

doi:10.12301/j.issn.2095-6002.2021.02.002

文章编号:2095-6002(2021)02-0008-06

引用格式:石维忱,王晋.生物发酵产业“十四五”时期发展展望[J].食品科学技术学报,2021,39(2):8-13.



SHI Weichen, WANG Jin. Prospect of bio-fermentation industry during national 14th Five-Year Plan period[J]. Journal of Food Science and Technology, 2021, 39(2): 8-13.

生物发酵产业“十四五”时期发展展望

石维忱, 王 晋

(中国生物发酵产业协会, 北京 100833)

摘 要:“十三五”期间,我国经济发展方式发生转变,生物发酵行业在面对严峻的外部环境和经济下行的压力下,在产业升级和产能提升方面取得了较大的成绩。深入总结中国生物发酵产业“十三五”期间在产业规模、出口情况、科技创新、产业集群、标准体系、绿色建设领域取得的各项成果;从标准法规、核心技术、市场环境三方面剖析了现阶段产业存在的问题;通过分析“十四五”时期我国生物发酵产业的发展机遇,从补齐产业链短板、提升菌种水平、推动智能制造、推进绿色制造节能环保、完善标准保驾护航产业发展五方面提出了产业发展的重点任务以及保障措施。“十四五”时期,生物发酵产业将继续保持健康平稳发展,以消费需求引领产品生产,提高市场动力,逐步树立生物助推科技、发酵引领未来的理念,实现让生物发酵赋能健康中国的目标。

关键词:中国生物发酵;“十三五”时期;“十四五”时期;前景展望;健康中国

中图分类号: TS201.3

文献标志码: A

生物发酵产业是国家战略性新兴产业,是重要的民生产业,为食品工业做重要贡献,为农业、医药、纺织、能源等行业提供有力支撑,推动农产品加工产业链条的多元延伸,提高农产品的附加值,同时承载着实施“健康中国”战略目标的任务,为国民经济发展和社会进步贡献重要力量。“十三五”以来,生物发酵产业坚持以新时代中国特色社会主义思想为指导,在中国经济进入新常态的形势下,生物发酵产业不断推进和深化结构性调整,在面对严峻复杂的外部环境和经济下行的压力,特别是新冠疫情带来的严重冲击,全行业坚持稳中求进和新发展理念,坚持创新引领、夯实基础、提升能力,坚持绿色制造,加强品牌建设,持续推进高质量发展,为满足人民对美好生活的需求不断做出新贡献。

1 “十三五”时期生物发酵产业取得的进展

1.1 产业规模继续扩大

“十三五”时期,在国家产业政策的支持和引

导下,生物发酵产业从现状和面临的形势出发,以满足消费需求为导向,积极开发新产品,不断延伸产业链和提高价值链,产能结构性过剩的现状在很大程度上得到缓解^[1]。行业整体实力平稳上升,产业规模继续扩大,经济运行总体保持平稳发展态势。2015年,主要生物发酵产品产量约为2 426万t,2019年产量增加到3 064.7万t,2019年总产值约2 556.7亿元,年平均增幅5.9%。其中,氨基酸类产品,2015年产量约为370万t,2019年产量增加到609.1万t,增幅达64.7%;有机酸类产品,2015年产量约为212万t,2019年产量约为245.5万t,增幅达15.8%;淀粉糖及多元醇类产品,2015年产量约为1 357万t,2019年产量约为1 635万t,增幅达20.5%。氨基酸、有机酸、淀粉糖及多元醇等产能及产量多年稳居世界第一位,市场占有率持续提高,国产化能力继续提升。生物发酵产业的发展方式逐步由规模速度向质量效率转变,在提升自身发展的同时,带动和促进食品、农业、医药等相关行业的发展。

1.2 出口稳定,国际竞争力增强

2015年,我国生物发酵产品出口量为344万t,2019年的出口量为526.8万t,年平均增幅11.7%;出口额从2015年的45亿美元增加到2019年的54.45亿美元,年平均增幅6.2%;进口量从2015年的82.4万t增加到2019年的125.4万t,年平均增幅14.3%;进口额从2015年的11.8亿美元增加到2019年的14亿美元,年平均增幅4.6%。“十三五”期间,行业通过实施内涵式增长与外延式发展同时推进的战略,逐步实现了产业的转型升级,开创了高质量发展的新局面,行业综合竞争力得到了很大的提升。

1.3 科技创新成效显著

“十三五”期间,生物发酵行业的自主创新体系也得到逐步完善,构建了以企业为主体,政产学研用相结合的产业技术创新体系,形成了新型科技创新平台。目前,已创建国家级技术中心和重点实验室59个,中国轻工业重点实验室18个,中国轻工业工程技术研究中心5个,行业专项技术中心25个,为推动行业技术进步和创新发挥了重要支撑作用。

行业技术研发成果显著。当前,生物发酵行业企业研发投入平均约占销售收入的3.9%,有企业达到9%,获得的具有自主知识产权的专利成果数量逐年递增。“氨基酸类的绿色生物制造和高值应用技术”等53项技术荣获轻工业科学奖励。目前大部分氨基酸产品都可实现国产化,并逐步实现生物法替代化学合成法、水解提取法。有机酸行业通过技术改进,各项生产工艺参数得到优化。淀粉糖醇行业产品链条不断延伸,新品研发活跃。酶制剂行业已经形成一定的产品和技术特色,建立了产学研联合机制,形成完整高效的酶制剂研发链。酵母自溶生产技术和高端酵母源培养技术也获得突破,打破了国际垄断,酵母源生物有机肥在生态农业的应用已实施。这一时期生物发酵行业整体生产技术指标上升到一个新的高度,生产工艺也得到了很大提升。

装备水平不断提升。通过加大技术改造和引进的步伐,企业生产装置设备向自动化、信息化、智能化方向发展,行业装备水平得到不断提升,关键设备实现国产化,装备自主化水平得到提高,逐步接近国际水平。

1.4 规模化发展态势明显,集中度进一步提高

“十三五”期间,随着国家产业政策的支持和引

导,生物发酵企业大型化和集团化现象明显,行业的集成度显著提高,产业布局集群现象明显。“十三五”期间,生物发酵产业特色区域和产业集群得到快速发展,山东省禹城市“中国功能糖城”和山东省昌乐县“中国柠檬酸特色产业基地”作为生物发酵产业集群的代表,在带动地方经济发展的方面发挥了重要作用。

1.5 标准迈上新台阶

“十三五”以来,根据国务院关于深化标准化工作改革方案,以构建满足生物发酵产业高质量发展的标准体系为主线,推进生物发酵标准体系建设,扩大标准的有效供给。中国生物发酵产业协会根据行业发展的需求,构建了中国生物发酵产业团体标准体系框架。团体标准体系框架不但涵盖了生物发酵各个分支领域的产品标准,还涵盖基础标准、方法标准和管理标准以及行业配套的设备标准,同时包含了反映行业清洁生产水平的节能环保与综合利用标准、绿色制造标准以及安全生产标准等多方面内容。

据统计,“十三五”期间,发布或报批的生物发酵领域的标准约为60余项,这些标准的发布实施将有效支撑行业的健康发展,升级创新。其中,由中国生物发酵产业协会发布的《食用酵素良好生产规范》《食用植物酵素》《厌氧颗粒污泥》和《食品加工用氨基酸》4项团体标准获得了工信部百项团体标准示范项目的称号,这些示范项目的发布,对于扩大生物发酵团体标准的影响力、推动团体标准的实施具有重要意义。

1.6 生态绿色建设取得成效

“十三五”期间,生物发酵行业高度重视发展与环境的协调与可持续性,通过落实国家节能减排政策,大力推进绿色制造、智能制造体系建设^[2],推广“绿色制造”标识认定等工作,开展绿色工厂和绿色产品的评价^[3],使得我国生物发酵产业主要污染物排放量持续下降^[4],综合利用水平持续上升,能耗、水耗均下降20%以上。目前我国生物发酵领域有20余家企业、40余种产品获得“绿色制造”标识的使用许可,十余家工厂认定为绿色工厂。

2 “十四五”时期生物发酵产业发展方向

“十四五”期间,国际贸易战的延续以及新冠疫情对全球经济的影响,造成全球经济的发展低迷,经

济环境更加复杂,这些都将对我国生物发酵产业造成重大影响。“十四五”时期作为社会主义现代化建设两步走的开局阶段,将具有承前启后的历史作用,生物发酵产业也将进入补短板、强弱项、促改革的高质量发展阶段。

2.1 产业发展目标定位

2.1.1 实现从生物发酵大国向生物发酵强国的跨越

“十三五”期间,我国生物发酵产业在产业升级和产能提升方面取得了明显的成绩,我国生物发酵产业大国的地位得到进一步巩固,但是“大而不强”的现状依然没有改变,发展的任务还十分艰巨。“十四五”时期,继续保持生物发酵产业经济健康平稳发展,实现年均增长率达 8% 左右,争取用 10 年左右时间建成生物发酵世界强国,实现由大到强的跨越。

2.1.2 实现由跟跑、并跑到领跑的跨越

十九届五中全会提到,到 2035 年,我国经济实力、科技实力、综合国力将大幅跃升,关键核心技术实现重大突破,进入创新型国家前列。针对产业发展中存在的核心技术短板,要下大力气引聚创新资源,加强上下游产业资源与科研机构紧密结合,组织各界力量重点攻克核心关键瓶颈技术,实现生产中原料、工艺、设备等环节的先进生产制造,实现从跟跑并跑到领跑的跨越。

2.2 现阶段存在的问题

2.2.1 标准法规

2.2.1.1 基因工程菌和新产品审批问题

在“健康中国”行动的深入推进下,生物发酵产业研发的很多产品均为新食品原料、新食品及饲料添加剂、新化妆品原料,国家对此实施审批许可和目录管理,尽管相关规定清晰,但审核周期往往经历漫长,不利于行业创新和发展。

2.2.1.2 标准缺乏问题

新兴产业的产品缺乏食品安全标准,致使市场监管总局按照现行食品安全法规定,无法新增产品生产类别,导致企业无法获得生产许可证,影响了产品入市。

2.2.1.3 团体标准认可问题

按照《标准化法》的有关规定,国家构建了包括国家标准、行业标准、地方标准、团体标准和企业标准在内的新标准体系,但在实际工作当中,各地行政审批部门对于团体标准的认识接受程度不同,使得其在地方的应用差异较大。

2.2.2 核心技术

氨基酸、酶制剂等行业关键核心菌种自主知识产权问题,仍然是行业发展的“卡脖子”问题。新菌种、新酶的挖掘,高产菌株关键基因位点的挖掘与知识产权保护等方面与国外公司相比还存在很大差距。生物发酵产业专用的异构酶和酶的固定化技术、发酵条件和工艺水平上的改进和优化、连续离交或色谱分离、膜分离装备等分离提取高端装备和高效的分离提取技术,新产品检测、性能、特性和功能评价技术,自控及智能化控制水平与国际先进水平相比差距明显。

原创核心成果有限。国内生产企业核心技术研发主要依靠科研院所,导致科研力量分散科研成果产业化能力相对较弱,研发与产业推广脱节严重。虽然企业研发投入比例较之前有明显增加,但与国外企业相比仍显不足,市场开发主要依靠模仿跟踪。

2.2.3 市场环境

国内市场生物发酵产业大宗产品中低端产品已经饱和,价格竞争激烈。国内企业更多的是重视生产和销售,产品战略储备相对不足,下游应用研究力度不够,市场没有充分打开。在国际竞争中,我国产品多以低价、量大来占领销售市场,被反倾销的案例较多。

国外产品其质量及成本较国内产品具有很大优势,高端产品在国内市场形成垄断,跨国企业利用其全球化布局,在诸多方面形成与国内企业的竞争,给我国本土企业开拓国外市场带来挑战。

国内下游应用研究力度不够,针对国内市场需求的产应用层面的配方设计供给不足,对于现行互联网的营销模式运用缺乏。另一方面,是科普宣传不够,使得消费者对如益生菌产品和酵素产品期望值过高,造成产品市场的混乱。

2.3 产业发展机遇

2.3.1 符合国家经济社会发展的要求

十九届五中全会通过的《关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标建议》中明确的“十四五”期间的 12 项重点任务,为生物发酵产业未来五年的发展指明了方向。创新驱动始终是生物发酵产业坚持发展动力所在,开发个性化、多样化、高档化、绿色化原料及产品,保证产业链和供应链安全,满足消费市场和应用程序对产品的需求,给产业发展带来新的机会。

2.3.2 符合国家绿色发展的战略要求

推动绿色发展是十九届五中全会通过的关于“十四五”时期重点任务之一。如何加快绿色低碳发展,全面提高资源利用率,在推进工业化、城镇化进程的同时,解决各类环保问题,走出一条生态发展的道路是亟须解决的重要问题。生物发酵产业绿色低碳加工方式,是顺应自然、保护自然的产业,同时也为下游产业提供了实现绿色加工方式的工具和解决方案。

2.3.3 产业国际竞争力不断增强

我国生物发酵产业规模化效应已经形成,氨基酸、有机酸、淀粉糖及多元醇等产能及产量多年稳居世界第1位。产品整体质量明显提升,产品品种不断增加,市场占有率持续提高,国产化能力继续提升,将原料吃干榨净的发展模式使产业综合竞争力在国际上处于高水平。我国玉米加工产品的品种与发达国家相比有新发展空间。

2.4 产业发展重点任务

2.4.1 补齐产业链短板

加强新原料的发掘。目前,生物发酵工业所用原料包括玉米、大米、小麦、薯类、糖蜜等,其中80%以上是玉米,玉米约占生产成本的40%。近十几年有关玉米深加工产业政策变化较大,玉米的价格始终处于波动状态。原料对于行业发展的限制已经日益凸显。“十四五”期间,应加快新原料的开发和现有原料的替代,逐步降低对玉米原料的依赖。

优化产品结构。目前生物发酵产品大多数还是应用于传统领域的低值的大宗产品,缺少用于医药、健康防护等领域的高端产品,不能适应市场变化的需求。“十四五”时期,要推动行业做好主产业链条,不断拓展应用领域,发展中高端产品,使高端产品产量占比在现有的基础上增加10%以上。产品形式可根据用户要求进行个性化定制,满足市场需求。通过加快原料挖掘和优化产品结构,逐步实现生物原料替代石化原料、生物产品替代化工产品,进而提升整个生物发酵技术水平。

2.4.2 提升菌种水平

菌种是生物发酵产业的核心,“十四五”期间,大力围绕提升生产菌种性能和自主产权、原料利用率、糖酸转化率展开攻关。通过开发生物功能的定量解析和描述方法,建立多层次、多目标函数的数字化细胞设计工具,形成高性能菌种按需计算设计的能力;建设自动化DNA合成装配、基因组自动化编

辑平台技术体系,通过自动化机器人实现大片段DNA高通量自动化合成组装和基因组整合;建设高通量微型发酵、定量分析化学测试和定量生物学测试技术平台,快速分析菌种的发酵性能、生理特征及代谢瓶颈,指导菌种的持续设计改造;建立高效的极端发酵环境适应性进化技术,持续提升菌种水平。

2.4.3 推动智能制造

2.4.3.1 提升发酵过程在线检测与自动控制技术

研究并应用在线检测及分析软硬件,实现发酵原料和发酵过程生化信息等多参数的高效采集;构建基于过程控制技术、智能工程技术、代谢工程技术、动态优化技术和发酵工程技术的集约型发酵过程控制系统,进行发酵过程状态预测和模式识别、在线控制与优化以及故障诊断和预警;通过高精度在线检测和自动控制的技术集成,建立不同发酵产品工业发酵生产运行模式,提升发酵过程控制技术水平,形成具有自主知识产权的发酵过程控制应用技术。

2.4.3.2 优化分离纯化共性关键技术与装备

推动先进膜分离、色谱分离、智能电渗析等先进分离提取技术的应用,推进适合工业化的高效分离设备及装置的开发和优化,在膜分离、层析分离和工业色谱等方面形成具有自主知识产权的装备产品,提高分离效率、减少介质污染、提升产品品质、降低成本。

2.4.3.3 优化智能生物反应器

开发具备物理状态及生理代谢状态多参数采集的高级发酵罐罐体、过程先进检测仪表尾气检测仪、活细胞量检测仪、电子嗅代谢物测定仪、在线红外分析仪、电子显微摄像仪等;达到发酵过程各道工序的自动化控制,开发过程离线和在线多参数数据采集和存档的智能化软件,进行根据生物代谢特性规律的系统程序编辑,以实现过程数据的自识别与诊断功能;开发根据不同发酵产品生产过程的代谢参数实施针对性的自动化反馈优化调控技术。

2.4.3.4 开发智能化分离纯化装备

开发具有快速、精准识别组分差异、适于规模化精准分离纯化的分离介质以及智能化膜分离纯化装备、智能化色谱分离装备。

2.4.4 推进绿色制造节能环保

2.4.4.1 大宗生物发酵产品清洁生产技术

创制谷氨酸、赖氨酸、柠檬酸、乳酸、酵母等大宗生物发酵产品浓醪发酵等发酵技术,建立绿色提取

精制技术,实现大宗产品发酵工艺的全流程重构与清洁生产。解决大宗生物发酵产品生产过程有机废水排放高和分析提取过程酸碱排放高的问题。完成发酵原料水解、过程控制到提取精制的系统技术创新。

2.4.4.2 酶蛋白生产发酵控制技术

通过分析酶蛋白发酵过程中碳源、氮源等原料成分,解析细胞生长状态、产酶水平及营养环境变比,确定发酵过程条件。解决酶蛋白发酵过程中原料利用率低、菌种难以高水平发挥效能等问题,提高原料利用率和发酵水平。

2.4.4.3 可循环与零排放工艺设计研究

通过对生产过程中产生的非目标废液的循环和蒸发水的回收设计,运用水资源高效利用技术,实现可循环和零排放的目的。

技术创新重点围绕提升生产菌种性能和自主产权、原料利用率、糖酸转化率、分离提取收率等技术水平;注重节能、节水、清洁生产、环保技术开发应用,实现绿色制造;加强创新研发,增加企业新产品的储备,深化产品结构性调整,实现生物发酵产业高质量发展。

2.4.5 完善标准保驾护航产业发展

2018年1月起实施的标准化法在原有的国家标准、行业标准、地方标准、企业标准体系中增加了团体标准,赋予了团体标准法律地位。新型标准体系规定了安全标准制定强制性国家标准;基础标准(包括术语标准和分类标准)制定推荐性国家标准;管理标准(包括企业良好生产规范和卫生规范等)制定国家标准或行业标准;方法标准制定国家或行业标准;产品标准,起引领作用技术要求制定国家标准,行业重点领域产品制定行业标准,其余产品制定团体标准。当前,生物发酵产业领域的标准以产品标准居多,未来,围绕提升产品质量、增加产品种类、创新产品品牌、淘汰落后产能的原则,加快产品标准(如酵素、益生制品、生物资源提取等新兴行业),通用标准(如管理标准、方法标准、节能环保与综合利用标准、绿色制造标准、安全生产标准等)、装备标准(如发酵设备、分离设备、提取设备、环保设备、包装设备等)的研制,使行业标准覆盖率达到80%以上。

2.5 保障措施

2.5.1 充分发挥协会职能,定期开展产业调研

深度发掘产业发展中遇到的共性问题及卡脖子问题,同时充分利用国家产业扶持政策,争取获得政

策支持。

2.5.2 建立立体、交叉、多层次的政产学研用合作平台

充分发挥政府引导和市场主导作用,以重大项目为抓手推动产学研合作,优化整合优势资源,加速创新要素聚集,实现科学界和产业界的融合发展。针对产业发展中存在的集中问题,集中科技、人才、资源等关键要素,根据专业领域建设产业技术研究院,针对“共性关键”问题,实现跨领域、产业上下游,产学研协同合作,突破一批具有自主知识产权的关键技术。

2.5.3 坚持绿色、智能创新,推动产业升级

有针对性地设立绿色低碳技术服务专项,突破制约行业发展瓶颈,提升生物发酵行业绿色制造和智能制造水平,逐步完成从源头到末端,从清洁生产到末端治理,从生产工序自动化到整个车间智能化的提升和改造。

2.5.4 优化标准体系,引领行业高质量发展

建立并完善生物发酵行业标准体系,加快新型行业产品和方法标准的供给,探讨和建立科学的评价标准,推进良好生产规范、绿色标准、智能标准以及通用标准的制定和完善。

2.5.5 开展国际交流,服务企业走出去

举办细分行业国际论坛,加强国内企业与国外先进企业的交流和学习。通过论坛、沙龙、座谈等活动在会员之间分享海外发展的成功案例。与优秀的咨询机构建立深度合作,为企业拓展海外市场的政策、法律和信息服务。

3 结 语

生物助推科技,发酵引领未来。“十四五”生物发酵产业将以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,在高质量发展意见指导下,就研发新品种、开发分离提取技术与装备,提高生产效率,实现绿色制造,增加新产品储备,开发高端产品,开拓应用领域,增加标准有效供给,以消费需求引领产品生产,提高市场动力,逐步树立生物助推科技,发酵引领未来的理念,从而实现让生物发酵赋能健康中国的目标。

参考文献:

[1] 中国生物发酵产业协会. 中国生物发酵产业“十三

五”发展规划[EB/OL]. (2015-10-16)[2021-01-05].
http://www.360doc.cn/article/8302206_506106880.html.

[2] 石维忱,李晓燕. 2013 年生物发酵产业发展情况及分析[J]. 生物产业技术,2014(4):9-12.
SHI W C,LI X Y. Development and analysis of biological fermentation industry in 2013[J]. Biotechnology & Business,2014(4):9-12.

[3] 佚名. 工业绿色发展规划(2016—2020 年)[EB/OL]. (2016-07-11)[2021-01-05]. https://www.miit.gov.cn/jgsj/ghs/gzdt/art/2020/art_d65b801965dc491d80184985833b9e97.html.

[4] 石维忱. 生物制造产业“十二五”时期发展展望[J]. 北京工商大学学报(自然科学版),2011,29(5):1-5.
SHI W C. Prospect of biomanufacturing industry during the next national Twelfth Five-Year Plan period[J]. Journal of Beijing Technology and Business University (Natural Science Edition),2011,29(5):1-5.

Prospect of Bio-Fermentation Industry During National 14th Five-Year Plan Period

SHI Weichen, WANG Jin
(China Biotech Fermentation Industry Association, Beijing 100833, China)

Abstract: During the 13th Five-Year Plan period, China’s economic development mode has changed. Facing the severe external environment and the pressure of economic downturn, the bio-fermentation industry has made great achievements in industrial upgrading and capacity increase. The achievements of China’s bio-fermentation industry in the fields of industrial scale, export situation, technological innovation, industrial cluster, standard system and green construction during the 13th Five-Year Plan period were summarized. The existing problems of the industry at this stage in three aspects: standards and regulations, core technology, and market environment were analyzed. Through analyzing the development opportunities of China’s bio-fermentation industry during the 14th Five-Year Plan period, the key tasks and safeguard measures for industrial development have been proposed from five aspects: making up for the shortcomings of the industrial chain, improving the level of bacterial strains, promoting intelligent manufacturing, promoting green manufacturing, energy conservation and environmental protection, and escorting industry development by improving standards. During the 14th Five-Year Plan period, the bio-fermentation industry will continue to maintain a healthy and steady development, lead product production with consumer demand, and improve market power, and gradually establish the concept of bio-boosting technology and fermentation leading the future. Finally, the goal of enabling healthy China through biological fermentation will be achieved.

Keywords: bio-fermentation in China; 13th Five-Year Plan period; 14th Five-Year Plan period; prospects; healthy China

(责任编辑:李 宁)