

京内资准1620-L0034



内部资料

发酵工业

FERMENTATION INDUSTRY

5

2020

生物发酵产业权威资料 / 行业信息传播平台

总第334期





孙宝国院士：食品产业是高技术产业 中国应抢占制高点

CONTENTS

2020 5
总第 334 期

行业聚焦 INDUSTRYFOCUS

- 04 孙宝国院士：食品产业是高技术产业 中国应抢占制高点
- 06 新材料“十四五规划”前瞻—中国新材料发展趋势
- 17 维生素类保健品需求上升 千亿产业迎提速窗口期
- 19 市场监管总局食品审评中心发布：保健食品产品技术要求常见问题及注意事项

目录 | CONTENTS

研究开发 RESEARCH&DEVELOPMENT

- 22 微生物发酵生产氨基酸的研究进展
- 31 氨基酸发酵数据共享平台的实现

数据 DATA

- 36 2020年1-3月有关产品进出口情况
- 39 2020年1季进口八位商品/国别量值表
- 40 2020年1季出口八位商品/国别量值表

通知通 NOTICE&ANNOUNCEMENT

- 51 关于征集氨基酸及相关产业2020-2021年度国家标准、行业标准及团体标准制修订建议的通知
- 52 2020第四届氨基酸科学国际研讨峰会预备通知
- 53 中国生物发酵产业协会入会申请书



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

孙宝国院士：食品产业是高技术产业 中国应抢占制高点

我国食品产业占国民经济的9%，预计未来10年中国食品消费将增长50%，在国民经济和人民生活具有重要作用。中国工程院院士、北京工商大学校长孙宝国指出，食品产业属于大健康产业，我国很早就有食疗养生的优秀传统，国家提出的一系列行动，都是为了提高人民的健康水平。食品科技界、食品产业界肩负着解决中国人吃饭的问题，使命光荣。

定制化智能化塑造未来格局

“食品产业是高技术产业。”孙宝国指出，国家层面已经把食品科技作为高技术来对待。发达国家这些年也在积极布局食品科技，抢占制高点。美国重点强调新技术、新材料在生产高质量食品、保障全球食品供应和安全等方面的应用，欧盟将食品列入重点支持研究领域，日本将膳食营养健康列入重点支持研究领域。他强调：“我们应该抢占食品科技的制高点。”

“以食品生物合成细胞工厂、食品增材制造为代表的高技术正在颠覆传统模式。”孙宝国介绍，传统的以植物蛋白为主要基材的人造肉开发我们一直在做，但以细胞培养的人造肉研究才刚起步。以食品组学、大数据为基础的定制化、智能化加工制造正在塑造未来格局，以智能化中央厨房工厂为代表的新产业模式正在深刻改变发展链条。食品工业要为餐饮业服务。而以全程智

能绿色冷链为支撑的生鲜食品物流正在重构产后减损增效体系。如通过智能绿色冷链，山东的桃子可以卖到非洲。

孙宝国认为，以传统酿造、工业烘焙为代表的产业标准化智能制造正在引领产业升级，传统食品产业升级也是高技术的一个方面。在世界范围内，食品科技发展呈现出9个基本趋势。

① 是以绿色和智能化为特征的食品先进制造技术装备将加快食品产业跨越升级速度。如3D打印技术为食品形状、质地、成分以及最终的口味提供了无限可能。

② 是以主动防控为核心的食品质量与安全风险控制技术将有力保障食品全产业链安全。如超高压灭菌技术能够保持食品原有的口感和营养特性，延长保质期，减少浪费。

③ 是以自动化机械为基础的食品制造信息物理系统将极大提升食品加工效率。如 AQS (创新食品加工系统), 可高效精准对肉鸡及其他动物进行分级, 并能够自我学习和进化。

④ 是以食品生物合成和大数据技术为代表的高技术将支撑构建未来食品产业新业态。如通过牲畜干细胞培育, 使肉类生产成为可持续工程。

⑤ 是以新资源、新材料开发为重点的应用探索将引领食品产业发展新方向。如利用大豆、小麦、土豆等为原材料合成出植物源人造肉, 昆虫也可能是未来蛋白质的重要来源。

⑥ 是基于基因研究的个性化营养食品创制将为食品产业带来广阔市场。如致力于为用户提供基于个人 DNA 分析的定制化、个性化饮食服务, 将改变食品供应“一刀切”状态, 向个人量身打造的饮食方向转变。

⑦ 七是区块链等现代信息技术将为保障食品供应链安全提供有力支撑。如区块链可以对安装芯片的酒在 2 秒内准确定位, 很好地应用于食品供应链追踪和溯源。

⑧ 八是现代保鲜储运技术对接平台经济将为满足优质便捷生鲜食品消费提供核心抓手。2018 年我国生鲜电商行业销售达到 2158.2 亿元, 全球第一。开展生鲜电商物流支撑技术可保障电商供给质量, 有望实现弯道超车。

⑨ 九是基于组学分析技术的发酵食品制造将助力传统美食推广及文化传承。微生物组学升级传统发酵食品, 能满足对安全、风味和营养的传统食品需求, 更有助于我国传统发酵酿造食品产业的传承。

科技创新助力传统产业升级

孙宝国提到, 像冬至、春节吃饺子就是中国的民族文化。对吃饭而言, 自助餐和回到圆桌感觉截然不同, 加上两瓶酒又是另一种感觉, 这就是文化。中国的饮食文化博大精深, 需要继承和弘扬。“坚持饮食文化自信, 坚持创新驱动, 积极主动探索中国传统食品的科学技术问题, 全面构建适合我国膳食模式和饮食习惯的食品科技理论体系、技术体系和创新体系, 推动中国传统食品现代化、国际化, 是我们目前的重要任务。”孙宝国从理论体系、技术体系、创新体系三个方面进行了阐述。

① 要坚持问题导向, 探索中国传统食品的基础科学, 构建食品科技理论体系。中国的传统食品基础科学发展比较晚, 目前需要研究的基础理论主要课题有: 食品组分健康效应、食品组学与肠道微生态、食品特征组分效应变化机制、食品微生物功能基因发掘、食品细胞制造、生鲜食品物流品质控制。

② 要坚持需求导向, 突破关键技术和重大前沿技术, 构建食品产业技术体系。未来建设“十四五规划”要构建的技术体系主要体现在食品组分相

互作用与品质调控、食品柔性智能绿色低碳制造、细胞培养食品、新型酶制剂开发与应用、生鲜食品贮藏保鲜与新型包装、智能化绿色冷链物流、食品质量安全主动防控、食品智能化装备数字化设计与制造和食品产业大数据技术。

③ 要构建食品产业创新体系，包括食品柔性制造、食品低碳绿色制造、全生命周期营养健康食品、食品细胞工厂、食品新酶与新资源开发、食品包装智能物流、食品质量安全主动防控、食品装备数字化设计与制造、食品装备智能控制系统、

食品大数据等重大技术工程。

孙宝国指出，上述三个方面从基础理论技术体系到整个产业体系都是相互关联的。食品是高技术产业，以学科交叉为基础的高技术发展是未来食品产业发展的重大方向。健康中国战略和人民美好生活的实现迫切需要食品科技的全面创新，食品前沿科技创新与传统产业升级是食品产业的核心任务。构建适合我国膳食模式和饮食习惯的食品科技理论体系、技术体系、创新体系，提高食品产业国家竞争力是我们的历史使命。

新材料“十四五规划”前瞻——中国 新材料发展趋势

材料是人类一切生产和生活的物质基础，历来是生产力的标志，对材料的认识和利用的能力，决定社会形态和人们的生活质量。新材料则是战略新兴产业发展的基石。

一、我国新材料产业现状

（一）我国新材料生产情况

几乎所有的材料我国都能够生产并且正在生产，包括：

高性能工程材料

POK 聚酮、PPO 聚苯醚、PPS 聚苯硫醚、聚醚醚酮 (PEEK)、聚醚砜 (PES)、聚碳酸酯 (PC)、

POM、聚酰亚胺 (PI)、PA(6、66、11、1010、56、46、12···)、PMMA、PET、PBT·····

电子化学品

光刻胶、导电高分子材料、电子封装材料、电子特种气体、平板显示 (FPD) 专用化学品、印制电路板材料及配套化学品、混成电路用化学品、电容器用材料、电器涂料、导电聚合物等其他电子电气用化学品。

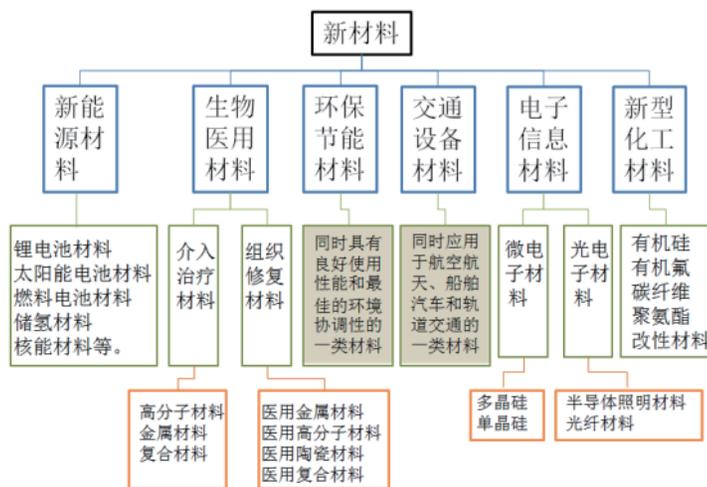


图 1 新材料种类

新型弹性体

TPU、POE、SBS、SEBS、SEPS、TPEE、丙烯基弹性体、尼龙弹性体……（新型弹性体总量已接近传统弹性体一半了）。

新型纤维

氨纶、芳纶、超高分子量聚乙烯纤维……。

（二）强大的应用支撑我国新材料的发展

- 我国拥有庞大的工业用户；
- 庞大的造船大国、强国；
- 世界最大的手机生产国；
- 汽车产销量第一的国家；
- 地铁、动车和高铁质量和数量第一的国家；
- 冰箱、洗衣机等白电全球产量第一的国家；

因此，严格意义上来说，强大的下游应用产业给我国新材料产业的发展提供了巨大的推动力。

（三）政策推动我国新材料的发展

1、国家发展改革委、商务部发布《鼓励外商投资产业目录（2019年版）》，重点提及的

化学原料和化学制品制造业包括：差别化、功能性聚酯 (PET)；聚甲醛；聚苯硫醚；聚醚醚酮；聚酰亚胺；聚砜；聚醚砜；聚芳酯 (PAR)；聚苯醚；聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT)；聚酰胺 (PA) 及其改性材料；液晶聚合物等。

2、国家发改委《增强制造业核心竞争力三年行动计划（2018-2020年）》重点化工新材料关键技术产业化项目包括：聚苯硫醚；聚苯醚；芳族酮聚合物（聚醚醚酮、聚醚酮、聚醚酮酮）、聚芳醚醚腈；聚苯并咪唑；聚芳酰胺；聚芳醚；热致液晶聚合物；新型可降解塑料等。

3、中国石化联合会《石油和化学工业“十三五”发展规划指南》将高分子材料作为战略新兴产业列为优先发展的领域，明确高分子材料“十三五”发展的目的是：以提高自主创新能力为核心，以树脂专用料、工程塑料、新型功能材料、高性能结构材料和先进复合材料为发展重点，开发工程塑料、改性树脂、高端热固性树脂及其树脂基复合材料，以及可降解塑料等新材料制备技术。

行业	研究机构
涂料行业	海化院（重防腐）、常州院
橡胶行业	北京院（轮胎）、曙光院（橡胶机械、航空胎）、西北院（密封、制品）和株洲院（乳胶制品）
专用材料	黎明院、晨光院、沈阳院、601、703 所

4、中国石油和化学工业联合会关于“十四五”化工新材料产业发展的战略和任务”的重点工作指导：开发 5G 通信基站用核心覆铜板用树脂材料（LCP、PI、环氧树脂等）；聚砜、聚苯砜、聚醚醚酮、液晶聚合物等高性能工程塑料。

此外，我国新材料产业相关政策规划，还包括：

- 《中国制造 2025》；
- 《新材料产业发展指南》将为“十四五”

期间新材料产业发展指明重点方向。

（四）应用研发体系成为新材料发展利器

我国几十年来建立的应用研发体系功力深厚，例如中科院，包括北化所、过程所、宁波院、上海有机所、大化所、兰化所、应化所、煤化所…等，为我国科技进步、经济社会发展和国家安全做出了不可替代的重要贡献。

按照材料划分，包括以下成熟的研发机构体系：

此外，还有大量大企业的研发中心，对产品应用的研究及配套的检测仪器设备很多达世界领先水平。

（五）与国外新材料的差距

我国新材料产业与国外差距主要在高品质的

新材料。

我国缺乏超前的研发优势和研发成果的实用化开发力度，目前主要还是以仿制为主。虽然很多新材料已有能力生产，可是相关专利绕不开。

二、我国新材料产业发展趋势

发达国家均全力发展新材料产业，例如美国将新材料称之为“科技发展的骨肉”，我国新材料发展也将由原材料、基础化工材料逐步过渡至新兴材料、半导体材料、新能源材料、节能（轻量化）材料。

（一）资本眼中的新材料产业风口

1、千亿级风口

千亿级风口主要是高性价比、高性能电子化学品，包括芯片、传感器，以及半导体电子（电子胶粘剂、光刻胶、导电材料、高纯气体、溶剂等）。

2、万亿级风口

万亿级风口主要是新能源相关材料，包括固态电池、燃料电池、氢燃料电池、锂电池、太阳能光伏、可再生能源、储能、风能等。

3、其他风口

其他风口包括：处于加速发展期的生物可降解材料（有利于垃圾分类等）、3D 打印新材料、结构化材料、以及轻量化、节能材料。

（二）未来新材料的超级印钞机？

① 新材料产业的三个热点

01 三大热点之一：芳纶、PI 和 PA

◎ 芳纶——关键的战略材料

芳纶下游应用高端，是关键的战略材料。

芳纶产品的特点是门槛高，国内企业少，国产化替代趋势明显，目前行业上升趋势明显。

芳纶产品的门槛主要是技术和客户准入门槛，要进入市场需要做安全认证，需要几年的成功案例，下游应用领域对安全性的要求都很高。

目前全球的对位芳纶处于近平衡状态，国内对位芳纶 80% 依赖进口。从全球来看，随着应用领域的增加，对位芳纶需求将逐渐增加，预计未来 5 年全球对位芳纶的需求量将达到 15 万吨左右。按照每年增速 10% 计算，2020 年我国对位芳纶的需求量将达到 13000 吨，2025 年对位芳纶的需求量将达到 25000 吨。

全球间位芳纶行业主要被美国杜邦、泰和新材、日本帝人等公司占据。其中杜邦产能以 67% 位居第一，帝人占比为 7%。

◎ 聚酰亚胺——“解决问题的能手”

聚酰亚胺，是综合性能最佳的有机高分子材料之一。其耐高温达 400℃ 以上，长期使用温度范围 -200 ~ 300℃，部分无明显熔点，高绝缘性能，103 赫下介电常数 4.0，介电损耗仅 0.004 ~ 0.007，属 F 至 H。

PI 薄膜

PI 薄膜为 PI 系列产品中应用最早，最为成熟的产品，是绝缘薄膜最优选择，高端产品国产化浪潮已近。

电子级以下 PI 薄膜已实现国产自给自足，电子级及以上 PI 薄膜市场仍主要由海外公司

瓜分。

随着国内化学亚胺法生产线的逐渐落地，国内厂商将参与分享高端市场近百亿市场。未来随着 FCCL 市场保持高增速，以及 OLED 快速普及对柔性衬底需求的提升，高端电子级 PI 薄膜市场将处于快速扩张期。

PI 纤维

扎根军用市场，民用市场开发提速。PI 纤维耐热性能、机械性能优异，是航空航天和军用飞机等重要领域的核心配件材料，其在军用市场的应用具备不可替代性。

在商用领域，PI 纤维在环保滤材、防火材料等应用目前正处于孕育期，未来有望为 PI 纤维增添新活力。

PI/PMI 泡沫

受益军舰建造高潮，迎“蓝海”时代。PI 泡沫目前最为重要的应用为舰艇用隔热降噪材料，目前我国海军正处于第三次建船高潮，PI 泡沫作为新型战舰中的首选隔热降噪材料，未来需求有望快速提升。此外 PMI 泡沫作为最为优异的结构泡沫芯材，广泛用于风机叶片，直升机叶片，航空航天等领域中，其对于 PET 泡沫的替代趋势明确，市场空间广阔。

PI 基复合材料

轻量化是大趋势，主打高端市场。纤维增强复合材料是镁铝合金之后的新一代轻量化材料，以聚酰亚胺作为树脂基的复合材料耐高温和拉伸性能出色，应用十分广泛。随着碳纤维产业的逐渐成熟，碳纤维增强复合材料需求增长明显，聚酰亚胺 + 碳纤维的组合作为最为优异的复合材料组合之一，在抢占高端市场方面优势明显。

PSPI（光敏聚酰亚胺）

光刻胶、电子封装双领域发力，享电子产品

高端化红利。光敏聚酰亚胺主要有光刻胶和电子封装两大应用。PSPI 光刻胶相比于传统光刻胶，无需涂覆光阻隔剂，能大幅缩减加工工序。同时 PSPI 也是重要的电子封装胶。

光敏聚酰亚胺作为封装材料可用于：缓冲涂层、钝化层、 α 射线屏蔽材料、层间绝缘材料、晶片封装材料等，同时还广泛应用于微电子工业中，包括集成电路以及多芯片封装件等的封装中。

◎ 尼龙

耐高温尼龙

高温尼龙的技术壁垒比较高，该产业一直未得到大规模的发展，市场需求发面存在巨大的空白。我国耐高温尼龙研究比较晚，新品种的开发主要以 PA6T 改性为主，以合成新型尼龙为辅。

高温尼龙作为一种高性能工程材料市场不断扩大，预计中国在未来几年里对高温尼龙的需求将以 15%~25% 的速度增长。

耐高温尼龙潜在需求占尼龙 20-30%，而五年内中国市场对尼龙的需求有望达万吨。

尼龙弹性体

尼龙弹性体就是聚酯 / 聚醚 - 聚酰胺嵌段共聚物，最常见的是聚醚嵌段酰胺 (PEBA)，它较为突出的性能是高回弹性、轻质和低温耐冲击性能。

尼龙弹性体的能量回馈可以达到 85%，比 Boost 缓震科技高约 15%，拥有更棒的吸震缓冲效果。与 TPU 相比，它的质量更轻。

尼龙弹性体的合成技术门槛较高，大多掌握在法国阿科玛、德国赢创、日本宇部兴产等国外大厂手里。

尼龙弹性体市场需求潜力巨大，除了 440 亿双鞋 / 年的底材需求，还有对聚氨酯软泡、塑胶

跑道材料的替代。

02 三大热点之二：电子化学品

电子化学品是专为电子信息产品制造中的显影、蚀刻、清洗和电镀等工艺配套的细化工材料，是集成电路、平板显示制造等信息产业的重要支撑材料。

2017 年，世界电子化学品产值 >1500 亿美元，中国产值约 2600 亿元，预计 2018-2022 年，年均增长率约为 11%。包括陶氏、霍尼韦尔、三菱化学和巴斯夫等公司，正竞相将电子化学品业务重点放在包括中国在内的亚太地区。中国丰富的原材料以及靠近下游需求等方面优势明显，电子化学品产能向国内转移已成为大势所趋。

03 三大热点之三：轻量化、节能材料

轻量化的关键——高性能新材料如 TPEE、POM、PI、PA、PU、TEEK、PPA、PTT 等替代比重几倍的钢铁。

聚合物固化技术——美国伊利诺大学 ScottWhite 教授率领的研究团队开发出一种新的聚合物固化技术，只需小型热源就可在短时间内完成聚合物制造，与目前的制造工艺相比，可降低 10 个数量级的能耗，并减少 2 个数量级的工时。

碳纤维——在追求高性能的同时、轻量化。

② 新材料产业的四大材料

01 四大材料之一：薄膜

◎ 材料薄膜市场

我国材料薄膜产业增速平稳，2010-2017 年我国材料薄膜产量由 799 万吨增加至 1570 万吨，年均复合增速达 10%。

2017 年全球液晶聚合物薄膜和层压板销售量约 9050 吨，复合年增长率为 6.7%。

快递包装薄膜将呈现减量化、绿色化、可循

环发展趋势。

背光模组光学膜将趋于高亮度化、薄型化、轻量化、高色域化发展。

光学聚酯薄膜产业

功能性聚酯原料制备技术，是制膜企业的核心技术之一，其中纳微米添加改性，涉及到滑爽均匀性，结晶均匀性和静电压膜性等正是阻碍行业发展的技术瓶颈。

国内光学聚酯薄膜产业目前还处于起步阶段，大多集中于薄膜的拉伸成型加工上，缺少对光学聚酯薄膜技术的系统性研究。

在光学聚酯薄膜材料（专用切片及母料）、配方设计，装备及工艺控制等方面难以同国际巨头抗衡，这些都制约了我国新型显示等产业的发展；三是行业的整体科技创新缺少协同与联动。

BOPA 薄膜产业

BOPA 薄膜主要应用于食品、日化、医药、电子、建筑、机械等包装领域，其中食品包装就占据了 70%-80% 的份额，主要是用于高温蒸煮、冷冻、休闲类食品。

预计在未来的几年里，中国软包装和 BOPA 薄膜市场将继续呈现增长态势，且海外市场会成为另一新的增长点。

BOPET 薄膜产业

BOPET 薄膜因其优异的物化性能和环保性能，BOPET 被誉为 21 世纪最具发展潜力的新型材料之一。

我国 BOPET 聚酯薄膜需求量占全球需求总量的 33%。

下游应用行业主要是包装材料、电子信息、电气绝缘、护卡、影像胶片、热烫印箔、太阳能应用、光学、航空、建筑、农业等生产领域。

目前国内厂商生产的聚酯薄膜最大的应用领

域是包装业，如食品饮料包装、医药包装，还有一部分特种功能性聚酯薄膜应用于电子元器件、电器绝缘等高端领域。

BOPP 薄膜产业

BOPP 薄膜有“包装皇后”的美称，我国 BOPP 薄膜表观消费量 2013 年为 251.0 万吨，2017 年已达 330 万吨，5 年增长了 32%。

随着我国消费水平的不断提高和后加工的彩印复合、复膜、镀铝、涂布等行业的迅猛发展，对 BOPP 膜的需求存在极大的市场潜力。

BOPE 薄膜产业

BOPE 薄膜产业会成为薄膜行业关注热点，其具备如下优点：

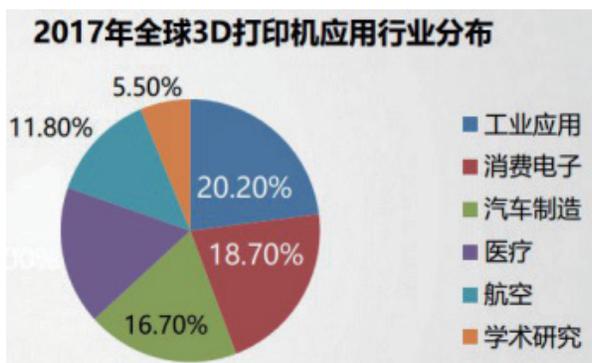
- 较适合大批量订单生产需要；
- 高透明、高光泽、晶点少；
- 高挺度、高拉伸强度；
- 高抗穿刺强度；
- 极好的低温抗冲击强度及抗针孔性、耐磨性、极好的低温柔韧性；
- 润湿张力保持时间长、印刷性能好，套印精确。
- 以一半厚度的 BOPE 替代吹材或流延 CPE 薄膜与 BOPA 或 BOPET 等干式复合可达到相同的热封合强度和接近的挺度；
- 而且以一半厚度的 BOPE 替代吹材或流延 CPE 薄膜与 BOPA 等干式复合用于冷冻包装可大大降低破袋率。

02 四大材料之二：3D 打印材料

目前常用的 3D 打印高分子材料有聚酰胺、聚酯、聚碳酸酯、聚乙烯、聚丙烯和 ABS 等。虽然 3D 打印最常见的市场材料是 ABS、PLA，实际上尼龙才是应用规模最大的材料。预计到 2022 年，尼龙将占据 3D 打印材料市场 30% 的



全球 3D 打印市场 (亿美元)



市场份额。

影响材料应用于 3D 打印的因素主要有：打印温度高、材料流动性差，导致工作环境出现挥发成分，打印嘴易堵，影响制品精密度；普通的材料强度较低，适应的范围太窄，需要对材料做增强处理；冷却均匀性差，定型慢，易造成制品收缩和变形；缺少功能化和智能化的应用。

◎ 应用领域分析

工业领域未来大规模工业应用在全球 3D 打印市场有望迎来爆发式增长。

在工业级领域，3D 打印经过 30 年的发展，已经形成了一条完整的产业链。

目前 3D 打印技术已经在军事、航空航天、医疗、汽车、机械设备制造及消费领域得到了一定的应用。

3D 打印应用于建筑，建筑承重件，汽车零

部件，工业零件。产业链的每个环节都聚集了一批领先企业。

我国 3D 打印用材料发展方向

随着 3D 打印技术的发展，传统材料的性能被大幅提升，依靠材料强大的快速熔融沉积和低温粘接特性将被广泛应用到 3D 打印制造领域。除了材料自身可以通过 3D 打印制品外，在玻璃、陶瓷、无机粉体、金属等的 3D 打印都需要依靠材料的粘接性来完成。

通过改性材料的强度被用来直接替换金属用于各类复杂构件，既便宜又质轻。甚至可以替代玻璃、陶瓷等制品，从而使材料在 3D 制造中被广泛应用。

材料可避开低强度的缺陷，向复合化、功能



生物降解材料细分应用领域 (万吨)

化发展，特别是实现多元材料复合、从而赋予材料特定功能。通过 3D 打印技术制造工艺复杂的智能材料、光电高分子材料、光热高分子材料、光伏高分子材料、储能高分子材料等新材料。

3D 打印因具有不需要模具、零部件的快速修复等优点，能将中国制造业前进 5-10 年，3D 打印堪称是工业界的一场革命。

03 四大材料之三：可降解材料

预计到 2020 年，我国生物可降解材料产量

将达到 250 万吨。“十三五”规划、国际碳总量法律以及生物降解材料性能提升、价格下降将为中国生物可降解材料行业带来前所未有的发展契机。

完全生物降解材料主要包括 PLA、PHA、PBS/PBSA、PCL、PVA、PPE/PPC/PPB 和小部分 PSM 等。生物破坏性材料主要指生物分解树脂对传统聚烯烃的改性材料，PSM 中大部分属于这类。



2015-2020 全球对三大生物降解材料需求量预测

生物可降解材料的开发越来越符合社会的环保理念，目前全球研发的生物降解材料品种达几十种，但实现批量和工业化生产的仅有 PSM、PLA、PBS/PBSA、PHA、PCL 等。

04 四大材料之四：新型弹性体

◎ 丙烯酸弹性体

丙烯酸弹性体是用茂金属催化技术和溶液聚合工艺组合生产所得，是独特的丙烯-乙烯半结晶共聚物，具有独特的高弹性、柔韧性和低温耐冲击性，特别是和 PP 的相容性非常优异。

目前全球只有三家公司有商品化的丙烯酸弹性体，牌号分别是陶氏的 versify、埃克森美孚的 vistamaxx 和三井的 tafimer。

丙烯酸弹性体优点：

- 丙烯酸弹性体有着手感好、高填充、止滑性佳等特点，比如埃克森美孚 vistamaxx 的发泡优势；

- VM 发泡产品有手感好，密度好，而且又有胶感；

- 具有高填充，填充量可达 100phr，而 EVA 填充量一般在 30phr，在降低成本以及做某些功能性材料具有很大的优势，比如做阻燃材料，就是靠填充来发挥性能的；

- 可 100% 回收，且发泡出来的产品不会出现产品表面气孔的分布性不好，而 EVA 发泡如果加入回收料太多（一般加入量 30phr），就会出现密度分布不好的现象；

- 用 VM 做一些比较低硬度发泡的工艺，比 EVA 要容易操作很多。EVA 如果硬度做到 10° C，相当困难，而且一般要加入 SEBS 来增加软度，而 VM 就很容易做到；

- 抗冲击强度的改善带来了减薄机会，能够减少材料使用并降低成本；

- 丙烯酸弹性体具有较低的熔融温度，从而降低了加工温度，其较高的流动速率会提升加工速度。这可以减少能源消耗并提高加工效率。其柔韧性有助于提高拉伸比，减少流痕，从而实现更好的产品质量和更低的废品率。由于这种弹性体的收缩率比聚丙烯低，使得生产工艺更易于控制，模切更准确，从而改善杯子与盖子的相配程度，有助于降低废品率。

丙烯酸弹性体的应用：

- 食品保鲜盒领域无规共聚丙烯（RCP）应用十分广泛，但普遍存在低温抗冲不足的问题。丙烯酸弹性体应用于聚丙烯改性，可以提高聚丙烯的韧性。在 RCP 中作为增韧剂，可以在提高

韧性的同时保持 RCP 的透明度，有助于减少较链结构的应力发白；

- 丙烯基弹性体与聚丙烯 (PP) 共混，可以实现更好的抗冲击性、透明性和刚度平衡，同时还可以提高加工效率；

- 可以用在无纺布、弹性膜、聚合物改性等方面，其中聚合物改性方面表现优异，具体应用案例有洗衣机座盘、食品容器盖、加湿器水箱、塑料文具、运动水壶、拖鞋等等。

◎ 乙烯基弹性体

乙烯基弹性体的性能和特点：

聚乙烯链结晶区 (树脂相) 起物理交联点的作用，具有典型的塑料性能，加入一定量的 α -烯烃 (1-丁烯、1-己烯、1-辛烯等) 后，削弱了聚乙烯链的结晶区，形成了呈现橡胶弹性的无定形区 (橡胶相)，使产品又具有弹性体的性质；POE 具有塑料和橡胶的双重特性综合性能优异，因此 POE 可以看作是塑料与橡胶的桥梁产品。

POE 弹性体与 EPDM 相比，它具有熔接线强度卓越、分散性好、等量添加抗冲击强度高、成型能力杰出的优点；与 SBR 相比，它具有耐候性好、透明性高、价格低、密度小的优点；与 EVA、EMA 和 EEA 相比，它具有密度小、透明度高、韧性好、屈挠性好等优点；与软 PVC 相比，它具有无需特殊设备、对设备腐蚀低、热成型良好、塑性好、密度小、低温脆性佳和经济性良好等特点。

POE 弹性体作为塑料增韧剂，不仅可以增韧改性与它相容的聚烯烃塑料，而且可通过过氧化物引发，有效地与马来酸酐、丙烯酸缩水甘油酯等单体发生接枝反应，所得到的接枝物广泛用来增韧尼龙、聚酯等工程塑料。

聚烯烃弹性体 POE 分子结构中没有不饱和

双键，具有很窄的分子量分布和短支链结构 (短支链分布均匀)，因而具有高弹性、高强度、高伸长率等优异的物理机械性能和优异的耐低温性能。

窄的分子量分布使材料在注射和挤出加工过程中不宜产生挠曲，因而 POE 材料的加工性能优异。由于 POE 大分子链的饱和结构，分子结构中所含叔碳原子相对较少，因而具有优异的耐热老化和抗紫外线性能。此外有效的控制在聚合物线形短支链支化结构中引入长支链，使材料的透明度提高，同时有效的改善了聚合物的加工流变性。

乙烯基弹性体的应用：

- POE 可以威胁到橡胶、柔性 PVC、EPDM、EPR、EMA、EVA、TPV、SBC 和 LDPE 等材质；

- 应用于不同产品，如汽车挡板，柔性导管，输送带，印刷滚筒，运动鞋，电线电缆、汽车部件、耐用品、挤出件、压模件、密封材料、管件和织物涂层等；

- 也可以作为低温抗冲改良剂来改善 PP 的低温抗冲性能，同时可以作为热塑性弹性体运用于汽车领域。

乙烯基、丙烯基弹性体会有多牛？

中国天然橡胶对外依存度已超过 85%；

正在建设超过 4400 万吨 / 年乙烯新产能有了乙烯基弹性体这个潜在的好下游；

正在建设超过 4000 万吨 / 年丙烯新产能有了丙烯基弹性体这个潜在的好下游！

乙烯基、丙烯基弹性体一相关技术研发迫在眉睫！

◎ 氟 / 硅弹性体

氟硅橡胶是以氟硅聚合物为主体的配方组

成，氟硅聚合物主链中含多个硅氧基团(-Si-O-)，其无毒、耐高低温！可做成热塑性弹性体。

氟橡胶 -- “橡胶之王”：具有高度的化学稳定性，是目前所有弹性体中最好的；耐高温性能极佳、具有极好的耐天候老化性能和耐臭氧性能、真空性能和机械性能优良等 -- 弹性体中综合性能极佳的品种。几个小缺点：比如低温性能不好、耐辐射性能也差等。

③ 新材料产业的五大聚焦

01 五大聚焦之一：结构化材料

具有量身定制的材料特性和响应，使用结构化材料进行轻量化，可以提高能效、有效负载能力和生命周期性能以及生活质量。

未来的研究方向包括开发用于解耦和独立优化特性的稳健方法，创建结构化多材料系统等。

不希望新材料被理解在化学层面，而应该在物理性能层面最大化用好它。

02 五大聚焦之二：能源材料

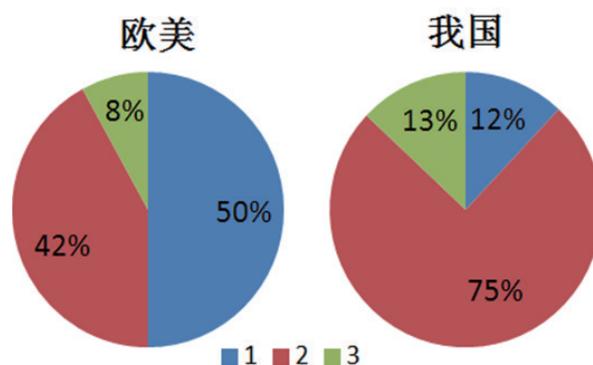
研究发展方向包括：

持续研发非晶硅、有机光伏、钙钛矿材料等太阳能转换为电能的材料，开发新的发光材料，研发低功耗电子器件，开发用于电阻切换的新材料以促进神经形态计算发展。

日本冈山大学的研究人员最近开发出一种利用氧化铁化合物制成的新型太阳能电池。该太阳能电池的吸光率是以往硅酮制太阳能电池的 100 多倍。

催化材料的研究方向：

改良催化材料的理论预测，高催化性能无机核 / 壳纳米颗粒的合成，高效催化剂适合工业生产及应用的可扩展合成方案，催化反应中助催化剂在活性位场上的选择性沉积，二维材料催化剂



美及我国化工企业类型占比
1= 精细化工和新材料型多元化工企业
2= 传统石化油气和基础化工类企业
3= 其他类企业

的研究。

03 五大聚焦之三：极端环境材料

极端环境材料是指在各种极端操作环境下能符合条件地运行的高性能材料。

研究方向包括：

- 基于科学的设计开发下一代极端环境材料，如利用对材料中与温度相关的纳米级变形机制的理解来改进合金的设计，利用对腐蚀机理的科学理解来设计新的耐腐蚀材料；

- 理解极端条件下材料性能极限和基本退化机理。

04 五大聚焦之四：碳捕集和储存的材料

- 碳捕集和储存的材料包括：基于溶剂、吸附剂和膜材料的碳捕集，金属有机框架等新型碳捕集材料，电化学捕集，通过地质材料进行碳封存。

- 洁净水的材料问题涉及膜、吸附剂、催化剂和地下地质构造中的界面材料科学现象，需要开发新材料、新表征方法和新界面化学品。

- 可再生能源储存方面的材料研究基于：

研发多价离子导体和新的电池材料以提高锂离子电池能量密度，研发高能量密度储氢的新材料以实现水分解 / 燃料电池能量系统。

05 五大聚焦之五：纳米材料

• 纳米材料是指在三维空间中至少有一维处于纳米尺度范围 (1-100nm) 或由它们作为基本单元构成的材料，这大约相当于 10~100 个原子紧密排列在一起的尺度。

• 由于纳米微粒的小尺寸效应、表面效应、量子尺寸效应和宏观量子隧道效应等使得它们在磁、光、电、敏感等方面呈现常规材料不具备的特性。因此纳米微粒在磁性材料、电子材料、光学材料、高致密度材料的烧结、催化、传感、陶瓷增韧等方面有广阔的应用前景。

- 二维三维纳米材料 - 电极材料、电化学储能。

(三) 我国新材料产业发展建议

目前我国传统石化油气和基础化工类企业，巨额投资正热火朝天，千亿级投资项目集群有好几个，百亿级投资项目已“数不过来”。但是收益正急剧下滑，越来越多基础化工类产品市场价暴跌，例如 TDI、乙二醇、甲醇、MMA；连仍依赖进口的 PC、PMMA、PA66 都不例外。

因此，必须对新材料产业发展具有足够的重视，否则，实体经济不会有强大的竞争力！

首先，工业消费级企业应推动中国化工新材料发展，他们的参与和支持是关键。

- 轨道交通（高铁、动车、地铁）—几乎全

由中车集团生产；

- 中船集团垄断了中国造船业—世界前三；
- 格力、美的、海尔等均是世界级家电巨头；
- 全球规模第一的汽车制造业；
- 全球最大消费级电子产品（手机、pad、电脑）

生产基地、消费市场；

- 还有兰月亮、立白等日化大佬。

其次，通过对应用的理解 -- 推动化工新材料发展

- 有机氟材料

含有氟元素的碳氢化合物

- 有机硅材料

耐高低温、电绝缘、耐候（光、放射性、臭氧）、无毒、阻燃、抗氧化等优良特性

- 工程、改性材料

被用做工业零件或外壳材料的工业用材料。

- 高性能纤维

碳纤维、芳纶纤维、超高分子聚乙烯纤维

• 电子化学材料—在微电子、光电子技术和新型元器件基础三大类产品领域中所用的材料，主要包括：

单晶硅为代表的半导体微电子材料；

激光晶体为代表的光电子材料；

介质陶瓷和热敏陶瓷为代表的电子陶瓷材料；

钕铁硼永磁材料为代表的磁性材料；

光纤通信材料；

磁存储和光盘存储为主的数据存储材料；

压电晶体与薄膜材料；

贮氢材料和锂离子嵌入材料为代表的绿色电池材料等。

维生素类保健品需求上升 千亿产业迎提速窗口期

经历了 2019 最严厉监管年的保健食品行业，在这次新冠疫情期间，迎来了新一轮市场复苏机遇。

日前，前瞻产业研究院发布保健食品行业研报指出，2020 年突如其来的新冠疫情，使得民众对保健食品的需求增大。疫情之后，将是健康产业加速发展的窗口时期。研究人员认为，保健品占据较大比例的膳食补充剂类产品、增强免疫力的产品将有较大的市场需求。在 2019 年保健食品得到最严监管后，保健行业市场将得到进一步规范。2020 年保健品行业可能得到较好的发展。

公开数据显示，2019 年全球保健市场规模达 2667.4 亿美元，同比增长 1.8%，10 年 CAGR 为 3.6%，行业规模呈现缓步增长趋势。中国为继美国之后的全球第二大保健品市场，市场份额不断提升。

普华永道分析保健食品大趋势认为，近年来，国民收入水平的提高、老龄化的慢病管理需求提升、城市化及生活环境的问题引发人们对健康的关注，成为了中国保健食品市场发展的重要驱动力。

维生素和膳食补充类空间巨大

今年年初以来的新型冠状病毒感染肺炎疫情，让维生素类膳食补充剂市场迎来转机，各地药店渠道的维生素 C 等保健品的销量急剧上升，甚至曾出现消费者排队购买的现象。同时，保健品也被纳入抗疫商品专区出现在各大电商平台和微商朋友圈，且销量不错。汤臣倍健等保健食品企业在今年一季度的业绩也较去年同期有所增长。

北京鼎臣医药管理咨询中心创始人史立臣在接受本报记者采访时认为，全球疫情导致维生素需求增加而供应不足，产业链上下游都面临发展机遇，其中膳食补充或营养补充、慢病康养、疾病预防、中药调理，是未来保健品企业发展和产品结构围绕的合理方向。

不过，业内认为相对比欧美保健品市场结构而言，中国传统滋补类产品占比仍然过大，而膳食补充剂、运动营养品则占比较低。

根据欧睿统计数据显示，2018 年，国内维生

素和膳食补充类保健品市场规模占比为 54.3%，占比最高，其次为中草药（滋补类）保健品，占比为 32.7%，儿童保健品占比为 7.5%，体重管理类保健品占比为 4.7%。

业界认为，我国营养保健产业仍处于起步阶段，与国际上其他国家相比，中国的膳食营养补充剂普及率不足 20%，而普及率最高的美国则达到 70%，这同时也意味着中国膳食营养补充剂巨大的发展空间。

据前瞻产业研究院发布的《2018-2023 年中国营养保健品行业消费需求与品牌竞争投资预测分析报告》数据显示，2006-2017 年我国膳食补充剂市场规模呈现出明显的持续上升趋势：2006 年，我国膳食补充剂市场规模约为 461 亿元，2017 年我国膳食补充剂市场规模为 1673.3 亿元，是 2006 年市场规模的 3.6 倍，年均增长率达到 12.4%。在市场规模增速方面，2006-2010 年间大部分增速一直保持在 10% 左右，只有 2009 年出现了增速放缓的情况，2011 年以来增速加快，基本保持在 15% 左右。

高级健康管理师曹怀宇在接受本报记者采访时表示，虽然近年我国膳食营养补充剂发展很快，但由于发展历史尚短，消费水平升级仍有限，居民健康消费意识尚未完全建立，与欧美国家目前的膳食营养补充剂市场高占比相比，可以预见未来我国膳食营养补充剂用户数存在巨大的增长空间。

行业从营销为王转向研发创新

在国内保健食品产业增长进入快车道的同时，行业乱象，消费者投诉也不断。据中国消费者协会统计数据，2015-2019 年我国保健食品消

费投诉量不断增加，2019 年保健食品投诉量达到 8291 件，同比上涨 13.61%，约为 2015 年的 3.5 倍，达到历史新高。

去年初的权健事件成为国家出手大力整顿保健品市场乱象的导火索。国内的保健品市场和直销行业也迎来了前所未有的严厉监管。百日行动、反不正当竞争执法、联合打击欺诈销售“保健品”，监管部门的重拳出击形成高压态势，商务部备案的直销产品经复核后被砍掉近一半，同时相关行业改革政策也密集出台。

特别是，2019 年 12 月 1 日起施行的《中华人民共和国食品安全法实施条例》，被称为“史上最严”《食品安全法》的配套法规，对保健食品、婴幼儿配方食品、网购食品的监管要求进行细化、强调和补充。

同时，保健食品市场消费群体结构也发生了改变，年轻一代消费者逐渐成为生力军。据叮当健康研究院数据显示，80、90 后有养生意识的人数超过 7 成，其中 80 后占到了 38.7%。在营养保健品的购买者中，90 后占比达到 25.01%；长期使用保健品的 90 后高达 21.9%。

消费群体结构的改变，也一定程度上推动了销售模式的变化。在销售模式方面，据业内统计，直销模式仍是保健食品销售的主要模式，但电商渠道是增长最快的渠道，从 2011 年的 34 亿元增长到 2015 年的 250 亿元，复合年增长率高达 65%，普华永道研报认为，新一代年轻消费者更加有主见，愿意接受新兴事物，不愿意跟风，对保健食品功能有多样的需求。对此，保健食品企业在产品的研发上应针对不同网购群体，做进一步细分，例如针对运动爱好者的运动营养品，针对年轻女性的美容保健食品，针对白领的抗疲劳产品，并在深耕细分市场的同时，利用好各个

市场之间的联系与协同效应。

行业政策和市场环境的变化，也催生了企业的一系列变革和创新。国内保健食品龙头汤臣倍健在 2020 年第一季度业绩预告中表示，2019 年给行业和公司带来巨大经营压力的因素并未彻底出清，在严峻的外部环境下，2020 年，汤臣倍健继续坚定实施消费者健康的大战略举措和布局，以“激活”为关键词，激活“人”，持续激活品

牌力，重新激活膳食营养补充剂（VDS）业务和“Life-Space”业务，以期引领 VDS 全行业实现恢复性增长。

“保健品市场未来首要解决的是发展方向问题。”史立臣认为，国内的保健品企业大多数都在走的是功能性方向，实际上膳食补充或营养补充、慢病康养、疾病预防、中药调理，这才是未来保健品企业发展和产品结构围绕的合理方向。

市场监管总局食品审评中心发布：保健食品产品技术要求常见问题及注意事项

产品技术要求是保障保健食品质量可控的重要技术资料，也是保健食品注册证书附件的重要组成部分。《保健食品注册与备案管理办法》规定了保健食品产品技术要求的主要内容，《保健食品注册审评审批工作细则（2016年版）》《保健食品注册申请服务指南（2016年版）》等规范性文件进一步明确了各项内容的具体要求。但是，在审评过程中，我们发现申请人提交的产品技术要求材料质量不高，问题较多，极大地影响了审评工作效率。

为进一步提高申请材料质量，提升工作效率，我们将产品技术要求常见问题和注意事项进行了汇总，供注册申请人借鉴。

一、常见问题及注意事项

（一）注册信息系统填报的产品技术要求与纸版资料不一致。请按照最终确定版本，认真、逐项填写产品技术要求内容。产品技术要求电子版应为文本格式，请勿提交 PDF、图片、链接等

格式文件。

（二）延续、变更、转让等注册申请，提交的产品技术要求内容与原注册内容不一致。请根据原批准证书及附件、注册申请材料，按照新的规定，完善产品技术要求。

（三）擅自修改产品技术要求未发补内容。

补充资料中需提交产品技术要求的，不要擅自修改审评意见未涉及内容，同时产品技术要求电子版与纸版内容保持一致。

(四) 其他常见问题，主要包括：

生产工艺项

(1) 除首次申报产品（受理编号为国食健申），其余申报类型产品生产工艺主要流程应与原批件保持一致，同时应当在主要关键工艺后以括号标注关键工艺参数。(2) 提取关键工艺参数应包括溶剂、溶剂量、温度、次数、时间等。例如：分别加 6、6、8 倍量 70% 乙醇回流提取 3 次，每次 2h。属混合提取的，简述主要提取过程。(3) 提取后干燥参数应包括方法、温度。例如：喷雾干燥（进风温度 160 ~ 180℃，出风温度 70 ~ 80℃）、减压干燥（50℃，-0.08MPa）等。(4) 灭菌应提供原料、方法及参数。例如：辐照灭菌（人参，60Co，5KGy）、湿热灭菌（121℃，30min）等。(5) 发酵参数应包括培养基组成、菌种、温度、时间、pH、终止发酵方法等。(6) 涉及精制工艺的，需要列出精制工艺过程，例如：大孔吸附树脂型号、前处理、吸附方法、洗脱方法等。

直接接触产品包装材料的种类、名称及标准

(1) 应提供与原注册资料、送检样品及检验报告一致的直接接触产品包装材料的种类、名称及标准。(2) 直接接触产品包装材料执行标准为企业标准的，应提供企业标准全文，并以表格形式表示。

感官要求

(1) 状态项应包括杂质描述。(2) 软胶囊

应分别对囊皮及内容物的色泽、性状进行描述，硬胶囊无需对囊壳色泽进行描述。(3) 包衣片剂应分别对包衣及片芯的色泽进行描述。

理化指标

(1) 属性名为颗粒的，参照《中华人民共和国药典》中“颗粒剂”的规定制定粒度、溶化性指标，并检测三批产品粒度、溶化性卫生学。属固体饮料的，按照固体饮料国家标准执行并修改属性名。(2) 属性名为含片的，应按《中华人民共和国药典》中“片剂”的规定制定溶化性指标，并检测三批产品溶化性稳定性。属糖果等的，按照糖果国家标准执行并修改属性名。(3) 酒剂应按照国家标准限量要求，制定甲醇、氰化物指标（注明以 100% 酒精度计）。

微生物指标

应符合 GB 16740-2014《食品安全国家标准 保健食品》的规定。原注册申请或批准证书内容与现行国家标准冲突的，应当进行相应调整，使之符合现行国家标准的规定。

标志性成分指标

(1) 注册申请或批准证书内容为“《保健食品检验与评价技术规范》（2003 年版）”的，列出检验方法全文，并根据产品具体情况对不明确的方法内容（如样品前处理等）进行细化并提交研究报告。无需细化明确的，提交说明。(2) 引用的国家标准有多个检测方法的，应当明确检测方法为第几法。例如：应明确钙的检测方法为第几法，GB 5009.92 中“第二法 EDTA 滴定法”。

装量或重量差异指标 / 净含量及允许负偏差指标

(1) 《中华人民共和国药典》“制剂通则”项下有相应要求的产品剂型，装量或重量差异指标应符合相应剂型的规定。例如：应符合《中华人民共和国药典》“制剂通则”项下“胶囊剂”的规定。(2) 普通食品形态产品应检测并制定净含量及允许负偏差指标，应按最小销售包装制订净含量及允许负偏差指标，指标应符合《定量包装商品净含量计量检验规则》(JJF 1070)规定。例如：净含量为 50g/盒，允许负偏差为 9%。(3) 粉剂应制订净含量及允许负偏差指标。属散剂、颗粒剂等的，应按照《中华人民共和国药典》“制剂通则”项下相应要求制订装量或重量差异指标，并相应修改产品属性名。

原辅料质量要求

(1) 原辅料名称应与【原料】【辅料】项保持一致。(2) 原辅料符合国家相关标准的，应提供正确的现行有效版本的标准号及标准名称。(3) 无国家相关标准的，应参考《保健食品注册申请服务指南》5.2.2.4(5)制定原辅料质量要求，包括原料名称(动植物类包括拉丁学名)、制法(包括主要生产工序、关键工艺参数等)、组成、提取率(得率)、感官要求、一般质量控制指标、污染物、农药残留量、功效成分或标志性成分、微生物等。(4) 提取物质量要求应按《保健食品注册申请服务指南》11.2.1制定，包括原料来源(动植物类包括拉丁名称)、制法(提取溶剂、溶剂量、温度、时间、次数；干燥方法、温度；灭菌方法、参数等)、提取率(范围)、感官要求、一般质量控制指标、污染物指标、农药残留量、标志性成分指标、微生物指标等。

(5) 银杏叶提取物质量要求应包括原料来源(包括拉丁名称)、制法、性状、水分、灰分、得率、铅、总砷、总汞、加工助剂残留(根据制法，如大孔吸附树脂、乙酸乙酯残留等)、微生物(包括菌落总数、大肠菌群、霉菌和酵母、金黄色葡萄球菌、沙门氏菌)、总银杏酸($\leq 10\text{mg/kg}$)、总黄酮醇苷(以范围值标示)、萜类内酯(以范围值标示)、游离槲皮素($\leq 10\text{mg/g}$)、游离山柰素($\leq 10\text{mg/g}$)、游离异鼠李素($\leq 4\text{mg/g}$)等指标。并按银杏叶提取物原料质量标准及《国家食品药品监督管理总局关于发布银杏叶药品补充检验方法的公告(2015年第66号)》的要求，提供银杏叶提取物原料自检报告。(6) 原辅料质量要求应引用具有专属性的质量标准，而非通用标准或使用标准。若无相关标准，应参考《保健食品注册申请服务指南》5.2.2.4(5)制定。例如：苹果粉不应引用 GB/T 29602《固体饮料》，大豆油不应引用 GB 2716《植物油》，某食品添加剂不应引用 GB 2760《食品添加剂使用标准》，复配原料不应引用 GB 26687《食品安全国家标准复配食品添加剂通则(含第1号修改单)》。

(7) 明确空心胶囊、淀粉种类。例如：明胶空心胶囊应符合《中华人民共和国药典》的规定，玉米淀粉应符合《中华人民共和国药典》的规定。

(8) 对于有国家相关标准和现行规定的原辅料，质量要求应不得低于国家相关标准和现行规定。例如：氯化高铁血红素质量要求应参照《食品安全国家标准营养强化剂 氯化高铁血红素(征求意见稿)》制定。硫酸软骨素钠质量要求中应明确原料来源，猪软骨来源的应符合《中华人民共和国药典》规定；其他动物软骨来源的，除比旋光度外应符合《中华人民共和国药典》规定。山楂质量要求中应制定展青霉素指标。

微生物发酵生产氨基酸的研究进展

◎张玉富³ 徐庆阳^{1,2,3} 陈宁^{1,2,3}

1. 代谢控制发酵技术国家地方联合工程实验室, 天津 300457; 2. 天津市氨基酸高效绿色制造工程实验室, 天津 300457; 3. 天津科技大学生物工程学院, 天津 300457

【摘要】氨基酸是一种有吸引力的、有前景的生物化学品, 市场需求不断提高。氨基酸主要应用于动物饲料添加剂、增味剂、化妆品成分以及制药和医疗领域。本文综述了氨基酸生产中应用的工艺, 指出了各工艺的优缺点。由于基因工程技术, 生物过程工艺的进步, 特别是利用谷氨酸棒状杆菌或大肠杆菌等菌株发酵, 在工业生产氨基酸起着重要的作用。尽管发酵生产氨基酸有许多优点, 但菌种和工艺仍需要不断改进, 提高生产率和降低生产成本。虽然在以往的研究中对氨基酸的生产工艺进行了广泛的研究, 但对生物工艺技术的发展还没有全面的综述。本文综述了发酵工艺对工业氨基酸生产的重要性, 指出了发酵工艺的优缺点。

【关键词】氨基酸; 微生物; 发酵工艺

自1907年味精开始生产以来, 氨基酸市场需求不断增长^[1]。氨基酸是多个行业的生化原材料, 用于生产各种产品, 如动物饲料添加剂、人类营养中的增味剂以及化妆品和药品中的成分。氨基酸除了参与蛋白质的合成, 它们还参与调控对生物体生长和维持重要的关键代谢通路和过程^[2,3]。特别是, 氨基酸能通过多种方式促进健康, 包括最大限度地提高食物利用率, 减少脂肪, 调节肌肉蛋白代谢, 控制机体的生长和免疫^[4-6]。研究者报道氨基酸缺乏会导致人类和动物的严重疾病^[7,8]。因此, 在过去几年中, 更经济、可持续的生产氨基酸的工艺路线研究和开发已成为热点。

氨基酸可以通过不同的方法生产, 如从蛋白质水解物中提取、化学合成或酶法合成、通过微生物发酵生产。新的基因工程技术应用使得目标氨基酸产量、特异性和生产率实现最大化, 微生物发酵正成为最有前途的氨基酸商业化生产过程之一^[9]。本文概述了氨基酸生产的不同工艺, 并指出了每种方法的主要优点和缺点, 介绍了工业上最常用的产氨基酸的细菌谷氨酸棒状杆菌和大肠杆菌。此外, 还讨论了与工业氨基酸配置相关的工艺参数、技术问题及可能的改进。

1 氨基酸生产方法

近年来,氨基酸生产作为研究热点,推动了很多技术的发展。1907年,东京帝国大学的 Kikunae Ikeda 在海带提取物分离鉴定了味精 (MSG)^[10]。之后,味之素公司就开始从酸水解的麦麸或脱脂大豆中提取味精,并将其作为鲜味增强剂销售 [1]。Kikunae Ikeda 为氨基酸生产工业提供了基础,被认为是味精之父。氨基酸在医药、食品添加剂、饲料添加剂、化妆品、高分子材料和农业化学品等方面的新应用的发展,推动了氨基酸的产量迅速增加。

目前,氨基酸主要是通过三种不同的途径生产:蛋白质水解物中提取、化学合成和微生物合成(酶催化和发酵)三种不同的方式产生的。从蛋白水解物提取氨基酸,仅适用于 L-半胱氨酸、L-亮氨酸和 L-酪氨酸等几种氨基酸的大规模工业化生产^[9],副产物较多且产生大量废水。该方法利用氨基酸的物化性质差异进行分离^[11]。化学合成一直是产生非手性氨基酸如甘氨酸、D,L-蛋氨酸和 D,L-丙氨酸的外消旋混合物的经典方法。化学合成法需要的催化剂价格较高,且反应条件较为剧烈,反应过程复杂^[12]。酶催化法能产生纯的 D 或 L-氨基酸,而且副产物含量低^[9]。常使用的酶,如水解酶、氨裂解酶、依赖 NAD⁺ 的 L-氨基酸脱氢酶^[13],主要来源于大肠杆菌、酿酒酵母、细菌假单胞菌、潜伏球菌等微生物。然而这些酶制剂通常价格昂贵,稳定性较差,不利于工业化生产氨基酸^[9]。目前大多数氨基酸工业化生产都是微生物发酵法生产。在好氧或厌氧条件下,可通过微生物将底物中的糖转化为氨基酸。与其他方法相比,微生物发酵法只产生 L 型氨基酸,可以在温和条件下进行,有效防止产品降解,与蛋白水解提取工艺相比,维护成本显著降低。但发酵法需要无菌环境,高耗能的搅拌及水、氧供给,使

得运营成本增加。此外,与其他氨基酸生产方式相比,更大生物反应器需要较高的投资^[14]。通过评估现有技术和资本投资、产品市场规模和收益、原材料和运营成本以及每个特定过程对环境的影响等方面,选择最佳氨基酸生产方法。由于经济和环保优势,发酵法是工业化生产氨基酸的主要方法^[9]。

2 氨基酸产生菌

用于生产氨基酸的最常见细菌是谷氨酸棒杆菌和大肠杆菌^[15]。这两种菌种都能产生广泛的氨基酸,并通过代谢工程改造提高其氨基酸生产性能。Aoki 通过改造谷氨酸棒杆菌使得,赖氨酸/谷氨酸的转化率(质量分数)提高到了 50%。改造大肠杆菌使其能产生芳香族氨基酸,如 L-色氨酸、L-苯丙氨酸、L-酪氨酸^[16]。

2.1 谷氨酸棒杆菌

谷氨酸棒杆菌 *Corynebacterium glutamicum* (*C. glutamicum*) 是一种需氧非致病性革兰氏阳性菌,广泛应用于氨基酸生产行业,是主要的氨基酸生产菌。*C. glutamicum* 用于生产 L-谷氨酸、L-赖氨酸、L-苯丙氨酸^[17]、L-苏氨酸^[18]、L-色氨酸^[19]、L-丝氨酸、L-脯氨酸、L-谷氨酸、L-精氨酸^[20] 和 L-异亮氨酸。偏好葡萄糖作为碳源,但它也可以利用其他糖,如蔗糖、果糖、核糖、甘露糖和麦芽糖^[21]。其最佳生长温度为 30℃,最适 pH 为 7。底物和发酵产物浓度过高会抑制其生长。葡萄糖浓度超过 50 g/L, L-谷氨酸浓度超过 12 g/L,谷氨酸棒杆菌生长速度明显下降^[22]。

氨基酸的生物合成与微生物的主要碳代谢途径密切相关。因此, *C. glutamicum* 作为一种重要的氨基酸生产菌,多年来一直是生物化学、生理和遗传

学研究的课题。同位素示踪方法,如 $[^{13}\text{C}]$ -标记技术,与代谢平衡结合^[23],用于研究谷氨酸棒杆菌的中心代谢途径和定量体内代谢流。

C. glutamicum 的三种主要途径:糖酵解途径(EMP),磷酸戊糖途径(PPP)和三羧酸循环(TCA)^[9]。TCA循环和EMP途径碳代谢流包含不同的酶,如6-磷酸葡萄糖酸脱氢酶和异柠檬酸脱氢酶。在EMP途径中,葡萄糖转化为丙酮酸和能量,如ATP和NADH。EMP途径的最终产物PEP和丙酮酸,进入TCA循环。TCA循环由分解代谢和合成代谢构成。在分解代谢阶段,乙酰-CoA被氧化二氧化碳,同时生成NADH^[24]。在合成代谢,TCA循环产生谷氨酸和天冬氨酸家族的两个前体物质, α -酮戊二酸和草酰乙酸,以及其他中间体物质如琥珀酰-CoA。磷酸戊糖途径负责提供合成代谢的还原力NADPH,5-磷酸核糖和4-磷酸赤藓糖是合成重要生物分子的两个重要前体物质^[25]。此外,在循环过程中,维生素和细胞壁的成分对氨基酸的产生至关重要。

赖氨酸的前体天冬氨酸由草酰乙酸生成,由基因*aspB*调控的。天冬氨酸被天冬氨酸激酶(AK)磷酸化为L-4-天冬氨酰-磷酸,然后在天冬氨酸半醛脱氢酶(ASADH)的作用下生成L-天冬氨酰-4-半醛。在二氢吡啶甲酸合酶(DHDPS)的催化下,L-天冬氨酰-4-半醛与丙酮酸反应生成为二氢吡啶甲酸,进一步在还原剂NADPH和二氢吡啶甲酸脱氢酶(DHDPR)的作用下生成L-哌啶-2,6-二羧酸。L-哌啶-2,6-二羧酸加入甲基,转化为消旋-2,6-二氨基庚二酸,由二氨基庚二酸差向异构酶催化或琥珀酰CoA转化。最后,利用二氨基庚二酸脱羧酶(DAPDC)将消旋-2,6-二氨基庚二酸脱羧成赖氨酸^[26]。

基因组分析技术的发展,使研究者对谷氨酸棒杆菌有更深入的了解^[27]。涉及靶向氨基酸相关基因

点突变^[28]的代谢工程技术应用于谷氨酸棒杆菌,以提高氨基酸及其衍生物产量。

代谢工程工具使氨基酸生产更加环保、可持续^[21,29]。重组菌株不仅能利用广泛的碳源,包括半乳糖、乳糖、木糖或阿拉伯糖,而且还可以利用工业产品的原料,如甘油,这样使得氨基酸生产与食品或能源生产不矛盾^[30]。这些技术的成功是由于各种方法优化了整个细胞系统,包括主要代谢途径、摄取和输出工艺、能量代谢、胁迫反应和整体调控^[30]。

研究表明*C. glutamicum*需要大量的NADPH才能过量生产一些氨基酸,如L-赖氨酸和L-异亮氨酸^[31,32]。研究者已经测试了几种技术用来提高NADPH的生成,其中大部分集中在提高磷酸戊糖途径的通量,因为磷酸戊糖途径是这种NADPH的主要生产者。其中最具创新性的方法之一是设计新的酶,如甘油醛-3-磷酸脱氢酶(GAPDH),它可以从1摩尔葡萄糖中产生2摩尔NADPH^[32],从而获得更高的目标氨基酸产量。此外,利用CRISPR干扰(CRISPRi)可以不经基因敲除或突变,而快速有效地修改代谢途径^[33]。

2.2 大肠杆菌

大肠杆菌常见于植物及哺乳动物肠道,是好氧革兰氏阴性菌^[34]。大肠杆菌用于生产L-蛋氨酸、L-赖氨酸和L-苏氨酸^[30]以及芳香氨基酸(L-苯丙氨酸、L-酪氨酸和L-色氨酸)。

代谢工程技术通过定点突变,转录弱化和通过敲除特异性基因改变代谢途径的方法,改造大肠杆菌,使其能生产分支链氨基酸(L-缬氨酸,L-亮氨酸和L-异亮氨酸)。分支链氨基酸在饲料添加剂,化妆品和制药领域具有很大潜力^[35]。大肠杆菌发酵的主要底物是葡萄糖、蔗糖、甘露糖、木糖、阿拉伯糖、半乳糖和果糖^[9,36,37],最适生长温度为

37°C, 最适 pH 值为 7^[38]。

大肠杆菌中碳代谢主要由三种途径组成, 即 EMP 途径、PPP 途径和 TCA 循环。特别地, PPP 的中间代谢物是大肠杆菌合成氨基酸的碳骨架主要来源。而且, PPP 产生的还原能力 NADPH 是合成氨基酸所必需的。在大肠杆菌中, PPP 包括两个阶段: 氧化阶段和非氧化阶段。在氧化阶段, 产生二氧化碳和五碳糖核酮糖 -5- 磷酸。而在非氧化阶段, D- 核酮糖 -5- 磷酸被转化为 D- 果糖 -6- 磷酸和 D- 甘油醛 -3- 磷酸^[39]。在氧化阶段第一步, 葡萄糖通过己糖激酶被磷酸化成葡萄糖 -6- 磷酸。葡萄糖 -6- 磷酸脱氢酶 (G6PD) 催化葡萄糖 -6- 磷酸脱氢至 6- 磷酸 -D- 葡萄糖酸 -1,5- 内酯, 生成 NADPH。研究表明 G6PD 是 PPP 代谢分支点, 对 NADPH 的形成至关重要^[39]。这种酶的调控与大肠杆菌利用的碳源类型密切相关。研究表明以葡萄糖为碳源的大肠杆菌生长速度比以醋酸为碳源的大肠杆菌生长速度高四倍^[39]。在 PPP 中接下来的步骤是 6- 磷酸葡萄糖酸内酯酶 (PGLS) 将 6- 磷酸 -D- 葡萄糖酸 -1,5- 内酯转化为 6- 磷酸 -D- 葡萄糖酸, 最后 6- 磷酸 -D- 葡萄糖酸在 6- 磷酸葡萄糖酸脱氢酶 (6PGD) 作用下氧化生成 D- 核酮糖 -5- 磷酸和 NADPH。在非氧化阶段, 经过几步反应, 转酮酶 (TKT) 将 D- 核酮糖 -5- 磷酸转化为 D- 甘油醛 -3- 磷酸和 D- 果糖 -6- 磷酸^[26]。

通过基因改造大肠杆菌, 使其能利用更广泛的底物, 提高重要氨基酸的产量, 特别是分支链氨基酸如 L- 异亮氨酸 [40]。L- 色氨酸、L- 苯丙氨酸和 L- 酪氨酸三种芳香族氨基酸通过莽草酸途径生产。大肠杆菌增殖, 特性和优化的生物过程工程的发展, 提高了芳香族氨基酸生产性能。在莽草酸途径中, EMP 途径的 PEP 与磷酸戊糖途径产生的 D- 赤藓糖 -4- 磷酸反应生成 3- 脱氧 -D- 阿拉伯庚糖酸 -7- 磷酸 (DAHP), 然后转化为分支酸, 芳香族氨基

酸合成中的前体物^[16,41]。增加前体物如 PEP 和 D- 赤藓糖 -4- 磷酸的供应, 能增强莽草酸途径的代谢流^[42]。鉴定限速酶反应^[43]等技术用于提高芳香族氨基酸的产量。基因修饰方法如过表达转酮酶 (*tktA*) 和 PEP 合成酶 (*pps*) 基因、缺失 PEP 羧化酶基因 (*ppc*)^[44]、过表达或缺失碳储存调控基因 (*csrA* 或 *csrB*)^[45] 等与葡萄糖转运系统交换已经被应用^[46]。在 L- 苯丙氨酸的生产过程中, 莽草酸途径重要步骤的酶, 如 3- 脱氧 -D- 阿拉伯庚糖酸 -7- 磷酸合酶 (*aroG*) 和莽草酸变位酶 / 预苯酸脱水酶 (*pheA*), 能被 L- 苯丙氨酸反馈抑制。转录抑制因子 *tyrR* 调控这些酶。因此, *tyrR* 基因缺失增加了 L- 苯丙氨酸的生成^[47]。

3 氨基酸生产工艺设计

3.1 过程监控

在发酵过程中, 需要持续监测关键参数和工艺变量, 如接种质量、pH 值、补料速率、通风量和工艺温度等^[48]。此外, 种子液可以显著影响生产率和产量, 因此种子液的制备是发酵工艺的关键环节^[9,17]。在接入主发酵罐前, 应测试种子液的稳定性和生产性能, 确保种子液的最佳状态。此外, 为了避免污染, 在整个过程中必须保持无菌。集成了连续灭菌系统的经典发酵罐结构, 能确保在整个发酵过程的各个阶段都能达到无菌状态^[49]。

不同氨基酸的合成途径不同, 氧转化率 (OTR) 对氨基酸生产率影响不同^[50]。有报道称氧转化率提高使得 L- 苯丙氨酸产量增加了 45%^[51]。而 L- 色氨酸需要低的氧转移率, 因为低的氧转化率使得向芳香族氨基酸代谢流增加^[52]。此外, 需要根据生产的氨基酸, 确定生产工艺的温度。研究表明高温 (41°C) 培养 *C. glutamicum* 用于增加一些氨基酸的产率, 如 L- 谷氨酸^[53]。此外耐热的细菌, 如 *Bacillus*

methanolicus 可以在温度高达 50℃ 时，生产赖氨酸和 L-谷氨酸^[54]。事实上，高的培养温度有优势是冷却水需求相对较少。

3.2 补料分批生产

氨基酸工业中最常用的反应器的补料方式是分批补料^[9]。在这种结构发酵罐中，只需要少量的培养基和接种量就可以进行发酵。碳源按照预先设定的进料程序补加入发酵罐，以获得更高的产量或产率。在这个过程中，细胞和产品都留在反应器中。接种前需要在培养基中添加发酵过程中所需的营养物质，如硫酸铵或液氨、生物素和其他维生素^[17]。这种发酵罐保证了足够的通风量来满足溶氧需求，防止了培养基中因为缺氧而产生不必要的副产物。优化培养基营养物质的浓度，能提高产率和产量。Aboutaleb^[55] 比较了间歇培养和补料分批培养芽孢杆菌，氨基酸的产量。结果表明补料分批培养总氨基酸较间歇培养总氨基酸浓度高，分别为 4.5 g/L，2.8 g/L。虽然间歇培养在过程控制和技术方面简单，但与补料批处理过程相比，间歇培养的产率和再现性较低^[56]。补料分批生产的重要性不仅是上述工艺性能的提高，而且能增加过程再现性，降低发酵初期高浓度糖引起的生长抑制风险^[57]。

3.3 连续生产

连续生产工艺的产率和产量比补料分批工艺高出 2.5 倍^[9]。由于发酵罐内的流体不断流入和流出，以及由于培养条件持续变化导致菌种稳定性变化，这种生产工艺的主要缺点是污染风险增加^[17]。一些研究已经证明了连续生产工艺的潜力。Koyoma 等^[58] 研究表明，连续培养 *Brevibacterium lactofermentum* 生产 L-谷氨酸的产率比间歇培养工艺高一倍，达到 8 g/(L·h)。此外，为了提高连续发酵的性能，可

以采用串联连续发酵工艺。采用这种发酵工艺，微生物的生长阶段和生产阶段在不同的发酵罐完成，使两个阶段培养条件达到最优。此外，较高的生长速率允许较低的停留时间，使得发酵罐更小，产率更高。

3.4 下游分离纯化技术

高效的下游纯化工艺是降低氨基酸生产成本的关键。从发酵液中分离氨基酸通常是先离心或过滤，然后根据产品的性质如溶解性、等电点和亲和作用力等选择色谱分离方法。由于纯化阶段需要多个步骤导致产品损失巨大，高纯度氨基酸的生产成本较高，这类工艺的主要缺点^[59]。由于膜分离技术其高选择性和低热量消耗，逐渐受到研究者关注。最常见的分离目标氨基酸的膜分离技术是离子交换色谱法。此外一些新的技术已经被开发，用于提高氨基酸生产工艺性能和收率。纳滤是一种通过压力驱动膜分离的创新技术^[60]。在同一操作单元内这些膜可以与常规发酵罐偶联进行生产和纯化，从而减少资本投资。

3.5 过程模拟和分析

氨基酸发酵工业的另一个关键因素是扩大化生产。在较大规模的发酵罐中，不同的几何和物理条件可能会影响重要的参数，导致工艺的稳定性、重现性和产量降低，生成副产物影响终产物的品质^[61]。由于混合效率低，混合时间长，微生物细胞的高代谢活性，导致发酵罐形成局部梯度^[62]。此外，发酵罐体积的增大也加剧了这个问题。传统的发酵罐设计，发酵底物从顶部加入，通风从底部进入。底物和氧的浓度梯度随发酵罐高度呈相反的趋势。工业发酵罐高度较高，底物和氧浓度梯度更加明显，导致底物和氧耗尽区域更大，同时由于培养液的体积

更大，搅拌时间更长，产生的水力压力梯度更强，影响氧传质速率^[62]。因此，发酵罐顶部的微生物存在于高糖浓度低溶氧的状态，而底部的微生物处在缺糖的状态^[63]。由于发酵罐顶部糖浓度过高而溶氧受限，导致乙酸、乙醇、乳酸、氢、琥珀酸及甲酸大量生成^[64]。这些酸产物使得培养基变酸，再加上搅拌产生热量过多，形成胁迫区域导致微生物生产性能下降^[65]。一般采用计算流体动力学 (CFD) 和缩小规模方法等技术，研究这些参数对工业过程的影响。

通过小试设备模拟大规模生物反应器条件，预测产量和产率下降的方法，逐渐受到研究者的重视。最常见的设备是双搅拌槽反应器或带有活塞流的单搅拌槽反应器^[61]。这些设备是实验室用于筛选稳定性菌株，确定从小试到大规模生产的可行性的振荡培养生物反应器^[66]。小试设计必须根据工业大规模生产的条件进行调整以建立对大型生物反应器生产性能合适的预测模型^[67]。缩小规模方法的潜力已经被报道，例如 Enfors 等^[68] 对大肠杆菌的生产性能在小试，中试和大规模生产进行了比较。此外，Kaess^[69] 和 Lemoine^[70] 研究了过程不均匀及振荡条件对 *C. glutamicum* 的影响。

过程建模可以用于发酵过程的设计和优化。构建模型应考虑了工艺操作参数、过程化学计量学和环境方面^[71]，对工艺效率、产品效益、选择性以及最佳产量条件等给出合理评估。此外，可以通过计算流体动力学方法对混合过程进行理性分析。基于 Navier-Stokes 方程和欧拉方程的计算流体动力学方法，模拟了工业级反应器的湍流现象^[72]。模拟结果显示了流体速度、温度以及整个反应器的浓度分布的详细信息。这种方法有助于现有工艺的优化，最重要的是它为建设新工厂提供了有利支撑。将模拟预测的结果与设备放大得到的实际数据相结合，在

研发早期阶段识确定最优的发酵工艺。因此，虽然在计算模拟已经取了一些突破，但仍需要更好的模拟器来模拟放大试验。

3.6 新育种技术

过去，大多数微生物都是通过随机诱变进行改造的。随机突变会导致微生物产生不必要的基因修饰、营养缺陷，不稳定性基因。基于计算机分析的各种组学技术的发展，能够靶向特定基因，将其敲除或者导入微生物，从而对菌株进行理性的代谢工程改造^[73]。合成生物学和代谢工程等新技术已经显著提高了微生物的生产性能^[74,75]。Park^[76] 对大肠杆菌进行了理性改造，使得 L- 缬氨酸的产量提高到 0.378 g/g 葡萄糖。他们的研究应用了包括解除反馈抑制和转录弱化的代谢工程策略。转录弱化位点通过同源重组方法替换为 tac 启动子。通过定点突变将 41G 替换为 A，50C 替换为 T，消除了 AHAS III 的反馈抑制。此外，敲除编码 L- 苏氨酸脱水酶的 *ilvA* 基因，提高 L- 缬氨酸合成的碳代谢流。工程菌株的 L- 缬氨酸产量达到 60.7 g/L，而不产生副产物。

此外，代谢过程的核心基因直接影响氨基酸的生产，利用核糖体开关和 CRISPRi 干扰等技术改造微生物，可提高氨基酸和其他高价值化学品的产量^[77,78]。Cleto 等^[33] 利用 CRISPRi 干扰技术 (dCas9 蛋白介导)，确定了抑制 L- 赖氨酸和 L- 谷氨酸生产的靶基因。他们采用 CRISPRi/dcas9 增强了 *C. glutamicum* 生产 L- 赖氨酸和 L- 谷氨酸的代谢通路。通过 sgRNA/dCas9 抑制了基因 *pgi*、*pck* 和 *pyk* 的表达。这些基因编码 L- 赖氨酸和 L- 谷氨酸合成途径的关键酶。基因 *pgi* 缺失导致 PPP 途径产生的 NADPH 过量，从而提高 L- 赖氨酸的产量。此外，基因 *pck* 和 *pyk* 的缺失，由于草酰乙酸没有转化为

磷酸烯醇式丙酮酸,导致TCA循环的草酰乙酸积累,提高了L-谷氨酸的产量。Cleto^[33]认为,抑制了基因*pgi*、*pck*和*pyk*的表达,L-赖氨酸和L-谷氨酸产量与这些基因敲除的产量相当。CRISPRi是一种无需基因敲除或点突变的快速有效地改造代谢途径的方法^[79]。

4 结论

本文对氨基酸生产中应用的三种方法,简单分析了这些方法的优缺点。由于经济和环保优势以及新的基因工程技术的发展,微生物发酵在工业化生产氨基酸上是最常用的方法。通过应用基因工程和代谢工程技术,改善氨基酸生产菌株,提高氨基酸生产率,产量以及发酵原料的范围。由于这些技术的应用,使得发酵生产氨基酸,也可以利用工业原料和废水作为原料,减少与人类食物矛盾。优化下游加工工艺是降低生产成本的关键。为了降低纯化成本,必须构建具有高氨基酸生产率和低副产品形成的微生物菌株。创新的分离技术,如根据工艺强化的原则,将纳滤膜与经典发酵罐偶联,使得生产和纯化结合在一个单元进行。此外,能够模拟大型生物反应器的技术(如计算流体力学或等比例缩小)可以解决一些工业生物反应器规模扩大带来的问题。因此,过程建模、模拟和代谢工程工具的组合可以在过程设计的早期阶段开发出最优的过程工艺,降低过程性能中的不确定性。

【参考文献】

- [1] C S. American Journal of Clinical Nutrition, 2009, 90(3): 728S-732S.
- [2] CESARI M, ROSSI G P, STICCHI D, et al., Nutrition Metabolism & Cardiovascular Diseases
- [3] WU G. Amino Acids, 2009, 37(1): 1-17.
- [4] YAMANE H, TOMONAGA S, SUENAGA R, et al., Neuroscience Letters, 2007, 418(1): 87-91.
- [5] G W, YZ F, S Y, et al., Journal of Nutrition, 2004, 134(3): 489-492.
- [6] DAN J W. Journal of the Canadian Chiropractic Association, 2009, 53(3): 186-193.
- [7] PAUL B D, SBODIO J I, XU R, et al., Nature, 2014, 508(7498): 96-100.
- [8] WU G Y, BAZER F W, CUDD T A, et al., Journal Of Nutrition, 2004, 134(9): 2169-2172.
- [9] IKEDA M. Springer Berlin Heidelberg, 2003.
- [10] KURIHARA K. American Journal of Clinical Nutrition, 2009, 90(3): 719S-722S.
- [11] ZHANG J, ZHANG S, YANG X, et al., Journal of Chemical Technology & Biotechnology, 2016, 91(2): 483-489.
- [12] ZUEND S J, COUGHLIN M P, LALONDE M P, et al., Nature, 2009, 461(7266): 968-970.
- [13] POLLEGIONI L, SERVI S. Methods in Molecular Biology, 2012,
- [14] IVANOV K, STOIMENOVA A, OBRESHKOVA D, et al., Biotechnology & Biotechnological Equipment, 2013, 27(2): 3620-3626.
- [15] 陈宁. 中国轻工业出版社, 2007.
- [16] RODRIGUEZ A, MARTNEZ J A, FLORES N, et al., Microbial Cell Factories, 2014, 13(1): 126.
- [17] HERMANN T. Journal Of Biotechnology, 2003, 104(1-3): 155-172.
- [18] KUMAGAI H. Advances in Biochemical Engineering / Biotechnology, 2000, 69: 71-85.
- [19] LEUCHTENBERGER W, HUTHMACHER K, DRAUZ K. Applied Microbiology & Biotechnology, 2005, 69(1): 1-8.

- [20] T U. *Journal of Nutrition*, 2004, 134(10 Suppl): 2854–2857.
- [21] ZAHOOR A, LINDNER S N, WENDISCH V F. *Computational & Structural Biotechnology Journal*, 2012, 3(4): 1–11.
- [22] KHAN N S, MISHRA I M, SINGH R P, et al., *Biochemical Engineering Journal*, 2005, 25(2): 173–178.
- [23] SAHM H, EGGELING L, DE GRAAF A A. *Biological Chemistry*, 2000, 381(9–10): 899–910.
- [24] BOTT M. *Trends in Microbiology*, 2007, 15(9): 417–425.
- [25] STINCONE A, PRIGIONE A, CRAMER T, et al., *Biol Rev Camb Philos Soc*, 2015, 90(3): 927–63.
- [26] 王镜岩, 朱圣庚, 徐长法. 高等教育出版社, 2015.
- [27] IKEDA M, NAKAGAWA S. *Applied Microbiology And Biotechnology*, 2003, 62(2–3): 99–109.
- [28] WENDISCH V F. *Journal of Microbiology & Biotechnology*, 2006, 16(7): 999–1009.
- [29] RITTMANN D, LINDNER S N, WENDISCH V F. *Appl Environ Microbiol*, 2008, 74(20): 6216–6222.
- [30] IKEDA M, TAKENO S. Springer Berlin Heidelberg, 2013.
- [31] MORITZ B, STRIEGEL K, DE GRAAF A A, et al., *European Journal Of Biochemistry*, 2000, 267(12): 3442–3452.
- [32] BOMMAREDDY R R, CHEN Z, RAPPERT S, et al., *Metabolic Engineering*, 2014, 25: 30–7.
- [33] SARA C, JENSEN JAIDE V K, WENDISCH V F, et al., *Acs Synthetic Biology*, 2016, 5(5): 375–385.
- [34] GORDON D M. *Escherichia Coli*, 2013, 3–20.
- [35] 张伟国, 郭燕风. *食品与生物技术学报*, 2014, 33(2): 120–126.
- [36] SABRI S, NIELSEN L K, VICKERS C E. *Applied & Environmental Microbiology*, 2013, 79(2): 478–487.
- [37] DESAI T A, RAO C V. *Applied & Environmental Microbiology*, 2010, 76(5): 1524–1532.
- [38] NOOR R, ISLAM Z, MUNSHI S K, et al., *Journal of Pure & Applied Microbiology*, 2013, 7(2): 899–904.
- [39] SPRENGER G A. *Archives of Microbiology*, 1995, 164(5): 324–330.
- [40] PARK J H, OH J E, LEE K H, et al., *Acs Synthetic Biology*, 2012, 1(11): 532–540.
- [41] KOMA D, YAMANAKA H, MORIYOSHI K, et al., *Applied and Environmental Microbiology*, 2012, 78(17): 6203–6216.
- [42] BONGAERTS J, KRAMER M, MULLER U, et al., *Metabolic Engineering*, 2001, 3(4): 289–300.
- [43] KOMA D, YAMANAKA H, MORIYOSHI K, et al., *Applied & Environmental Microbiology*, 2012, 78(17): 6203–6216.
- [44] N Y, T R, AD F, et al., *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2008, 78(2): 283–291.
- [45] TATARKO M, ROMEO T. *Current Microbiology*, 2001, 43(1): 26–32.
- [46] YI J, DRATHS K M, LI K, et al., *Biotechnology Progress*, 2003, 19(5): 1450–1459.
- [47] PITTARD J, CAMAKARIS H, YANG J. *Molecular Microbiology*, 2005, 55(1): 16–26.
- [48] SCHEPER T H, LAMMERS F. *Current opinion in biotechnology*, 1994, 5(2): 187–191.
- [49] JUNKER B, LESTER M, BRIX T, et al., *Bioprocess & Biosystems Engineering*, 2006, 28(6): 351–378.
- [50] VILLADSEN J, NIELSEN J, LID N G. *Thermodynamics of Bioreactions*. 2011,

- [51] SHU C H, LIAO C C. *Biotechnology And Bioengineering*, 2002, 77(2): 131–141.
- [52] KOCABAŞ P, ÇALIK P, ÖZDAMAR T H. *Enzyme & Microbial Technology*, 2006, 39(5): 1077–1088.
- [53] DELAUNAY S, LAPUJADE P, ENGASSER J M, et al., *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 2002, 28(6): 333–337.
- [54] BRAUTASET T, JAKOBSEN O M, JOSEFSEN K D, et al., *Applied Microbiology And Biotechnology*, 2007, 74(1): 22–34.
- [55] ABOUTALEB K A. *British Microbiology Research Journal*, 2015, 5: 257–272.
- [56] LONGOBARDI G P. *Bioprocess Engineering*, 1994, 10(5–6): 185–194.
- [57] GNOTH S, JENZSCH M, SIMUTIS R, et al., *Journal of Biotechnology*, 2007, 132(2): 180–186.
- [58] KOYOMA Y, ISHII T, KAWAHARA Y, et al., EP844308, 1998.
- [59] KUMAR R, VIKRAMACHAKRAVARTHI D, PAL P. *Chemical Engineering & Processing Process Intensification*, 2014, 81(7): 59–71.
- [60] ECKER J, RAAB T, HARASEK M. *Journal of Membrane Science*, 2012, 389: 389–398.
- [61] TAKORS R. *Journal Of Biotechnology*, 2012, 160(1–2): 3–9.
- [62] LARA A R, GALINDO E, RAM REZ O T, et al., *Molecular Biotechnology*, 2006, 34(3): 355–381.
- [63] SCHMIDT F R. *Applied Microbiology & Biotechnology*, 2005, 68(4): 425–435.
- [64] CASTAN A, ENFORS S O. *Biotechnology And Bioengineering*, 2002, 77(3): 324–328.
- [65] BYLUND F, COLLET E, ENFORS S O, et al., *Bioprocess Engineering*, 1998, 18(3): 171–180.
- [66] NEUBAUER P, JUNNE S. *Current Opinion in Biotechnology*, 2010, 21(1): 114–121.
- [67] DELVIGNE F, DESTAIN J, THONART P. *Biochemical Engineering Journal*, 2006, 28(3): 256–268.
- [68] ENFORS S O, JAHIC M, ROZKOV A, et al., *Journal of Biotechnology*, 2001, 85(2): 175–185.
- [69] KAESSE F, JUNNE S, NEUBAUER P, et al., *Microbial Cell Factories*, 2014, 13(6): 1–10.
- [70] LEMOINE A, SPANN R, NEUBAUER P, et al., *Biotechnology & Bioengineering*, 2015, 112(6): 1220–1231.
- [71] HEINZLE E, BIWER A P, COONEY C L. Wiley online library 2007.
- [72] CAMPOLO M, PAGLIANTI A, SOLDATI A. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2002, 41(2): 164–172.
- [73] CHEN X, LI Z, TIAN K, et al., *Biotechnology Advances*, 2013, 31(8): 1200–1223.
- [74] HIRASAWA T, SHIMIZU H. *Curr Opin Biotechnol*, 2016, 42: 133–146.
- [75] ZHOU L-B, ZENG A-P. *Acs Synthetic Biology*, 2015, 4(6): 729–734.
- [76] JIN H P, LEE K H, KIM T Y, et al., *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2007, 104(19): 7797–7802.
- [77] ZHOU L B, ZENG A P. *Acs Synthetic Biology*, 2015, 4(12): 1335–1340.
- [78] WENDISCH V F, JORGE J M P, PEREZ-GARCIA F, et al., *World Journal Of Microbiology & Biotechnology*, 2016, 32(6): 105.
- [79] DOMINGUEZ A A, LIM W A, QI L S. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 2016, 17(1): 5–15.

氨基酸发酵数据共享平台的实现

◎王森 张昕 王健

吉林大学生物与农业工程学院, 长春 130022

【摘要】科学数据的开放与共享是各个领域都急需面对的问题, 关乎国家的发展, 社会经济的进步, 关乎科技领域的深度。近年来, 随着计算机技术、检测技术的发展, 氨基酸发酵数据量成几何倍数增加, 传统靠人工和专家经验的决策方式, 已经成为制约产业进一步发展的主要因素, 本文以氨基酸发酵数据共享的需求为依托, 分别从数据的采集、数据的储存、数据的分析、数据的应用和管理层次重点讨论, 为氨基酸发酵数据共享平台的实现提供理论基础。

【关键词】氨基酸发酵; 大数据; 开放与共享

随着信息技术不断向前发展, 产生了“互联网+”、“云计算”的理念, 这些理念直接推动了人类社会的进步。随着以互联网为代表的信息技术不断应用和推广大数据技术, 逐渐渗透到各个行业, 逐渐成为最重要的生产要素。这一重大技术改革, 势必会开启人类生产生活的重要里程。近年来, 我国已成为氨基酸产品的“世界工厂”, 2017年我国氨基酸工业总产量达到542万吨, 占世界总量的2/3以上^[1]。自19世纪日本协和发酵公司用发酵法生产谷氨酸以后, 发酵法生产氨基酸得到快速普及, 到目前为止绝大多数氨基酸都已能用发酵法生产。尽管我国发酵法生产氨基酸产量很高, 但我国还不是发酵强国, 产品相对单一, 主要集中在谷氨酸和赖氨酸上, 其他小品种、高附加值氨基酸产量比较低。因此整个产业急需技术提升创新发展。

发酵过程参数曲线具有多样性、时变性、相关耦合性与不确定性。面对这种纷繁的数据特性, 若采用精确的动力学模型计算实现过程优化是极端困难的, 想要达到发酵过程的稳定控制, 就需要打破生命科学上游研究到下游生物应用研究的多学科技术壁垒, 实现从基因、细胞到发酵过程的跨领域、跨学科研究, 也须改变传统的数据处理思维方式^[2]。应用大数据分析方法, 有效地组织管理数据信息, 实现过程数据共享, 对氨基酸发酵研究和应用具有重要的意义和价值。

大数据是指那些无法在固定时间内用计算机技术进行感知、获取、管理、处理和服务的数据。大数据共享平台就是借助一定的技术手段, 面向全社会及各行各业以公用事业的方式提供数据资源的统一开放平台体系。本文以氨基酸发酵数据共享的需求为依托, 引入了大数据的理念, 分别从数据的采集、数据的储存、数据的分析、数据的应用和管理层次进行分析, 提出了一种基于大数据理念的氨基酸发酵数据共享平台框架。

1 氨基酸发酵数据共享的需求

氨基酸发酵行业经过近几十年的经验积累,已拥有大量的发酵过程数据,将这些数据信息进行存储、分析与处理,即可建立氨基酸发酵数据共享平台,同时,平台还可进行实时的数据补充与更新,从而实现氨基酸发酵行业内部进行数据交换、信息共享,达到共赢和行业快速发展的目的。

1.1 氨基酸产业发展需求

氨基酸产业已成为增长最快的产业之一。由于氨基酸产品在医药行业、婴幼儿食品、强化食品、保健食品(功能食品)、动物(家禽)饲料添加剂和化妆品行业中有着广泛用途,且在过去几年里动物饲料添加剂用途成为推动国际氨基酸市场增长的最大原动力,世界氨基酸市场增量可观。

当前任何行业的发展难以脱离各类数据的支撑,发酵行业更是如此,随着计算机技术、在线检测技术的发展,氨基酸发酵数据量成几何倍数增加。据中国淀粉工业协会报道,近几年我国新上了几个玉米深加工项目,而下游大多为各种氨基酸产品。获取发酵过程和上下游加工过程各类数据,使用科学算法进行分析,可以更好地解决高度非线性、时变性、动态的发酵过程出现的问题。使整个过程变得有迹可循。影响菌体生长的因素有很多,主要包括基质和营养物质的成分、浓度、压力、进气量、温度和pH等。影响产物形成的因素主要包括产物和副产物的浓度、基质和菌体的浓度、中间产物的浓度、气压、pH、温度、菌体的质量、溶解氧等^[3]。这些因素相互作用,使得环境处于一个动态的变化中,从而改变生物的代谢的过程,进而影响目的产物的合成。随着计算机技术的迅速发展,氨基酸发酵过程已普遍采用计算机在线控制,在发酵罐上都配置有温度计、溶氧电极、pH电极、空气流量计

和压力传感器^[4-5]。且近年来随着近红外光谱检测技术的普及,发酵过程中目的产物和副产物也可以精确在线检测,这使得氨基酸发酵过程数据成几何倍数增加,但我国发酵数据利用率较低,很多数据只在某一个企业或某一个项目中得以利用,数据的价值并未得到充分挖掘。考虑到我国氨基酸数据的利用特点,需要引入大数据的理念,建立数据共享机制,实现数据的重复利用,挖掘数据的潜在价值。

1.2 科学研究需求

现今在全国乃至全世界的科研领域很少有单一学科,多数为交叉领域的科研^[5]。氨基酸发酵数据共享平台的建立可以有效的挖掘数据价值,避免数据资源重复获取和投资建设,是现代数据密集型地学研究的重要基础。氨基酸发酵数据共享可以为以下科学研究提供数据支持。

①发酵工艺的改造。发酵工艺改造就是通过控制各种参数,为微生物提供一个最有利于产物合成及积累的培养环境。大数据共享可以打破目前靠人工与专家经验来判断的局限性,以及面临的基因、代谢、过程到生产组织中的互不联系的实验或生产数据孤岛,为知识的发现、获取提供方法和途径,实现智能化决策。

②发酵设备的改造。为了可以更好的适用发酵过程,发酵设备和过程检测仪器可以根据平台共享的氨基酸发酵数据设计出更加适合本产品的设备和仪器,无需花费大量时间探索发酵过程,进而节约生产成本。

③原辅料质量控制。现在氨基酸发酵过程多采用智能检测设备进行在线检测,发酵过程的稳定性十分重要,因此对发酵过程中添加的各种原辅料质量具有严格的控制(原辅料质量的细微变化,将会在发酵过程进一步放大,最终产物将会发生更大变化,进而有可能超出在线检测设备的监测范围或超

出在线监测设备的最佳检测范围。) 。避免给发酵过程造成不必要的损失。

④近红外模型的建立。随着检测技术的发展,以近红外为代表的二次检测技术快速兴起。氨基酸发酵平台可以为近红外模型的建立提供大量原始数据。使得建模成本大大降低。

氨基酸发酵数据共享平台,开放的数据资源及大数据在线云计算服务,可为相关研究提供定制化的个性服务,极大减少发酵过程研究数据寻觅、下载、处理所消耗的时间,节省数据购买产生的费用。同时,平台也能为众智、众创大数据的挖掘分析,实现数据驱动的知识发现,提升科学大数据的核心价值,实现数据的增值,创造条件。

2 数据共享平台框架设计

依据氨基酸发酵数据共享的需求,结合近年来蓬勃发展的大数据的概念和技术,分别从数据的采集,数据的储存,数据的分析,数据的应用层次,提出了一种基于大数据理念的氨基酸发酵数据共享平台框架如图1所示。

2.1 数据的采集

大数据经济发展的前提是大数据,即跨部门公共数据的关联和广泛应用^[7]。氨基酸发酵数据的获取也是一个跨行业广泛关联的过程,氨基酸发酵大数据不仅包含发酵过程的数据,还包含了大量其他类别的结构化/非结构化数据,如菌种改造、原辅料数据等。因此,氨基酸发酵数据的集成需要综合考虑多源数据的数据来源、获取方式和获取内容。具体而言,氨基酸发酵数据的采集主要包括如下内容:

(1) 社会公共数据。能够组织和整合那些有开放数据意愿的行业协会所掌控的数据资源。这些协会都具有推动部门、地区、行业、企业之间的横

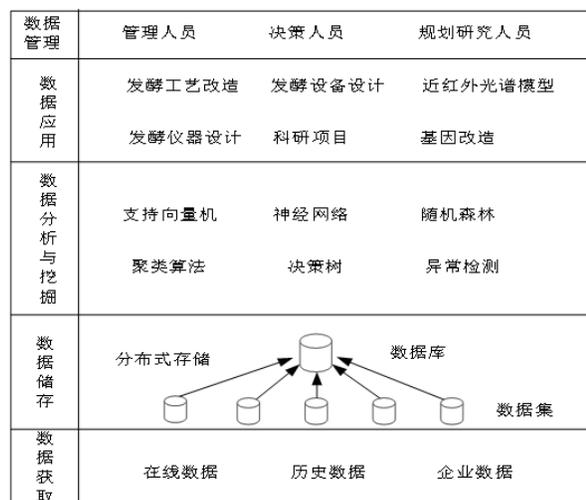


图1 氨基酸发酵大数据共享平台框架

向联系,促进本行业和相关行业的协调发展能力。

(2) 科研数据。随着国家对氨基酸发酵科学研究重视程度的提高,国家自然科学基金、“863”计划、“十三五”计划等的支持创建了许多氨基酸发酵项目,同时也产生了大量数据。这些项目体现了氨基酸发酵行业高度,因此数据具有很高的参考价值。

(3) 企业数据。对于氨基酸发酵行业来说,企业是最大的数据产生地,因此企业数据的获取对数据库的补充具有重要意义。

(4) 个人数据。个人由于人力、财力和物力相对比较薄弱,需要从共享平台中取用数据,以减少成本,但其研究过程中产生的大量数据,可以注入平台,以增加平台数据的丰富性。

(5) 历史数据。氨基酸发酵行业经历几十年的发展,在此期间产生了海量数据。各种期刊、书籍都应在大数据时代发挥更大的价值。

2.2 数据的储存

高效、可靠、低成本的存储与管理模式是氨基酸发酵数据的关键技术,更是为后续进行的深度挖掘、科学分析提供保障。考虑到氨基酸发酵数据来

源不同,避免数据重复建设和信息孤岛需要对采集的发酵数据进行整合,并对信息资源的存储进行重新部署^[7]。氨基酸发酵数据的存储与管理,软件层面能满足结构化数据、半结构化数据、非结构化数据的存储,硬件层面则需要合理利用底层的物理设备性能,满足上层应用对存储性能和可靠性的要求,因此最适合的方式是采用分布式数据存储进行管理。

分布式数据存储,即在有需要的位置设置存储设备,数据就近存储,带宽上没有太大压力。可采用多套低端的小容量的存储设备分布部署,这种部署方式有着明显的优势,具有设备价格和维护成本较低、对机房环境要求也较低和管理方便等优势。分布式数据存储将数据分散在多个存储节点上,各个节点通过网络相连,对这些节点的资源进行统一的管理,符合目前我国氨基酸发酵数据来源复杂的现状。

分布式数据库的种类繁多,常见的分布式数据库有 MySQL、Oracle、SQL Server、MongoDB、HBase、Big-Table 等^[8]。其中,MySQL、Oracle 和 SQL Server 是行导向的数据存储系统,是传统关系型数据库管理系统在分布式环境上的应用;MongoDB 旨在为 WEB 应用提供可扩展的高性能数据存储解决方案。可运行在 Linux、Windows 或 OS X 平台;Big-Table 和 HBase 是列导向的数据存储系统,这类数据库提供了很好的储存容错能力和快速访问大量稀疏文件的能力。

由于氨基酸数据包含的数据结构复杂、种类繁多,氨基酸发酵领域不同业务对数据需求差异也较大。因此,根据数据量的大小、存储模型、读写频度、响应时间等因素,结合大数据存储技术,建立氨基酸发酵数据的综合存储体系,进行数据优化管理。结构化数据可采用 MySQL、Oracle 和 SQL Server 等行式数据库进行存储,非结构化数据可采用 GFS 和 HDFS 等分布式文件系统进行存储,半结构化数据可采用 Big-Table 和 HBase 列式数据库进行存储^[9]。

2.3 数据的分析和挖掘

氨基酸发酵数据的分析与挖掘是发掘数据价值、支撑优化分析、辅助科学决策的关键技术。对于规模巨大、结构复杂、变化迅速的氨基酸发酵数据,其处理亦面临计算复杂程度高、任务周期长、实时性要求高等难题。为了解决这些难题,可以根据实际需求选择合适的分析手段,发现和解决数据分析过程中的各种问题。

氨基酸数据平台选用监督学习和无监督学习算法进行数据挖掘,大数据挖掘建模是数据智能的核心。包括随机森林、支持向量机、神经网络、聚类算法、决策树、异常检测算法等工具箱,可以为用户提供机器学习算法支撑。使用 Web 的图形化数学公式编辑功能,支持用户方便快捷地定义丰富的算法模型,提供应用程序编程接口作为开放接口,支持用户可编程的自定义算法实现^[10]。支持对历史数据和实时数据进行数学建模和挖掘、分析。满足不同行业、不同科研课题对数据的使用要求。

2.4 数据的应用

氨基酸发酵数据共享平台的基本理念是方便社会公众利用数据资源,主要应用在以下几方面:原料采购、工艺优化、生产制造、设备制造、菌种改造、成本控制和精准营销。所以需要建设与之配合的接入应用中心,否则即便存储和积累了海量发酵数据,数据共享平台存在的价值也将被大大折扣。接入的应用中心应具备以下功能,①数据的导入和导出功能,以方便科研机构或企业向数据共享平台中注入数据,同时为社会公众从数据资源平台中获取数据资源提供通道。②提供数据接口和应用程序接口。共享平台具有的算法分析只能满足大部分客户的需要,部分用户可根据自身用途编程自定义算法或者开发适合的 APP,已达到数据挖掘的目的。③可视化展示。可视化利用分析和开发工具发现其中未知

的信息和知识，并以一种易于理解的视觉方式展示出来，如树状图、循环网格图、平行坐标图、折线图，它能够帮助大数据获得完整的数据视图并挖掘数据的价值。④数据审查。主要依照数据整理的需要，在安全监管的前提下，针对导入和导出数据的行为是否合法、科研机构或企业注入的数据格式是否符合标准等进行监督和审查，保证氨基酸发酵数据共享平台的安全性和运行的流畅性^[11]。

2.5 数据的管理和维护

由于数据大多来自科研机构、企业和社会开放数据，导致平台数据来源复杂、格式不统一、质量参差不齐、动态性较差等情况。所以必须对数据进行甄别、降噪、分析和可视化处理，以全生命周期管理为目标，建设一套适合数据共享交换的标准。全生命周期管理就是将数据治理贯穿整个数据共享平台的各层之中^[12]。为平台提供数据标准、数据接入规则、质量标准定义、数据归档规则、服务记录等管理规则，通过这些规则，将整个氨基酸发酵数据共享平台各松散部分，紧密结合成为一个整体，保证数据共享平台在全生命周期中的安全可控。

3 结论

所谓信息共享指信息的双向流动，即任何单位或个人履行了把所掌握的全部或部分数据贡献出来作为社会发展之用的义务，就有权利获得其他人提供的数据或信息，只有形成信息的双向流动才能促进氨基酸发酵事业的发展。氨基酸发酵数据的共享，虽然有着明显的优势、诱人的前景，但新生事物的发展总是曲折的，仍有很大阻力需要克服。发酵数据的开放，由于面临安全、所有权、隐私、利益交换等方面障碍，需要通过政府主导，建立相应激励机制和健全相应法律法规，以提高全社会共享数据的意愿。本研究以氨

基酸发酵数据共享的需求为依托，引入了大数据的理念，提出了一种氨基酸发酵数据共享平台的框架，在理论与技术层面上为氨基酸发酵数据的共享提供了一种模型，以实现数据的共享及其潜在价值的挖掘。

【参考文献】

- [1] 陈宁, 范晓光. 我国氨基酸产业现状及发展对策[J]. 发酵科技通讯, 2017, 46(04):193-197.
- [2] 张嗣良. 大数据时代的生物过程研究[J]. 生物产业技术, 2016(03):34-39.
- [3] 冯珍泉, 董吉子, 董力青. 苏氨酸发酵过程中自动化控制系统的应用[J]. 发酵科技通讯, 2012, 41(03):35-36.
- [4] 张嗣良, 潘杭琳, 黄明志, 谢梅野. 生物过程大数据分析智能化[J]. 生物产业技术, 2018(01):86-93.
- [5] 范茂兴, 潘丰, 盛炳乾, 孙星海. 氨基酸发酵微机控制系统[J]. 无锡轻工业学院学报, 1994(01):57-66.
- [6] 鲁焱. 大数据共享平台的系统架构与建设思路[J]. 图书馆理论与实践, 2017(04):86-90.
- [7] 朱丽. 大数据技术在环保数据共享平台建设中的应用[J]. 信息系统工程, 2015(05):95-96.
- [8] 宋坤. 大数据理念在海洋环境观测数据共享中的应用研究[J]. 海洋开发与管理, 2015, 32(06):43-45.
- [9] 杨东, 谢菲, 杨晓刚, 何遵文, Sudong Yang. 分布式数据库技术的研究与实现[J]. 电子科学技术, 2015, 02(01):87-94.
- [10] 诸云强, 孙九林, 王卷乐, 杨雅萍. 论地球数据科学与共享[J]. 国土资源信息化, 2015(01):3-9.
- [11] 吴炳方, 高峰, 何国金, 张宁, 曾红伟. 全球变化大数据的科学认知与云共享平台[J]. 遥感学报, 2016, 20(06):1479-1484.
- [12] 郑晓东, 胡汉辉, 赵林度, 黄建城. 中国能源大数据获取分析机制研究及实现[J]. 电力科学与工程, 2017, 33(09):1-7.

2020年1-3月有关产品进出口情况

一、进口

单位：千克，美元

序号	品名	3月份		1-3月份	
		数量	金额	数量	金额
1	玉米,种用除外	318,405,790	67,126,043	1,250,652,296	265,971,890
2	小麦淀粉	251,275	114,689	847,025	379,626
3	玉米淀粉	332,996	452,982	1,365,052	1,220,684
4	马铃薯淀粉	3,194,852	2,823,808	8,231,634	7,543,762
5	木薯淀粉	302,666,474	123,313,734	635,540,304	263,316,141
6	未列名淀粉	1,731,607	955,800	3,404,988	1,907,550
7	菊粉	429,002	978,136	914,209	2,154,014
8	粗甘油;甘油水及甘油碱液	96,263,225	20,123,658	291,828,168	63,018,034
9	砂糖	20,023,738	8,513,067	68,537,346	28,056,094
10	绵白糖			535,000	200,071
11	无水乳糖,重量计干燥状态的乳糖含量≥99%	6,907,317	6,651,042	17,393,533	15,843,974
12	其他乳糖及乳糖浆	1,692,754	3,055,810	4,508,938	7,042,069
13	糖及糖浆	7,360	78,545	30,461	258,755
14	葡萄糖及葡萄糖浆,果糖<20%	241,320	414,169	507,946	1,066,481
15	葡萄糖及糖浆,20%≤果糖<50%,转化糖除外	46,933	35,685	109,166	109,378
16	化学纯果糖	380,161	372,691	802,411	786,934
17	果糖及果糖浆,果糖>50%,转化糖除外	263,477	601,259	977,717	1,443,665
18	其他固体糖及未加香料或着色剂的糖浆	92,004,015	35,250,455	168,770,788	65,423,266
19	活性酵母	155,528	1,471,915	263,693	2,113,560
20	非活性酵母;已死的其他单细胞微生物	81,937	725,732	215,577	2,083,546
21	发酵粉	1,618	13,159	12,163	103,370
22	味精	139,767	533,832	345,894	1,311,098
23	未列名二元醇	18,505,543	26,039,838	56,029,556	74,374,382
24	季戊四醇	501,473	828,827	825,135	1,341,444
25	甘露糖醇	28,491	182,122	77,003	552,064
26	山梨醇	98,646	345,482	533,500	963,079
27	丙三醇(甘油)	35,680,900	16,911,523	90,491,207	43,310,340
28	木糖醇	265	2,913	551	6,083
29	其他多元醇	146,218	391,515	734,672	941,545
30	肌醇	4,602	124,854	7,762	213,939
31	草酸	21,435	196,986	23,766	260,124
32	其他无环多元羧酸及其酸酐等及其衍生物	335,166	1,525,254	983,087	5,447,833
33	乳酸及其盐和酯	1,897,809	2,827,118	4,337,572	6,874,405
34	酒石酸	20,225	96,476	21,941	116,644
35	酒石酸盐及酒石酸酯	18,524	143,300	34,348	281,502
36	柠檬酸	49,727	131,848	248,577	894,735
37	柠檬酸盐及柠檬酸酯	71,851	492,392	214,678	1,492,460

(续上表)

序号	品名	3 月份		1-3 月份	
		数量	金额	数量	金额
38	葡糖酸及其盐和酯	91,685	301,968	122,874	487,303
39	赖氨酸	12,431	146,222	24,873	310,787
40	赖氨酸酯及盐	130,103	301,855	200,132	480,718
41	谷氨酸	209	3,354	2,425	33,006
42	谷氨酸钠	20,000	31,100	20,116	78,761
43	其他谷氨酸盐	513	60,214	1,101	93,204
44	未列名氨基酸	836,091	7,603,138	2,327,309	18,620,898
45	其他氨基酸酯及盐	312,309	1,180,237	638,140	2,683,142
46	糠醇及四氢糠醇	39,539	84,692	117,655	247,712
47	未混合的维生素 C 及其衍生物	15,023	646,530	35,071	1,417,629
48	未混合的维生素 E 及其衍生物	423,565	5,000,891	1,590,311	18,007,365
49	木糖			0	0
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	761,474	1,763,744	1,466,324	3,171,724
51	糊精及其他改性淀粉	33,142,833	35,622,563	90,148,649	89,938,103
52	以淀粉 / 糊精或其他改性淀粉为基本成分的胶	4,996	9,088	10,464	26,419
53	粗制凝乳酶及其浓缩物	150	17,580	14,227	239,591
54	碱性蛋白酶	230,249	1,192,804	475,925	2,758,487
55	碱性脂肪酶	50	9,495	145	30,240
56	未列名的酶; 未列名的酶制品	1,247,590	23,475,371	2,544,935	50,777,828
57	编号 2905.4400 以外的山梨醇	1,700	8,734	4,627	22,841

二、出口

单位: 千克, 美元

序号	品名	3 月份		1-3 月份	
		数量	金额	数量	金额
1	玉米, 种用除外	361,770	177,359	1,545,770	494,671
2	小麦淀粉	110,030,814	36,101,632	110,355,092	36,256,113
3	玉米淀粉	94,482	123,457	133,505,093	44,218,676
4	马铃薯淀粉	97,581	74,849	285,581	271,747
5	木薯淀粉	3,316,877	3,160,188	3,428,539	3,245,235
6	未列名淀粉			5,405,954	5,236,862
7	菊粉	162,125	667,756	304,375	1,335,010
8	粗甘油; 甘油水及甘油碱液			0	0
9	砂糖	3,962,843	1,845,477	20,000,525	8,474,507
10	绵白糖	134,300	65,072	545,100	212,110
11	无水乳糖, 重量计干燥状态的乳糖含量 ≥99%	100	1,150	100	1,150
12	其他乳糖及乳糖浆	7,675	36,992	54,810	156,804
13	械糖及械糖浆			0	0
14	葡萄糖及葡萄糖浆, 果糖 < 20%	105,222,884	45,753,313	231,665,057	100,856,567
15	葡萄糖及糖浆, 20% ≤ 果糖 < 50%, 转化糖除外	698,768	294,613	1,958,058	904,866

(续上表)

序号	品名	3月份		1-3月份	
		数量	金额	数量	金额
16	化学纯果糖	273,300	339,004	790,200	773,619
17	果糖及果糖浆,果糖>50%,转化糖除外	24,866,850	8,860,773	63,011,018	22,390,696
18	其他固体糖及未加香料或着色剂的糖浆	56,706,982	36,539,466	137,580,000	88,209,054
19	活性酵母	11,808,798	25,353,291	27,318,935	57,613,111
20	非活性酵母;已死的其他单细胞微生物	2,793,290	6,616,613	6,168,262	14,138,368
21	发酵粉	828,542	1,138,970	2,159,807	2,971,319
22	味精	2,273,539	2,365,320	5,355,905	5,352,151
23	未列名二元醇	9,274,027	16,506,912	16,485,670	31,016,057
24	季戊四醇	5,566,425	9,594,405	13,490,592	21,623,136
25	甘露糖醇	1,037,513	2,448,357	2,537,195	5,975,881
26	山梨醇	13,339,672	9,119,757	29,207,927	21,522,393
27	丙三醇(甘油)	302,086	375,484	955,884	996,839
28	木糖醇	4,171,348	13,938,019	11,692,216	40,086,562
29	其他多元醇	4,890,766	10,862,591	9,548,750	21,587,388
30	肌醇	684,175	2,263,546	1,600,054	5,242,296
31	草酸	13,181,729	7,273,283	28,746,163	15,840,515
32	其他无环多元羧酸及其酸酐等及其衍生物	11,176,084	34,174,557	23,647,801	71,769,743
33	乳酸及其盐和酯	4,964,765	6,552,705	11,486,997	15,908,164
34	酒石酸	5,598,053	11,973,778	11,325,069	24,108,402
35	酒石酸盐及酒石酸酯	226,920	1,268,298	423,245	2,000,127
36	柠檬酸	130,845,232	76,578,020	284,499,841	165,249,865
37	柠檬酸盐及柠檬酸酯	29,757,339	22,606,370	61,963,633	46,461,053
38	葡糖酸及其盐和酯	29,271,577	17,630,542	62,514,782	36,629,736
39	赖氨酸	22,940	275,739	39,115	432,538
40	赖氨酸酯及盐	92,217,691	80,360,955	199,512,456	168,751,202
41	谷氨酸	10,039,440	9,767,074	20,032,971	19,937,561
42	谷氨酸钠	82,518,412	74,453,662	192,825,102	175,395,252
43	其他谷氨酸盐	20,207	48,995	38,933	119,855
44	未列名氨基酸	22,014,488	74,329,771	57,938,620	177,627,444
45	其他氨基酸酯及盐	14,708,364	31,576,645	33,622,301	71,124,332
46	糠醇及四氢糠醇	6,663,982	9,701,149	17,193,480	25,045,623
47	未混合的维生素C及其衍生物	23,383,010	69,816,705	49,662,946	146,000,144
48	未混合的维生素E及其衍生物	9,382,925	68,106,540	19,254,875	131,937,492
49	木糖	2,041,110	4,834,103	4,764,679	11,267,283
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	5,302,131	15,889,073	10,750,862	31,956,872
51	糊精及其他改性淀粉	8,711,551	9,480,372	20,848,679	19,571,564
52	以淀粉/糊精或其他改性淀粉为基本成分的胶	775,987	512,598	1,522,920	1,072,243
53	粗制凝乳酶及其浓缩物	3,680	25,799	18,422	63,620
54	碱性蛋白酶	52,301	890,582	194,716	2,094,790
55	碱性脂肪酶	22,160	134,897	38,556	284,850
56	未列名的酶;未列名的酶制品	9,805,485	42,216,109	21,810,167	94,056,225
57	编号2905.4400以外的山梨醇	9,537,119	4,488,603	26,956,292	12,444,293

(以上表格内容未经许可不得转载)

2020年1季进口八位商品 / 国别量值表

一、葡萄糖及糖浆，20%≤果糖<50%，转化糖除外

单位：千克，美元

序号	国别	进口量	进口额
1	法国	3	238
2	韩国	2,200	880
3	美国	88	1,149
4	日本	27,500	46,232

序号	国别	进口量	进口额
5	台澎金马关税区	14,538	11,438
6	泰国	64,812	49,249
7	印度尼西亚	25	192
8	总计	109,166	109,378

二、化学纯果糖

单位：千克，美元

序号	国别	进口量	进口额
1	法国	0	537
2	芬兰	20,000	28,307
3	美国	35,966	33,074
4	土耳其	340,000	265,861

序号	国别	进口量	进口额
5	以色列	400,076	453,260
6	越南	6,369	5,895
7	总计	802,411	786,934

三、果糖及果糖浆，果糖>50%，转化糖除外

单位：千克，美元

序号	国别	进口量	进口额
1	澳大利亚	27,613	207,890
2	比利时	35,790	91,703
3	德国	908	92,670
4	法国	988	2,883
5	菲律宾	19	111
6	韩国	141,927	355,290
7	荷兰	62,000	185,290
8	加拿大	816	6,667
9	美国	3,914	42,448
10	墨西哥	43	663
11	日本	9,404	20,641

序号	国别	进口量	进口额
12	台澎金马关税区	144,491	170,627
13	泰国	448,719	173,946
14	西班牙	27	204
15	希腊	30	150
16	新西兰	12	2,062
17	以色列	100,000	87,000
18	意大利	270	931
19	印度尼西亚	6	44
20	英国	58	1,142
21	中国	682	1,303
22	总计	977,717	1,443,665

四、山梨醇

单位：千克，美元

序号	国别	进口量	进口额
1	德国	19,854	49,325
2	法国	249,909	276,486
3	韩国	6,180	4,990
4	美国	117,123	525,460
5	日本	2,739	22,765

序号	国别	进口量	进口额
6	泰国	136,680	80,883
7	印度	15	872
8	印度尼西亚	1,000	2,135
9	中国	0	163
10	总计	533,500	963,079

(以上表格内容未经许可不得转载)

2020年1季出口八位商品 / 国别量值表

一、葡萄糖及葡萄糖浆，果糖 < 20%

单位：千克，美元

序号	国别	出口量	出口额
1	阿尔巴尼亚	2,000	900
2	阿尔及利亚	419,700	167,002
3	阿根廷	436,925	185,924
4	阿联酋	1,119,694	495,328
5	阿曼	10,176	22,790
6	埃及	1,696,800	747,543
7	埃塞俄比亚	274,600	139,868
8	爱沙尼亚	3	3
9	澳大利亚	5,101,192	2,119,870
10	巴布亚新几内亚	120,000	47,640
11	巴基斯坦	4,367,275	2,338,205
12	巴拉圭	58,500	27,380
13	巴拿马	43,000	18,620
14	巴西	1,589,625	770,787
15	白俄罗斯	62,000	43,946
16	北马其顿	40,000	16,600
17	贝宁	3,000	3,510
18	比利时	6,335	12,775
19	波兰	80,000	29,200
20	玻利维亚	183,000	75,916
21	朝鲜	189,160	80,083
22	德国	19,000	14,962
23	多米尼加共和国	181,000	84,777
24	俄罗斯	3,884,801	1,577,272
25	厄瓜多尔	1,153,500	480,245
26	厄立特里亚	26,000	14,430
27	菲律宾	43,082,031	19,637,309
28	刚果(金)	39,000	21,301
29	哥伦比亚	2,157,250	895,273
30	哥斯达黎加	522,350	204,695
31	格鲁吉亚	410,000	159,723
32	古巴	39,625	25,629
33	哈萨克斯坦	116,800	65,066
34	海地	44,800	17,024

序号	国别	出口量	出口额
35	韩国	10,659,478	4,723,269
36	荷兰	1,770,000	814,314
37	黑山	100,000	39,700
38	洪都拉斯	48,000	21,816
39	吉尔吉斯斯坦	63,000	24,480
40	加拿大	1,074,500	574,485
41	加纳	368,500	144,875
42	科特迪瓦	40,000	15,800
43	克罗地亚	690,000	259,901
44	肯尼亚	1,088,950	453,502
45	拉脱维亚	20,000	8,790
46	黎巴嫩	109,000	46,972
47	立陶宛	341,500	143,992
48	罗马尼亚	6,000	2,910
49	马来西亚	9,172,300	3,614,390
50	马里	70,500	40,215
51	美国	2,436,161	1,245,002
52	蒙古	137,660	82,573
53	孟加拉国	10,031,775	4,822,010
54	秘鲁	1,175,000	489,840
55	缅甸	1,515,952	656,266
56	摩洛哥	80,000	34,520
57	莫桑比克	59,975	27,038
58	墨西哥	1,694,696	723,884
59	南非	4,971,366	2,002,041
60	尼泊尔	186,500	75,810
61	尼日利亚	2,142,059	977,608
62	挪威	79,500	34,411
63	日本	1,773,260	806,354
64	瑞典	32,000	12,160
65	瑞士	40,000	17,090
66	萨尔瓦多	245,000	131,999
67	塞尔维亚	220,000	88,400
68	沙特阿拉伯	336,975	146,096

序号	国别	出口量	出口额
69	斯里兰卡	1,258,302	512,579
70	斯威士兰	144,000	59,172
71	苏丹	30,875	20,494
72	塔吉克斯坦	53,200	32,933
73	台澎金马关税区	4,572,793	2,074,298
74	泰国	11,794,761	5,342,653
75	坦桑尼亚	716,500	286,305
76	特立尼达和多巴哥	7,500	3,338
77	突尼斯	180,000	72,314
78	土耳其	1,340,000	663,639
79	危地马拉	985,400	458,552
80	委内瑞拉	120,400	57,620
81	文莱	120,000	47,760
82	乌干达	123,000	53,925
83	乌克兰	740,500	281,819
84	乌拉圭	38,800	16,579
85	乌兹别克斯坦	569,500	238,097
86	希腊	60,000	21,600

序号	国别	出口量	出口额
87	新加坡	6,888,390	4,117,820
88	新西兰	774,259	356,940
89	叙利亚	66,000	33,000
90	亚美尼亚	7,500	5,250
91	也门	86,973	146,029
92	伊拉克	32,000	20,659
93	伊朗	312,900	235,065
94	以色列	1,297,000	532,399
95	意大利	20,000	8,020
96	印度	317,000	180,907
97	印度尼西亚	56,450,853	21,721,613
98	英国	66,550	45,315
99	约旦	213,000	104,455
100	越南	20,832,502	8,682,537
101	智利	974,450	447,471
102	中国澳门	8,000	7,499
103	中国香港	203,400	123,802
104	总计	231,665,057	100,856,567

二、葡萄糖及糖浆，20%≤果糖<50%，转化糖除外

单位：千克，美元

序号	国别	出口量	出口额
1	菲律宾	991,210	352,995
2	韩国	750	1,498
3	美国	7	3
4	南非	23,200	13,920
5	泰国	24,345	9,814
6	也门	20,352	46,640

序号	国别	出口量	出口额
7	印度	232,000	100,861
8	印度尼西亚	150,500	63,782
9	越南	473,000	200,497
10	中国香港	42,694	114,856
11	总计	1,958,058	904,866

三、果糖及果糖浆，果糖>50%，转化糖除外

单位：千克，美元

序号	国别	出口量	出口额
1	澳大利亚	5,480	7,534
2	巴布亚新几内亚	705,190	335,425

序号	国别	出口量	出口额
3	巴基斯坦	26,400	13,936
4	巴拿马	15,400	7,392

序号	国别	出口量	出口额
5	朝鲜	25,343	12,976
6	多米尼加共和国	1,000	890
7	菲律宾	603,910	283,170
8	哥伦比亚	1,000	950
9	格鲁吉亚	9,000	8,010
10	韩国	138,000	105,759
11	加拿大	5,000	4,096
12	加蓬	44,800	20,608
13	科特迪瓦	67,200	29,232
14	马来西亚	1,327,160	767,745
15	美国	130,215	72,093
16	缅甸	204,440	127,251
17	南非	162,390	61,839
18	尼日利亚	1,293,350	550,665
19	日本	140,000	120,299
20	塞尔维亚	46,400	28,768

序号	国别	出口量	出口额
21	沙特阿拉伯	144,000	117,394
22	斯里兰卡	22,400	10,507
23	台澎金马关税区	96,000	64,127
24	泰国	3,041,438	1,115,611
25	乌拉圭	5,000	4,340
26	乌兹别克斯坦	1,000	950
27	新加坡	1,920	1,075
28	印度	592,000	299,739
29	印度尼西亚	20,482,221	6,782,121
30	英国	175	1,161
31	约旦	2,000	2,200
32	越南	33,593,783	11,370,728
33	智利	25,000	20,250
34	中国香港	52,403	41,855
35	总计	63,011,018	22,390,696

四、化学纯果糖

单位：千克，美元

序号	国别	出口量	出口额
1.	埃及	1,300	6,460
2.	巴拉圭	150	600
3.	韩国	380,000	314,560
4.	日本	80,000	77,600
5.	台澎金马关税区	30,000	63,600
6.	泰国	40,000	34,000

序号	国别	出口量	出口额
7.	伊朗	50,000	48,135
8.	以色列	17,500	42,875
9.	印度尼西亚	190,750	183,684
10.	中国香港	500	2,105
11.	总计	790,200	773,619

五、味精

单位：千克，美元

序号	国别	出口量	出口额
1	埃及	138,000	119,848
2	澳大利亚	46,000	46,617
3	巴布亚新几内亚	19,707	43,817
4	巴拿马	27,235	31,872
5	巴西	6,000	7,560

序号	国别	出口量	出口额
6	贝宁	25,000	23,100
7	波兰	1,296,000	1,236,843
8	玻利维亚	21,000	18,900
9	朝鲜	648,216	586,718
10	德国	1,408,000	1,322,288

序号	国别	出口量	出口额
11	俄罗斯	98,611	183,101
12	菲律宾	23,000	20,930
13	哈萨克斯坦	36,224	42,949
14	海地	77,180	81,797
15	韩国	40,500	76,405
16	加拿大	21,000	23,708
17	加纳	69,000	96,255
18	柬埔寨	42,500	53,577
19	肯尼亚	1,500	1,403
20	留尼汪	1,361	5,400
21	马达加斯加	23,814	39,412
22	马尔代夫	16,075	18,473
23	马来西亚	40,616	99,262
24	美国	21,954	17,563
25	孟加拉国	24,000	20,880
26	日本	36,720	111,861
27	塞内加尔	2,270	4,650

序号	国别	出口量	出口额
28	沙特阿拉伯	42,000	39,985
29	台澎金马关税区	36,320	47,176
30	泰国	14,500	17,110
31	坦桑尼亚	49,995	67,430
32	土耳其	10,000	8,922
33	乌克兰	46,000	34,960
34	新加坡	67,293	58,181
35	叙利亚	115,000	89,825
36	伊拉克	24,000	22,763
37	伊朗	43,068	42,429
38	意大利	23,000	22,080
39	印度	506,000	425,774
40	印度尼西亚	42,000	33,205
41	约旦	118,000	96,046
42	中国香港	7,246	11,076
43	总计	5,355,905	5,352,151

六、谷氨酸钠

单位：千克，美元

序号	国别	出口量	出口额
1	阿尔巴尼亚	10,000	9,920
2	阿富汗	101,425	102,175
3	阿根廷	180,000	173,829
4	阿联酋	916,850	855,135
5	埃及	2,318,500	2,092,578
6	埃塞俄比亚	162,000	145,384
7	澳大利亚	588,172	560,970
8	巴拿马	23,000	23,454
9	巴西	485,275	461,119
10	保加利亚	46,000	38,829
11	贝宁	104,500	90,697
12	比利时	113,000	97,604
13	波多黎各	84,426	76,862

序号	国别	出口量	出口额
14	波兰	118,000	103,379
15	玻利维亚	132,000	126,960
16	伯利兹	22,700	23,922
17	朝鲜	2,139,500	1,988,547
18	德国	271,000	235,729
19	多哥	23,949	43,076
20	多米尼加共和国	97,180	99,094
21	俄罗斯	3,260,040	3,149,527
22	厄瓜多尔	39,500	40,968
23	菲律宾	4,854,000	4,269,737
24	斐济	1,999	2,758
25	哥伦比亚	725,925	672,614
26	哥斯达黎加	293,500	275,181

序号	国别	出口量	出口额
27	格鲁吉亚	1,000	1,050
28	圭亚那	27,000	26,640
29	哈萨克斯坦	64,625	64,644
30	海地	243,320	242,298
31	韩国	4,610,000	4,090,952
32	荷兰	123,000	110,684
33	洪都拉斯	31,500	28,500
34	吉尔吉斯斯坦	52,800	55,598
35	几内亚	378,000	350,118
36	加拿大	527,293	498,262
37	加纳	858,100	759,404
38	柬埔寨	92,000	82,914
39	喀麦隆	721,000	714,592
40	科特迪瓦	1,508,000	1,478,515
41	克罗地亚	383,000	349,484
42	肯尼亚	22,000	20,288
43	黎巴嫩	29,000	33,264
44	立陶宛	59,000	54,518
45	留尼汪	3,043	2,052
46	马来西亚	6,097,301	5,707,638
47	美国	256,360	252,928
48	孟加拉国	1,272,075	1,199,553
49	秘鲁	2,204,525	1,997,864
50	缅甸	23,025,600	20,679,619
51	摩洛哥	331,500	303,019
52	墨西哥	1,166,405	1,059,588
53	南非	3,519,700	3,215,661
54	尼泊尔	548,000	505,665
55	尼日利亚	8,942,275	8,556,097
56	挪威	6,000	8,359
57	日本	3,324,790	3,462,729
58	瑞士	72,000	108,520
59	萨尔瓦多	269,000	244,507

序号	国别	出口量	出口额
60	萨摩亚	7,296	13,137
61	塞尔维亚	42,000	41,160
62	塞拉利昂	570,475	545,363
63	塞内加尔	3,439,875	3,200,666
64	沙特阿拉伯	178,000	160,839
65	斯里兰卡	415,000	393,355
66	苏丹	38,000	30,635
67	塔吉克斯坦	4,000	3,840
68	泰国	29,566,500	26,446,940
69	特立尼达和多巴哥	94,216	88,786
70	土耳其	1,093,175	1,000,309
71	危地马拉	1,328,175	1,263,244
72	委内瑞拉	63,750	55,473
73	乌干达	10,908	21,052
74	乌克兰	818,300	770,101
75	乌兹别克斯坦	1,018,000	1,010,362
76	西班牙	955,000	863,357
77	希腊	45,000	43,668
78	新加坡	844,750	809,815
79	新西兰	279,349	266,400
80	牙买加	53,525	54,788
81	伊朗	4,541,350	4,277,962
82	以色列	536,264	513,345
83	印度	18,867,625	16,841,911
84	印度尼西亚	27,635,033	24,056,704
85	英国	16,000	14,354
86	约旦	130,000	120,356
87	越南	20,784,025	18,891,231
88	智利	379,750	350,142
89	中国澳门	13,053	16,642
90	中国香港	1,175,055	1,203,743
91	总计	192,825,102	175,395,252

七、山梨醇

单位：千克，美元

序号	国别	出口量	出口额
1	阿根廷	64,145	71,171
2	埃及	123,300	115,189
3	埃塞俄比亚	350	1,050
4	澳大利亚	1,188,375	1,366,063
5	巴基斯坦	7,000	10,050
6	巴西	106,201	118,088
7	白俄罗斯	16,025	16,208
8	波兰	18,000	17,600
9	朝鲜	5,600	4,480
10	德国	20,800	183,130
11	俄罗斯	658,270	572,114
12	厄瓜多尔	3,000	3,461
13	法国	764,000	955,206
14	哥伦比亚	33,350	23,273
15	韩国	3,370,800	3,284,643
16	荷兰	1,030,010	380,394
17	吉布提	1,000	800
18	加拿大	27,000	31,910
19	柬埔寨	7,000	5,284
20	肯尼亚	9,720	9,720
21	黎巴嫩	1,500	1,674
22	马来西亚	645,120	348,742
23	马里	2,000	4,032
24	毛里塔尼亚	35,250	33,656
25	美国	436,500	415,479
26	蒙古	150	575
27	孟加拉国	7,000	6,120
28	秘鲁	2,000	2,100
29	缅甸	388,800	190,178

序号	国别	出口量	出口额
30	摩洛哥	19,000	17,605
31	墨西哥	31,500	21,822
32	南非	10,000	16,871
33	挪威	21,300	25,999
34	日本	3,329,290	2,800,216
35	塞内加尔	10,000	6,200
36	沙特阿拉伯	53,060	107,527
37	苏丹	44,000	20,470
38	台澎金马关税区	1,334,335	1,232,936
39	泰国	11,747,590	6,288,207
40	突尼斯	103,600	99,402
41	土耳其	314,575	283,977
42	土库曼斯坦	5,000	26,500
43	乌克兰	184,900	171,776
44	乌拉圭	7,160	6,199
45	乌兹别克斯坦	25,800	34,833
46	西班牙	500	6,478
47	新加坡	303,840	154,545
48	新西兰	1,000	1,100
49	伊朗	200,000	159,038
50	以色列	98,000	103,180
51	印度	1,447,400	795,572
52	印度尼西亚	424,205	327,597
53	约旦	3,025	2,939
54	越南	404,600	512,076
55	智利	89,520	85,697
56	中国香港	22,461	41,241
57	总计	29,207,927	21,522,393

八、柠檬酸

单位：千克，美元

序号	国别	出口量	出口额
1	阿尔巴尼亚	140,000	74,980
2	阿尔及利亚	2,248,000	1,061,509
3	阿富汗	398,000	199,214
4	阿根廷	5,772,500	3,344,156
5	阿联酋	4,604,000	2,381,198
6	阿曼	69,000	39,022
7	阿塞拜疆	38,000	18,817
8	埃及	6,357,000	3,417,818
9	埃塞俄比亚	75,175	43,832
10	爱尔兰	2,032,000	1,948,480
11	爱沙尼亚	20,000	9,965
12	安哥拉	55,000	30,290
13	澳大利亚	3,135,200	1,728,131
14	巴布亚新几内亚	9,000	5,685
15	巴基斯坦	9,905,868	5,791,727
16	巴拉圭	57,000	33,619
17	巴林	202,000	131,858
18	巴拿马	50,000	28,366
19	巴西	505,000	522,488
20	白俄罗斯	141,000	72,540
21	保加利亚	505,000	288,683
22	北马其顿	69,600	38,280
23	比利时	3,971,000	2,917,232
24	波兰	10,118,300	5,866,790
25	波斯尼亚—黑塞哥维那共和国	99,000	49,595
26	玻利维亚	111,000	68,405
27	布基纳法索	22,000	10,890
28	丹麦	700,585	503,933
29	德国	8,176,125	5,685,361
30	多哥	45,000	22,925
31	多米尼加共和国	874,000	489,386
32	俄罗斯	13,354,005	6,819,092
33	厄瓜多尔	1,154,500	650,369

序号	国别	出口量	出口额
34	法国	1,617,000	1,094,102
35	菲律宾	3,680,686	2,233,794
36	芬兰	156,600	111,475
37	冈比亚	25,000	12,000
38	刚果（布）	4,000	2,720
39	刚果（金）	100,000	51,466
40	哥伦比亚	2,653,000	1,486,091
41	哥斯达黎加	698,500	389,595
42	格鲁吉亚	398,000	208,370
43	古巴	85,950	49,802
44	哈萨克斯坦	668,000	335,439
45	海地	167,000	89,177
46	韩国	7,058,000	3,878,498
47	荷兰	8,424,400	6,409,698
48	黑山	80,000	50,022
49	洪都拉斯	1,019,000	636,794
50	吉布提	55,425	30,813
51	吉尔吉斯斯坦	50,000	24,375
52	几内亚	264,000	129,518
53	加拿大	3,262,051	1,873,849
54	加纳	870,210	476,044
55	加蓬	21,000	10,815
56	柬埔寨	291,000	174,794
57	捷克共和国	24,000	14,400
58	津巴布韦	25,000	12,250
59	喀麦隆	245,750	121,773
60	卡塔尔	21,000	14,910
61	科特迪瓦	102,000	50,180
62	科威特	777,000	415,735
63	克罗地亚	66,000	37,078
64	肯尼亚	595,250	332,021
65	拉脱维亚	42,000	26,144
66	黎巴嫩	600,000	317,743
67	立陶宛	313,000	170,802

序号	国别	出口量	出口额
68	利比亚	46,375	28,596
69	罗马尼亚	392,000	227,538
70	马达加斯加	4,000	2,600
71	马耳他	260,000	197,600
72	马拉维	50,000	26,250
73	马来西亚	2,506,868	1,356,657
74	马里	75,200	37,610
75	毛里求斯	62,000	35,007
76	毛里塔尼亚	10,000	6,000
77	美国	292,575	218,901
78	蒙古	27,500	21,580
79	孟加拉国	3,416,450	1,795,929
80	秘鲁	512,000	280,836
81	缅甸	1,667,225	832,623
82	摩尔多瓦	58,000	29,220
83	摩洛哥	411,000	217,567
84	摩纳哥	50,000	26,829
85	莫桑比克	359,000	177,478
86	墨西哥	13,888,975	8,053,866
87	南非	4,430,400	2,342,098
88	尼泊尔	137,000	68,832
89	尼加拉瓜	120,000	67,184
90	尼日利亚	1,254,100	697,578
91	挪威	410,925	251,770
92	葡萄牙	130,000	83,547
93	日本	12,756,458	9,353,437
94	瑞典	665,500	535,014
95	瑞士	811,900	404,698
96	萨尔瓦多	272,000	153,530
97	塞尔维亚	774,000	379,524
98	塞内加尔	210,000	104,130
99	塞浦路斯	38,500	24,296
100	沙特阿拉伯	2,313,000	1,261,696
101	斯里兰卡	304,300	173,245
102	斯洛文尼亚	5,092,000	3,632,883
103	斯威士兰	978,000	598,556

序号	国别	出口量	出口额
104	苏丹	344,000	181,052
105	索马里	50,000	28,328
106	塔吉克斯坦	140,000	69,178
107	台澎金马关税区	3,312,250	1,909,065
108	泰国	249,000	145,833
109	坦桑尼亚	349,500	196,448
110	特立尼达和多巴哥	65,000	35,600
111	突尼斯	192,000	98,400
112	土耳其	19,718,000	9,817,160
113	土库曼斯坦	274,000	146,880
114	危地马拉	874,500	488,482
115	委内瑞拉	248,000	139,953
116	文莱	10	70
117	乌干达	54,000	31,365
118	乌克兰	2,718,000	1,271,420
119	乌拉圭	408,000	284,960
120	乌兹别克斯坦	808,000	432,151
121	西班牙	4,758,900	3,102,985
122	希腊	1,055,700	708,850
123	新加坡	3,361,656	2,181,600
124	新西兰	853,110	490,846
125	叙利亚	1,211,000	604,703
126	牙买加	225,000	121,385
127	亚美尼亚	25,000	14,375
128	也门	348,000	170,430
129	伊拉克	2,075,000	1,104,294
130	伊朗	1,131,600	633,777
131	以色列	7,045,000	3,892,543
132	意大利	6,369,450	4,144,435
133	印度	37,971,509	20,157,750
134	印度尼西亚	10,957,300	5,711,637
135	英国	3,619,500	2,535,328
136	约旦	792,000	382,041
137	越南	6,036,875	3,274,414
138	赞比亚	25,000	12,421
139	乍得	200	390

序号	国别	出口量	出口额
140	智利	2,501,200	1,407,045
141	中国澳门	25,500	15,780

序号	国别	出口量	出口额
142	中国香港	46,150	34,863
143	总计	284,499,841	165,249,865

九、柠檬酸盐及柠檬酸酯

单位：千克，美元

序号	国别	出口量	出口额
1	阿尔巴尼亚	25,000	14,315
2	阿尔及利亚	32,000	18,266
3	阿富汗	69,000	37,970
4	阿根廷	1,189,000	710,528
5	阿联酋	110,000	104,241
6	阿曼	1,000	590
7	阿塞拜疆	2,000	1,050
8	埃及	599,000	383,259
9	埃塞俄比亚	4,375	3,159
10	爱尔兰	614,000	594,407
11	爱沙尼亚	5,000	2,711
12	安哥拉	10,000	5,600
13	奥地利	120	780
14	澳大利亚	1,393,225	1,433,394
15	巴基斯坦	968,350	656,537
16	巴拉圭	66,650	40,498
17	巴林	60,600	42,443
18	巴拿马	100,050	57,182
19	巴西	763,258	880,842
20	白俄罗斯	9,000	5,143
21	保加利亚	22,000	12,844
22	比利时	4,518,675	3,107,119
23	波兰	2,045,600	1,326,433
24	玻利维亚	59,000	32,973
25	布隆迪	150	165
26	丹麦	223,000	177,643
27	德国	3,457,945	2,879,995

序号	国别	出口量	出口额
28	多米尼加共和国	78,000	45,570
29	俄罗斯	2,520,275	1,533,332
30	厄瓜多尔	190,450	109,500
31	法国	282,020	171,639
32	菲律宾	616,500	513,203
33	芬兰	46,000	29,188
34	刚果（金）	3,500	1,978
35	哥伦比亚	199,680	184,724
36	哥斯达黎加	139,000	96,363
37	格鲁吉亚	77,000	41,700
38	古巴	95,000	88,772
39	哈萨克斯坦	10,000	5,511
40	海地	45,000	25,261
41	韩国	1,670,305	1,684,875
42	荷兰	4,151,225	3,262,693
43	黑山	4,000	2,320
44	吉尔吉斯斯坦	5,000	2,650
45	几内亚	41,000	24,249
46	加拿大	2,966,575	2,032,634
47	加纳	122,500	68,580
48	柬埔寨	22,000	12,324
49	捷克共和国	2,000	9,800
50	喀麦隆	25,000	13,500
51	克罗地亚	11,000	7,080
52	肯尼亚	87,200	51,416
53	拉脱维亚	22,000	14,104
54	黎巴嫩	24,000	15,480

序号	国别	出口量	出口额
55	立陶宛	3,000	1,590
56	罗马尼亚	50,000	32,744
57	马耳他	40,000	72,000
58	马来西亚	278,395	216,226
59	美国	1,202,130	1,544,405
60	孟加拉国	1,573,600	986,690
61	秘鲁	171,650	135,077
62	缅甸	170,425	106,674
63	摩洛哥	1	134
64	莫桑比克	6,000	3,372
65	墨西哥	1,782,890	1,142,359
66	南非	628,200	364,957
67	尼加拉瓜	25,000	13,875
68	尼日利亚	138,600	78,843
69	挪威	70,575	48,459
70	葡萄牙	66,000	43,049
71	日本	3,446,046	2,912,651
72	瑞典	72,800	49,419
73	瑞士	570,200	354,175
74	萨尔瓦多	73,500	58,734
75	塞尔维亚	102,000	56,555
76	塞内加尔	1,500	878
77	塞浦路斯	5,500	3,938
78	沙特阿拉伯	222,230	164,510
79	斯里兰卡	27,050	20,357
80	斯洛文尼亚	904,850	674,516
81	斯威士兰	106,000	68,520
82	苏丹	5,500	2,970
83	索马里	9,000	5,670
84	塔吉克斯坦	2,000	1,160
85	台澎金马关税区	702,900	653,593
86	泰国	3,755,830	2,352,985

序号	国别	出口量	出口额
87	坦桑尼亚	141,000	76,388
88	特立尼达和多巴哥	5,000	5,150
89	突尼斯	64,000	34,245
90	土耳其	1,389,400	800,691
91	土库曼斯坦	26,000	15,590
92	危地马拉	142,000	83,322
93	委内瑞拉	1,250	756
94	乌干达	15,525	8,958
95	乌克兰	368,200	207,316
96	乌拉圭	111,600	94,200
97	乌兹别克斯坦	14,000	12,746
98	西班牙	1,911,400	1,505,231
99	希腊	103,400	95,394
100	新加坡	1,385,273	1,107,807
101	新西兰	730,700	424,817
102	叙利亚	17,000	9,525
103	牙买加	5,600	6,720
104	也门	1,000	1,900
105	伊拉克	50,000	27,250
106	伊朗	177,000	133,721
107	以色列	378,800	285,257
108	意大利	1,831,150	1,578,202
109	印度	742,975	548,809
110	印度尼西亚	2,907,605	2,169,476
111	英国	1,460,750	1,225,183
112	约旦	500	525
113	越南	1,440,720	863,209
114	智利	476,300	311,318
115	中国澳门	10	42
116	中国香港	47,875	77,687
117	总计	61,963,633	46,461,053

十、编号 2905.4400 以外的山梨醇

单位：千克，美元

序号	国别	出口量	出口额
1	阿尔巴尼亚	40,410	20,954
2	阿尔及利亚	22,000	9,120
3	阿根廷	3,300	2,191
4	阿联酋	110,000	60,616
5	埃及	702,000	290,652
6	爱沙尼亚	1	1
7	澳大利亚	160,700	86,383
8	巴基斯坦	969,130	411,639
9	巴拿马	22,000	12,840
10	白俄罗斯	21,600	10,635
11	玻利维亚	21,600	11,340
12	朝鲜	27,810	15,296
13	德国	1,500,000	563,698
14	俄罗斯	1,067,160	525,939
15	厄瓜多尔	43,200	21,480
16	菲律宾	2,054,170	975,191
17	哥伦比亚	108,000	56,225
18	哥斯达黎加	9,000	4,500
19	古巴	280,800	193,214
20	韩国	973,980	441,063
21	荷兰	5,500	3,220
22	加拿大	269,440	148,189
23	科特迪瓦	44,000	22,640
24	克罗地亚	10,450	5,277
25	肯尼亚	21,600	10,908
26	利比亚	22,000	15,404
27	马来西亚	944,493	504,075
28	美国	77,300	45,204
29	孟加拉国	670,000	293,897

序号	国别	出口量	出口额
30	秘鲁	1,139,600	557,369
31	缅甸	346,400	162,556
32	莫桑比克	21,600	11,556
33	墨西哥	72,600	38,917
34	南非	946,000	427,647
35	尼日利亚	810	497
36	日本	242,566	199,258
37	塞尔维亚	21,600	11,556
38	塞内加尔	44,000	23,400
39	沙特阿拉伯	748,000	309,125
40	斯里兰卡	299,000	107,711
41	台澎金马关税区	828,800	451,465
42	泰国	4,592,840	2,228,943
43	突尼斯	25,920	13,271
44	土耳其	432,000	173,078
45	危地马拉	27,500	14,025
46	乌克兰	18,900	8,883
47	乌兹别克斯坦	78,750	40,882
48	新加坡	129,800	70,983
49	新西兰	207,001	110,998
50	也门	40,000	21,900
51	伊朗	765,600	397,245
52	以色列	103,120	53,211
53	印度尼西亚	1,894,801	751,641
54	越南	3,356,020	1,306,104
55	智利	349,820	179,114
56	中国香港	21,600	11,167
57	总计	26,956,292	12,444,293

(以上表格内容未经许可不得转载)

关于征集氨基酸及相关产业 2020-2021 年度 国家标准、行业标准及团体标准制修订建议的通知

各氨基酸生产企业及相关单位：

我国氨基酸行业标准的缺失严重制约了行业的发展，为此，“中国生物发酵产业标准化技术委员会氨基酸分委会”（简称“氨基酸分委会”）于2017年6月正式成立，旨在弥补我国氨基酸产业在政策及标准等方面的不足，为企业的发展保驾护航。“氨基酸分委会”成立至今，先后组织氨基酸行业相关企业开展了《取水定额 第9部分 味精制造》、《取水定额 第xx部分 赖氨酸盐制造》等国家标准，《三支链氨基酸》、《L-谷氨酰胺》等行业标准，《绿色设计产品评价技术规范 氨基酸》、《氨基酸行业绿色工厂评价要求》、《食品加工用氨基酸》、《食用氨基酸制品》、《氨基酸饮料》、《液体味精（液体谷氨酸钠）》等团体标准的制修订工作。其中，《食品加工用氨基酸》团体标准荣获工信部“2019年团体标准应用示范项目”荣誉。

根据氨基酸产业发展需要，现针对氨基酸及相关产业征集2020-2021年度国家标准、行业标准及团体标准制修订建议，具体要求如下：

一、申报范围

围绕氨基酸及相关产业的发展需求、未来发展方向等开展申报工作：

- 1、国家标准：氨基酸产业基础、通用、管理、方法等。
- 2、行业标准：氨基酸产品及方法等。
- 3、团体标准：（1）已有国家标准、行业标准，但需要更加规范并与国际接轨的产品及相关标准；（2）没有国家标准、行业标准，但行业亟需的产品及相关标准；（3）定制专用标准。

二、申报时间

根据标准申报情况，与联系人具体协商。

三、联系方式

联系人：关丹

电话：010-68396573

邮箱：gd1104@163.com

附件：1、国家标准立项建议申报材料；2、食品安全国家标准立项建议书；3、行业标准立项建议申报材料；4、团体标准立项建议申报材料。（附件详见 www.cfia.org.cn）

中国生物发酵产业协会氨基酸分会

2020年2月13日

2020 第四届氨基酸科学国际研讨峰会预备通知

中生发协 [2019]72 号

各生产企业、高校、科研院所及相关单位：

近年来，全球氨基酸产业迅猛发展，技术水平突飞猛进、知识产权日益重视、国际竞争愈发激烈、法律法规日趋完善。为推动行业技术水平的提升及产业的稳步发展，加强国际交流与合作，共商行业发展大计，中国生物发酵产业协会定于 2020 年 4 月底召开“2020 第四届氨基酸科学国际研讨峰会”。论坛拟对近几年国内外行业状况及未来发展趋势进行分析交流、探讨产业政策对行业发展的影响及应对措施；介绍行业新技术、新装备及研究成果；交流各企业情况等。此次论坛由中国生物发酵产业协会主办，现将论坛筹备事项通知如下：

一、论坛安排（以正式通知为准）

1、时间及地点：（待定）

二、单位征集

本次会议诚征承办、协办及赞助单位，有意向的单位请与联系人咨询。

三、征集论文及广告

此次论坛将编印《2020 第四届氨基酸科学国际研讨峰会论文集》，欢迎业界同仁、专家、学者踊跃投稿，予以支持。且论文集中可刊登企业宣传资料，有意向企业可向联系人咨询。

现将论文集主题内容列出，供参考：

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| a. 氨基酸产业政策研究及趋势分析 | b. 氨基酸产业国内外现状及发展趋势 |
| c. 氨基酸行业菌种选育研究进展及成果 | d. 氨基酸行业生产工艺、配套技术及装备的改进及应用成果 |
| e. 氨基酸产品应用领域的拓展及成果 | f. 氨基酸行业新技术、新工艺及新装备的研究与应用 |
| g. 氨基酸行业清洁生产、环保技术及装备研发及应用 | |

论文格式要求和示例

行距 1.5 倍

论文格式要求（标题居中，三号宋体加粗）

（空一行）

作者一 作者二（作者居中，小四号楷体）

单位名称，省份 邮编（单位居中，五号楷体）

（空一行）

【摘要】五号宋体：摘要内容主要包括研究意义、实验和理论研究方法、主要结果的科学意义等。

【关键词】五号宋体；五号宋体……

（空一行）

正文（宋体小四）

（空一行）

【参考文献】（5号宋体加粗）

[1] 姓名，刊物名，年，卷号（期号），页码（小5号，宋体）。

[2] 杨万升，吴坚枚，食品与生物技术，1999，21（4），156-162。

[3] Lang K. M., Madhavan V., Hoffman J. E., et al, Nature, 2002, 415 (1), 412-415. (小5号 Times New Roman)

* 页面设置：A4 纸，上下左右边距均为 2.5cm

四、报告交流

由于名额有限，请有意向在论坛上做报告的单位或个人于 2020 年 2 月 20 日前与协会联系。

五、联系方式

联系人：关丹 田玉兰

座机：010-68396573

E-mail: gd1104@163.com

中国生物发酵产业协会

2019 年 11 月 19 日

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

30 周年庆
中国生物发酵产业协会



2020 第八届上海国际 生物发酵产品与技术装备展览会

2020.8.26-28 || 上海新国际博览中心

新产品

新工艺

新技术

新装备

生物技术 融合·助力 发酵产业

40000
平方米

800+
展商

26
场行业论坛
及活动



扫描二维码加关注了解更多

021-57617459

E-mail: bioexpo@163.com

诚邀：生物工程、细胞工程、基因工程、微生物、食品、食品添加剂、酒、饮料、乳制品、动植物提取物、医药、生物饲料、生物肥料、生物农药、高校与科研机构等行业人士参观、参会