

微生物健康产业发展态势与对策建议

马爱进, 韩盼盼, 刘杨柳, 孙宝国*
(北京工商大学食品与健康学院, 北京 100048)

摘要: 微生物健康产业主要涉及食用菌、益生菌、螺旋藻等领域, 是国民经济的重要组成部分, 肩负着保障消费者健康和促进经济发展的双重使命。本文从微生物健康产业竞争、技术发展趋势等角度阐述了世界微生物健康产业发展态势, 结合我国微生物健康产业发展基础, 通过态势分析法分析了我国微生物健康产业发展的优势、劣势、机遇和挑战, 在资源、技术、政策等方面提出了符合我国国情的对策建议, 旨在为促进我国微生物健康产业发展提供参考。

关键词: 微生物健康产业; 发展态势; 发展建议

Trends in the Microbial Health Industry and Countermeasures for Its Development

MA Aijin, HAN Panpan, LIU Yangliu, SUN Baoguo*
(School of Food and Health, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China)

Abstract: The microbial health industry mainly involves edible fungi, probiotics, spirulina and other fields. This industry is an important part of the national economy, shouldering the dual mission of enhancing consumer health and promoting economic development. This review comprehensively and systematically expounds the current situation of the global microbial health industry in terms of competition and technological trends in this industry. Based on its developmental foundation, the advantages and disadvantages of China's microbial health industry and the opportunities and challenges for its development are analyzed by the Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT) approach, and some countermeasures that suit China's national conditions are proposed with respect to resources, technology, policy and so on, aiming to provide a reference for promoting the development of the microbial health industry in the country.

Keywords: microbial health industry; trend; suggestion

DOI:10.7506/spkx1002-6630-20200403-039

中图分类号: TS201.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2020) 17-0307-08

引文格式:

马爱进, 韩盼盼, 刘杨柳, 等. 微生物健康产业发展态势与对策建议[J]. 食品科学, 2020, 41(17): 307-314. DOI:10.7506/spkx1002-6630-20200403-039. <http://www.spkx.net.cn>

MA Aijin, HAN Panpan, LIU Yangliu, et al. Trends in the microbial health industry and countermeasures for its development[J]. Food Science, 2020, 41(17): 307-314. (in Chinese with English abstract) DOI:10.7506/spkx1002-6630-20200403-039. <http://www.spkx.net.cn>

大健康产业已成为全球最大的新兴产业, 是全球的“财富第五波”。随着经济发展, 伴随着微生物健康科普席卷全球的热潮, 消费者对微生物健康产品的需求日益增加, 微生物健康产业在经济文化发达的城市已初露头角。另外, 从经济效益看, 健康产品消费对整个国民经济发展的推动作用日益凸显, 微生物健康产业在国民经济中所占的份额也稳步提高。在健康产业发展过程中, 各国非常重视该领域的研究和开发, 形成了各具特色的产业发展模式。因此, 研究我国微生物健康产业

存在的问题、明确我国微生物健康产业的发展方向, 对提高我国居民食品安全、营养健康水平, 完成“健康中国”战略部署具有重要意义。

1 全球微生物健康产业整体发展态势

1.1 微生物健康产业竞争态势

1.1.1 菌种资源竞争是核心

微生物健康产业的核心要素是菌种资源获得、稳定

收稿日期: 2020-04-03

基金项目: 中国工程院咨询研究项目 (2020-ZD-5)

第一作者简介: 马爱进 (1975—) (ORCID: 0000-0003-1292-7025), 男, 教授, 博士, 研究方向为食品与生物技术。

E-mail: maaj@btbu.edu.cn

*通信作者简介: 孙宝国 (1961—) (ORCID: 0000-0003-4326-8237), 男, 教授, 博士, 研究方向为食品风味化学。

E-mail: sunbg@btbu.edu.cn

制剂加工等。目前,掌握关键菌株的供应商主要集中在外国少数几个公司手中(表1)^[1],这些决定了微生物健康产业的成本因素。微生物健康产品具有改善肠道菌群、平衡营养等功能,其替代品较少,所以影响因素较小^[2]。此外,目前益生菌生产企业主要包括菌种掌握者、菌种使用者和二者之间,产业存在一定壁垒,潜在竞争者少。

表1 菌株主要供应商
Table 1 Major suppliers of strains worldwide

公司名称	代表菌株
Chr. Hansen Holding A/S	<i>Bifidobacterium animalis</i> Bb-12
Danisco	<i>Bifidobacterium lactis</i> Bi-07、 <i>Lactobacillus acidophilus</i> NCFM、 <i>Bifidobacterium lactis</i> HN019™、 <i>Lactobacillus rhamnosus</i> HN001™
ヤクルト	<i>Lactobacillus casei</i> strain Shirota
Lallemand	<i>Lactobacillus helveticus</i> Rosell®-52、 <i>Bifidobacterium infantis</i> Rosell®-33、 <i>Bifidobacterium bifidum</i> Rosell®-71、 <i>Lactobacillus helveticus</i> Rosell®-52、 <i>Bifidobacterium longum</i> Rosell®-175
Probi	<i>Lactobacillus plantarum</i> 299v
Danone	<i>Bifidobacterium animalis</i> DN-173010
Procter & Gamble	<i>Bifidobacterium infantis</i> 35624
BioGaia	<i>Lactobacillus reuteri</i> DSM17938、ATCC PTA 6475、ATCC PTA 5289
Koninklijke DSM N.V.	<i>Lactobacillus acidophilus</i> (Lafti L10)、 <i>Lactobacillus casei</i> (Lafti L26)、 <i>Bifidobacterium</i> (Lafti B94)

1.1.2 区域竞争存在差别

在生产技术和质量控制方面,西方发达国家一直处于相对优势水平,但不同的微生物健康产品也存在区域竞争差别。如益生菌市场,竞争区域主要集中在亚洲、北美和欧洲三大区域。中国食品科学技术学会益生菌分会数据显示,亚太地区益生菌消费规模占全球规模高达47%,其次是欧洲(22%)、北美(16.5%)(图1)。在亚太地区,发酵食品具有悠久的历史,所以对益生菌的认识度较高,中国则是亚洲市场最大的竞争市场。另外,欧洲是益生菌重要的消费市场,近年来的消费量以年均15%左右的速度增长,也是一个竞争热区^[2]。随着北美地区对食用“活性菌”这一理念接受程度的提高,北美地区也逐渐成为全球益生菌膳食补充剂的竞争地区。

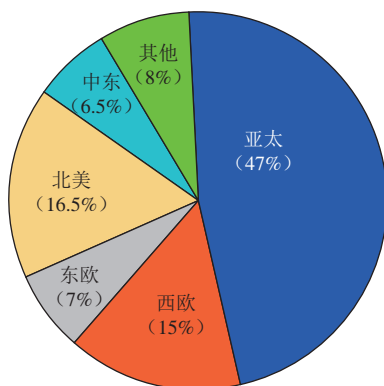


图1 全球益生菌市场地区构成

Fig. 1 Regional composition of the global probiotic market

1.1.3 部分产品形成垄断格局

随着微生物健康产业的不断发展以及资本的不断涌入,产能扩张较快,价格将呈下降趋势,行业整体利润水平有所下降;因此,工艺先进、技术水平高、营销渠道通畅的企业将逐步占据龙头地位。部分产品形成了垄断格局,以益生菌酸奶为例,全球前十大品牌中,法国Danone的Activia酸奶市场占有率最高,市场增速较快;此外,日本的Yakult产品市场占有率也非常高。对于益生菌膳食补充剂产品而言,前十大品牌主要被少数跨国企业霸占,如法国的Sanofi-Aventis,日本的Taisho,美国的Procter & Gamble、Novartis、Pfizer、Amerifit Nutritio公司,意大利的Sofar SpA、Sigma-Tau Industrie Farmaceutiche Riunite SpA、Montefarmaco SpA公司以及德国的Bayer公司,中国还没有企业跻身益生菌膳食补充剂前十大品牌^[2]。

1.1.4 市场竞争趋于激烈

部分微生物健康产品行业内企业数量较多,产品同质化程度较高,市场价格竞争加剧,企业间的竞争比较激烈。另外,国际型企业在生产管理、质量控制、品牌宣传等方面具有较大优势,它们以不同方式进入本地市场,对市场产生了一定影响。再加上微生物健康产品属于保健品或零售业范畴,市场化程度高,买方议价能力较强,企业竞争会更加激烈。

1.2 微生物健康产业技术发展趋势

1.2.1 微生物种质资源挖掘与保藏技术

微生物菌种资源的占有已成为体现国家综合国力的一个重要方面。随着微生物健康产业在健康产业中比例不断提高,发达国家和企业将微生物种质资源作为产业竞争的重要因素,正在加紧开展微生物资源的挖掘工作。在微生物资源挖掘和鉴定方面,现代分子标记技术的应用为微生物种质资源分类鉴定评价提供了一个新的方向^[3-8],利用组学及现代先进测序技术为基因组时代从微生物中快速寻找和筛选功能分子提供有力的支撑^[9-11]。另外,微生物菌种保藏是保证菌种质量的前提和基础,建立科学有效的微生物菌种保藏方法,不仅可以使菌种保存优良性状,保持其稳定性、活力与产量,而且对于后续种质资源的保存及利用都有极其重要的作用。目前,食用菌保藏研究主要集中在冷冻真空干燥、培养基保存、矿油封藏法和液态氮超低温冻结法等方面^[12-14]。

1.2.2 微生物健康产品功效稳定性保护技术

保护微生物菌剂或功能性成分,使其不被破坏,才能更好地发挥其作用。以益生菌为例,需做到加工过程中保持益生菌的益生特性,并改善它们在胃肠道中的存活率和稳定性。由于益生菌活性与配料的水分活度、产品保藏的温度及时间紧密相关,为此,益生菌产品在货架期内维持有效剂量、保证菌株活性是产品研发亟需解

决的问题。目前,益生菌产品的保护技术主要包括喷雾干燥^[15]、冷冻干燥^[16]和包埋^[17-18]等,其中,微胶囊包埋技术是一种广泛使用的能有效保护益生菌活性和抵抗不良环境影响的技术手段^[17,19-20],如何开发优质的包埋基质以及益生菌与酶制剂、益生元配合等技术成为研究的重点之一。

1.2.3 微生物健康产品功能评价技术

微生物健康产品功效评价包括微生物、免疫、营养、基因组、蛋白质组、代谢组、生物信息学等众多学科方面的技术^[21-25]。近年来,肠道微生态与人体健康的联系成为热门研究领域,其中,益生菌与健康、益生菌与肠道微生态成为了研究的重点,基础研究的深入以及科技成果的推进为准确地评价和筛选具有特定功能的微生物健康产品奠定了基础。基于生化免疫、聚合酶链式反应、芯片、测序、生物信息学等技术集成开展微生物健康产品功效评价,进一步揭示微生物群落和益生菌在生物体内所发挥的作用,阐明微生物健康产品对机体的功能机理,为推进开发适合不同消费者的微生物健康产品提供支撑。另外,对于益生菌的功能性研究,逐步由单菌株功能的充分研究,开始转向复合菌的功能性研究^[20]。

1.2.4 微生物健康产品功效成分提取及检测技术

随着微生物健康产品具有调节免疫^[26-27]、抗氧化^[28-29]、降血脂^[30-31]和降血糖^[32-34]等功效的证实^[35-36],一些微生物健康产品逐渐进入市场。但是,目前提取的功能活性成分不稳定、剂型单一,为此,需要借助超临界^[37]、膜分离^[38]、超微粉碎^[39]、微胶囊^[22,40-41]等各种技术,研发功能成分清晰、作用机理清楚、功效明显、产品稳定性高的具有特色风味、营养和功能的食品配料。另外,随着近红外光谱、拉曼光谱等无损快速分析技术的发展,酶联免疫技术在功能分子检测领域的不断进步,基因测序、指纹图谱技术在产品鉴别及质量评价中的广泛应用,以及色谱、质谱等各种新型分析技术的更新,使微生物健康产品中特色功效成分、风味物质以及营养成分的快速检测技术开发成为可能。

1.2.5 微生物健康产品精深加工技术

微生物在不同领域更多的创新应用突破了传统应用,这得益于最新的科研技术发展,使更多产品上市变为可能。除了益生菌在乳制品、饮料等微生物健康产品应用技术升级外,各企业加强了益生菌在其他产品中的应用开发^[42]。食用菌健康产品的研究主要集中于无毒性、无公害、无污染的微生物健康产品质量调控,以减少有害微生物。食用菌发酵、新型联合干燥、粉碎、膨化、微波技术等能进一步提高产品得率和功能性成分稳定性,促进食用菌产品向精深加工方向发展。

2 我国微生物健康产业发展态势分析

2.1 我国微生物健康产业发展优势

2.1.1 拥有微生物资源优势

微生物作为全世界分布最广且拥有量最多的生物资源,其应用已涉及到诸多领域并展现出了巨大的经济价值和社会价值。根据世界知识产权组织的统计,截至2017年底,全球共收集保藏用于专利程序的生物材料107 889株(份),美国典型培养物保藏中心、中国典型培养物保藏中心和中国普通微生物菌种保藏管理中心、日本国际专利生物保藏中心、德国微生物菌种和细胞保藏中心专利生物材料保藏量位居前列(图2),中国的保藏量为25 654株,居世界第二位^[43]。尤其在食用菌资源优势方面,我国地域广阔,由南向北地跨5个气候带,该地理优势造就了我国食用菌物种的多样性。据调查,我国目前已知食用菌近1 000种,而经人工驯化后可培养形成子实体的食用菌约100种,具有可规模化生产推广的商用食用菌约50种,已用于加工生产健康产品的食用菌近30种^[44],还有大量的微生物资源亟待开发。

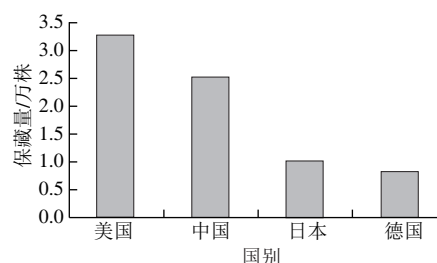


图2 世界前四位国家专利生物材料保藏量

Fig. 2 Top four countries with the largest reservation of patented biomaterials in the world

2.1.2 微生物健康产品市场潜力巨大

我国是全球人口老龄化速度最快且数量最多的国家,伴随着人口的老龄化,健康产业中的老年市场需求量也日益走高。据产业信息网数据显示,大健康产业市场规模逐渐扩大,呈上升趋势,且增长速度较快(表2)。目前,世界微生物健康产品的供需正在快速增长,尤其是亚太地区,以保健品为例,亚太地区是全球第二大保健品消费市场,规模仅次于美国,年销售额超过全球总额的40%左右^[45]。据2018年中国保健协会数据显示,我国保健品的年销量已经超过2 000亿元,市场份额已位居世界第二位^[46]。另外,由于工作、生活等多方面的压力,亚健康人群数量在不断增加,随着人口老龄化规模的增大和速度的加快,预计到2050年,65岁及以上人口比例将增至16%^[47],有巨大的市场需求。另外,国际经验表明,当人均GDP超过6 000美元时,民众消费进入典型的消费升级周期^[48],健康产业的市场需求量巨大。

表2 2011—2016年中国健康服务产业规模
Table 2 China's health service industry scale from 2011 to 2016

年份	2011	2012	2013	2014	2015	2016
金额/亿元	25 923	29 915	37 363	44 988	49 985	56 073

2.2 我国微生物健康产业发展劣势

2.2.1 研究体系不完善

近年来,我国的微生物健康产业发展速度迅猛,呈现出一派生机勃勃的景象,然而,在全球经济形势下,我国的微生物健康产业也凸显出一些问题,面临着诸多挑战。在科学研究方面,我国在发展健康产业的基础前沿研究、平台基地建设、人才团队培养等方面已具备良好基础,科技实力不断提升,也取得了一系列成果,但我国健康产业领域的整体研究实力比较薄弱,还存在不系统和不深入等问题。以益生菌为例,截止2018年,全球共申请益生菌相关专利44 759件,我国共申请相关专利19 049件。我国专利申请中前三位分别是中国光明乳业、浙江劲膳美生物科技股份有限公司和江南大学^[49]。我国申请的益生菌专利主要集中于益生菌在食品、动物饲料等领域中的应用,而新型益生菌开发和原料制备工艺方面的专利较少,科技创新能力和核心竞争力亟待提高。再加上对微生物菌种质量评价、功效评价、菌剂生产、保存技术、精深加工产品的调控以及专用设施设备等方面的研究不深入,需要切实加强健康产业科技创新,构建微生物健康产业科技支撑体系。

2.2.2 拥有自主知识产权菌株少

尽管我国拥有资源优势,但由于缺少对微生物基础研究的深度,缺乏对育种需要的种质资源、生产种类的基本遗传学和生理学的系统研究,难以培育出具有自主知识产权、高生产潜力的菌株。在益生菌领域,虽然一些研究机构、大学和企业获得了一些菌株,如中国农业大学获得了长双歧杆菌BBMN68、青春双歧杆菌BBMN23、动物双歧杆菌A6、干酪乳杆菌L9、唾液乳杆菌FDB86等10余株菌株,江南大学获得了植物乳杆菌CCFM8661、植物乳杆菌8610、ST-III等菌株,北京科拓恒通生物技术股份有限公司拥有干酪乳杆菌Zhang、植物乳杆菌P-8、乳双歧杆菌V9、瑞士乳杆菌H9等菌株,江苏微康生物科技有限公司、河北一然生物科技有限公司、润盈生物工程(上海)有限公司等也在不断开发微生物菌株^[1],但核心菌株对国外的依赖度超过90%,应用到酸奶产品的菌株对国外依赖度几乎达100%,批准应用于婴幼儿食品的9种菌株大多都来自外国^[50]。核心菌株拥有量和关键技术相对落后,显著降低了我国微生物健康产业的竞争力。

2.2.3 产品供需不平衡

微生物健康产业是国民经济的重要组成部分,肩负着消费者健康和促进经济发展的双重使命,微生物健康

科技是产业发展的基石,依靠科技创新可以更好地实现微生物健康产业的供给侧改革。近两年来,部分微生物健康产品同质化严重,出现了全国或区域性的产能过剩。另外,我国已经进入到消费提升阶段,居民对健康提出了更高的要求,而有关产品的研制、开发、销售和管理机制等发展相对缓慢且不成熟,不能满足消费者更高的健康需求,微生物健康产品的供给亟待增长。另外,一些老人、妇女、儿童以及具有亚健康状态等的特殊人群对有特殊功能的微生物健康产品需求增加,导致产品供给两端出现不平衡,亟需进行供给侧改革,调整产业结构,形成微生物健康初级与精深加工互补的产业发展新格局。

2.2.4 管理制度和政策体系不完善

从政策上看,尽管近些年许多省市出台了微生物健康产业政策,但总体上产业发展与政策仍不配套,有待进一步完善。虽然微生物健康产业存在众多优势,但是与传统产业相比政策支持力度较小,导致其产业链上的菌种挖掘、技术开发、规模生产及设备设施研发等方面没有形成完善的技术模式,再加上法律法规不完善、学科建设不系统、人才培养机制不健全等,使得我国微生物健康产品的自主研发和创新能力较低,总体上还处于初级阶段。另外,我国目前暂时尚未制定微生物健康产品统一的市场准入规则,相关的行业标准也不完善,这严重阻碍了微生物健康产业的发展^[51]。部分微生物健康产品市场准入门槛较低,行政监管不严,企业仅重视产品营销,而不注重产品质量,出现以次充好的现象,致使消费者对产品的信任度降低^[51-52]。另外,在益生菌药品领域,现行政府监管模式及审批机制存在不足,给企业带来诸多困难和障碍,严重制约了创新产品的开发,阻碍了产业发展^[53]。

2.3 我国微生物健康产业发展机遇

2.3.1 经济发展质效不断提升

我国经济的快速发展以及人民的收入与消费双增长,为微生物生命健康产业发展奠定了良好的经济基础。目前,我国经济发展进入新常态,持续保持了中高速增长,增速位居于世界主要经济体最前列,良好的经济发展形势为健康产业的发展提供了稳定的发展环境。目前欧美国家健康产业总产值占国内生产总值比例均超过了10%,而我国仅为5%左右,从产业规模到发展阶段均滞后于发达国家^[53]。另外,据国家统计局数据显示,我国城镇农村居民人均可支配收入逐渐增加(表3)。近年来,城镇人均健康产品支出的年均增长率为15%左右,农村居民人均消费支出的年均增长率为21%左右。随着我国经济和居民生活水平的快速提高,对健康的态度和观念也发生了变化,我国居民对自身和家庭成员的健康提出了更高要求,为微生物健康产业的发展带来了新的机遇。

表3 2015—2019年全国城镇农村人均可支配收入
Table 3 Per capita disposable income in urban and rural areas nationwide from 2015 to 2019

年份	城镇居民人均可支配收入/元	农村居民人均可支配收入/元
2015	31 195	11 422
2016	33 616	12 363
2017	36 396	13 432
2018	39 251	14 617
2019	42 359	16 021

2.3.2 党和国家对健康产业高度重视

党和国家对健康产业的重视可为健康产业的发展提供充分保障。2017年10月18日,习近平总书记在十九大报告中指出“实施健康中国战略,要完善国民健康政策,为人民群众提供全方位全周期健康服务”。2016年10月,中共中央、国务院印发了《“健康中国2030”规划纲要》。至2030年,建立起体系完整、结构优化的健康产业体系,形成一批具有较强创新能力和国际竞争力的大型企业,成为国民经济支柱性产业。积极促进健康与养老、旅游、互联网、健身休闲、食品融合,催生健康新产业、新业态、新模式。2019年7月15日,国务院印发《国务院关于实施健康中国行动的意见》(以下简称《意见》),《意见》中强调,国家层面成立健康中国行动推进委员会,制定印发了《健康中国行动(2019—2030年)》。2019年7月15日,国务院印发了《健康中国行动组织实施和考核方案》(以下简称《方案》)。《方案》中提出,建立健全组织架构,依托全国爱国卫生运动委员会,成立健康中国行动推进委员会。随着健康中国成为国家战略,以及政策文件的发布实施,部门和地方健康产业政策的制定(表4),中国健康产业将迎来快速发展的机遇期。

表4 中国微生物健康产业相关政策文件
Table 4 China's policy documents on microbial health industry

年份	部门	政策文件
2016	国务院	《“健康中国2030”规划纲要》
2016	国务院	《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》
2016	国务院	《“十三五”生物产业发展规划》
2016	国家发展改革委	《促进民间投资健康发展若干政策措施》
2017	国务院	《国民营养计划(2017—2030年)》
2019	国务院	《国务院关于实施健康中国行动的意见》
2019	国务院	《健康中国行动组织实施和考核方案》
2019	健康中国行动推进委员会	《健康中国行动(2019—2030年)》
2019	国家发展改革委等21部门	《促进健康产业高质量发展行动纲要(2019—2022年)》

2.3.3 自主创新能力日趋增强

微生物健康产业的发展需要强大的科研力量支持。为了推动科技发展,政府和企业逐年加大微生物健康研发投入,吸收消化外来先进技术,自主创新能力日趋增强。据科技部发布的2018年中国科学研究与试验发展(research and development, R&D)经费投入,从企业、

研发机构与高等学校R&D分布情况来看(表5),企业是产业发展技术创新的主要拉动力。健康产业市场发展良好、日渐成熟,出现了一些注重技术创新的益生菌、食用菌、螺旋藻相关产品的新型企业,正在向着国际化、产业化、集团化及现代化迈进。

表5 企业、研发机构与高等学校R&D分布
Table 5 R&D distribution of enterprises, research institutions and universities

部门	金额/亿元	总体比例%
企业	15 233.7	77.4
研发机构	2 691.7	13.7
高校	1 457.9	7.4

2.4 我国微生物健康产业发展挑战

2.4.1 国际竞争日趋激烈

目前,全球微生物健康经济发展迅速,微生物健康产品新型企业的经营业绩远好于传统企业、前景良好,吸引了大型跨国集团资金投入。另外,国际贸易关税逐步降低,非关税壁垒日趋减少,快速推进了国际市场间的交流。此外,国际著名微生物健康产品企业正加速其产品、技术、资金、市场等向欠发达国家的渗透,合资、独资企业不断涌现,市场国际化成为必然。目前,我国微生物健康产业正处于由初期向成熟期发展的过渡期,大量跨国企业针对东方文化和习俗差异,制定有针对性的市场拓展策略,使得大量产品进入我国市场,对于我国这种健康产业发展起步较晚的国家来说是一种挑战。再加上微生物健康产品属于保健品或零售业范畴,市场化程度高,买方议价能力较强,企业竞争会更加激烈。同时,国际上加大了对自主知识产权的保护力度,提高了技术壁垒,使得国内企业将面临更加激烈的国际竞争。

2.4.2 产品研发需要创新

实现微生物健康产业良好发展,离不开技术创新。由于国外对微生物健康产品研发早,积累了具有知识产权的菌株和产品开发技术,跨国企业的国际竞争力较强,产品研发的技术垄断优势已严重威胁了我国的微生物健康产业发展。目前,我国微生物健康产品总体处于产品研发、市场培育和发展阶段,产品特色优势不明显、创新能力不足、产品单一、趋于同质化,加剧了同类产品的市场竞争,致使企业效益低、整体发展缓慢。例如益生菌酸奶领域,国内常温酸奶的企业有40~50家,包括伊利安慕希、蒙牛纯甄、光明莫斯利安外、君乐宝开菲尔、皇氏摩拉菲尔、新希望里海和鲜花、卫岗弗瑞希、圣牧全程有机酸奶、银桥格瑞希有机酸奶等,市场竞争异常激烈。在婴幼儿奶粉领域,包括金领冠珍护、金领冠菁护、飞鹤臻爱倍护、圣元优强蜜蓓、蓝河姆阿普、贝特佳、宜品益臻、宜品欧能多启辉、

美庐优培、欧比佳可唯安、惠氏贝睿思等产品,企业争分市场,竞争白热化。在食用菌方面,由于缺乏食用菌的高质化利用、深加工技术,初级产品太多,精深加工企业少,加大基础性技术研究和产业通用技术研究是亟待解决的大问题。另外,跨国企业还在不断增加研发方面的投入,通过研发功能差异化的特色微生物健康产品,较早的占领市场,这对我国微生物健康产业发展来说是一个挑战。

3 我国微生物健康产业发展建议

3.1 加大政策支持力度

微生物健康产业发展与战略作用的凸显离不开政府引导和相关支持。需要加大包括科研投入、法律法规制定以及产业配套政策等支持力度,促进产业发展。在科研方面,国家需要设立微生物健康产业重大专项,统一规划、统一部署,支撑产业发展,加强健康产业政策规划的顶层设计^[54],强化微生物健康产业财政、金融政策支持。在食用菌产业政策方面,完善食用菌良种和农机补贴政策、龙头企业专项补贴政策、技术推广支持政策、产业风险补偿基金政策等^[55],构建完善多元投融资体系,为健康产业发展提供保障。

3.2 建立微生物健康产业种质资源平台

针对微生物种质资源表型鉴定与深度挖掘的前瞻性、针对性、精准性不强等问题,国家应进行战略性部署,加大微生物资源挖掘力度,对微生物健康产业重要资源开展全面持续的调查和收集。结合细胞学、生物化学、形态学以及分子生物学优势,建立食用菌^[56]、益生菌等微生物种质资源综合评价体系。以分子标记等技术为手段^[56-57],高效筛选和评价微生物菌种、基因及代谢产物,获得在微生物健康产业具有应用前景的核心菌株、复合微生物体系、基因、酶及其他代谢产物,建立微生物健康产业种质资源平台,实现微生物资源储备、研究评价和开发利用的有机整合。

3.3 构建微生物健康产业研究技术体系

针对微生物菌种在保存过程中品质变化和活力降低等问题,开展微生物菌种保藏技术、方法和保护剂开发研究;针对微生物及其代谢产物作用功效不清楚、不明确,以及益生菌等微生物健康产品缺乏统一的评价标准等问题^[58],开展微生物及代谢产物功效机理、功效评价技术以及评价体系研究;针对微生物及其代谢成分在产品应用中稳性差等问题,开展微生物健康产品功效稳定性保护技术研究;针对微生物产品同质化现象,为满足不同消费者需求,进行健康产品的开发^[59],特别是针对孕妇、老年人以及亚健康状态人群对微生物健康产品的特殊需求,加大膳食补充剂、营养强化食品、功能食

品、特殊医学用途食品等微生物类产品的技术研究及设备开发,加强健康产品精深加工技术研发^[60],研制剂型多元化、功能差异化的微生物健康产品,以支撑微生物健康产业发展。

3.4 完善相关法律法规和标准体系

微生物健康产业在我国刚刚起步,作为新兴经济增长点,急需政府从宏观角度制订促进微生物健康产业发展的相关法律、法规和标准。微生物资源收集、保藏和开放共享仍然缺乏实用、有效的制度保障,建议针对发明专利、生物安全等领域,研究出台微生物资源保藏和共享制度,避免微生物资源的流失和滥用,切实保障战略目标的实现。针对标准缺失问题,应进行顶层设计,规划制定包括微生物健康产品检测、功能评价、质量控制等标准。通过政府引导,促进微生物健康产业相关行业协会,协助政府制定相应的规范和标准^[52],强化标准实施,规范市场运营,完善市场秩序,保证产品质量,促进微生物健康产业良性发展。

4 结 语

微生物健康产业是大健康产业的重要组成部分,在保障消费者健康、促进社会和经济发展中发挥着重要作用。目前,在健康中国战略实施背景下,我国微生物健康产业具备良好的经济基础,政策支持力度加大,企业自主创新能力日趋增强,拥有微生物资源丰富、产品消费潜力巨大等优势,但目前我国微生物健康产业在研究体系构建、菌株选育、技术创新、市场竞争等方面均与发达国家存在一定差距,亟待加强微生物健康产业顶层设计和战略布局,加大政府支持度,建立微生物种质资源平台,构建微生物健康产业技术体系,完善法律法规和标准等措施,促进我国微生物健康产业转型升级和高质量发展。

参考文献:

- [1] 马赛荣,王新明,崔艳,等. 益生菌产业的发展 and 趋势[J]. 生物产业技术, 2019(3): 99-104. DOI:10.3969/j.issn.1674-0319.2019.03.011.
- [2] 毛开云,陈大明,范月蕾,等. 益生菌产业竞争态势分析研究[J]. 竞争情报, 2018, 14(2): 30-34. DOI:10.19442/j.cnki.ci.2018.02.007.
- [3] HASHEMIPETROUDI S H, NEMATZADEH G, AHMADIAN G, et al. Expression analysis of salt stress related expressed sequence tags (ESTs) from *Aeluropus littoralis* by quantitative real-time PCR[J]. Bioscience Biotechnology Research Communications, 2016, 9(3): 445-456. DOI:10.21786/bbrc/9.3/16.
- [4] LEACHÉ A D, OAKS J R. The utility of single nucleotide polymorphism (SNP) data in phylogenetics[J]. Annual Review of Ecology Evolution and Systematics, 2017, 48(1): 69-84. DOI:10.1146/annurev-ecolsys-110316-022645.
- [5] DOUILLARD F P, RIBBERA A, JÄRVINEN H M, et al. Comparative genomic and functional analysis of *Lactobacillus casei*

- and *Lactobacillus rhamnosus* strains marketed as probiotics[J]. Applied and Environmental Microbiology, 2013, 79(6): 1923-1933. DOI:10.1128/AEM.03467-12.
- [6] 陈源源. 基于分子标识的工业微生物资源快捷分类与鉴定[D]. 无锡: 江南大学, 2018: 8-12.
- [7] 张晶, 崔颂英, 牛长满. 分子标记技术在食用菌种质鉴定中的应用[J]. 中国园艺文摘, 2010, 26(3): 45-46. DOI:10.3969/j.issn.1672-0873.2010.03.018.
- [8] 杨捷琳, 袁辰刚, 窦同海, 等. 深度测序技术检测益生菌产品菌株组成及16S rDNA序列[J]. 食品科学, 2013, 34(20): 247-251. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201320051.
- [9] MERRIMAN B, TEAM I T, ROTHBERG J M. Progress in ion torrent semiconductor chip based sequencing[J]. Electrophoresis, 2012, 33(23): 3397-3417. DOI:10.1002/elps.201200424.
- [10] HUTTENHOWER C, GEVERS D, KNIGHT R, et al. The Human Microbiome Project (HMP) Consortium. Structure, function and diversity of the healthy human microbiome[J]. Nature, 2012, 486: 207-214. DOI:10.1038/nature11234.
- [11] LI J H, JIA H J, CAI X H, et al. An integrated catalog of reference genes in the human gut microbiome[J]. Nature Biotechnology, 2014, 32(8): 834-841. DOI:10.1038/nbt.2942.
- [12] 孔维丽, 袁瑞奇, 孔维威, 等. 食用菌菌种保藏历史、现状及研究进展概述[J]. 中国食用菌, 2015, 34(5): 1-5. DOI:10.13629/j.cnki.53-1054.2015.05.001.
- [13] 冯云利, 郭相, 邵丽梅, 等. 食用菌种质资源菌种保藏方法研究进展[J]. 食用菌, 2013, 35(4): 8-9; 17. DOI:10.3969/j.issn.1000-8357.2013.04.004.
- [14] 郭玲玲. 微生物菌种保藏方法及关键技术[J]. 微生物学杂志, 2019, 39(3): 105-108. DOI:10.3969/j.issn.1005-7021.2019.03.014.
- [15] 曲微, 范俊华, 霍贵成. 益生菌喷雾干燥技术的研究进展[J]. 乳品加工, 2008(4): 36-38. DOI:10.3969/j.issn.1671-4393.2008.04.010.
- [16] NAVARTA L G, CALVO J, POSETTP P, et al. Postharvest control of gray mold in apples with lyophilized formulations of *Cryptococcus laurentii*: the effect of cold stress in the survival and effectiveness of the yeast[J]. Food and Bioprocess Technology, 2014, 7(10): 2962-2968. DOI:10.1007/s11947-014-1303-0.
- [17] 田文静, 孙玉清, 刘小飞. 益生菌微胶囊技术及其在食品中的应用研究进展[J]. 食品工业科技, 2019, 40(16): 354-362. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2019.16.059.
- [18] ZHANG Y, LIN J, ZHONG Q X. The increased viability of probiotic *Lactobacillus salivarius*, NRRLB-30514 encapsulated in emulsions with multiple lipid-protein-pectin layers[J]. Food Research International, 2015, 71: 9-15. DOI:10.1016/j.foodres.2015.02.017.
- [19] 张秀敏. 益生菌功能特性、技术难点及发展趋势: 江南大学食品学院院长陈卫教授专访[J]. 乳业科学与技术, 2012, 35(4): 7-9. DOI:10.15922/j.cnki.jdst.2012.04.003.
- [20] 张勇, 刘勇, 张和平, 等. 世界益生菌产品研究和发展趋势[J]. 中国微生态学杂志, 2009, 21(2): 185-192. DOI:10.13381/j.cnki.cjm.2009.02.002.
- [21] REZZI S, RAMADAN Z, FAY L B, et al. Nutritional metabonomics: applications and perspectives[J]. Journal of Proteome Research, 2007, 6(2): 513-525. DOI:10.1021/pr060522z.
- [22] MA G X, YANG W J, MARIGA A M, et al. Purification, characterization and antitumor activity of polysaccharides from *Pleurotus eryngii* residue[J]. Carbohydrate Polymers, 2014, 114: 297-305. DOI:10.1016/j.carbpol.2014.07.069.
- [23] 戴璐, 袁亚宏, 张宇翔, 等. 抗食源性致病菌益生菌的筛选及其抑菌活性评价[J]. 食品科学, 2018, 39(24): 93-101. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201824015.
- [24] 郑恒光, 沈恒胜, 杨道富, 等. 杏鲍菇菇头多糖的结构鉴定及生物活性评价[J]. 食品科学, 2019, 40(22): 7-13. DOI:10.7506/spkx1002-6630-20181126-292.
- [25] YING J, WANG J, JI H J, et al. Transcriptome analysis of phycocyanin inhibitory effects on SKOV-3 cell proliferation[J]. Gene, 2016, 585(1): 58-64. DOI:10.1016/j.gene.2016.03.023.
- [26] CHEN J, WRIGHT K, DAVIS J M, et al. An expansion of rare lineage intestinal microbes characterizes rheumatoid arthritis[J]. Genome Medicine, 2016, 8(1): 1-14. DOI:10.1186/s13073-016-0299-7.
- [27] LIU Z G, XING J, ZHENG S S, et al. *Ganoderma lucidum* polysaccharides encapsulated in liposome as an adjuvant to promote Th1-bias immune response[J]. Carbohydrate Polymers, 2016, 142: 141-148. DOI:10.1016/j.carbpol.2016.01.021.
- [28] KLEIN B C, WALTER C, LANGE H A, et al. Microalgae as natural sources for antioxidative compounds[J]. Journal of Applied Phycology, 2012, 24(5): 1133-1139. DOI:10.1007/s10811-011-9743-7.
- [29] 马艳芳. 螺旋藻肽的制备及其抗氧化性研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2016: 7-15.
- [30] LINDSAY K, MAGUIRE O, SMITH T, et al. A randomized controlled trial of probiotics to reduce maternal glycaemia in obese pregnancy[J]. American Journal of Obstetrics & Gynecology, 2014, 210(1): S342. DOI:10.1016/j.ajog.2013.10.728.
- [31] 韦云路, 刘义, 王瑶, 等. 3株益生菌体外降胆固醇能力及体内降血脂效果评价[J]. 食品科学, 2017, 38(23): 129-134. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201723021.
- [32] ZHAO L P, ZHANG F, DING X Y, et al. Gut bacteria selectively promoted by dietary fibers alleviate type 2 diabetes[J]. Science, 2018, 359: 1151-1156. DOI:10.1126/science.aao5774.
- [33] 闫芬芬, 李娜, 李柏良, 等. 益生菌对II型糖尿病影响的研究进展[J]. 食品科学, 2019, 40(21): 295-302. DOI:10.7506/spkx1002-6630-20181029-331.
- [34] RABOT S, MEMBREZ M, BRUNEAU A, et al. Germ-free C57BL/6J mice are resistant to high-fat-diet-induced insulin resistance and have altered cholesterol metabolism[J]. FASEB Journal, 2010, 24(12): 4948-4959. DOI:10.1096/fj.10-164921.
- [35] 马明. 人体肠道微生物组学与大健康产业[J]. 科学, 2018, 70(6): 23-28. DOI:10.3969/j.issn.0368-6396.2018.06.006.
- [36] 韩璐瑶. 益生菌的功能及其在功能食品中的应用[J]. 现代食品, 2019(12): 101-104. DOI:10.16736/j.cnki.cn41-1434/ts.2019.12.033.
- [37] LIANG M T, LIANG R C, HUANG L R, et al. Supercritical fluids as the desorbent for simulated moving bed-application to the concentration of triterpenoids from *Taiwanofugus camphorate*[J]. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 2014, 45: 1-8. DOI:10.1016/j.jtice.2013.10.013.
- [38] 蔡铭, 陈思, 骆少磊, 等. 膜分离与醇沉技术纯化猴头菇粗多糖的比较[J]. 食品科学, 2019, 40(9): 83-90. DOI:10.7506/spkx1002-6630-20180508-112.
- [39] ZHANG M, WANG F, LIU R, et al. Effects of superfine grinding on physicochemical and antioxidant properties of *Lycium barbarum* polysaccharides[J]. LWT-Food Science and Technology, 2014, 58(2): 594-601. DOI:10.1016/j.lwt.2014.04.020.
- [40] HUGUES-AYALA A M, SARABIA A, GONZÁLEZ-RÍOS H, et al. Airbrush encapsulation of *Lactobacillus rhamnosus* GG in dry microbeads of alginate coated with regular buttermilk proteins[J]. LWT-Food Science and Technology, 2020, 117: 1-7. DOI:10.1016/j.lwt.2019.108639.
- [41] WANG L J, YU X M, XU H Y, et al. Effect of skim milk coated inulin-alginate encapsulation beads on viability and gene expression of *Lactobacillus plantarum* during freeze-drying[J]. LWT-Food Science and Technology, 2016, 68: 8-13. DOI:10.1016/j.lwt.2015.12.001.

- [42] 张语晨. 益生菌产品全球研发趋势概述[J]. 食品安全导刊, 2019, 25(9): 47-49. DOI:10.16043/j.cnki.cfs.2019.25.014.
- [43] 杨红生. 微生物与细胞资源的保存与发掘利用[J]. 中国科学院院刊, 2019, 34(12): 1379-1388. DOI:10.16418/j.issn.1000-3045.2019.12.007.
- [44] 苏雅迪. 食用菌产业发展历史、现状分析[J]. 农村经济与科技, 2018, 29(10): 140. DOI:10.3969/j.issn.1007-7103.2018.10.089.
- [45] 陈煦. 全球保健品市场概况[EB/OL]. (2018-12-13)[2019-02-10]. <http://www.istis.sh.cn/list/list.aspx?id=11821>.
- [46] 刘敏. ZK保健品公司营销策略优化研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2019: 1-56.
- [47] 陆杰华, 刘芹. 从理念到实践: 国际应对人口老龄化的经验与启示[J]. 中国党政干部论坛, 2020(1): 90-93. DOI:10.14117/j.cnki.cn11-3331/d.2020.01.029.
- [48] 李旭辉. 我国生命健康产业发展的条件与基础[J]. 产业创新研究, 2019(3): 11-13; 30.
- [49] 施慧琳, 苏燕, 徐萍, 等. 从专利角度分析全球益生菌研发态势[J]. 科学观察, 2020, 15(1): 1-9. DOI:10.15978/j.cnki.1673-5668.202001001.
- [50] 经济日报. 酸奶菌种几乎全部依靠进口! 我国亟待解除益生菌“物种危机”[EB/OL]. (2019-06-26)[2020-05-22]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1637388872221140818&wfr=spider&for=pc>.
- [51] 石也连. 我国健康产业发展对策研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2016: 7.
- [52] 王姣, 杨文静, 叶丹, 等. 我国健康产业发展态势分析和宏观对策研究[J]. 环境与健康杂志, 2017, 34(12): 1057-1061. DOI:10.16241/j.cnki.1001-5914.2017.12.006.
- [53] 王婷婷, 徐阳洋. 关于健康产业中的互联网金融运行研究[J]. 新金融, 2016, 38(2): 37-42.
- [54] 张昕然. 深圳市健康产业发展对策研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2015: 3.
- [55] 张俊飏, 李鹏. 我国食用菌新兴产业发展的战略思考与对策建议[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2014(5): 1-7. DOI:10.13300/j.cnki.hnwxkb.2014.05.021.
- [56] 孔祥会, 姚方杰, 王鹏. 食用菌种质资源评价方法及在品种选育上的应用实践[J]. 中国食用菌, 2019, 38(12): 8-10. DOI:10.13629/j.cnki.53-1054.2019.12.003.
- [57] 罗游, 田霄飞, 王露, 等. 分子标记技术及其在益生菌分类中的应用[J]. 中国酿造, 2017, 36(11): 1-6. DOI:10.11882/j.issn.0254-5071.2017.11.001.
- [58] 冯媛媛, 乔琳, 姚宏明, 等. 益生菌安全性和有效性评价方法的研究进展[J]. 中国畜牧兽医, 2017, 44(7): 2022-2032. DOI:10.16431/j.cnki.1671-7236.2017.07.018.
- [59] 施芳芳. 我国健康产业发展的对策研究: 基于SD模型的构建[D]. 保定: 河北大学, 2017: 5.
- [60] 陈青. 食用菌产业发展趋势和研发方向的探讨[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2014(5): 1-7. DOI:10.13300/j.cnki.hnwxkb.2014.05.021.