

现代海洋食品产业科技创新发展现状与政策建议

王文月¹, 陈杭君², 李冬梅³, 张 辉^{1,*}

(1.中国农村技术开发中心, 北京 100045; 2.浙江省农业科学院食品科学研究所, 浙江 杭州 310021;

3.大连工业大学食品学院, 辽宁 大连 116034)

摘 要: 海洋食品产业在海洋经济中占有重要的战略地位, 在保障我国粮食安全、建设“健康中国”与“海洋强国”伟大目标中发挥着重要作用, 而科技创新是引领支撑海洋食品产业健康发展的重要引擎。本文全面系统地介绍了典型国家海洋食品产业科技创新发展的现状及前沿, 指出了我国海洋食品产业发展面临的重大发展机遇, 深入剖析了制约其科技创新的瓶颈问题, 针对性地提出了符合我国国情的政策建议, 旨在为促进我国海洋食品产业转型升级、科技创新能力提升提供参考和依据。

关键词: 海洋食品; 科技创新; 发展现状; 政策建议

Science and Technology Innovation in the Modern Marine Food Industry: Current Development Status and Policy Suggestions

WANG Wenyue¹, CHEN Hangjun², LI Dongmei³, ZHANG Hui^{1,*}

(1. China Rural Technology Development Center, Beijing 100045, China;

2. Institute of Food Science, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China;

3. School of Food Science and Technology, Dalian Polytechnic University, Dalian 116034, China)

Abstract: As an important part of China's marine economy, the marine food industry is now playing a vital role in ensuring Food security and realizing the great goal of constructing a 'Healthy China' and 'Marine Economic Power'. Science and technology innovation is an important engine to drive the healthy development of the marine food industry. In this paper, the current situation and frontier of science and technology innovation in the marine food industry in typical countries are comprehensively and systematically reviewed. We propose the great opportunities for the development of this industry in China, and deeply analyze the bottlenecks restricting science and technology innovation in China's marine food industry. Furthermore, some policy suggestions are put forward in accordance with the national conditions of China. This review provides valuable information for the transformation and upgrading of China's marine food industry and enhancing the capability of science and technology innovation.

Keywords: marine food; science and technology innovation; development status; policy suggestion

DOI:10.7506/spkx1002-6630-20191227-330

中图分类号: F204; TS254.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2020) 05-0338-07

引文格式:

王文月, 陈杭君, 李冬梅, 等. 现代海洋食品产业科技创新发展现状与政策建议[J]. 食品科学, 2020, 41(5): 338-344.

DOI:10.7506/spkx1002-6630-20191227-330. <http://www.spkx.net.cn>

WANG Wenyue, CHEN Hangjun, LI Dongmei, et al. Science and technology innovation in the modern marine food industry: current development status and policy suggestions[J]. Food Science, 2020, 41(5): 338-344. (in Chinese with English abstract)

DOI:10.7506/spkx1002-6630-20191227-330. <http://www.spkx.net.cn>

海洋是未来解决人类人口、资源、能源等全球性问题的
重要战略资源基地, 在我国粮食安全、营养健康及

经济社会发展中具有重要的战略作用^[1]。海洋食品产业是
我国海洋产业的重要分支, 为人类供应安全、营养和优

收稿日期: 2019-12-27

第一作者简介: 王文月 (1988—) (ORCID: 0000-0002-3164-4066), 女, 助理研究员, 博士研究生, 研究方向为农业与食品科技管理。E-mail: sweet8815@163.com

*通信作者简介: 张辉 (1981—) (ORCID: 0000-0002-4885-3016), 男, 研究员, 博士, 研究方向为农业与食品科技管理。
E-mail: zhzhanghui2012@126.com

质的蛋白,根据2017年联合国粮食及农业组织(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)发布的《2017—2026农业发展展望》报告预测,到2026年我国人均水产品消费量将达到50 kg,水产品需求量将达 7.25×10^7 t。淡水水产品受淡水资源短缺限制,因而海洋食品在未来将成为我国居民膳食结构的重要组成部分^[2]。根据2011年—2019年《中国渔业统计年鉴》,近年来我国的国内捕捞产量维持在1 204万~1 328万 t,远洋捕捞产量维持在112万~219万 t,养殖产量持续稳定增长(图1)。

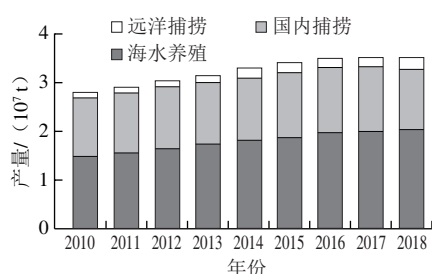


图1 2010—2018年中国海洋水产品产量及构成情况

Fig. 1 Annual output and composition of marine products in China during 2010–2018

随着“海洋农业”、“蓝色粮仓”、“蓝色蛋白”等可持续发展与利用概念的提出,人们越来越重视海洋食品的开发^[3]。创新是引领发展的第一动力^[4],科技创新对海洋食品产业健康发展具有引领支撑作用,坚持推动海洋食品基础研究、应用基础研究和关键技术创新及新产品开发,从陆海统筹视角拓宽居民食物供应渠道,满足营养健康需求,对实现优质蛋白高效供给、推进供给侧结构性改革、推动我国海洋食品创新能力建设等均具有重要意义。

1 典型国家海洋食品产业科技创新发展现状及前沿

1.1 制定海洋食品战略规划、法律法规和标准,系统提升产业科技水平

海洋食品产业是战略性产业,各国为发展本国海洋食品产业均制定出台了一系列科技创新政策,部署特征趋向于跨学科、跨领域,着力提升产业科技水平。以美国为例,2014年6月,美国科学技术政策办公室发布《水产研究国家战略规划2014—2019》,系统设计了9个海洋食品产业战略目标,在海洋生物种质资源优化、养殖生产可持续、疾病控制、食品营养健康与安全等不同领域实现跨学科统筹;系统部署基础研究计划并协调联邦研究计划,促进海洋食品产业可持续发展。同时,美国还配套制定了相关渔业法律法规,如《海洋法》、《渔业保护和管理法》、《美国水产养殖条例》、《美国渔业促进法》等^[5],从保护海洋渔业资源和环境、加强

食品安全和品质管理、促进产业可持续发展等多维度保障产业发展并作出战略部署。进入21世纪以来,各国陆续加大了对海洋食品科技创新的投入,近5年间,美国通过《水产研究国家战略规划2014—2019》,以每年约1亿美元的联邦研发投入为基础,撬动数倍非政府资金,为科技计划或项目提供了充沛并稳定的资金来源,驱动了整个产业的科技进步。海洋食品科学研究不仅涉及传统学科,更拓展至生物育种、基因及基因组学、新材料等不同学科领域,形成多学科交叉、多体系融合、多技术耦合的新型科技供给系统。2016年,加拿大渔业与海洋部通过发布《水产养殖发展战略(2016—2019)》,针对本国渔业管理分散、缺乏协同等问题,着重强化本国海洋产业不同区域管理部门之间的协同效力,加强联邦政府对全国海洋食品产业的统筹引导。挪威出台了《海洋渔业法》、《捕捞参与法》等^[6],授权渔业部开始实施渔业配额限制及过渡捕捞,并要求渔民报告捕捞时间、地点、种类、数量以及使用的渔具类型和渔获价值等。日本1997年就出台了《海洋开发推进计划》和《海洋科技发展计划》,旨在发展面向新世纪的海洋高新技术;2018年5月颁布了《海洋基本计划(2018—2022)》,为日本海洋经济发展提供了制度支撑,系统提升海洋产业水平^[7]。

另外,各国相继出台了海洋食品产业相关质量安全标准与法规,如1995年美国颁布《水产品HACCP法规》,将监管范围扩大至生产、加工等环节;2011年出台了《美国食品安全现代化法案》,从食品防护、注册认证等方面对输美水产品企业提出更高技术要求^[8];2016年颁布《马格纳森-史蒂文斯渔业养护和管理法:海产品进口监控程序》法规;2019年美国食品药品监督管理局(Food and Drug Administration, FDA)发布了《进口食品安全战略》,扩大了监管领域,也加强了对美国海洋食品相关主体的保护^[9]。2015年日本整合了《食品卫生法》、《JAS法》和《健康增进法》中有关食品标识的内容,实施统一的商品标识法,提升海洋食品生产和流通的标准化水平^[10]。海洋渔业发达国家通过制定相关规划、法律法规和标准体系,助力提升海洋食品产业科技创新能力。

1.2 注重海洋食品基础研究和科技创新,取得了系列关键技术的突破

世界各国科研力量在海洋食品基础研究和前沿技术方面不断向更深层次探索,如在鱼类研究方面,通过高效提取及分离纯化鉴定技术获得降压肽、二肽基肽酶IV抑制肽和抗氧化肽等海洋生物活性肽^[11–12];采用超高压加热、欧姆加热、高温短时加热及非热凝胶化等新技术进行鱼糜制品加工应用^[13–14];在藻类食品研究领域,主要开展了海藻多糖以及提取物的高效提取、结构鉴定

及生物活性研究^[15-17]；利用高分辨 α -葡萄糖苷酶抑制谱分析与高效液相色谱-高分辨质谱-固相萃取-核磁共振联用技术研究海藻提取物的抗氧化活性与对 α -淀粉酶与 α -葡萄糖苷酶抑制活性^[18]；利用衰减全反射傅里叶变换红外光谱法鉴定海藻多糖的结构^[19]，研究其抗氧化、抗凝血等生物活性^[20-21]。在海洋食品营养功能研究领域，主要通过微胶囊包埋技术提高鱼油稳定性，研究其释放与递送机制^[22]； ω -3长链多不饱和脂肪酸调节血压、抗炎与免疫调节等活性作用机制与应用研究^[23]。在副产物综合利用方面也取得了较大进展，如通过酶水解鲑鱼皮获取明胶，并对明胶的抗氧化性等功能特性进行研究^[24-26]；研究虾壳中提取的活性物质壳寡糖和几丁质的抑菌效果，对比壳寡糖和几丁质的生物聚合物分子质量和脱乙酰度对抗菌活性影响^[27]。

1.3 加强海洋食品全产业链科技创新，促进海洋食品产业高质量发展

近些年，发达国家从全产业链角度培育并促进海洋食品产业快速发展，三文鱼、鱼糜等产业已是实践全产业链理念的典范。以挪威三文鱼产业为例，2009年—2018年的10年间，全球三文鱼市场需求量平均以6%的速度增长，挪威的三文鱼企业从饲料生产、养殖、活鱼运输、宰杀加工到销售出口，真正做到了从养殖场到餐桌的全程一体化，其主要通过“吸鱼泵”等装置将三文鱼吸入海上运输船，装在海水仓中运到加工车间，经过屠宰加工过程后再冷藏运输至世界各地。从三文鱼进入加工厂到出现在中国消费者餐桌上，只需短短的3~4 d时间，运用全产业链理念大幅提高了产量与效率，增强了在全球市场的竞争优势^[28-30]。在世界三文鱼市场供需增长双重因素推动下，国际三文鱼贸易规模还将持续保持扩张态势。以日本鱼糜产业为例，鱼糜是生产海洋食品的重要中间原料，为生产消费提供了巨大的方便性和创意空间。日本占据了全球鱼糜生产和消费总量的50%以上，日本的鱼糜产业从生产原料遴选、加工技术与设备、保藏与流通、产品开发等每个环节做到了全程技术保障。通过深入探究各种鱼类肌肉性能，遴选出了具有高凝胶性能的阿拉斯加鳕鱼、黄花鱼等鱼类作为原料用鱼，从根本上保证了鱼糜的核心品质；研发出适合现代化连续生产的鱼糜加工设备，提高生产效率；筛选研制了新型鱼糜抗冻剂，延长了冷冻鱼糜的使用寿命，同时研发了提高鱼糜凝胶性能的二段加热方法和转谷氨酰胺酶处理技术。此外，根据民众口味需求和喜好，研发了各种营养健康的鱼糜制品，包括烧烤、蒸煮、油炸、模拟制品等类型，极大地满足了人们对食品方便性、营养性、个性化的需求^[31-33]。日本在海藻加工方面亦处于全球领先地位，有海藻食品生产厂4 000多家，海藻食品产品形式多样，包括海藻茶、海藻饮料、海藻酒、海藻豆腐、海藻

糖果、海藻糕点、海藻色拉和海藻罐头等200多种，可满足不同消费者的需求^[34]。

1.4 建立全过程风险控制体系，保障海洋食品质量安全

发达国家对海洋食品质量安全的控制理念是将风险控制在全过程，产业链各环节实现了高度细分并具有完善的控制体系，大幅度提高了海洋食品质量安全的风险控制效率。如挪威作为最早将溯源系统应用到食品链管理的国家之一，牵头制订了欧盟水产品追溯计划，通过不断研新技术与新方法，实现海上牧场到餐桌的全过程风险评估与防控^[35]。又如日本在海产品认证管理领域除传统的法律法规外，专门设立了海洋管理委员会（Marine Stewardship Council, MSC），执行海洋生态标签制度，规范海产品的捕捞规模、捕捞范围及监管标签标识。自2006年引入MSC认证阿拉斯加鲑鱼和剑鱼后，日本的零售连锁企业一直在将MSC整合到自己的品牌中，研究特定生产过程、监管主体、信息来源的海洋食品质量安全风险预报预警技术^[36-37]。另外，冰岛联合冷冻集团的海产品在欧盟、美国等世界各地市场畅通无阻，源于其成熟并不断发展的质量管理与追溯体系，体系的建立是基于其自建的产品系列编码系统，并应用欧盟的海洋水产品可追溯体系最基本的方法——“one-up-one-down”原则。该追溯体系的核心是建立、处理、保存并传递每一产品背后的庞大信息，进而保障任何时间、任何环节来自各相关方面的追溯需求，实现真正意义上的可追溯体系^[38]。

2 我国海洋食品科技创新产业发展潜力巨大

我国海洋资源丰富，海洋渔业产业发展迅速，水产品总量由2010年的 5.37×10^7 t增长至2018年的 6.46×10^7 t，其中海水产品总量由2010年的 2.80×10^7 t增长至2018年的 3.30×10^7 t^[39]，海洋食品已成为我国居民膳食结构的重要营养来源。近年来，我国科研人员在海洋食品贮藏加工过程中的品质变化、海洋生物活性物质分离制备与作用机制、海洋食品安全等方面开展研究，开发了海洋特征寡糖制备、海参自溶酶控制、动物性食品中药物残留及化学污染物检测等系列技术，极大地推进了我国海洋食品产业科技创新发展。

2.1 推进健康中国建设，海洋食品的营养与功能供给作用凸显

近年来，党中央、国务院不断加大对“健康中国”建设部署，相继发布《“健康中国2030”规划纲要》《国务院关于实施健康中国行动的意见》等，旨在提高全民健康水平。《中国居民营养与慢性病状况报告（2015）》指出，我国居民膳食结构和营养状况都得到

了较大改善,蛋白质、脂肪和碳水化合物三大营养素供给充足,但膳食结构不合理现象依然存在,现代慢性病发病率居高不下,严重影响居民的身体健康与生活质量^[40]。海洋食品含有丰富的优质蛋白、多不饱和脂肪酸以及多糖等功效成分,具有降低血脂、抑制血液凝集、清除血栓等功能,对预防脑卒中、冠心病、心肌梗塞等心脑血管疾病具有重要作用^[41]。据FAO预测,截至2026年全球渔业产量将增至1.94亿t,海洋食品已然成为不可或缺的重要食物蛋白来源^[2]。大力发展海洋食品产业不仅是对畜肉类食物蛋白的极大补充,也是保障我国人民身体健康的重要举措,对实现人民“美好生活”愿景具有积极推进作用。

2.2 推动海洋经济高质量发展,亟需发挥科技创新推动海洋食品产业转型升级的引擎与支撑作用

我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段,食品产业是我国国民经济发展的支柱产业,亟需通过供给侧结构性改革,推动这一关乎民生需求的产业走高质量发展之路。海洋食品产业作为食品产业的重要组成部分,在有限的海洋食品资源情况下,变革传统经济发展模式,大力挖掘产品的经济附加值,提高海洋食品精深加工与综合利用水平,是其高质量发展的重要目标。国际经验表明,大力加强自主研发力度、提高自主创新能力能为产业高质量发展提供不竭动力。目前,我国海洋食品产品价格偏高,归因于人工成本、能源以及原料损耗高,产品成本居高不下;产品精深加工程度不足,加工对产品的增值幅度小,这势必要求海洋食品产业要进一步发挥科技创新的驱动作用,优化产业结构,提升产品质量,从根本上提升产业核心竞争力,促进海洋食品经济的高质量发展^[42]。

2.3 构建海洋食品循环发展模式,召唤科技创新与绿色发展有机融合

创新、协调、绿色、开放、共享是新时期“五大发展理念”,其中创新发展、绿色发展分别为关系我国发展全局的重要理念。随着海洋资源匮乏与环境问题日益突出,如何更加合理利用资源、降低环境污染与能源消耗、构建合理循环发展模式,对我国海洋食品产业在国际市场的竞争地位具有重要作用。当前粗放式的处理利用方式已不能完全适应现代食品发展新形势和循环可持续发展的要求,海洋食品副产物综合利用与加工废水再利用成为海洋食品构建循环发展模式的重点攻克内容,然而,高新技术在海洋食品产业未得到充分应用,如海洋食品产业缺乏先进的加工制造装备,副产物开发利用技术亟待攻关等。因此,海洋食品产业要将创新发展与绿色发展理念紧密结合,以科技创新突破制约绿色可持续发展瓶颈,提高资源的循环利用效率,增加副产物附加值,推动海洋食品产业可持续健康发展^[3,43]。

2.4 加快建设“海洋强国”,要以全球化视野推进海洋食品产业的协同创新与合作发展

《“十三五”食品科技创新专项规划》和《“十三五”渔业科技发展规划》等均强调了渔业、食品产业发展要落实“一带一路”倡议,充分利用国内国外两个市场、两种资源,主动布局和融入全球创新网络。“一带一路”倡议涵盖了世界上主要渔业国家,其水产品总量达80%以上,这为我国海洋食品的科技协同创新与贸易合作创造了巨大发展机遇,同时也面临着更加激烈的市场竞争环境。以全球化视野谋划推动海洋食品产业发展,加强国际合作与协同创新对海洋食品产业走向国门,讲好海洋食品的“中国故事”,提升国际地位与影响力,助力实现海洋强国建设具有重要意义^[44-45]。

3 我国海洋食品产业科技创新面临严峻的挑战

3.1 海洋食品产业原始创新能力不足,基础研究有待夯实

基础研究是科技创新的基础和源泉,近年来我国以自然科学基金等项目为支撑,海洋食品基础研究取得了一定进展,但仍以跟踪研究为主,与发达国家存在较大差距。对鱼、贝、虾、藻类等主要海洋食品原料中蛋白质、脂质及多糖等主要营养成分的加工和营养特性缺乏系统研究;加工工艺、加工与贮藏过程导致原料营养成分的变化机制掌握不透彻。海洋水产动植物内源酶的酶系分布与酶学特性缺乏系统研究;内源酶诱导的海洋食品肌肉软化、自溶以及色变等品质变化内在分子互作及其调控机制相对薄弱;加工副产物中生物酶的高效制备及应用缺乏系统研究与科学评估。加工过程中蛋白分子的结构变化及其与产品品质特性变化规律、海洋食品风味物质组成及在加工流通过程的风味变化机理不明等基础研究不足,制约了我国海洋食品加工与利用水平的提升^[46]。

3.2 海洋食品产业攻克关键技术的能力不强,技术创新有待突破

近年来,我国在海洋食品加工利用方面虽有了长足发展,但与发达国家相比,我国海洋食品加工主要以冷冻品、鱼糜制品及干腌制品等初级产品为主^[47],占水产品加工总量的80%,冷冻初级加工产品占水产品加工总量的32.5%,而欧美等发达国家精深加工比例为70%,加工增值率高达90%以上,我国仅为10%~18%。我国海洋食品副产物综合利用率低,40%~60%的鱼骨、内脏等低值海洋生物资源被废弃或仅作为饲料使用,造成资源的严重浪费与环境污染,而日本通过实施“全鱼利用”计划,加工利用率已达90%以上。另外,我国海洋食品加工产品同质化现象严重,加工工艺水平落后,产品品质与品牌参差不齐;海洋营养功能性食品已成为研发热点,但仍处于起步阶段^[48]。

3.3 海洋食品产业加工装备研发基础薄弱, 装备更迭有待加速

长期以来, 我国海洋食品加工以劳动密集型为主, 缺乏智能化、规模化和连续化水平高的精深加工装备与成套装备^[41]。海洋食品装备标准数量少、覆盖面小, 不利于产业升级和质量提升。同时, 由于装备设计和制造周期较长、研发成本高, 加之我国海洋食品加工装备研发力量薄弱, 导致加工装备远落后于加工工艺的更新速度, 不得不依赖国外成熟先进的加工装备。国内海洋食品加工设备企业制造水平相对落后, 仪器设备精度不高, 造成生产装备的故障率高、生产效率偏低; 同时海洋食品原料种类繁多造成加工特性的差异, 也导致通用机械操作及推广存在较大难度。

3.4 海洋食品产业质量安全监管不足, 保障体系有待加强

海洋食品产业保持了快速稳定的发展势头, 但所暴露出的安全监管问题也愈加凸显。渔业生产者的质量安全意识比较淡薄, 市场竞争秩序不够规范; 相关法律对海洋食品的界定不够清晰, 在海洋食品生产、流通等环节存在监管职责不清、重复监管、监管盲区等现象。同时, 海洋生物种类繁多、种属间风险程度不一、生产周期和产业链条较长, 因而海洋食品风险安全控制环节较多; 新型检测方法运用程度不够, 亟需加强其在海洋食品产业中的应用。另外, 由于渔业环境污染严重, 海洋环境安全危害因子众多, 投入品使用和管理也比较混乱, 容纳了微生物、生物毒素、药物残留、有机污染物、重金属等大量有毒有害风险因子, 造成海洋食品风险来源途径复杂、可控性差^[49]。

3.5 海洋食品加工企业自主与协同创新能力不足, 产业有待提升

发达国家产业技术创新以企业为主体, 成果转化率高达70%以上, 而我国海洋食品领域虽具有国家级工程技术中心和企业技术中心等平台, 但与发达国家相比, 企业整体规模较小, 研发能力相对较弱, 科技成果转化率仍处于较低水平^[50]。另外, 目前科技创新平台资源共享及协同创新不足, 国家已通过高校、科研院所、企业三者间多种协同模式, 建设一批国家重点实验室、工程技术研究中心、产业技术创新战略联盟、企业博士后工作站等, 然而这些创新平台在仪器设备、文献服务等方面还需要进一步提高共享程度, 各类创新主体间实质性合作还不够深入。

4 我国海洋食品产业科技创新发展保障措施与政策建议

4.1 加强海洋食品产业的顶层设计与战略布局

在国家重大战略引领下, 瞄准世界前沿, 突出国家战略目标和任务导向, 加快推动海洋食品产业科技创新发展的顶层设计, 谋划布局“海洋食品营养提质工

程”等重大任务, 持续加强我国海洋食品领域基础研究、关键技术创新与成果转化应用, 全面提升科技创新能力^[44]。结合我国渤海、黄海、东海、南海等重要海域海洋资源开发利用情况, 规模以上海洋食品生产加工企业经营情况, 以及我国高校、科研院所与企业开展产学研合作情况等开展统计与监测评价, 细化植物源、动物源海洋食品门类, 开展系统全面的调研, 形成海洋食品基础数据库, 为海洋相关战略决策部署与政策制定提供参考。

4.2 统筹部署海洋食品全产业链创新

围绕国际海洋食品研究领域的重点方向和科学前沿, 结合国家自然科学基金项目、重点研发计划重点专项、政府间国际合作专项、支持“非共识”创新研究等方式, 系统推进重大基础交叉前沿领域的科学研究, 充分发挥高校和科研院所作用, 不断深入研究重要机理性科学问题, 以取得重大原始性创新成果; 围绕我国海洋食品产业发展的重大需求, 发挥企业创新产品研发主力军作用, 加快突破海洋食品领域关键核心技术和装备; 通过实施一批国家科技计划项目, 催生一批具有引领性、带动性的颠覆性技术, 加快形成若干战略性技术和产品^[51], 实现海洋食品产业持续健康快速发展。

4.3 推动优化海洋食品企业创新和成果转化政策

鼓励有创新研发能力的企业积极承担示范与成果转化项目, 优化资源配置, 将科技创新成果在企业中先行先试, 不断激发企业创新活力, 实现企业创新主体作用有效发挥; 推动建立以海洋食品创新为核心特色的国家农业高新技术产业示范区、国家农业科技园区、产业园区等, 发挥创新人才高地作用, 承接相关成果落地转化; 引导和支持企业加强技术研发能力建设, 在骨干企业建立产业技术研究院等研发平台, 提升企业的自主研发能力; 建立海洋食品科技成果转化联盟等产学研合作平台, 建立完善产学研合作机制, 加强企业与高校、科研院所深度合作, 避免科研成果与企业需求脱节^[52-53]。

4.4 加快海洋食品专业创新人才培养

积极推动综合性大学和海洋、食品专业类高等院校学科充实与调整, 增设海洋食品相关学科, 加强海洋食品学科领域研究型大学的建设, 积极推进国家海洋实验室、海洋类研究院所布局海洋食品相关学科; 以国家目标和战略需求为导向, 加强学科交叉融合的海洋食品产业前沿平台建设; 加强不同学科的交叉融合, 通过学科和课程设置的优化, 培养更加符合海洋食品产业需求的复合型人才; 依托国家各类人才计划, 注重对国外海洋食品高层次和紧缺人才的引进, 培养造就专业化、复合型的人才队伍与团队^[54]。

4.5 完善海洋食品科技多元化投入与融资机制

鼓励创新型企业加大高新技术应用,按规定享受高新技术企业税收优惠政策,落实中小企业相关政策,支持科研机构 and 科技企业技术成果向海洋食品企业转移,提升科技研发和技术集成应用能力;激励引导企业增加对研究开发的投入,确立企业技术创新投入的主体地位;发挥金融资本的杠杆作用,吸引、鼓励社会资金投向海洋食品创新型企业,完善多元化、多层次、多渠道的科技投融资体系^[53]。

4.6 加强同海洋食品产业发达国家合作交流

积极推动与典型优势国家建立双(多)边稳定合作机制,优先将海洋食品纳入政府间国际合作项目领域,鼓励加强对新技术、新装备的引进,增强创新互补性;促进人才与技术的交流,培养和引进一批高水平学科带头人和企业管理型人才,不断提高我国自主创新能力;主导开展海洋食品国际科技创新对话交流活动,鼓励专家学者、投资界和企业积极融入全球创新网络;加强科技创新务实合作,构建创新融合的利益共同体,逐步提升我国海洋食品在全球价值链中的地位与作用,共享世界海洋食品产业发展新成果^[53]。

5 结 语

近年来,我国海洋经济快速发展,海洋食品产业在保障我国粮食安全、建设“健康中国”与“海洋强国”伟大目标中发挥着重要作用,但目前我国海洋食品产业在原始创新、关键技术突破、加工装备研发、质量安全保障等方面均与发达国家存在一定的差距。科技创新是引领支撑海洋食品产业健康发展的重要引擎,统筹部署海洋食品全产业链创新,加强顶层设计与战略布局,推动创新成果的转化应用,并加快相关人才队伍培养,有利于促进海洋食品产业转型升级与创新发展,推动我国海洋食品产业高质量发展。

参考文献:

- [1] 张占海. 创新推动海洋经济高质量发展[J]. 政策资源国土, 2018(9): 32.
- [2] 杨红生. 现代水产种业硅谷建设的几点思考[J]. 海洋科学, 2018, 42(10): 1-7.
- [3] 张荣彬, 唐旭. 中国海洋食品开发利用及其产业发展现状与趋势[J]. 食品与机械, 2017, 33(1): 219-222. DOI:10.13652/j.issn.1003-5788.2017.01.048.
- [4] 唐国军. “创新是引领发展的第一动力”: 习近平与创新发展理念的提出[J]. 党的文献, 2017(2): 26-33.
- [5] 王波, 翟璐, 韩立民. 美国、加拿大和日本“蓝色粮仓”发展概况与经验启示[J]. 世界农业, 2018(2): 28-34. DOI:10.13856/j.cn11-1097/s.2018.02.005.
- [6] 张建华, 梁澄, 丁建乐. 挪威海洋捕捞及渔船管理概述[J]. 渔业现代化, 2012, 39(4): 67-72.
- [7] 吴崇伯, 姚云贵. 日本海洋经济发展以及与中国竞争合作[J]. 现代日本经济, 2018(6): 59-68. DOI:10.16123/j.cnki.issn.1000-355x.2018.06.006.
- [8] 郭华麟, 韩国全. 基于美国FSMA法规对我国食品安全监管体系的思考[J]. 检验检疫学刊, 2018, 28(2): 30-33; 10.
- [9] 周启明, 顾绍平, 王欣. 对进口食品监管的顶层设计原则: 美国《FDA进口食品安全战略》译文(上)[J]. 食品安全导刊, 2019(13): 46-48. DOI:10.16043/j.cnki.cfs.2019.13.021.
- [10] 杨卫海, 郭小鹏, 刘维青, 等. 我国水产品主要出口国家(地区)技术性贸易壁垒研究[C]//第13届中国标准化论坛论文集. 北京: 中国标准化协会, 2016: 654-657.
- [11] YU F M, ZHANG Z W, LUO L W, et al. Identification and molecular docking study of a novel angiotensin-I converting enzyme inhibitory peptide derived from enzymatic hydrolysates of *Cyclina sinensis*[J]. Marine Drugs, 2018, 16(11): 411. DOI:10.3390/md16110411.
- [12] NEVES A C, HAMEDY P A, O'KEEFFE M B, et al. Bioactive peptides from Atlantic salmon (*Salmo salar*) with angiotensin converting enzyme and dipeptidyl peptidase IV inhibitory, and antioxidant activities[J]. Food Chemistry, 2017, 218: 396-405. DOI:10.1016/j.foodchem.2016.09.053.
- [13] 陈燕婷, 林露, 高星, 等. 超高压对带鱼鱼糜凝胶特性及其肌原纤维蛋白结构的影响[J]. 食品科学, 2019, 40(21): 115-120. DOI:10.7506/spkx1002-6630-20181021-223.
- [14] REINHEIMER M A, SCENNA N J, MUSSATI S F. Optimal synthesis and design of the number of cycles in the leaching process for surimi production[J]. Journal of Food Science and Technology, 2016, 53(12): 4325-4335. DOI:10.1007/s13197-016-2431-5.
- [15] 刘楠, 孙永, 曾帅, 等. 海藻主要活性物质及其生物功能研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2015, 6(8): 2875-2880. DOI:10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.2015.08.001.
- [16] SHI M J, WEI X, XU J, et al. Carboxymethylated degraded polysaccharides from *Enteromorpha prolifera*: preparation and *in vitro* antioxidant activity[J]. Food Chemistry, 2017, 215: 76-83. DOI:10.1016/j.foodchem.2016.07.151.
- [17] ZHANG R, ZHANG X X, TANG Y X, et al. Composition, isolation, purification and biological activities of *Sargassum fusiforme* polysaccharides: a review[J]. Carbohydrate Polymers, 2019, 228: 115381. DOI:10.1016/j.carbpol.2019.115381.
- [18] LIU B R, KONGSTAD K T, WIESE S, et al. Edible seaweed as future functional food: identification of α -glucosidase inhibitors by combined use of high-resolution α -glucosidase inhibition profiling and HPLC-HRMS-SPE-NMR[J]. Food Chemistry, 2016, 203: 16-22. DOI:10.1016/j.foodchem.2016.02.001.
- [19] GÓMEZ-ORDÓÑEZ E, RUPÉREZ P. FTIR-ATR spectroscopy as a tool for polysaccharide identification in edible brown and red seaweeds[J]. Food Hydrocolloids, 2011, 25(6): 1514-1520. DOI:10.1016/j.foodhyd.2011.02.009.
- [20] VENKATESAN M, ARUMUGAM V, PUGALENDI R, et al. Antioxidant, anticoagulant and mosquitocidal properties of water soluble I polysaccharides (WSPs) from Indian seaweeds[J]. Process Biochemistry, 2019, 84: 196-204. DOI:10.1016/j.procbio.2019.05.029.
- [21] WANG L, OH J Y, HWANG J, et al. *In vitro* and *in vivo* antioxidant activities of polysaccharides isolated from cellulose-assisted extract of an edible brown seaweed, *Sargassum fulvellum*[J]. Antioxidants, 2019, 8(10): 493. DOI:10.3390/antiox8100493.
- [22] GHORBANZADE T, JAFARI S M, AKHAVAN S, et al. Nano-encapsulation of fish oil in nano-liposomes and its application in fortification of yogurt[J]. Food Chemistry, 2017, 216: 146-152. DOI:10.1016/j.foodchem.2016.08.022.
- [23] CALDER P C. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and inflammatory processes: nutrition or pharmacology[J]. British Journal of Clinical Pharmacology, 2013, 75: 645-662. DOI:10.1111/j.1365-2125.2012.04374.x.

- [24] NAGARAJAN M, BENJAKUL S, PRODPRAN T, et al. Characteristics and functional properties of gelatin from splendid squid (*Loligo formosana*) skin as affected by extraction temperatures[J]. Food Hydrocolloids, 2012, 29(2): 389-397. DOI:10.1016/j.foodhyd.2012.04.001.
- [25] BENHABILES M S, SALAH R, LOUNICI H, et al. Antibacterial activity of chitin, chitosan and its oligomers prepared from shrimp shell waste[J]. Food Hydrocolloids, 2012, 29(1): 48-56. DOI:10.1016/j.foodhyd.2012.02.013.
- [26] ALEMÁN A, PÉREZ-SANTÍN E, BORDENAVE-JUCHEREAU S, et al. Squid gelatin hydrolysates with antihypertensive, anticancer and antioxidant activity[J]. Food Research International, 2011, 44(4): 1044-1051. DOI:10.1016/j.foodres.2011.03.010.
- [27] ALEMÁN A, GIMÉNEZ B, PÉREZ-SANTIN E, et al. Contribution of Leu and Hyp residues to antioxidant and ACE-inhibitory activities of peptide sequences isolated from squid gelatin hydrolysate[J]. Food Chemistry, 2011, 125(2): 334-341. DOI:10.1016/j.foodchem.2010.08.058.
- [28] 陈柏松, 闫雪, 程波, 等. 挪威三文鱼养殖业及其对我国的启示[J]. 中国渔业经济, 2016, 34(2): 19-25.
- [29] 卢昆, 吴文佳. 挪威海水养殖业高效发展的主要措施及经验启示[J]. 世界农业, 2016, (9): 190-194; 259. DOI:10.13856/j.cn11-1097/s.2016.09.032.
- [30] LIU Y J, OLAUSSEN J O, SKONHOFT A. Wild and farmed salmon in Norway: a review[J]. Marine Policy, 2011, 35(3): 413-418. DOI:10.1016/j.marpol.2010.11.007.
- [31] 张泓. 日本鱼糜制品的加工现状概述[J]. 渔业现代化, 2006(5): 45-47.
- [32] 缪圣赐. 日本北海道中央水产试验场以在食用上低利用的鱼种进行“鱼糜”加工的研究[J]. 现代渔业信息, 2010, 25(9): 34.
- [33] HAJJI S, HAMDY M, BOUFI S, et al. Suitability of chitosan nanoparticles as cryoprotectant on shelf life of restructured fish surimi during chilled storage[J]. Cellulose, 2019, 26(11): 6825-6847. DOI:10.1007/s10570-019-02555-1.
- [34] 岳昊, 孙英泽, 胡婧, 等. 中国海带产业及国际贸易情况分析[J]. 农业展望, 2013, 9(9): 65-69; 74.
- [35] 叶云. 农产品质量追溯系统优化技术研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2016: 5-8.
- [36] 叶勇, 常清秀, 陈栋燕. 中日水产品流通结构比较分析[J]. 中国渔业经济, 2011(1): 129-135.
- [37] 董啸天. 我国海水养殖产品食品安全保障体系研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2014: 33-38.
- [38] 潘澜澜, 高天一. 冰岛水产品可追溯体系的借鉴与思考[J]. 水产科学, 2011, 30(8): 517-520. DOI:10.16378/j.cnki.1003-1111.2011.08.002.
- [39] 农业农村部渔业渔政管理局. 中国渔业统计年鉴2019[M]. 北京: 中国农业出版社, 2019: 2-62.
- [40] 汤超华, 赵青余, 张凯, 等. 富硒农产品研究开发助力我国营养型农业发展[J]. 中国农业科学, 2019, 52(18): 3122-3133. DOI:10.3864/j.issn.0578-1752.2019.18.005.
- [41] 朱蓓薇. 聚焦营养与健康, 创新发展海洋食品产业[J]. 轻工学报, 2017, 32(1): 1-6. DOI:10.3969/j.issn.2096-1553.2017.1.001.
- [42] 王艾敏. 海洋科技与海洋经济协调互动机制研究[J]. 中国软科学, 2016(8): 40-49.
- [43] 张兰婷, 王波, 秦宏. 论我国“蓝色粮仓”发展模式的构建[J]. 山东大学学报(哲学社会科学版), 2018(5): 36-44.
- [44] 孙洁. 应对新挑战满足新需求《“十三五”食品科技创新专项规划》发布[J]. 中国农村科技, 2017(12): 15.
- [45] 翟璐, 刘康, 韩立民. 我国“蓝色粮仓”关联产业发展现状、问题及对策分析[J]. 海洋开发与管理, 2019, 36(1): 91-97.
- [46] “中国海洋工程与科技发展战略研究”海洋生物资源课题组. 蓝色海洋生物资源开发战略研究[J]. 中国工程科学, 2016, 18(2): 32-40.
- [47] 钱坤, 郭炳坚. 我国水产品加工行业发展现状和发展趋势[J]. 中国水产, 2016(6): 48-50.
- [48] 刘楚怡, 李劲涛, 钟儒刚. 海洋功能食品及高端生物制品现状分析[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(11): 291-294. DOI:10.13989/j.cnki.0517-6611.2015.11.100.
- [49] 郭添荣, 张崑, 叶梅, 等. 中国水产食品质量及安全控制研究进展[J]. 肉类研究, 2019, 33(5): 67-72. DOI:10.7506/rlyj.1001-8123-20190311-051.
- [50] 房辉, 原峰, 熊涛, 等. 我国海洋科技创新效率测算及实证研究: 基于创新价值链的视角[J]. 资源开发与市场, 2019, 35(11): 1337-1342.
- [51] 白春礼. 加强基础研究, 强化原始创新、集成创新和引进消化吸收再创新[J]. 中国科技奖励, 2016(1): 6-8.
- [52] 陈宁, 赵露, 陈雨生. 海洋国家实验室科技成果转化服务体系研究[J]. 科技管理研究, 2019(11): 122-128.
- [53] 张晓. 广东海洋科技创新体系优化研究[D]. 湛江: 广东海洋大学, 2018: 32-41.
- [54] 马磊, 毛相朝, 王富龙. 食品专业创新型人才培养平台建设的探索与思考[J]. 教育教学论坛, 2014(37): 165-166.