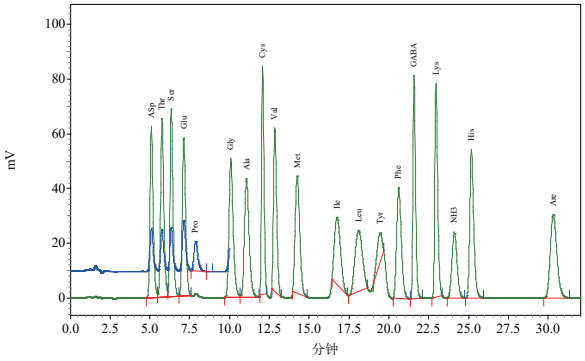


图 2 氨基酸标品色谱图

表 2 氨基酸标准曲线及检出限

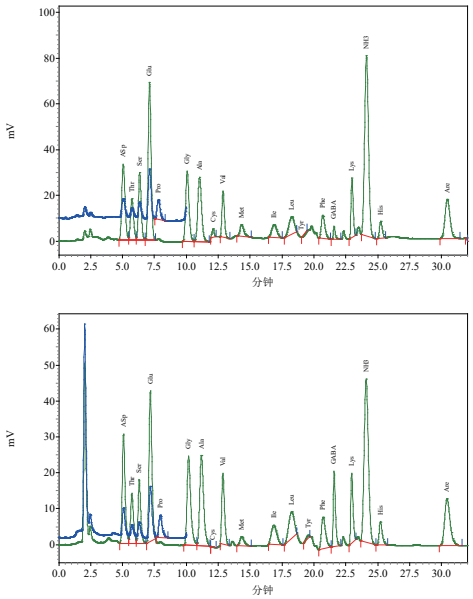
顺序	名称	保留时间 /min	标准曲线	相关性系数 R^2	线性范围 nmol/mL	检出限 nmol/mL
1	Asp	5.060	y = 36204.149x -5815.062	0.9999	2-100	0.58
2	Thr	5.713	y = 38937.386x +8361.163	0.9999	2-100	0.52
3	Ser	6.307	y = 39559.616x + 15874.697	0.9999	1-100	0.49
4	Glu	7.113	y = 37376.079x -5040.736	0.9999	5-100	0.60
5	Pro	7.840	y = 7237.442x +142.854	0.9998	20-100	4.22
6	Gly	10.067	y = 40735.194x + 32770.576	0.9998	0.5-100	0.11
7	Ala	11.047	y = 36482.576x + 326444.490	0.9993	5-80	0.06
8	Cys	12.080	y = 37105.180x +54225.827	0.9999	0.25-100	0.09
9	Val	12.820	y = 35860.668x +70650.648	0.9998	0.5-100	0.1
10	Met	14.233	y = 36733.991x + 63681.558	0.9999	1-100	0.47
11	Ile	16.733	y = 38798.691x + 9402.041	0.9998	1-100	0.16
12	Leu	18.107	y = 39208.638x + 72128.593	0.9996	1-100	0.36
13	Tyr	19.467	y = 36944.088x +54733.525	0.9984	1-100	0.12
14	Phe	20.627	y = 36237.596x +26973.9377	0.9999	5-100	1.54
15	GABA	21.567	y=34318.118x-17445.579	0.9998	0.5-100	0.1
16	Lys	22.960	y = 44038.264x +10189.423	0.9999	5-100	1.2
17	His	25.187	y = 41055.250x +13878.144	0.9999	10-100	2.85
18	Arg	30.347	y = 37146.244x +567.9595	0.99997	1-100	0.38

2.3 氨基酸分析

利用氨基酸分析仪对火龙果原料及火龙果酵素发酵过程中的氨基酸种类及含量进行分析，以发酵487 d火龙果发酵液为例，其色谱图见图3。由图3中可知火龙果原料及火龙果酵素中均含有18种氨基酸。火龙果中氨基酸的种类与文献报道的一致[15]。

火龙果酵素发酵过程中各种氨基酸变化见图4，由图4可知，经487 d的发酵，火龙果酵素发酵液中氨基酸含量由高到低依次为：Glu > Arg > Pro > Asp > Ala > Val > Gly > Lys > Phe > GABA > Ser > Thr > Leu > Ile > His > Cys > Met > Tyr，Glu、Arg和Pro的含量较高；其中火龙果酵素发酵液中Glu从发酵初期的130.964 μg/mL，增加到266.765 μg/mL，增加了103.69%；Arg从发酵初期的111.796 μg/mL增加到180.332 μg/mL，增加了61.30%；Pro从发酵初期的134.450 μg/mL，增加到174.938 μg/mL，增加了30.11%；研究表明：Glu在人体内具有促进红细胞生成，改善脑细胞营养，活跃思维等作用[26]；Arg参与组织细胞蛋白质、肌酸、谷氨酰胺、嘧啶等的合成，是一种免疫调节剂[27]；Pro是一种渗透压调节物，具有保护蛋白质分子，清除活性氧等作用[28]。

发酵过程中除GABA的含量缓慢降低外，其它氨基酸含量均有所增加；发酵液中蛋白质类氨基酸总量（不含GABA）从发酵初期的0.777 mg/mL增加到1.667 mg/mL，增长了114.54%，说明发酵过程中可溶性蛋白的含量逐渐增多。发酵过程中氨基酸含量的增加可能有以下几个方面的原因：（1）原料中的蛋白质在发酵过程中通过微生物的作用，转化为氨基酸；（2）发酵过程中，酵母菌等微生物的代谢及自身溶解产生氨基酸。

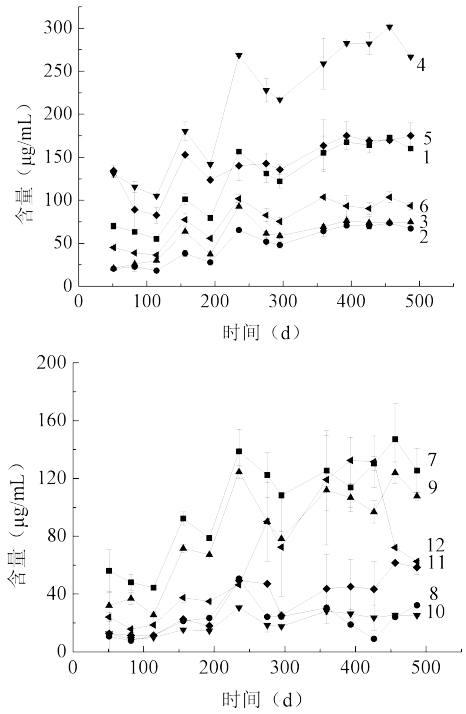


（a）

（b）

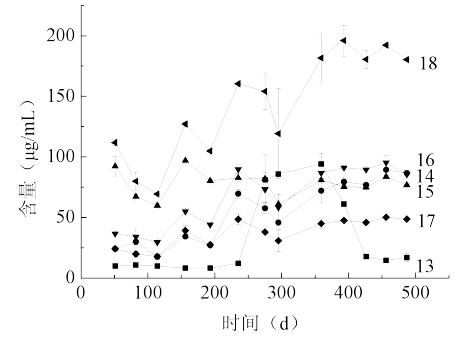
图3 火龙果样品氨基酸色谱图

图中Asp：天冬氨酸；Thr：苏氨酸；Ser：丝氨酸；Glu：谷氨酸；Pro：脯氨酸；Gly：甘氨酸；Ala：丙氨酸；Cys：半胱氨酸；Val：缬氨酸；Met：蛋氨酸；Ile：异亮氨酸；Leu：亮氨酸；Tyr：酪氨酸；Phe：苯丙氨酸；GABA：γ-氨基丁酸；Lys：赖氨酸；His：组氨酸；Arg：精氨酸

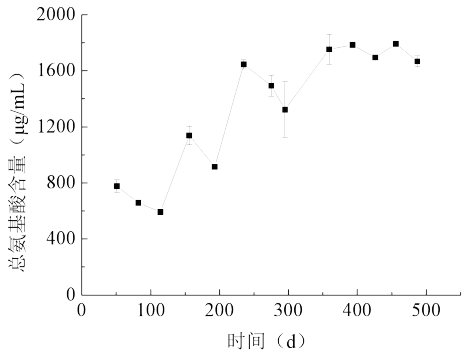


（a）

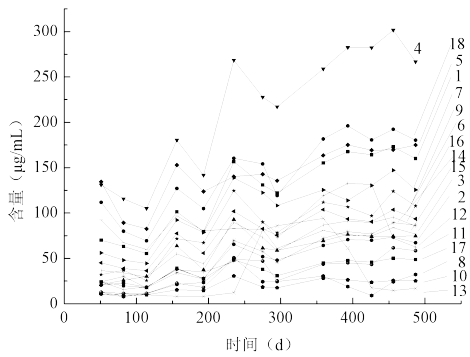
（b）



（c）



（d）



（e）

图 4 火龙果酵素发酵过程中氨基酸含量变化

注：图中（a）1：天冬氨酸（Asp）；2：苏氨酸（Thr）；3：丝氨酸（Ser）；4：谷氨酸（Glu）；5：脯氨酸（Pro）；6：甘氨酸（Gly）；（b）7：丙氨酸（Ala）；8：半胱氨酸（Cys）；9：缬氨酸（Val）；10：蛋氨酸（Met）；11：异亮氨酸（Ile）；12：亮氨酸（Leu）；（c）13：酪氨酸（Tyr）；14：苯丙氨酸（Phe）；15：γ-氨基丁酸（GABA）；16：赖氨酸（Lys）；17：组氨酸（His）；18：精氨酸（Arg）（d）发酵过程中氨基酸总量变化（不含 GABA）；（e）发酵过程中 18 种氨基酸含量变化汇总图。

2.4 氨基酸含量比较

对火龙果酵素在发酵过程中前期（50 d）、中期（295 d）和后期（487 d）三个时间点的发酵液与火龙果原料提取液中的氨基酸含量进行比较，结果见表 3。从表中可以看出，火龙果酵素发酵液及火龙果原料中都含有 18 种氨基酸，其中 Glu、Arg 和 Pro 的含量较高；火龙果酵素发酵液中鲜味（Asp 和 Glu）和甜味（Ala、Gly、Pro 和 Ser）氨基酸的含量较芳香族氨基酸（Phe 和 Tyr）的含量高。

表 3 不同样品中氨基酸的含量

氨基酸名称	火龙果酵素发酵液（g/100g 粗蛋白）			火龙果原料提取液（g/100g 粗蛋白）
	50d	295d	487d	
Asp	4.68	12.44	20.89	7.84
Thr*	1.37	4.90	8.78	1.68
Ser	1.41	6.00	9.75	2.18
Glu	8.75	22.13	34.83	8.28
Pro	8.99	13.82	22.84	4.05
Gly	3.01	7.70	12.22	1.82
Ala	3.75	11.04	16.39	2.35
Cys	0.72	2.49	4.21	1.26
Val*	2.14	7.99	14.07	1.91
Met*	0.84	1.79	3.28	1.16
Ile*	0.85	2.57	7.63	0.96
Leu*	1.61	7.38	8.17	1.30
Tyr	0.66	8.76	2.22	0.16
Phe*	1.61	4.67	11.30	1.56
GABA	6.16	7.60	10.03	0.35
Lys*	2.45	5.94	11.18	1.97
His	1.62	3.14	6.36	0.89
Arg	7.47	12.15	23.55	3.98
T	47.25	134.91	217.67	43.35
E	10.87	35.24	64.41	10.54
N	36.38	99.67	153.26	32.81

CE	9.09	15.29	29.91	4.87
E/T（%）	23.01	26.12	29.59	24.31
CE/T（%）	19.24	11.33	13.74	11.23
E/N	0.30	0.35	0.42	0.32
Σa	13.43	34.57	55.72	16.12
Σb	17.16	38.56	61.20	10.40
Σc	2.27	13.43	13.52	1.72

注：表中*：必需氨基酸，T：氨基酸总量（不含 GABA），E：人体必须氨基酸总量，CE：儿童必需氨基酸总量，N：非必须氨基酸，Σa 为鲜味氨基酸含量（Asp+Glu），Σb 为甜味氨基酸含量（Ala+Gly+Pro+Ser）Σc 为芳香族氨基酸含量（Phe+Tyr）FAO/WHO 提出的理想模式中，质量较好的蛋白质 E/T 值在 40% 左右，E/N 值在 0.6 以上 [22]。从表 3 可以看出，火龙果原料及火龙果酵素的 E/T 值在 23.01%-29.59% 之间、E/N 值在 0.30-0.42 之间，均低于 FAO/WHO 提出的理想模式，但是发酵后的食用植物酵素与原料相比，E/T 值、E/N 值均高于原料，且在发酵过程中，发酵液的 E/T 值、E/N 值逐渐增加，说明发酵过程有利于改善火龙果酵素中蛋白质向理想蛋白质模型靠近。

2.5 蛋白质营养价值评价

按照 1.3.4 的公式计算火龙果原料及火龙果酵素在发酵过程中前期、中期和后期三个时间点样品的 AAS、CS、SRC 值，并对其蛋白质营养进行系统评价。不同样品的 AAS 值见表 4，火龙果原料中 Leu、Ile 分别为第一、第二限制氨基酸，其它几种氨基酸的 AAS 值均小于 100%；火龙果酵素发酵过程中，发酵 50 d 的发酵液中 Ile、Leu 分别为第一、第二限制氨基酸，其它几种氨基酸的 AAS 值介于 34%-44% 之间；发酵 295 d 的发酵液中，Ile 为第一限制氨基酸，其它几种氨基酸的 AAS 值均高于 100%；发酵 487 d 后，发酵液中各种氨基酸的 AAS 值均高于 100%。AAS 的分析结果表明随着发酵时间的延长，火龙果酵素发酵液中各种氨基酸的 AAS 值呈逐渐增加趋势，且经长期发酵，发酵液中几种氨基酸的 AAS 值均高于原料。火龙果经发酵处理制备成火龙果酵素的过程有利于增强火龙果酵素的蛋白质营养。

表 4 不同样品的 AAS

氨基酸名称	AAS（%）				FAO/WHO 模式（g/100g 粗蛋白）
	火龙果酵素发酵液			火龙果原料提取液	
	50 d	295 d	487 d		
Thr	34.34	122.52	219.47	42.03	4.00
Val	42.85	159.70	281.43	38.19	5.00
Met+Cys	44.44	122.31	214.12	69.02	3.50
Ile	21.25#	64.35#	190.79	23.90*	4.00
Leu	23.02*	105.48	116.69	18.50#	7.00
Phe+Tyr	37.79	223.75	225.34	28.82	6.00
Lys	44.49	107.96	203.35	35.74*	5.50

注：#：第一限制氨基酸，*：第二限制氨基酸

不同样品的 CS 值见表 5，火龙果原料中除 Ile、Leu 分别为第一、第二限制氨基酸，几种氨基酸的 CS 值均小于 100%；火龙果酵素发酵过程中，发酵 50 d 的发酵液中 Ile、Leu 分别为第一、第二限制氨基酸，其它几种氨基酸的 CS 值介于 22.68%-38.23% 之间；发酵 295 d 的发酵液中，Ile、Met+Cys 分别为第一、第二限制氨基酸，Val 和 Phe+Tyr 的 CS 值大于 100%；发酵 487 d 后，发酵液中 Leu 的 CS 值接近 100%，其它几种氨基酸的 CS 值均高于 100%。经长期发酵后，火龙果酵素发酵液中几种氨基酸的 CS 值均高于原料。不同样品的 CS 分析结果与 AAS 分析结果基本一致。

表 5 不同样品的 CS

氨基酸名称	CS（%）				FAO/WHO 模式（g/100g 粗蛋白）
	火龙果酵素发酵液			火龙果原料提取液	
	50 d	295 d	487 d		
Thr	26.93	96.09	172.10	32.96	5.10
Val	29.35	109.38	192.73	26.16	7.30
Met+Cys	28.28	77.82*	136.23	43.92	5.50
Ile	12.88#	39.00#	115.61	14.48#	6.60
Leu	18.32*	83.91	92.81	14.71*	8.80
Phe+Tyr	22.68	134.25	135.20	17.29	10.00
Lys	38.23	92.76	174.72	30.71	6.40

注：#：第一限制氨基酸，*：第二限制氨基酸

不同样品的 RC、SRC 值见表 6，火龙果原料中 Leu 、Ile 分别为第一、第二限制氨基酸；火龙果酵素发酵过程中，发酵 50 d、295 d 的发酵液中，Ile、Leu 分别为第一、第二限制氨基酸；发酵 487 d 后，发酵液 Leu 为第一限制氨基酸；发酵 50 d、295 d、487 d 的火龙果酵素发酵液的 SRC 值分别为 72.27，61.13 和 76.34，均高于火龙果原料的 SRC 值（54.93）。说明随着发酵时间的延长，火龙果酵素发酵液的营养价值逐渐升高。

表 6 不同样品的 RC

氨基酸名称	RC（%）			
	火龙果酵素发酵液			火龙果原料提取液
	50 d	295 d	487 d	
Thr	0.97	0.95	1.06	1.15
Val	1.21	1.23	1.36	1.04
Met+Cys	1.25	0.94	1.03	1.89
Ile	0.60#	0.50#	0.92	0.65*
Leu	0.65*	0.81*	0.56#	0.51#
Phe+Tyr	1.07	1.73	1.09	0.79
Lys	1.25	0.83	0.98	0.98
SRC	72.27	61.13	76.28	54.92

注：#：第一限制氨基酸，*：第二限制氨基酸

不同样品的 RC、SRC 值见表 6，火龙果原料中 Thr、Val 和 Lys 的含量基本上符合氨基酸模式谱中的要求；Met+Cys 的 RC〉1，该种氨基酸的含量过剩，其余几种氨基酸的 RC〈1，含量相对不足。对于火龙果酵素，发酵过程中 Thr 的含量基本上符合氨基酸模式谱中的要求；Val 的 RC〉1，含量过剩；Met+Cys 在发酵 50 d 时 RC〉1，发酵 295 d，487 d 时，含量基本上符合氨基酸模式谱中的要求；Ile 在发酵 50 d ，295 d 时 RC〈1，发酵 487 d 时，含量基本上符合氨基酸模式谱中的要求； Leu 发酵过程中，RC〈1；Phe+Tyr 在发酵 295 d 时，RC〉1，50 d、487 d 时含量基本上符合氨基酸模式谱中的要求；Lys 在发酵 50 d 时 RC〉1，发酵 295 d 时，RC〈1，发酵 487 d 时，含量基本上符合氨基酸模式谱中的要求。发酵 50 d、295 d、487 d 的火龙果酵素发酵液的 SRC 值分别为 72.27，61.13 和 76.34，均高于火龙果原料的 SRC 值（54.93）。综上可知：随着发酵时间的延长，火龙果酵素发酵液的营养价值逐渐升高。

2.6 特殊功能氨基酸 GABA 分析

GABA 是一种重要的抑制性神经递质[29]，为新型的功能食品因子，具有改善脑功能、降血压，健肝利肾，促进生长激素分泌等功能[30-31]。

从图 4 中可以看出，发酵过程中，火龙果酵素发酵液中 GABA 含量有所降低。GABA 从发酵初期的 92.21 μg/mL 降到 76.79 μg/mL，降低了 16.72%，但其浓度范围仍具有抑制疼痛等的效果[32]。研究表明：L- 谷氨酸可在谷氨酸脱羧酶及磷酸吡哆醛的作用下转化为 GABA，GABA 又可经过 γ- 氨基丁酸 -α 酮戊二酸转氨酶作用，生产谷氨酸[31]。发酵液中 GABA 的变化可能与微生物代谢有关。

3 结论

本文对火龙果原料及火龙果酵素在发酵过程中氨基酸变化进行分析检测，结果表明：火龙果原料及火龙果酵素发酵液中均含有 18 种氨基酸，其中火龙果酵素发酵过程中 Glu、Arg 和 Pro 的含量较高；火龙果酵素在发酵过程中 GABA 的含量有所降低，其它氨基酸含量逐步增加；火龙果酵素中鲜味和甜味氨基酸的含量较芳香族氨基酸的含量高。采用 AAS、CS、RC 三种评价体系对火龙果原料和火龙果酵素在发酵前期、中期和后期 3 个时间点的蛋白质营养进行评价，结果表明：在发酵过程中，火龙果酵素发酵液中几种氨基酸的 AAS 值、CS 值和 SRC 值呈增加的趋势；经长期发酵，其几种氨基酸的 AAS 值、CS 值和 SRC 值均高于原料；说明火龙果经发酵处理制备成火龙果酵素的过程有利于增强火龙果酵素的蛋白质营养。

【参考文献】略

一种新兴益生元——乳糖醇

◎信成夫 任尚美 景文利 于丽
山东绿健生物技术有限公司，山东禹城，251200

【摘　要】本文介绍了乳糖醇的性质和用途，主要阐述了乳糖醇符合益生元分类所必需的科学标准，因此它是一种新兴的益生元；另外，乳糖醇作为蔗糖的替代品，可用于食物中来降低热值和血糖反应，乳糖醇也用于口服健康产品，它可以帮助减少龋齿的风险，并且已经建议用于治疗肝性脑病。

【关键词】乳糖醇；益生元；肝性脑病

乳糖醇是一种双糖醇，由乳糖通过催化加氢制得，乳糖醇能从水溶液中结晶，结晶乳糖醇存在几种形式，无水乳糖醇、一水合乳糖醇、二水合乳糖醇和三水合乳糖醇，目前市场上存在的大部分是一水合乳糖醇。乳糖醇具有像蔗糖一样纯正、甘甜的味道而无余味残留。它是一种十分适宜且有多种用途的甜味剂，能在各种食品应用中代替蔗糖。乳糖醇的甜味大约是蔗糖的 40%，经常与高倍甜味剂混合使用于无糖食品，如安赛蜜，阿斯巴甜和糖精[1]。在国际上，许多国家批准乳糖醇用于食品中，包括欧盟，美国，加拿大，日本，东南亚各国，巴西，以色列和瑞士等。2017 年 3 月 13 日，欧盟委员会发布法规 DECISION(EU) 2017 /450，批准乳糖醇作为新资源食品配料，每日最大推荐剂量为 20 g，该法规将于 2017 年 3 月 15 日生效。2017 年 4 月 11 日，欧盟发布（EU）2017/676 条例，修订（EU）No 432/2012，批准一项乳糖醇健康声称。欧盟食品安全局经过评估认为，乳糖醇可通过增加排便频率来维持正常的肠道功能。该声称仅限于每日定量摄取的含有 10g 乳糖醇的食品补充剂中。

乳糖醇是一种功能性糖醇，具有低热量、不致龋齿、不引起血糖升高的功效，适于糖尿病患者食用，除了具备功能糖醇的以上性质外；还具有低聚糖的性质，在小肠中不被分解，在大肠中被肠道有益菌利用，增殖肠道有益菌群，产生不饱和脂肪酸，是一种新兴益生元。

1 乳糖醇的益生元效果

1.1 肠道微生物菌群

目前，操纵人类结肠微生物菌群以改善宿主的健康是很多药物和营养的目的。健康人肠胃道中含有不同种类的微生物，乳杆菌和双歧杆菌是肠胃道正常微生物菌群的的特定种类。pH 为 2-3 的胃中

很少有微生物存在，胃上定植的微生物群体是在黏膜上，数量为 10^5/g，约为 10^3/mL[2]。在小肠中微生物数量增加，从 10^4 增加到末端回肠的约 10^7[3]。小肠上端的微生物群主要有链球菌、葡萄球菌和乳杆菌群[4]。大肠肠道拥有极其复杂的微生物生态系统，包括一千种不同的微生物物种[5]。结肠的环境更有利于微生物定植。微生物在结肠和粪便中的数量通常超过 10^{11}-10^{12}/g 干物质[6]。结肠中微生物大多是厌氧的，包括拟杆菌属、双歧杆菌属、真杆菌属、瘤胃球菌属、门冬属和梭菌属。

由于肠道微生物菌群确切的数字和比例尚未确定，目前一个健康或平衡的肠道微生物菌群最好为糖分解占主导地位，并包含显著数量的双歧杆菌和乳杆菌[7]。

1.2 益生元定义和益生元科学分类标准

人们开始更多的关注对肠道微生物有益进而有助于消化健康的的膳食成分。1995 年，Gibson 和 Roberfroid 创造了益生元这一术语，并将其定义为“一种不能消化的食物成分，这种食物成分能通过选择性刺激结肠中一种或几种微生物生长和 / 或活性而对宿主产生有利影响，从而改善宿主健康”[8]。从那以后这一概念得到了更进一步的发展，符合益生元成分的分类要求为：抗消化（胃酸、哺乳动物水解酶和胃肠吸收）；被胃肠道微生物发酵；选择性刺激与健康有关的肠道微生物的生长和 / 或活性[9]。

人们普遍认为，益生元通过增加糖分解微生物的数量以及减少腐败微生物的数量能使结肠微生物向更健康的组成和 / 或活性变化。低聚果糖，菊粉和低聚半乳糖是不消化的碳水化合物，人们研究[9,10]已经证明它们符合益生元的分类标准，近期它们在功能性食品中的应用明显增加。其他不可消化的碳水化合物，包括多元醇，也被建议作为益生元[11]。以下内容将重点讨论乳糖醇作为潜在的益生元的证据。

1.3 乳糖醇作为一种新兴益生元的科学证据

1.3.1 耐消化

与乳糖的代谢不同，只有很少的一部分乳糖醇被人类小肠水解[12]。摄入的乳糖醇只有不到 2% 被水解或吸收。被吸收的乳糖醇通过肝脏进一步代谢，或者用于肝糖原储存或用于产生葡萄糖[13]。因此，乳糖醇满足益生元分类的第一个标准。

1.3.2 肠胃道微生物菌群发酵

一些体外体内研究已经表明乳糖醇对肠道微生物菌群发酵的可能影响。

Kontula 等人[14]已经研究了乳糖醇体外发酵性能，测试了 9 株乳酸菌以及人的粪便和活检分离。在测试的菌群中，嗜酸乳杆菌菌株和鼠李糖乳杆菌，肠球菌和链球菌能够在乳糖醇中生长。Klewicki 等人[15]评估了体外不同多元醇（包括乳糖醇）促进嗜酸乳杆菌、干酪乳杆菌和乳杆菌的菌株生长的潜力。通过 pH 的降低判断乳糖醇促进测试菌株的生长。在乳糖醇的存在下，能够抑制肠杆菌科菌群的生长。

Probert 等人[16]使用了一个体外模拟器以模仿人类结肠的复杂生态系统，研究表明乳糖醇能使短链脂肪酸总量和丁酸盐的含量几乎翻倍。Minekus 等人[17]将乳糖醇用于 TNO 肠道模型时也观察到了丁酸盐类似的急剧增加的现象。这些结果与一个体外猪盲肠发酵的结果相似[18]，也显示当乳糖醇加入到低和高纤维饮食（分别为 142％和 230％）时丁酸盐浓度增加。

这些发现表明乳糖醇由肠道微生物发酵，并刺激微生物代谢产生丁酸盐，一种重要的有利于肠道健康的脂肪酸[19]。此外，体外动物研究的证据也证实了这些发现。对大鼠的研究[20]表明乳糖醇有益于肠道微生物代谢，而且乳糖醇具有降低粪便 pH

作用，显着增加丁酸和乳酸的比例而盲肠短链脂肪酸总浓度不变。另一项对大鼠的研究研究了乳糖醇（7%的饮食）对短链脂肪酸形成的影响，采用对照组进行了 16 天试验 [21]。同样，组间粪便中短链脂肪酸的总浓度没有差异。但是，乙酸浓度显著降低，而丁酸和琥珀酸浓度明显高于对照组。丙酸浓度在组间没有差异。

在人类研究的报道中，还有证据证实乳糖醇确实由肠道微生物菌群发酵。这些研究主要研究短链脂肪酸的产生或结肠发酵形成的气体产物例如氢，其通过扩散进入循环，然后呼出。氢气呼气试验，在摄取乳糖醇（30g）后的 43 个成人女性中进行 [22]。在乳糖醇摄入后，大量的氢在呼吸中排出。通过标记乳糖醇，测定呼吸中的氢和 $^{14}CO_2$ 排出来测定乳糖醇的代谢。人体中普遍有 3 条 ^{14}C 标记的乳糖醇的代谢途径。6 位健康志愿者每日摄入乳糖醇 20g，服用 14 天，第 7 天时 10μCi 的 L-[U-^{14}C]- 乳糖醇与未标记的糖类被排泄；^{14}C 的排泄通过呼吸、尿和粪便。$^{14}CO_2$ 排泄的峰值在 6h，总 $^{14}CO_2$ 占同位素的 63%，而 6.5% 和 2.0% 的标记分别从粪便和尿中回收。这些数据表明，乳糖醇在人体结肠中大量代谢，大部分细菌代谢物被结肠吸收。本项研究中乳糖醇理论含量的 54.5% 被受试者利用。

Ballongue 等人 [23] 测定了 36 位健康志愿者服用乳糖醇和乳果糖（均为 2×10g/ 天）4 周后每人短链脂肪酸的产生情况，结果表明，与安慰剂相比，乳糖醇和乳果糖均使乙酸和乳酸浓度明显增加，乳果糖增加的更明显。两种化学物均使丙酸浓度明显降低，同样乳果糖降低的更明显。然而，服用乳糖醇比乳果糖能够促进产生更多粪便丁酸盐。

Hotten 等人 [24] 对肝硬化患者研究中，乳糖醇（3×20g / 天）也使粪便中乙酸和乳酸浓度显著的增加。然而，未观察到丁酸水平的变化。

总之，体外和体内、动物和人的几项研究已经证明，乳糖醇能被肠道微生物菌群发酵，因此满足益生元分类要求的第二个标准。在动物中，服用乳糖醇后，与乙酸或乳酸的变化相比，丁酸盐的增加比较明显，而在人类中乙酸和乳酸的增加更明显。

1.3.3 选择性刺激有益健康的肠道菌群生长或活性增强

四项人体研究评估了乳糖醇对肠道微生物菌群生长的选择性效应。

Ballongue 等人 [23] 采用双盲、随机试验研究了 36 位健康者每日服用 10g 乳糖醇对结肠微生物的影响，试验持续 4 周，有安慰剂对照，并与相同剂量的乳果糖的效果做对比。实验中双歧杆菌（从 8.5 到 8.9log10）和乳杆菌（从 6.3 到 7.0log10）微量增加但显著，潜在病原体如梭菌（从 5.9 到 4.7log10）、拟杆菌属（从 10.3 到 8.8log10）和大肠杆菌（从 6.6 到 5.6log10）减少。服用乳果糖后所有的变化更快更明显。

Riggio 等人 [25] 对 21 例非肝性脑病的肝硬化患者进行了乳糖醇和乳果糖对粪便微生物菌群影响的研究，发现乳杆菌的数量增加，乳果糖增加的更为显著；发现乳糖醇降低肠球菌和肠细菌的水平。为了获得并维持每天两次半液体大便，对所有的受试者采用个性化的二糖剂量（平均剂量：32.8g /d 乳糖醇，33.1g /d 天乳果糖）。确定治疗前以及通便作用稳定 10 天后的粪便菌群。

Ravelli 等人 [26] 对患有便秘的 11 名妇女 4 周的测试发现，与安慰剂相比，乳糖醇（20g / 天）显著增加拟杆菌和双歧杆菌的数量，而对肠球菌、肠杆菌和乳酸菌没有显着影响。

Hotten 等人发现 [24] 在肝硬化患者中，高剂量的乳糖醇（3×20g / 天）显著增加总厌氧菌数量。这种变化主要是由双歧杆菌（从 9.34 到

表 1 乳糖醇是否可以选择性刺激肠道有益菌群生长的研究总结，包括用于比较的乳果糖

研究	研究设计	受试者	实验 / 对照（剂量）	乳糖醇对粪便双歧杆菌和乳杆菌的影响
Riggio et al. 1990	平行	21 位肝硬化患者	乳糖醇（平均 32.8g / 天） 乳果糖（平均 33.1g / 天	乳杆菌增加
Ravelli et al. 1995	交叉	13 为患有便秘的健康女性	乳糖醇（20g / 天） 安慰剂（10g 葡萄糖 / 天）	双歧杆菌增加 （从 9.56 到 10.06log10）
Ballongue et al. 1997	平行	36 位健康志愿者	乳糖醇（2 × 10g / 天） 乳果糖（2 × 10g / 天） 安慰剂（2 × 10g / 天）	乳杆菌增加（从 6.3 到 7.0log10） 双歧杆菌增加（从 8.5 到 8.9log10）
Hotten et al. 2003	平行	30 位肝硬化患者	乳糖醇（3 × 20g / 天） 益生菌 SCM-III 利福昔明（3 × 400mg / 天）	乳杆菌增加（从 8.15 到 8.63log10） 双歧杆菌增加（从 9.34 到 10.10log10

10.10log10）和乳杆菌数量（从 8.15 到 8.63log10）的增加引起的。与本研究中测试的益生菌混合物相反，乳糖醇对拟杆菌属和梭菌属没有产生显著的影响。

表 1 总结了乳糖醇是否可以选择性地刺激与健康有关的肠道菌群生长方面的研究。这些数据表明乳糖醇能正向刺激肠道菌群的活性；大多数评价乳糖醇对粪便 pH 影响的研究表明，与对照相比，乳糖醇能使粪便 pH 降低 0.5-0.6 个单位。在肝硬化和 / 或肝性脑病患者 [24,25,27] 和健康受试者 [23] 中均观察到这种情况。 但是，Ravelli 等人 [26] 的一项研究没有表现出对便秘受试者粪便 pH 值的影响。人们认为酸性 pH 能抑制胆汁酸从初级到次级的转化，从而可能降低直肠癌的风险。

与安慰剂相比，乳糖醇还显著降低可能在癌变中发挥作用的粪便酶的活性，例如偶氮还原酶，7a-脱羟基酶，β - 葡糖醛酸糖苷酶和硝基还原酶。也观察到乳果糖类似的效果 [23]。同一项研究表明，与安慰剂相比，乳糖醇和乳果糖显著降低粪便芳族化合物，如苯酚、甲酚、吲哚和粪臭素以及戊酸的浓度。

总之，在 5 项对人类（健康志愿者和患者）的研究中都观察到粪便中的乳酸菌、双歧杆菌或两者选择性增加。乳酸菌和双歧杆菌都与健康肠道微生物菌群有关。此外，乳糖醇正向刺激肠道细菌的活性导致更低的粪便 pH 值，降低芳香族化合物浓度，降低与癌变相关的酶的活性。

2 乳糖醇的其他有益效果

2.1 对糖尿病的影响

作为甜味成分，乳糖醇具有非常类似于蔗糖的甜味特性，但只有蔗糖甜度的 40%。已经报道乳糖醇血糖指数为（GI）2 ± 3（与 GI 为 100 的葡萄糖参考相比，蔗糖 GI 为 68 ± 5）[28]。它的能量是大多数其他碳水化合物的一半，为 8kJ（2kcal）每克 [1]。控制血糖、脂质和体重是糖尿病 3 个主要管理目标。因为 GI 指的是可用的碳水化合物，乳糖醇不被小肠吸收，相对血糖反应（RGR）更适合糖尿病人。Natah[29] 等已经估计出乳糖醇的 RGR 和相对胰岛素反应（RIR），发现食用 25g 乳糖醇它们的值非常低（RGR = 3，RIR = 6），相比于葡萄糖（RGR = 100，RIR = 100）。即乳糖醇可作为蔗糖的替代品，被糖尿病患者使用，为他们提供一个低热量和无糖的选择 [29,30]

2.2 对牙齿健康的影响

引起蛀牙有很多因素，例如口腔微生物和底物的可用性。口腔中的微生物可能以牙菌斑的形式存在，有些细菌连续发酵中导致牙菌斑 pH 降低，例如变形链球菌和索氏梭菌 [31]。吃糖后，当局部 pH 值降至 5.7 以下时，斑块中生成的酸使牙齿受到破坏。摄入乳糖醇和其它多元醇（例如木糖醇）[32] 时，这种情况可以减少甚至避免，因为它们能抵抗牙菌斑中微生物的发酵 [33]。此外，包括乳糖醇在内的多元醇能够抑制牙釉质的脱矿质并能增强脱矿质损伤的再矿化 [34]，不利于龋齿最初的形成。因此，包括乳糖醇在内的多元醇作为糖的替代品已经被美国牙科协会认可（1999）。美国食品和药物管理局（FDA）已批准标签中使用“不致龋齿”健康声称的无糖食品有多元醇，其中包括乳糖醇（美国食品药品管理（FDA）联邦法规 2002）。

2.3 对肝性脑病的影响

肝性脑病又称肝性昏迷，是一种复杂的神经精神综合征，有急性与慢性之分，由肝脏失调引起。当肝脏不能正常代谢和解毒体内的物质时，有毒物质积聚在血液中，就会导致肝性脑病。氨被认为是一种对中枢神经系统有特殊毒性的物质，它是蛋白质消化产生的，通常由肝脏解毒。身体中也会积累其它损害神经系统的物质 [35]。

因此，肝性脑病的治疗旨在减少氨的生成和吸收 [36]。已经有报道研究了乳糖醇对体内氨水平的影响，以确定其作为替代物治疗肝性脑病的有效性。Watanabe 等人 [37] 在门腔静脉分流大鼠试验高血氨模型中测定了乳糖醇对血氨浓度的影响。观察到乳糖醇通过抑制氨的生成和吸收显著降低血氨水平，通过降低肠道 pH，从而为肠道中产生脲酶的微生物的生存创造了不良的环境，并缩短肠道内容物的停留时间。此外，Masin 等人 [38] 进行了一项对 8 例男性肝硬化患者的研究，给予他们谷氨酰胺以增加他们的氨水平，然后让他们摄入 20g 乳糖醇，每天 3 次，共持续 5 天。结果表明乳糖醇显着降低了血氨水平。小肠内氨的产生受到影响，因为谷氨酰胺主要在空肠中被吸收。Salerno 等人 [39] 进行了另外一项人为干预的研究，研究中包括 28 位肝硬化患者，采用乳糖醇并与其他疗法进行比较。研究表明乳糖醇不仅降低氨水平，而且对脑病指数有显着影响。在各种不同的研究中，将乳糖醇治疗肝性脑病的效果与乳果糖进行了对比。Camma 等人 [40] 对比了乳糖醇与乳果糖对慢性肝性脑病的影响，发现效果同乳果糖类似，副作用较少。Blanc 等人 [41] 研究也表明，与乳果糖相比，乳糖醇对肝性脑病治疗效果与其相同，并且乳糖醇具有更好的耐受性，副作用也更少。这些发现与之前的研究显示的一致 [42,43]。'

3 结论

乳糖醇耐消化，并可被胃肠道微生物群发酵。科学证明食用乳糖醇选择性增加乳杆菌和双歧杆菌很有前景，因此乳糖醇是一种新型益生元。由于乳糖醇还具有低热量、防龋齿、不引起血糖升高以及治疗肝性脑病的功效，因此乳糖醇具有良好的应用前景。

【参考文献】略

克雷伯氏菌 5L 罐分批发酵生产 1,3- 丙二醇发酵条件研究

◎马春玲　王瑞明　徐波　高逸峰　谌芳
齐鲁工业大学生物工程学院，济南 250353

【摘　要】本文对肺炎克雷伯氏菌发酵生产 1,3- 丙二醇主要培养基组份和发酵条件进行了优化，优化结果为：初始甘油 50g/L；初始硫酸铵浓度 6g/L；最适温度和 pH 分别为 37℃和 7。在较优的发酵条件下，10h 时，1,3-PD 浓度达到最大，为 25.8g/L，发酵强度 2.58g/(L・h)，转化率 56%（g/g）。

【关键词】1,3- 丙二醇；肺炎克雷伯氏菌；发酵条件优化

1,3- 丙二醇（1,3-propanediol，1.3-PD）是 August Freund 在 1881 年由巴氏梭状芽孢杆菌 (*Clostridium pasteurianum*) 发酵甘油的发酵液中发现的。1,3-PD 在食品、化工和医药领域应用广泛，它最主要的用途是作为单体合成聚对苯二甲酸丙二醇酯（Polytrimethylene terephthalate, 简称 PTT），具有很强的应用前景。现阶段化工合成法是 1,3- 丙二醇的主要生产方法，而微生物发酵法还处于实验室中、小试实验阶段 [1、5]，限制微生物工业化发酵生产 1,3-PD 的因素包括成熟的生产菌株和生产工艺以及低耗能、低成本的 1,3-PD 提取技术 [1]。

本实验室从土壤中分离到产 1,3-PD 的菌株 2-1，经鉴定属于克雷伯士菌 *Klebsiella pneumoniae*。本文对 *K. pneumoniae* 2-1 5L 罐中分批发酵生产 1,3-丙二醇工艺参数进行了优化研究。

1. 材料与方法

1.1 实验材料

1. 1. 1 菌种

本实验所用菌株 *K. pneumoniae* 2-1 是由实验室筛选保藏。

1. 1. 2 试剂

1,3- 丙二醇、甘油、高碘酸钠等试剂均为市售化学纯或分析纯。

1. 1. 3 主要仪器

5L 发酵罐 BIOTECH-5BGZ（上海保兴生物设备工程有限公司）；气相色谱仪 GC-17A（日本岛津分析仪器有限公司），填充柱 GDX-401（北京迪马公司）；高压液相色谱仪（GL Science，LC-20AT），色谱柱：Inertsil NH2。

1.1.4 培养基

LB 培养基：10.0g/L 蛋白胨；5.0 g/L 酵母浸粉；10.0 g/L NaCl；20g/L 琼脂；pH 自然，主要用于菌种保藏和活化。

种子培养基：甘油 20.0g；$(NH_4)_2SO_4$ 2g；K_2HPO_4 3.4g；KH_2PO_4 1.3g；$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.2g；$CaCl_2$ 2×10^{-3}g；$FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 5×10^{-3}g；酵母浸粉 1.0g；柠檬酸 0.42g；微量元素 A 液 2mL；蒸馏水 1L。

发酵培养基：甘油 50.0g；$(NH_4)_2SO_4$ 6.6g；NaH_2PO_4 1.38g；Na_2SO_4 0.28g；KCl 0.75g；$MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 0.26g；$CaCl_2 \cdot 2H_2O$ 0.29g；酵母浸粉 1.0g；柠檬酸 0.42g；微量元素 B 液 5mL；蒸馏水 1L。

微量元素 A 液：$CoCl_2 \cdot 6H_2O$ 0.2g；$MnCl_2 \cdot 4H_2O$ 0.1g；$ZnCl_2$ 0.07g；H_3BO_3 0.06g；$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ 0.035g；$CuCl_2 \cdot 2H_2O$ 0.02g；$NiCl_2 \cdot 6H_2O$ 0.025g；蒸馏水 1L。

微量元素溶液 B：$CuCl_2 \cdot 2H_2O$ 0.17g；$MnCl_2 \cdot 4H_2O$ 2.0g；$ZnCl_2 \cdot 6H_2O$ 0.68g；H_3BO_3 0.06g；$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ 0.005g；$CoCl_2 \cdot 6H_2O$ 0.47g；$FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 5.4g；蒸馏水 1L。

以上培养基用 2.5mol/L 的 KOH 溶液调节 pH 到 7.0，121℃灭菌 20min 待用。

1.2 实验方法

1.2.1 种子培养方法

挑取 4℃斜面保存的菌种，在装有固体 LB 培养基的平板上划线活化，挑取单菌落接入装有 100mL 种子培养基的 250mL 摇瓶中，37℃，180r/min 摇床培养 14h。

1.2.2 发酵方法

在 5L 全自动搅拌发酵罐中发酵，装液量 3L（发酵培养基），接种量 10%（v/v），发酵温度 37℃，搅拌转速 200r/min，发酵过程通入 0.4vvm 的氮气维持厌氧环境，并用 2.5mol/L 的 KOH 溶液自动调节 pH 为 7.0。

1.2.3 分析方法

测定甘油浓度和 1,3-PD 浓度前发酵液要预处理：10000r/min 离心 10min，取上清液，用 0.22μm 超滤膜过滤后待用。

1.2.3.1 生物量测定方法

分光光度法：发酵液稀释到一定倍数，蒸馏水作为空白对照，测定 650nm 下的吸光度值。

1.2.3.2 1,3- 丙二醇测定方法

用气相色谱法测定，色谱条件如下：氢火焰离子化检测器（FID）检测器，2m × Φ3mm 填充柱，填料为 GDX-401。

色谱条件：载气为 N_2，柱温 220℃、进样口温度 260℃、检测器温度 250℃；载气为 N_2，流量 40mL/min；进样量为 1μL。

外标法定量：准确配制 80g/L 的 1,3-PD 标液，2 倍梯度稀释，配成 80g/L、40g/L、20g/L、10g/L、5g/L 的标样，用微量进样器进样，按照浓度和气相峰面积的关系绘制标准曲线，1,3-PD 标准曲线见图 1。

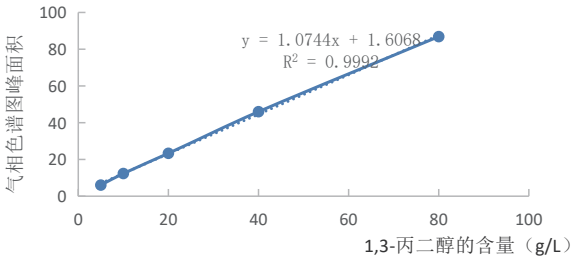


图 1 1,3- 丙二醇标准曲线

1.2.3.3 甘油测定

高压液相法测定发酵液中残留甘油浓度，测定条件如下：柱温：30℃；流动相：乙腈 : 水（90:10）；

流速：1mL/min；用示差折光检测器检测，检测器温度为 35℃；甘油标准曲线见图 2。

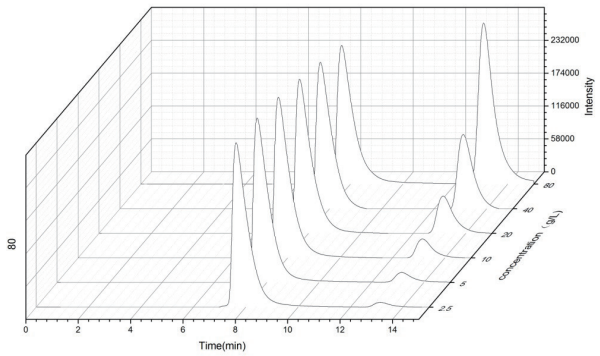


图 2 HPLC 甘油标准曲线

2 结果与讨论

2.1 初始甘油浓度优化

甘油是克雷伯氏菌发酵过程中菌体生产和产 1,3-PD 的主要碳源，发酵液培养基其他组份不变，考察初始甘油浓度（20g/L、40g/L、50g/L、60g/L、80g/L）对发酵的影响，实验结果见图 3。由图 3 可以看出，随着甘油浓度的增加，生物量和 1,3-PD 浓度不断增加，当甘油浓度到 50g/L 时，1,3-PD 浓度和生物量达到最大值，菌体 OD_{650} 达到 5.6，1,3-PD 浓度为 23.8g/L。

2.2 初始氮源浓度优化

选择硫酸铵作为无机氮源，研究无机氮源对微生物生长、代谢及 1,3-PD 产量的影响。

培养基中添加不同浓度硫酸铵（2 g/L、4 g/L、6 g/L、8 g/L、10 g/L），发酵结果如图 4 所示，发酵培养基中 $(NH_4)_2SO_4$ 的最适浓度为 6g/L，菌体 OD_{650} 达到 6.3，1,3-PD 浓度为 24.5g/L。

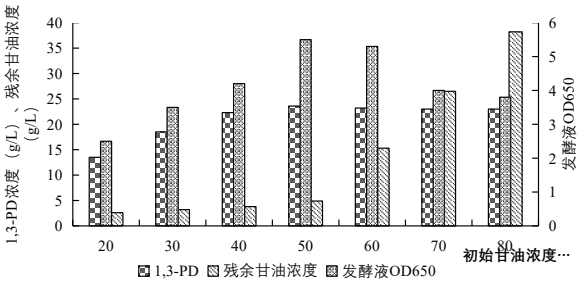


图 3 初始甘油对 1,3-PD 发酵的影响

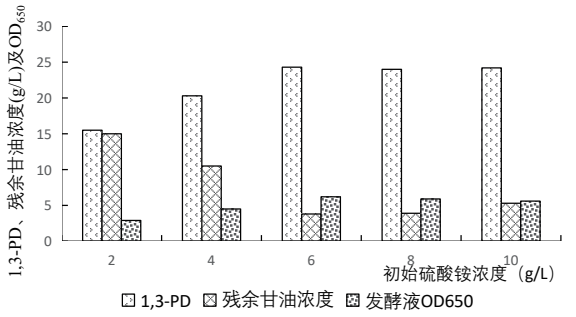


图 4 初始硫酸铵对 1,3-PD 发酵的影响

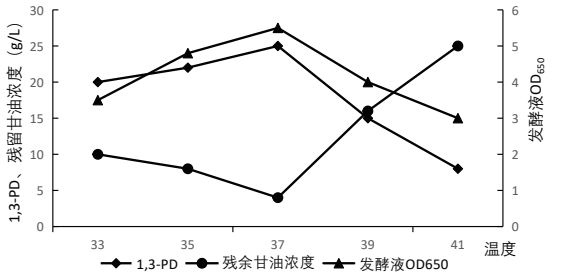


图 5 温度对 1,3-PD 发酵的影响

2.3 最适温度

发酵过程中温度对产物影响较大[2]。本文选择 30℃、35℃、37℃、40℃、45℃五个温度，研究菌株 2-1 产 1，3-PD 的最佳发酵温度，结果如图 5。

由图 5 可以看出，温度对发酵曲线的影响很明显，在 37℃有明显转折点。当温度低于 37℃时，1,3-PD 发酵速率较小，菌体生长比较缓慢，随着温

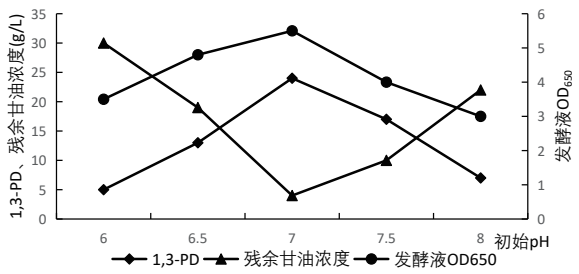


图 6 初始 pH 对 1,3-PD 发酵的影响

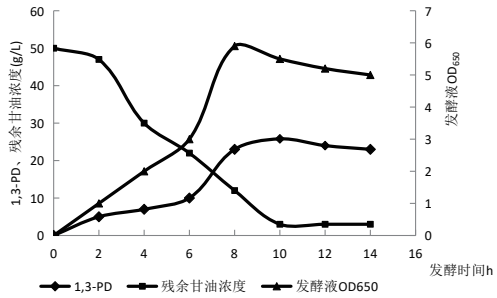


图 7 *K. pneumoniae* 2-1 分批发酵曲线

度的升高，1,3-PD 产量增大，菌体生长变快，在 37℃时达到最佳发酵结果。当温度超过 37℃后，菌体浓度迅速降低，1,3-PD 产量也变小，表明温度对克雷伯氏菌 2-1 发酵生产 1,3-PD 影响显著，对反应过程中的关键酶活起着重要作用。

2.4 最适 pH

pH 的变化会影响菌体代谢的各种酶活、基质的利用速率和细胞结构，进而影响菌体的生长和产物的合成。选择最适发酵 pH 的准则是获得最大比生产速率和适当菌量，以获得最大产量。发酵培养基的初始 pH 值调节为：6.0、6.5、7.0、7.5、8.0，接种发酵，研究菌株 2-1 的最佳发酵 pH，发酵结果如图 6。实验结果表明，pH 的变化对发酵甘油消耗、菌体生长、产物合成的影响显著，当初始 pH 为 7.0 时，发酵结果较好，1,3-PD 的产量达到最大值 24.79g/L，菌体量也达到最大。

2.5 克雷伯氏菌 1,3-PD 分批发酵曲线

按照优化条件进行克雷伯氏菌 2-1 分批发酵研究，每隔 2h 取样一次，检测生物量、1,3-PD 浓度和甘油浓度，绘制发酵过程曲线，结果如图 7。

从菌体的生长曲线可以看出，产物 1,3-PD 的生成和菌可体生长呈现正相关性，随着菌体量的不断增长，1,3-PD 也不断合成，并且在 4-8h 增长较快，在第 10h 时，1,3-PD 浓度达到最大，为 25.8g/L，发酵强度 2.58g/(L·h)，转化率达到 56%（g/g）。

3 结论

K. pneumoniae 2-1 在 5L 罐中分批发酵过程中能在 10h 内快速达到最大浓度，发酵强度高达 2.58 g/(L·h)，具有较好的发酵能力。分批发酵中碳源和氮源随着菌体生长和 1,3-PD 的合成而迅速降到最低，发酵终止，因此在分批发酵的基础上进行碳源和氮源补料分批发酵将可以得到更高浓度的 1,3-PD[4]，另外 1,3-PD 发酵周期短，若将发酵菌体固定化等处理实现连续发酵 [3] 或构建能够从葡萄糖生产 1,3-PD 的菌种 [6] 将大大提高 1,3-PD 生产效率、降低生产成本。

【参考文献】略

2019 年 7 月有关产品进出口情况

一、进口

单位：千克，美元

序号	品名	6 月份		1-6 月份	
		数量	金额	数量	金额
1	玉米 , 种用除外	385,981,921	82,320,424	3,495,128,675	756,331,013
2	小麦淀粉	339,656	175,002	1,209,212	648,124
3	玉米淀粉	256,220	215,545	1,326,132	1,362,599
4	马铃薯淀粉	2,954,909	3,259,328	18,513,603	18,849,343
5	木薯淀粉	128,321,314	56,110,027	1,412,886,608	623,198,260
6	未列名淀粉	1,172,665	751,634	4,178,265	2,429,658
7	菊粉	231,640	540,833	2,064,722	4,911,792
8	粗甘油 ; 甘油水及甘油碱液	109,427,654	22,846,494	740,638,715	186,719,326
9	砂糖	33,382,569	13,559,404	186,335,859	75,997,918
10	绵白糖			2,397,552	882,130
11	无水乳糖 , 重量计干燥状态的乳糖含量 ≥99%	6,364,295	6,737,880	46,022,757	47,668,271
12	其他乳糖及乳糖浆	1,779,425	2,783,345	10,731,648	16,416,722
13	槭糖及槭糖浆	15,200	139,560	85,819	805,545
14	葡萄糖及葡萄糖浆 , 果糖＜ 20%	1,105,170	722,372	6,535,947	4,757,974
15	葡萄糖及糖浆 ,20% ≤ 果糖＜ 50% , 转化糖除外	36,858	24,928	227,676	262,245
16	化学纯果糖	210,666	224,386	1,234,317	1,287,239
17	果糖及果糖浆 , 果糖＞ 50% , 转化糖除外	278,780	459,061	1,958,531	3,109,400
18	其他固体糖及未加香料或着色剂的糖浆	9,097,621	5,317,135	46,099,756	28,771,126
19	活性酵母	69,262	942,115	309,018	4,787,714
20	非活性酵母 ; 已死的其他单细胞微生物	17,395	297,824	371,983	3,971,447
21	发酵粉	19,124	55,360	60,259	356,952
22	味精	110,521	411,152	932,702	3,409,922
23	未列名二元醇	19,567,463	31,182,258	116,941,225	205,968,340
24	季戊四醇	401,151	650,055	2,303,431	4,050,830
25	甘露糖醇	26,156	195,759	186,564	1,699,035
26	山梨醇	43,639	92,962	869,884	1,478,333
27	丙三醇 (甘油)	27,237,077	14,505,456	194,928,199	116,469,098
28	木糖醇	1,240	13,905	10,274	109,841
29	其他多元醇	71,383	341,316	1,104,462	3,515,056
30	肌醇	516	23,416	8,042	275,045
31	草酸	1,827	47,807	58,587	431,743
32	其他无环多元羧酸及其酸酐等及其衍生物	362,790	2,055,500	2,252,676	10,892,512
33	乳酸及其盐和酯	1,223,541	1,891,635	8,063,762	13,273,980
34	酒石酸	49,587	219,781	122,681	630,345
35	酒石酸盐及酒石酸酯	45,781	164,787	233,741	879,654
36	柠檬酸	140,479	721,294	554,675	2,316,646
37	柠檬酸盐及柠檬酸酯	85,431	470,449	662,529	3,786,965

（续上表）

序号	品名	6 月份		1-6 月份	
		数量	金额	数量	金额
38	葡糖酸及其盐和酯	64,180	192,681	334,496	1,165,323
39	赖氨酸	-	975	27,311	381,206
40	赖氨酸酯及盐	4,551	84,468	694,868	1,648,848
41	谷氨酸	202	3,514	9,218	75,950
42	谷氨酸钠	20,053	32,100	298,277	444,405
43	其他谷氨酸盐	42	10,260	650	69,301
44	未列名氨基酸	755,868	5,937,472	5,258,387	41,538,647
45	其他氨基酸酯及盐	382,226	1,655,142	2,310,050	9,365,715
46	糠醇及四氢糠醇	76,810	153,707	272,328	594,834
47	未混合的维生素 C 及其衍生物	6,045	269,726	126,447	3,516,240
48	未混合的维生素 E 及其衍生物	441,527	4,228,580	2,970,712	29,339,606
49	木糖			2,000	7,541
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	706,813	1,579,750	3,751,822	9,142,540
51	糊精及其他改性淀粉	35,160,893	36,008,516	243,594,823	228,921,140
52	以淀粉 / 糊精或其他改性淀粉为基本成分的胶	36,385	179,524	138,961	509,934
53	粗制凝乳酶及其浓缩物	68	3,746	26,412	463,593
54	碱性蛋白酶	119,738	676,705	994,612	5,901,706
55	碱性脂肪酶	30	5,632	577	205,289
56	未列名的酶 ; 未列名的酶制品	807,592	18,092,444	6,719,805	126,213,678
57	编号 2905.4400 以外的山梨醇	28,868	35,082	54,398	72,385

二、出口

单位：千克，美元

序号	品名	6 月份		1-6 月份	
		数量	金额	数量	金额
1	玉米 , 种用除外	6,464,500	1,912,958	15,054,891	4,142,972
2	小麦淀粉	316,763	175,194	1,556,553	834,233
3	玉米淀粉	58,790,209	20,575,413	353,570,369	125,012,204
4	马铃薯淀粉	799,551	815,075	4,484,828	4,285,216
5	木薯淀粉	17,100	15,407	376,226	291,067
6	未列名淀粉	3,939,530	3,647,480	28,715,273	27,828,295
7	菊粉	51,975	194,498	390,575	1,510,600
8	粗甘油 ; 甘油水及甘油碱液			20,250	14,685
9	砂糖	8,325,248	3,278,607	65,644,658	27,458,441
10	绵白糖	22	32	2,933,867	1,096,869
11	无水乳糖 , 重量计干燥状态的乳糖含量 ≥99%			0	-
12	其他乳糖及乳糖浆	88,025	270,148	1,351,669	3,287,459
13	槭糖及槭糖浆			0	-
14	葡萄糖及葡萄糖浆 , 果糖＜ 20%	70,053,110	31,526,044	471,476,956	212,601,023
15	葡萄糖及糖浆 ,20% ≤ 果糖＜ 50% , 转化糖除外	864,888	441,402	5,675,845	3,854,774
16	化学纯果糖	601,600	576,233	3,165,837	3,062,834

（续上表）

序号	品名	6 月份		1-6 月份	
		数量	金额	数量	金额
17	果糖及果糖浆，果糖＞ 50%，转化糖除外	18,829,291	7,409,029	129,231,234	51,017,233
18	其他固体糖及未加香料或着色剂的糖浆	41,110,879	28,221,987	273,599,964	186,769,149
19	活性酵母	10,895,438	23,436,906	60,530,520	132,274,669
20	非活性酵母；已死的其他单细胞微生物	1,793,628	4,679,320	16,001,302	34,770,926
21	发酵粉	685,734	943,434	5,041,589	7,047,720
22	味精	1,537,170	1,748,600	12,341,435	13,175,887
23	未列名二元醇	5,336,281	8,734,291	70,755,821	111,878,237
24	季戊四醇	4,754,955	8,646,509	30,736,601	55,787,217
25	甘露糖醇	751,968	2,044,825	5,301,058	16,242,080
26	山梨醇	9,570,740	7,216,700	53,862,256	41,238,917
27	丙三醇 (甘油)	179,045	180,193	931,670	1,232,651
28	木糖醇	4,299,521	16,117,678	25,420,046	96,643,747
29	其他多元醇	2,146,268	4,892,763	16,998,219	40,033,902
30	肌醇	478,318	1,982,170	3,461,093	17,334,725
31	草酸	5,908,390	3,543,117	58,948,452	41,061,273
32	其他无环多元羧酸及其酸酐等及其衍生物	7,525,385	22,843,377	55,345,981	198,008,110
33	乳酸及其盐和酯	3,779,197	5,455,897	27,373,036	37,296,499
34	酒石酸	3,613,893	9,005,846	27,247,530	74,131,522
35	酒石酸盐及酒石酸酯	100,212	415,799	749,456	2,687,337
36	柠檬酸	74,557,610	47,015,318	574,359,646	375,236,938
37	柠檬酸盐及柠檬酸酯	14,807,408	12,404,843	120,762,412	102,306,606
38	葡糖酸及其盐和酯	15,571,560	9,874,647	109,717,470	71,540,161
39	赖氨酸	671,825	656,415	791,065	1,359,475
40	赖氨酸酯及盐	43,136,597	41,576,501	329,099,817	317,233,164
41	谷氨酸	6,381,082	7,004,331	28,026,882	30,732,994
42	谷氨酸钠	46,328,065	48,783,895	343,394,999	354,612,932
43	其他谷氨酸盐	7,095	29,532	96,358	375,193
44	未列名氨基酸	15,485,514	53,022,480	103,864,994	377,253,347
45	其他氨基酸酯及盐	11,185,722	22,509,420	67,572,686	164,078,697
46	糠醇及四氢糠醇	6,757,961	9,258,127	47,817,693	75,086,137
47	未混合的维生素 C 及其衍生物	13,152,887	41,998,410	100,015,016	399,843,744
48	未混合的维生素 E 及其衍生物	5,672,871	37,233,153	44,454,520	266,196,128
49	木糖	721,576	2,198,308	6,936,163	21,276,457
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	2,988,517	10,420,942	16,176,864	53,446,918
51	糊精及其他改性淀粉	6,134,790	6,184,111	51,380,750	47,405,686
52	以淀粉 / 糊精或其他改性淀粉为基本成分的胶			2,662,754	2,281,424
53	粗制凝乳酶及其浓缩物	10,800	67,581	74,077	439,573
54	碱性蛋白酶	41,490	377,120	258,956	4,678,905
55	碱性脂肪酶	1,435	40,849	48,678	324,817
56	未列名的酶；未列名的酶制品	6,013,108	29,313,039	48,749,386	205,346,556
57	编号 2905.4400 以外的山梨醇	9,025,830	4,123,895	50,546,922	24,388,831

（以上表格内容未经许可不得转载）

关于召开“2019 生物发酵与营养健康·益生制品产业发展高峰论坛”的通知

中生发协 [2019]57 号

为进一步贯彻落实《“健康中国 2030”规划纲要》精神，促进生物发酵与营养健康·益生制品产业融合发展，不断推进生物发酵产品，尤其是益生制品在营养健康领域应用，中国生物发酵产业协会拟定于 2019 年 9 月 22-23 日在上海召开“2019 生物发酵与营养健康·益生制品产业发展高峰论坛”。

论坛将邀请国内生物发酵领域、营养健康领域、益生制品领域、医学医疗领域的著名专家学者做大会报告，以推动生物发酵与营养健康产业融合发展。会后协会将在上海新国际博览中心召开“2019 上海国际生物发酵产品与技术装备展览会”（2019 年 24-26 日）。

一、组织机构

1、主办单位：中国生物发酵产业协会

2、承办单位：中国生物发酵产业协会益生制品分会
杰能科（中国）生物工程有限公司
中国农业大学食品科学与营养工程学院
华东理工大学生物工程学院

二、会议时间、地点

时间：2019 年 9 月 22-23 日，21 日 14:00-22:00 报到。

地点：上海世纪皇冠假日酒店（上海市浦东新区民生路 1433 号）

报到地点：上海世纪皇冠假日酒店一楼大厅

三、邀请报告嘉宾（排名不分先后）

朱蓓薇　中国工程院院士、大连工业大学食品学院荣誉院长
石维忱　中国轻工业联合会副会长、中国生物发酵产业协会理事长
张俭波　国家食品安全风险评估中心主任、研究员
陈　卫　江南大学副校长、教授、长江学者
丁刚强　中国疾病预防中心营养与健康所所长、中国营养学会副理事长
赵谋明　华南理工大学教授、长江学者
张和平　内蒙古农业大学教授、长江学者
江正强　中国农业大学食品科学与营养工程学院副院长、长江学者
毛建卫　浙江科技学院二级教授、浙江工业职业技术学院校长
杨勤兵　北京清华长庚医院临床营养科主任、主任医师
聂少平　南昌大学食品学院副院长、教授
赵黎明　华东理工大学生物工程学院副院长、教授
段盛林　中国食品发酵工业研究院食品工程部主任 教授
李兆丰　江南大学教授
毛相朝　中国海洋大学教授
杨绍青　中国农业大学副教授
史婧奕　上海市儿童医院重症医学科主治医师
……

四、会议论文征集

会议将广泛征集与会议主题相关的论文，包括但不限于生物发酵产品营养功能研究进展、营养干预及策略、营养及安全评价、国内外现行政策法规研究、益生制品产业国内外现状及发展趋势、益生制品的生理功能及营养健康作用研究、生物发酵新技术、新工艺及新设备的研究与应用等未公开发表过的论文，印刷成论文集。

提交论文格式为：题目（3号字、黑体）；题目下注明作者姓名、单位（学系）、邮编、电话、传真、E-mail(5号字、宋体)；摘要（小4号字、楷体，单倍行距）；正文文字用小四号字、宋体。

论文及相关资料、稿件，请用电子邮件于8月20日前发到联系人邮箱15910790935@163.com或ysq@cau.edu.cn。

五、会议注册费

1、会议费：会员单位1800元/人，学生（凭证件）1000元/人（含资料费、餐费），非会员2500元/人。

2、交通、住宿费用自理。（上海世纪皇冠假日酒店标间680元/间，不含早）

3、会议注册费提前通过银行汇至协会账号，请务必注明“上海论坛会议费”。现场以现金形式缴费（现场不支持其他方式支付）。

4、汇款信息

单位：中国生物发酵产业协会

账号：0200 0492 0902 4904 228

开户行：中国工商银行北京阜外大街支行

六、注意事项

1、会议宣传材料

会议现场和会议室外围严禁私自摆放各种宣传材料，确有需要发放宣传材料的单位，请提前与协会联系，统一安排。

2、会议回执

为更好地做好会议准备，请各参会代表于9月10日前将会议回执发送到协会指定邮箱。

七、联系方式

1、中国生物发酵产业协会

联系人：吴丹、卢涛　　电　话：010-68396504、68396573，15910790935、15311497295　　E-mail：15910790935@163.com

2、中国农业大学

联系人：杨绍青　　电　话：15901565760　　E-mail：ysq@cau.edu.cn

中国生物发酵产业协会

2019年8月9日

附件：

参会回执

单位				
参会人员				
姓名	性别	职务	手机	Email
住宿	是否住宿：_____ 入住时间：___月___日到___月___日			
论文	是否提交论文：_____ 论文题目：_____			
备注：请参会代表务必于2019年9月10日前将回执发至联系人邮箱：15910790935@163.com。				

关于召开“2019 中国生物发酵产业系列专题论坛”的通知

中生发协 [2019]60 号

各相关单位：

为进一步加强生物发酵产业上下游行业的交流、推动产业科技创新、开发新产品与新装备、促进产业结构调整、提升品牌竞争力。中国生物发酵产业协会定于 2019 年 9 月 23-25 日在上海召开“2019 中国生物发酵产业系列专题论坛”，旨在建立专业的生物发酵产业交流平台，推动产业健康快速发展。同期还将在上海新国际博览中心召开“2019 上海国际生物发酵产品与技术装备展览会”。具体安排如下：

一、时间地点

会议时间：2019 年 9 月 23-25 日

报到地点：详情见会议日程，会前一小时，在会议现场报到。

二、会议日程

时间		会议名称	地点
9 月 23 日	09:00-12:00	中国生物发酵产业协会微生物育种分会第一届四次理事会	上海世纪珀俪酒店 5 楼苏州厅
	14:00-17:00	中国生物发酵产业协会二届九次理事会暨二届九次常务理事会	上海世纪珀俪酒店 4 楼上海厅
9 月 24 日	09:00-12:00	2019 发酵工业节能环保科技创新论坛	上海新国际博览中心 N4-1 现场会议室
	10:00-16:30	2019 第五届国际发酵培养基应用与发展论坛	上海新国际博览中心 N4-2 现场会议室
	13:30-17:00	2019 年酶制剂应用交流论坛	上海新国际博览中心 N5-M47
	13:30-17:00	2019 国际天然功能性原料及虾青素应用创新发展论坛	上海新国际博览中心 N4-1 现场会议室
	14:00-18:00	中国生物发酵产业协会氨基酸分会理事会	上海世纪珀俪酒店 5 楼杭州厅
9 月 25 日	09:30-17:00	2019 全国生物发酵行业重点项目推介会	上海新国际博览中心 N5-M47
	09:30-12:00	2019 第四届生物发酵饲料产品应用与技术创新研讨会	上海新国际博览中心 N4-2 现场会议室
9 月 24-26 日	09:00-17:00	2019 上海国际生物发酵产品与技术装备展览会	上海新国际博览中心 N4/N5 馆

三、会议赞助及论文征集

1、会议赞助

欢迎各有关企业，科研院校等相关单位承办、协办、赞助此次大会，有意向的请于 8 月 31 日前与会议联系人联系。

2、论文征集

会议将广泛征集与会议主题相关的论文，包括但不限于生物发酵产品、营养功能研究进展、营养干预及策略、营养及安全评价、国内外现行政策法规研究、益生制品产业国内外现状及发展趋势、益生制品的生理功能及营养健康作用研究、生物发酵新技术、新工艺及新设备的研究与应用等未公开发表过的论文，印刷成论文集。

提交论文格式为：题目（3 号字、黑体）；题目下注明作者姓名、单位（学系）、邮编、电话、传真、E - mail(5 号字、宋体)；摘要（小 4 号字、楷体，单倍行距）；正文文字用小四号字、宋体。

论文及相关资料、稿件，请用电子邮件于 8 月 31 日前发到联系人邮箱 15910790935@163.com 或 ysq@cau.edu.cn。

四、其他注意事项

1、论坛由中国生物发酵产业协会统一收费，收费标准参照中国生物发酵产业协会同期会议收费标准。8 月 31 日前预报名者可免费参加。

2、会议宣传材料

会议现场和会议室外围严禁私自摆放各种宣传材料，确有需要发放宣传材料的单位，请提前与协会联系，统一安排。

3、交通、住宿费用自理

由于大会期间用房紧张，为及时准确预留房间，参会代表预定房间需提前支付房款。预定截止日期为 9 月 5 日。

上海世纪珀俪酒店　价格 680 元 / 间 / 天，不含早

预定房间及支付预定房款请填写附件 3 发送酒店，电话确认。

酒店联系人：韩鹏飞经理　021-51908888-8809　18501707974

4、会议回执

为更好地做好会议准备，请各参会代表于 9 月 10 日前将会议回执发送到协会指定邮箱。

五、会议联系方式

联系人：胡修玉　吴丹

座　机：010-68396504

手　机：13910413888/15910790935

邮　箱：15910790935@163.com

附件：1、系列论坛会议回执　2、路线图　3、酒店客房预定表

中国生物发酵产业协会

2019 年 8 月 16 日

附件：

系列论坛会议回执

单 位			
姓 名	职 务	手 机	E-mail
参会代表住宿自理			
参会代表预定房间需提前支付房款。预定截止日期为 9 月 5 日。 上海世纪珀俪酒店　价格 680 元 / 间 / 天，不含早 预定房间及支付预定房款请填写附件 3 发送酒店，电话确认。 酒店联系人：韩鹏飞经理 021-51908888-8809 18501707974			

请参会代表务必于 2019 年 9 月 10 日前将回执发送至协会邮箱。邮箱：15910790935@163.com

附件 2:

路线图

世纪公园—步行 5 分钟
大拇指广场—步行 10 分钟
上海新国际博览中心—车程 5 分钟
外滩，东方明珠及豫园—车程 20 分钟
上海迪士尼乐园—车程 35 分钟
浦东国际机场—车程 40 分钟
龙阳路磁悬浮列车站—车程 10 分钟
地铁 2 号线、9 号线站入口—步行 10 分钟

中国生物发酵产业协会入会申请书

为促进我国生物发酵产业的发展，我单位自愿申请加入中国生物发酵产业协会。承认协会章程和遵守有关规定，履行会员义务，执行理事会的决议。愿意在协会中为推动我国生物发酵行业的振兴和发展做出贡献。

申请单位 _____（公章）

单位法人代表：（签章）

年　　月　　日

协会意见：

年　　月　　日

2019上海国际生物发酵产品与技术装备展

9.24-26 上海新国际博览中心 N4N5馆

集中展示生物发酵新技术·新工艺·新设备等发酵行业全产业链

集论坛·活动·大赛·技术咨·交流等一体化服务平台

- 淀粉及淀粉衍生物专题展
- 酶制剂产品专题展
- 氨基酸营养专题展
- 有机酸精品专题展
- 生物发酵技术装备展区
- 酵母精品专题展
- 功能发酵制品专题展

诚邀食品、制药、生物技术、生物制品、科研机构与高校、保健营养品、肉类加工、啤酒饮料、果酒、乳制品、生物饲料、食品添加剂等企业参观指导！

六大专题展 | 40000买家 | 30000 m² 展示面积 | 40场行业论坛

扫码参观登记福利

1、300间宾馆免费住；

2、200件微波炉、电饭煲、拉杆箱豪礼免费领。

www.biozl.net　　王伟 13681794658

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