

· 综述 ·

# 广东省海洋生物医药产业现状与发展 机遇的思考

李骏<sup>1,2#</sup>, 周雪峰<sup>1,2#</sup>, 潘剑宇<sup>1,2#</sup>, 田新朋<sup>1,2</sup>, 鞠建华<sup>1,2\*</sup>

(1. 中国科学院南海海洋研究所 中国科学院热带海洋生物资源与生态重点实验室, 广东省海洋药物重点实验室, 广东广州 510301; 2. 南方海洋科学与工程广东省实验室(广州), 广东广州 511458)

**摘要:** 广东省海洋资源丰富, 海洋经济实力雄厚, 海洋国内生产总值连续 25 年占据全国领先地位。海洋生物医药产业作为广东海洋经济高质量发展的重要组成部分, 近年在广东省政府多方面推进与积极部署下, 在海洋生物资源挖掘、海洋药物研究和开发、海洋健康产业研发等方面取得长足的进步。基于此, 本文对广东省海洋生物医药产业及其代表性技术进行概述, 并总结产业发展的优势, 同时对现今产业的发展进行了若干思考, 以期广东省海洋生物医药产业的发展提供新的思路。

**关键词:** 广东; 海洋生物医药; 产业现状; 发展机遇

中图分类号: R282.77

文献标志码: A

文章编号: 1002-3461(2021)01-041-08

## Visions of the industry status and development opportunities of marine biomedicine in Guangdong Province

LI Jun<sup>1,2#</sup>, ZHOU Xue-feng<sup>1,2#</sup>, PAN Jian-yu<sup>1,2#</sup>, TIAN Xin-peng<sup>1,2</sup>, JU Jian-hua<sup>1,2\*</sup>

(1. CAS Key Laboratory of Tropical Marine Bio-resources and Ecology, Guangdong Key Laboratory of Marine Materia Medica, South China Sea Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510301, China; 2. Southern Marine Science and Engineering Guangdong Laboratory (Guangzhou), Guangzhou 511458, China)

**Abstract:** In Guangdong Province, the marine resources are rich and marine-related gross domestic product has been a leading position in our country for the past 25 years. As an important part for the high-quality development of Guangdong's marine economy, the marine biomedicine industry has been promoted under the Guangdong Provincial Government in recent years. Guangdong Province has obtained a significant achievement in the field of marine biological resource mining, marine drugs and marine health industry. In this regard, this review outlined the marine biomedical industry and its representative technologies in Guangdong Province, and summarized the advantages of industrial development. Additionally, some visions on the development of the current industry were proposed, hoping to provide new insights for the vigorous development of the Guangdong's marine biomedical industry.

**Key words:** Guangdong; marine biomedicine; industry status; development opportunities

**基金项目:** 广东省海洋经济发展(海洋六大产业)专项资金项目(GDNRC[2020]070); 南方海洋科学与工程广东省实验室(广州)人才团队引进重大专项(GML2019ZD0406)资助

**# 共同第一作者简介:** 李骏(1990-), 男, 博士, 助理研究员; 周雪峰(1981-), 男, 博士, 研究员; 潘剑宇(1979-), 男, 博士, 研究员。

**\* 通讯作者:** 鞠建华, 男, 博士, 研究员。Tel: 020-89023028; E-mail: jju@scsio.ac.cn

收稿日期: 2020-10-19

海洋蕴藏着丰富的生物资源，地球上 80% 的生物资源分布在海洋里，因此开发利用海洋生物资源、研制海洋生物药物与生物制品，在推动海洋产业转型升级、提升海洋科技创新能力、占领海洋经济战略高地、建设海洋强国等方面的作用越来越突出。海洋生物医药产业主要指以海洋生物为原料，从中提取有效成份，通过高新技术生产各种海洋药物和生物制品的产业，是国家战略性新兴产业之一。根据海洋经济活动的同质性和行业划分，海洋药物和海洋生物制品（大健康）是海洋生物医药产业的两大核心。习近平总书记曾在青岛考察海洋科学与技术（试点）国家实验室时指出“打造中国的‘蓝色药库’是我们共同的梦想”<sup>[1]</sup>，表达了海洋生物科技产业的发展尤其是海洋生物医药产业具有巨大潜力。

广东位于南海之滨，管辖海域面积 41.9 万 km<sup>2</sup>，大陆岸线 4 114 km，有着得天独厚的海洋资源，海洋生产总值连续 25 年居全国第一，约占全国的 1/5，是海洋经济大省<sup>[2]</sup>。海洋生物医药产业作为广东海洋经济发展的重要方向之一，其发展起步较早，拥有良好的科技基础，发展潜力较大。因此，本文通过对广东省海洋生物产业的发展现状和代表性技术情况概述，分析其产业发展中的优势，并对今后促进产业的发展提出若干思考。期望在中国海洋强国战略带动下，以“一带一路”为契机，发挥粤港澳大湾区科技和产业集群优势，加大研发投入，重视企业发展导向，促进广东省海洋生物医药产业的蓬勃发展。

## 1 广东省海洋生物医药产业概况

广东省凭借丰富的海洋生物资源，并在中国实现蓝色经济的带动下，逐渐从海洋大省迈向海洋强省。2018 年 3 月 7 日，习近平总书记在参加十三届全国人大一次会议广东代表团审议时强调，要把海洋经济等战略性新兴产业发展作为重中之重，构筑产业体系新支柱。广东省省委、省政府高度重视发展海洋经济，省委第十二次党代会提出“建设海洋经济强省，打造沿海经济带，拓展蓝色经济空间”。省委十二届四次全会确定以海洋生物在内的海洋六大新兴产业为抓手，建设全国海洋经济发展高地。《中共广东省委广东省人民政府印发关于贯彻落实〈粤港澳大湾区发展规划纲要〉的实施意见》、《广东省推进粤港澳大湾区建设三年行动计划（2018—2020 年）》均提出要大力发展海洋六大产业，可见海洋新兴产业的发展尤为迫切。根据《海洋生产总值核算制度》，经由自然资源部初步核算，2019 年广东省海洋生产总值为 2.11 万亿元，比上年增长 9.0%，连续 25 年位居全国首位。海洋生产总值占全国海洋生产总值的 23.6%，占全省地区生产总值的 19.6%，海洋经济已成为广东经济发展的“蓝色引擎”，广东也成为我国海洋经济发展的核心区之一，2015—2019 年广东海洋生产总值情况见图 1<sup>[2]</sup>。近年，随着海洋传统产业结构调整，海洋生物医药产业等新兴产业进一步迈向高端化、智能化，成为海洋经济转型升级的新动能。此外，在省政府的大力支持下，广东省海洋生物医药产业获得了部分优势技术和喜人成果，产业的发展逐渐加快。

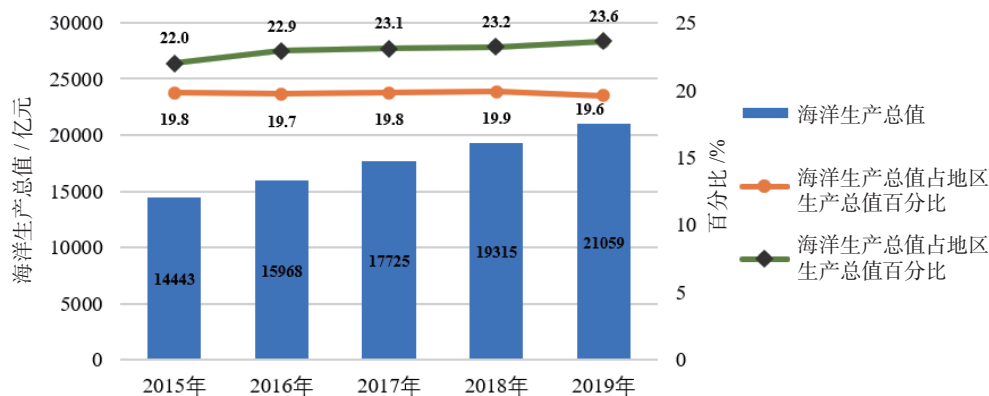


图 1 2015—2019 年广东海洋生产总值情况

Fig.1 Guangdong's gross marine product from 2015 to 2019

## 2 广东省海洋生物医药产业的代表性技术情况

海洋生物医药产业关键技术是产业发展的核心动力, 关键核心技术受制于人已成为制约经济高质量发展的瓶颈。广东省主要依托中科院南海海洋研究所、中山大学等科研单位和重要研究平台, 在海洋生物医药领域取得了卓有成效的进展, 特别是在海洋生物资源挖掘、海洋天然产物和海洋药物研发以及海洋微生物新型酶和肽的生物制品研发技术中显得尤为突出。这些关键技术是广东省海洋生物医药产业发展的根基和优势所在, 是建设海洋生物医药产业强省的必备条件, 已经取得了显著的技术成果。

### 2.1 海洋生物资源调查研究和挖掘利用

广东省对我国南海海洋生物资源的调查和利用研究起步较早。早在 20 世纪 20 年代, 中山大学就开展了南海近岸渔业资源调查研究以及西沙地质和生物资源调查<sup>[3]</sup>。20 世纪 50 年代末以来, 中科院南海海洋研究所在南海及其附属岛礁开展大型海洋科学考察<sup>[4]</sup>。由南海海洋研究所牵头承担的科技部科技基础资源调查专项“南海及其附属岛礁海洋科学考察历史资料系统整编”于 2017 年启动<sup>[5]</sup>。现在中科院南海海洋研究所拥有“实验 1”号、“实验 2”号和“实验 3”号 3 艘大型海洋科学考察船, 同时新型地球物理综合科学考察船“实验 6”号于 2020 年 7 月 18 日下水<sup>[6]</sup>。我国最大海洋综合科考实习船“中山大学”号于 2020 年 8 月 28 日下水<sup>[7]</sup>。广东省拥有一系列大型海洋科学考察船和成熟的海洋生物资源调查平台, 在海洋生物资源调查和挖掘等方向取得了突出的基础研究成果, 掌握了我国(特别是南海)丰富的海洋生物资源, 为海洋生物医药产业的发展提供资源和技术保障。

2009 年, 以张偲院士为首席科学家、中国科学院南海海洋研究所牵头承担的我国第一个海洋微生物 973 项目“海洋微生物次生代谢的生理生态效应及其生物合成机制”启动, 大大推动了广东省甚至全国的海洋微生物资源挖掘和研究<sup>[8]</sup>。2017 年由中山大学牵头、广东省内的中国科学院南海海洋研究所、暨南大学参与, 省外中国海洋大学、第二军医大学等单位参与, 共同建成了国内第 1 个“海洋生物天然产物化合物库”<sup>[9]</sup>。中山大学将投资 4.1 亿元建设海洋生物资源库, 包

括海洋生物基因资源库、海洋种质资源(活体)库、海洋生物化合物库及信息中心, 建设周期为 5 年<sup>[10]</sup>。中科院南海海洋研究所累积保藏了海洋微生物样本 2 万余株, 已经构建了亚洲最大的海洋放线菌菌种资源库<sup>[11]</sup>, 构建了特殊的产生物酶活性菌种资源和抗菌抗肿瘤等活性的药用微生物资源库等, 为海洋微生物活性与功能物质的可持续利用奠定坚实的基础<sup>[12]</sup>。中科院南海海洋研究所针对具有重要经济价值的海洋微藻, 建立了最大保藏容量可达 2 000 株、现存量 1 100 余株、设施功能齐全的广东省经济微藻种质资源库, 聚焦于藻种资源经济价值的挖掘, 已经建成了华南地区规模最大的海水藻种库。深圳华大海洋科技有限公司构建了“鱼类抗菌肽数据库”, 为深入研发新型饲料添加剂、保健食品或药品等提供重要的科技支撑<sup>[13]</sup>。

### 2.2 海洋生物活性物质和海洋药物研发

21 世纪以来, 我国已成为发现和报道海洋新颖天然产物最多的国家, 而广东省海洋天然产物研究较为突出, 特别是海洋微生物来源天然产物中, 广东省地区发表的新颖化合物占全国首位<sup>[14-18]</sup>。

在科技部国家重点研发计划、广东省级促进海洋经济高质量发展专项和广东省重点研发计划等项目支持下, 南方海洋科学与工程广东省实验室、中国科学院南海海洋研究所、中山大学等单位逐渐构建起海洋药物研发体系, 特别是海洋微生物来源药物先导化合物成药性评价获得较好成果, 如中科院南海海洋研究所发现的深海放线菌来源抗结核活性的怡莱霉素 E<sup>[19]</sup>、抗肾癌粉蝶霉素 GPA<sup>[20-21]</sup>, 中山大学发现的海洋微生物来源萜环类化合物 SZ-685C<sup>[22]</sup> 等抗肿瘤候选药物。此外, 暨南大学防治帕金森综合症的海洋真菌来源 Xyloketal<sup>[23]</sup>、海藻来源抗肿瘤环肽 GLD 等海洋活性分子, 均具有较好的成药性<sup>[24]</sup>。2014 年自然指数(Nature Index)中国专刊中描述了广州地区的科研贡献, 其中重点描述以中科院南海海洋研究所为主的海洋微生物药用活性成分及生物合成工作, 该所贡献了广州地区地球环境领域 43% 的指数<sup>[25]</sup>。

### 2.3 海洋健康产业和生物制品研发

在海洋健康产业和生物制品研发等方面, 广

东省在海洋生物蛋白肽、糖类、油脂等功能大分子的发掘、作用机制及功能性原料的精准备等关键技术方面具有一定优势,并通过科研单位和企业产学研合作,在技术转化和成果开发方面获得较好成果。部分成果技术在省内相关企业进行转化和推广,使广州市祺福珍珠加工有限公司的海洋精细加工珍珠产品迅速占领国内市场份额,广东海大集团股份有限公司的海水渔用饲料产品年销售量牢牢占据世界第1的位置<sup>[26]</sup>。同时,与企业合作研发一系列海洋生物制品,包括国家药准号新药“海珠口服液”、辅助调节血脂保健食品“舒通诺”、“海怡康”海水螺旋藻片剂产品、抗风湿性关节炎产品“海精灵”、高纯度藻胆蛋白荧光试剂、岩藻黄素和藻蓝等天然藻类色素,抗肿瘤藻蓝蛋白制品,海洋生物蛋白粉系列女性健康食品(深圳太太药业)、“源海”系列化妆品(佛山市安安美容保健品有限公司)、“水密码”等知名品牌产品的“海洋源萃”和“海藻盈润”系列产品(广东丹姿集团)。暨南大学“大型海藻综合开发及应用”项目共建设6个产学研平台,孵化10余家企业,其中富诺健康、赛莱拉、广东新维成为上市公司,开发了如纳米银妇用抗菌凝胶等10余款产品,近3年实现新增销售额近25亿元,新增利润近5亿元<sup>[27]</sup>。深圳海王集团在海洋生物开发上有较深厚的基础和实力,已经形成了1个海洋药物研究开发和产业化平台,并取得了丰硕的研究成果,陆续研究开发出了一系列海洋药物,取得了显著的社会效益和经济效益。目前,海王集团已初步建立了从养殖、研发、中试到上市推广的海洋药物产业链。多年来,已陆续研究开发出了近30个海洋药物和海洋营养保健食品(螺旋藻系列、海胆皇、金樽、牡蛎口服液等)。

湛江市是国家海洋高技术产业基地8个试点之一,近年来借助国家“蓝色经济”战略,湛江市海洋生物医药产业呈现出快速发展态势<sup>[28]</sup>。在海洋生物制品研发行业,培育出国联水产、恒兴水产、亚洲海产、中联水产等对虾、海蜇、扇贝、珍珠贝海洋生物制品加工企业;在海洋生物医药产业方面,拥有30余家海洋生物医药企业,包括双林生物制药、同德药业、南国药业以及科利恩生物等企业,主要代表产品有螺旋藻、海赐康、珍珠蜂皇浆、萤试剂、甲壳素、几丁聚糖等。此外,

广东医科大学于近年新成立的新型研发机构——广东湛江海洋医药研究院,研制出了治疗器官纤维化的麒麟菜多肽EZY-1成药单体、防治肺纤维化的麒麟菜多肽口服液、海藻系列日化用品、海水稻系列功能食品、用于骨损伤修复的海洋多孔骨组织修复材料等产品,产业化前景广阔<sup>[29-30]</sup>。

### 3 广东省海洋生物医药产业发展的主要优势

#### 3.1 政策优势

海洋经济作为我国经济发展的重点之一,其持续不断的壮大能一定程度缓解我国资源瓶颈、促进国内产业结构调整、推动技术创新,尤其是海洋生物医药相关产业对海洋经济的发展具有重要意义<sup>[31]</sup>。国家发改委与国家海洋局联合出台的《全国海洋经济发展“十三五”规划》指出,海洋生物医药产业作为海洋新兴产业要极力培育壮大,重点支持具有自主知识产权、市场前景广阔的、健康安全海洋创新药物,开发具有民族特色用法的现代海洋中药产品。重点发展药物酶、工具酶、工业用酶、饲料用酶等海洋特色酶制剂产品,微生态制剂、饲料添加剂、高效生物肥料等绿色农用制品,海洋生物基因工程制品以及海洋功能食品。广东省作为我国海洋经济重点发展省市,海洋经济总量名列前茅,为促进广东省海洋经济高质量发展,省政府在《广东省海洋经济发展“十三五”规划》中对加强海洋生物医药产业技术创新提出了相关的规划和布局,旨在加强广州、深圳国家生物产业基地建设,打造中山国家健康科技产业基地、华南现代中医城以及珠海生物医药科技产业园,同时依托广州萝岗、深圳坪山等地生物医药项目,搭建海洋生物医药技术支撑平台。在系列政策推动下,广东海洋生物医药相关产业将得到空前的发展,产业发展前景广阔。

2018年9月,深圳市委市政府印发《关于勇当海洋强国尖兵加快建设全球海洋中心城市的决定》,明确提出实现海洋生物医药产业重点突破,开展海洋生物医药领域的技术研发和产业化。2019年2月18日,中共中央、国务院印发了《粤港澳大湾区规划纲要》,明确指出要培育壮大海洋生物医药产业。2020年1月,深圳市印发《深圳市促进生物医药产业集聚发展指导意见及相关配套文件》、《深圳市促进生物医药产业集聚发展的

若干措施》等生物医药产业“1+3”系列政策文件,明确提出打造坝光国际生物谷精准医疗先锋区,大力发展海洋生物医药产业,依托“一库两园”(深圳国家基因库、深圳国际生物谷生命科学产业园和海洋生物产业园)配套基础搭建海洋生物医药产学研合作平台和孵化基地。

除此以外,省政府更是设立《广东省级促进海洋经济高质量发展专项资金》,用于支持海洋生物产业在内的六大海洋新兴产业的发展。据相关数据显示,2018—2020年专项资金对海洋生物产业资助达1.07亿元,对100余家海洋生物医药相关企业、高校及科研机构提供有力支持。

### 3.2 科技优势

在广东省政府的主导下,以广州、深圳为中心的珠三角产业区具有众多高校和科研单位,如中山大学、中科院南海海洋研究所、华南理工大学、深圳大学、南方科技大学等知名机构,拥有较为扎实的科技基础和研究成果,并形成一套相对完整的相关科技人才培养体系。此外,以湛江为中心的粤西产业区,海洋生物医药产业的发展已经初具规模,有如广东医科大学、广东海洋大学等机构为海洋生物医药产业提供技术支持。同时,中山大学与湛江市政府共建的“海洋生物科技创新中心”,向湛江市引入科技资源,并针对湛江市区域的需求,对其推荐相关科技成果和科技项目,开展各种产学研活动,加大组织技术攻关与转化<sup>[32]</sup>。2020年8月,江门市海洋创新发展研究中心在五邑大学揭牌,设有海洋生物医药创新中心等五大研究中心,将有利于强化江门市海洋相关政策措施的研究与分析,为政府加强海洋宏观管理提供参考和依据<sup>[33]</sup>。

广东省政府2018年11月启动建设南方海洋科学与工程广东省实验室,在广州、珠海、湛江三地同步推进,目前已形成“三足鼎立、并驾齐驱”的海洋省实验室格局,而海洋生物资源利用和海洋大健康产业等相关研究开发是三家海洋省实验室的主要研究方向之一。

### 3.3 社会和产业优势

广东省整体资产规模、产业化和市场化等方面具有一定的优势,海洋生物医药产业正呈现出蓬勃的发展态势。与国内其他地区相比,广东拥有相对健全的市场经济体制,经济发达,社会资

本强盛。据广东省统计局数据,2019年全省生产总值达10.77万亿元,较往年增长6.2%,是首个经济总量突破10万亿的省份,地区生产总值总量连续31年居全国首位。同时,根据2019年《中国区域创新能力评价报告》,广东区域创新能力连续3年稳居全国首位<sup>[34]</sup>。上述成果与广东省积极推进海洋生物技术和产业化进程,聚集了一批优秀的海洋生物技术研究人才密不可分。随着广东省海洋产业化规模的壮大和创新能力的加强,海洋生物医药产业更是涌现出一批如华大海洋、深圳海王等优秀企业,建设了一批集研发、中试、产业化为一体的海洋生物医药相关高新技术园区<sup>[35]</sup>。广东省已逐渐形成以企业为主体,产学研紧密结合的海洋科技创新体系,带动超过40亿元社会资本投入海洋科技创新领域,有52项创新成果得到转化应用。此外,《广东省级促进海洋经济高质量发展专项资金》的实施,着实有效地提升了广东省海洋生物医药产业的自主创新能力和竞争力,并产生良好的社会资本带动效应。譬如,海洋脂类与糖类转化酶的研制与产业化在项目实施期内预计累计销售额约1000万,实现在10个企业示范推广;华南近海浮游动物智能鉴定识别系统的应用预期实现社会经济价值4000万。南方海洋科学与工程广东省实验室(广州、珠海、湛江)的启动建设和高效运行,将为我国打造国际一流的海洋科学与工程研发基地,推进粤港澳大湾区海洋高科技产业发展。

## 4 加快广东省海洋生物医药产业发展的若干思考

随着海洋生物医药产业规模的不断扩大,广东省从事海洋生物医药产业的队伍也不断增加,但经过多年的发展,广东省海洋生物医药产业的发展仍未展现高附加值优势,虽然有一定规模,但产业发展仍处于孕育期,需要各级政府和企业加大引导性投入,加速跨越孕育期,实现高质量高附加值快速发展。对于如何加快广东省海洋生物医药产业发展,有以下若干思考。

### 4.1 海洋生物医药产业结构和政策引导亟待提升

海洋生物医药等极具发展潜力的科技新兴产业虽然发展很快,但总体规模较小、发现的可供开发利用的生物品种较少,与庞大的海洋生物资源储量很不相称<sup>[36]</sup>。此外,产业发展的集中度仍

较低,虽然整体呈上升趋势,但是多以生产单一品种为主,企业规模小且产业结构雷同,产品研发能力薄弱,使得广东省海洋生物医药产业产品出现差异化程度低、附加值低、技术含量不高等问题。另一方面,广东省针对海洋生物医药产业没有单独出台相应的战略性发展规划,促进产业发展的激励政策或措施只是隐含于海洋经济发展规划当中,这与海洋生物医药产业及创新主体对政策的诉求不相符合。海洋生物医药产业属于知识密集型产业,产业所应遵循的相关规定、标准大多是二三十年前制定的,并且多数是基于陆源生物的,涉及海洋生物医药产业的专项政策甚少,在一定程度上制约了相关产业的发展。

#### 4.2 海洋生物医药自主创新能力不足,人才队伍结构有待继续加强

海洋生物医药产业属于高新技术产业,在产业集群建设中应重视人才的作用。人才是实现技术创新的基础,是提升技术水平的决定性力量。政府应加强高校和科研院所高层次科研人才的培养,重点培育产业发展所需科技人才。同时应建立和完善高等人才队伍的引进和本地培育政策,科学配置、合理使用人才,特别是在关键技术重大突破、重点项目的自主研发和高端成果的应用转化方面的高层次人才(如海洋创新药物的临床研究领域),造就一批有影响力、年龄和知识结构合理的海洋生物医药产业科技创新队伍,鼓励建立“大团队、大协作、大平台、大项目、大成果”的产业科技攻关高效运行模式。

广东省海洋生物医药相关企业的科技力量主要集中在海洋医药原料和低附加值的海洋生物制品方面,支撑海洋新兴产业发展的科研力量不足,尤其是高科技含量的海洋生物制品和海洋创新药物领域,企业科技从业人员数量较少,高素质人才不足,阻碍各企业的创新技术研发与市场开拓。企业作为技术创新的主体地位尚未形成,关键技术自给率低,目前技术投入的主体仍以政府为主。

海洋生物医药产业是1个复杂且开放的系统,“企业-研究院校”优势资源的整合与共享是产业发展的重要基础。企业应与研究院校建立密切合作机制,以企业引导院校研究方向,以院校培养企业技术人才,加快高端创新人才的流动。同时,企业需要加强自身产业人才的培养,建设一套完

备的产业人才培养体系,鼓励研究院校和企业共建人才培育基地,并搭建数字化合作平台,以提供全面的信息共享与技术合作。

#### 4.3 海洋生物医药公共服务平台能力弱,产学研结合有待完善

与产业化发展需求相比,广东省现有的海洋生物医药科技研发平台功能仍然显得单一,缺乏海洋生物医药领域的国家实验室和国家重点实验室等重要平台。在海洋药物方向,虽然广东已设立省海洋药物重点实验室,但其海洋药物研发偏重于基础研究和个别环节的研发,工程化、集成化程度低,公共服务能力薄弱。此外,由于海洋生物医药科技产业自身的属性及技术研发难,具有投入高、回报周期长的特点,大多数企业在海洋生物医药开发领域仍然持观望态度,在企业发展方面没有形成一定规模。同时,科研机构与企业间的联系不足,企业、行业间的最新动态和需求未能及时反映给相关科研机构,造成科研机构对于市场需求掌握不足,研发针对性不强。完善有效的合作机制与平台的缺乏,导致行业间产学研结合不完善,降低了科技成果向生产力转化的效能。

海洋生物医药产业园区的建设和高效运行可为产业集群的发展提供载体,能有效促进海洋生物医药技术产业化与产学研集聚发展。政府应大力推进海洋生物医药产业园区的建设,给予园区内企业及科研机构一定的税收优惠,鼓励海洋生物医药相关产业的企业以及科研单位向产业园区聚集,同时利于与高校交流联系,打造产学研合作平台,提升产学研结合能力。积极推进已有一定规模的产业园区(如深圳市大鹏海洋生物产业园、龙岗海洋生物产业园等)做大做强和高效运行,建设具有影响力的海洋生物医药公共服务平台,大力支持和打造海洋生物医药产业产学研高效结合示范区。

#### 4.4 建设产业化中试技术研发服务平台,形成海洋生物医药产业链协同创新发展模式

海洋生物医药产业作为广东省重点发展的朝阳产业之一,技术成果的高效转化有利于产业的持续发展。政府应共建海洋生物医药产业化生产质量管理规范中试技术研发公共服务平台,重点打造海洋生物资源利用关键共性技术研发、中试

工程化技术研发与技术服务、海洋生物医药相关科技成果转化技术研发等核心基地,以避免企业在技术成果的中试阶段需要临时性地联合各工序企业,耗费大量的人力、费用和时间。同时,该平台的建立可便于组织有成果转化需求的科研单位、产业链上各阶段的代工企业以及具有完善销售网络的生物制品公司,联合打造 1 个高效的从技术研发-中试工程技术攻关-产品销售为一体的科技成果转化技术研发(孵化)核心基地,形成海洋生物医药产业链协同创新发展模式。重点支持“海洋蛋白肽发掘与生物制品研发”、“海藻精深加工关键技术和生物制品研发”和“海洋微生物药物先导化合物的高效制备和成药性评价”等产业链培育较好、能够快速体现社会效益的项目,形成具有代表性的海洋生物医药产业研发成果,为政府的决策提供支撑作用。

## 5 小结

据 2020 年《广东省海洋经济发展报告》,当前广东省海洋生物医药产业发展快速,产业集聚度不断提升,如海洋生物技术研发、海洋生物医药制备等高结构层次、高附加值的产业主要集中于广州、深圳等珠三角地区,逐渐形成了以广州、深圳、湛江、珠海等地为重点产业集群、沿海城市全覆盖的发展格局。此外,海洋生物医药产业各链条的发展具有深厚的基础,拥有丰富的海洋天然产物资源和海洋功能大分子资源等上游产业链,成熟的海洋生物活性物质的筛选技术、海洋微生物药物合成生物学技术和海洋生物医药原料精深加工技术等中游产业链,以及海洋医用食品、海洋功能性食品、化妆品与精细化工产品、生物材料等下游产业链。

以广州、深圳为中心的珠三角地区作为核心区域,应抓住机遇大力发展海洋生物医药等相关高新技术产业,建设具有影响力的海洋生物医药公共服务平台,引进和培养具有国际影响力的高层次人才和创新团队,建设高新产业园聚集区。同时,粤东和粤西地区也应积极打造海洋高新技术产业集群,推进海洋经济建设,并加强与珠三角地区相关产业园区对接,促进广东省具有地域特色的海洋生物医药产业的建设。期望在我国海洋强国战略带动下,广东省能以“一带一路”为

契机,发挥粤港澳大湾区科技和产业集群优势,加大研发投入和重视企业发展导向,从而促进广东省海洋生物医药产业的高质量发展,推进大湾区海洋高科技产业发展,为海洋强国贡献力量!

## 参考文献

- [1] 张樵苏. 习近平:建设海洋强国,我一直有这样一个信念 [EB/OL]. 新华网. [2018-06-12]. [http://www.xinhuanet.com/politics/2018-06/12/c\\_1122975977.htm](http://www.xinhuanet.com/politics/2018-06/12/c_1122975977.htm).
- [2] 广东省自然资源厅. 广东海洋经济发展报告(2020) [EB/OL]. [2020-06-10]. [http://nr.gd.gov.cn/zwgknew/tzgg/tz/content/post\\_3013155.html](http://nr.gd.gov.cn/zwgknew/tzgg/tz/content/post_3013155.html).
- [3] 王静. 广东地方高校与西沙群岛资源的调查——以 1928 年西沙调查活动为考察中心 [J]. 中国边疆史地研究, 2019, 29(3): 175-185.
- [4] 吴浩. 南沙综合科考的前前后后 [EB/OL]. 瞭望东方周刊. [2012-05-28]. <http://news.sohu.com/20120528/n344250027.shtml>.
- [5] 马晓澄, 刘羽佳. 我国科学家启动南海及其附属岛礁海洋科学考察历史资料系统整编 [EB/OL]. 新华网. [2017-06-22]. [http://www.xinhuanet.com/2017-06/22/c\\_1121187475.htm](http://www.xinhuanet.com/2017-06/22/c_1121187475.htm).
- [6] 中国科学院南海海洋研究所. 海洋科考新利器-新型地球物理综合科学考察船“实验 6”号下水 [EB/OL]. [2020-07-18]. [http://www.scsio.cas.cn/xwzx/tpxw/202007/t20200718\\_5635099.html](http://www.scsio.cas.cn/xwzx/tpxw/202007/t20200718_5635099.html).
- [7] 葛俊俊. 我国综合性能最强海洋科考船“中山大学”号命名下水 [EB/OL]. 人民网. [2020-08-28]. <http://sh.people.com.cn/n2/2020/0828/c134768-34258229.html>.
- [8] 南海海洋所 973 项目获批立项:实现零的突破 [N]. 广东科技报, 2010-4-10(1).
- [9] 马菁璟. 我国建成首个“海洋生物天然产物化合物库” [EB/OL]. 南方新闻网. [2017-11-10]. [http://news.southcn.com/zhuan/hycx/content/2017-11/10/content\\_178759185.htm](http://news.southcn.com/zhuan/hycx/content/2017-11/10/content_178759185.htm).
- [10] 贺蓓. 中山大学将投资 4.1 亿元建设海洋生物资源库 [EB/OL]. 南方都市报. [2019-11-01]. [https://www.sohu.com/a/350904946\\_161795](https://www.sohu.com/a/350904946_161795).
- [11] 张偲. 中国海洋微生物多样性 [M]. 北京:科学出版社, 2013.
- [12] 田新朋, 李文均, 张偲. 海洋放线菌研究进展 [J]. 微生物学报, 2011, 51(2): 161-169.
- [13] 华大海洋. 鱼类抗菌肽数据库 [DB/OL]. <http://www.bgimarine.com/data/amp>.
- [14] BLUNT J W, COPP B R, KEYZERS R A, et al. Marine natural products[J]. Nat Prod Rep, 2016, 33(3): 382-431.
- [15] BLUNT J W, COPP B R, KEYZERS R A, et al. Marine Natural Products[J]. Nat Prod Rep, 2017, 34(3): 235-294.
- [16] BLUNT J W, CARROLL A R, COPP B R, et al. Marine Natural Products[J]. Nat Prod Rep, 2018, 35(1): 8-53.
- [17] CARROLL A R, COPP B R, DAVIS R A, et al. Marine Natural Products[J]. Nat Prod Rep, 2019, 36(1): 122-173.
- [18] CARROLL A R, COPP B R, DAVIS R A, et al. Marine Natural Products[J]. Nat Prod Rep, 2020, 37(2): 175-223.

- [19] MA J Y, HUANG H B, XIE Y C, et al. Biosynthesis of ilamycins featuring unusual building blocks and engineered production of enhanced anti-tuberculosis agents[J]. *Nat Commun*, 2017, 8(1): 1-10.
- [20] LI K L, LIANG Z, CHEN W H, et al. Iakyracidins a-d, antiproliferative piericidin analogues bearing a carbonyl group or cyclic skeleton from *Streptomyces Iakyrus Scsio NS104*[J]. *J Org Chem*, 2019, 84(19): 12626-12631.
- [21] ZHOU X F, LIANG Z, LI K L, et al. Exploring the natural piericidins as anti-renal cell carcinoma agents targeting peroxiredoxin 1[J]. *J Med Chem*, 2019, 62(15): 7058-7069.
- [22] CHEN C H, XIAO W W, JIANG X B, et al. A novel marine drug, SZ-685C, induces apoptosis of mmq pituitary tumor cells by downregulating mir-200c[J]. *Curr Med Chem*, 2013, 20(16): 2145-2154.
- [23] XU Z L, LU B T, XIANG Q, et al. Radical-scavenging activities of marine-derived xyloketals and related chromanes[J]. *Acta Pharm Sin B*, 2013, 3(5): 322-327.
- [24] XIAO X, LIAO X J, QIU S L, et al. Paper Synthesis, cytotoxicity and apoptosis induction in human tumor cells by galaxamide and its analogues[J]. *Mar Drugs*, 2014, 12(8): 4521-4538.
- [25] Guangzhou[J]. *Nature*, 2014, 516: S73. <https://doi.org/10.1038/516S73a>.
- [26] 江珊. 迈向千亿产值 广东海大集团加速布局农牧业全产业链 [EB/OL]. 南方日报. [2018-12-26]. [http://epaper.southcn.com/nfdaily/html/2018-12/26/content\\_7772262.htm](http://epaper.southcn.com/nfdaily/html/2018-12/26/content_7772262.htm).
- [27] 朱汉斌. 科学家攻克海藻多糖产业化与综合利用难题 [EB/OL]. 中国科学报. [2020-06-18]. <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2020/6/441597.shtm>.
- [28] 廖海燕. 北部湾海洋产业发展与优化布局研究 [D]. 广西: 广西师范学院, 2018.
- [29] 周圆. 喜讯! 我校获批首个广东省新型研发机构 [EB/OL]. 广东医科大学. [2019-11-28]. <https://www.gdmu.edu.cn/info/1050/9040.htm>.
- [30] 陈凯杰, 周圆. 湛江: 发展海洋生物医药 湛江大有可为 [EB/OL]. 湛江晚报. [2018-11-28]. [http://news.gdzdaily.com.cn/zjxw/content/2018-11/28/content\\_2338314.shtml](http://news.gdzdaily.com.cn/zjxw/content/2018-11/28/content_2338314.shtml).
- [31] 周墨, 刘辉军, 吴春萌, 等. 湛江市海洋生物医药产业发展的 PESTEL 模型分析 [J]. *金融经济*, 2018(2): 89-92.
- [32] 张永幸. 五大科研院进驻南方海谷 湛江将成为海洋“智谷” [EB/OL]. 湛江日报. [2016-12-08]. [http://news.gdzdaily.com.cn/zjxw/content/2016-12/08/content\\_2178731.shtml](http://news.gdzdaily.com.cn/zjxw/content/2016-12/08/content_2178731.shtml).
- [33] 江门市人民政府. 市海洋创新发展研究中心揭牌成立 政学研深度融合 推进“海洋强市”建设 [EB/OL]. [2020-08-19]. [http://www.jiangmen.gov.cn/home/zwyw/content/post\\_2124317.html](http://www.jiangmen.gov.cn/home/zwyw/content/post_2124317.html).
- [34] 陈瑜. 《中国区域创新能力评价报告 2019》发布 [EB/OL]. 科技日报. [2019-10-28]. [http://digitalpaper.stdaily.com/http\\_www.kjrb.com/kjrb/html/2019-10/28/content\\_433567.htm](http://digitalpaper.stdaily.com/http_www.kjrb.com/kjrb/html/2019-10/28/content_433567.htm).
- [35] 周慧榆, 白福臣. 广东省海洋生物医药产业集聚及影响因素研究 [J]. *河北渔业*, 2020(7): 46-50.
- [36] 付秀梅, 薛振凯, 刘莹. “一带一路”背景下我国海洋生物医药产业发展研究 [J]. *中国海洋大学学报 (社会科学版)*, 2019, 167(3): 21-30.