

我国海洋中药资源可持续利用与产业发展 战略思考^{*}

付先军^{1,2**}, 方子寒³, 邓家刚⁴, 吴 皓⁵, 王长云⁶, 郭 娟^{7,8}

(1. 山东中医药大学海洋中药研究院, 国家中医药管理局海洋中药新药发现与开发重点研究室, 山东省高等学校海洋中药重点实验室 济南 250355; 2. 山东中医药大学青岛中医药科学院, 青岛市海洋中药研究重点实验室, 青岛市海洋中药深度开发与产业化关键技术创新中心 青岛 266114; 3. 中国生物技术发展中心 北京 100039; 4. 广西中医药大学广西北部湾海洋中药应用技术与产品研发实验室 南宁 530200; 5. 南京中医药大学江苏省海洋药用生物资源研究与开发重点实验室 南京 210023; 6. 中国海洋大学海洋药物教育部重点实验室 青岛 266003; 7. 大连海洋中医药研究院 大连 116622; 8. 中国中医科学院中药研究所 北京 100700)

摘 要:海洋中药的可持续利用和产业发展,对于保护海洋生态环境、传承中医药文化、推动中药产业高质量发展都具有重要意义。经过数代人努力,我国海洋中药研发在传统应用经验积累、研发平台建设、专业人才储备、高水平学术交流平台搭建、政策支持及产业环境优化等方面奠定了坚实基础,并取得一系列突破性研究进展。然而,当前海洋中药可持续利用与产业发展面临诸多问题,如作为海洋中药应用的海洋生物资源动态状况不清且部分濒临枯竭,保护意识淡薄致研发与保护脱节,研发投入不足难以形成可持续性利用局面,缺少国家层面研发平台且产业规模化、集约化程度低等。为促进海洋中药资源可持续利用与产业发展,需采取加强海洋中药资源的动态监测与保护、开展人工繁育与养殖技术研究、建设国家级研发平台、增加研发投入设立专项基金、创新研究思路和方法、开发高价值产品、推动海洋中药全产业链整合发展等战略举措。同时需加强多学科融合研究、强化国际合作交流、加强科普宣传教育,实现海洋中药资源有效保护和合理利用,形成产业链条完整、带动作用明显、品牌效应集聚的海洋中药产业集群,推动其为人类健康和海洋强国战略贡献力量。

关键词:海洋中药 可持续利用 资源保护 产业发展 战略思考

DOI: 10.11842/wst.20250312001 CSTR: 32150.14.wst.20250312001 中图分类号: R282.77 文献标识码: A

海洋占据地球约71%的表面积,是一个巨大的生物资源宝库,根据 Ocean Biogeographic Information System(OBIS)公布的数据,公认的海洋生物资源达到194,931种^[1],其中海洋药用生物资源为我国传统海洋中药产业的发展持续注入新的活力。海洋中药资源的开发和利用,将中医药的探索边界从陆地延伸至海洋,推动“新时代神农尝百草”工程的实施,契合系统

性挖掘药用资源的目标。我国海洋中药资源的应用历史非常悠久,自《黄帝内经》、《神农本草经》等古籍起,就有诸多海洋中药如海藻、昆布、牡蛎、海马等的药用记载,在传统医学中发挥着重要作用^[2]。海洋中药资源的可持续利用是产业发展的前提条件,贯穿“资源挖掘—产品开发—临床应用”全链条,通过建立海洋中药资源普查体系、濒危预警机制、人工养殖和

收稿日期:2025-03-12

修回日期:2025-06-24

* 国家中医药管理局高水平中医药重点学科建设项目(zyyzdxk-2023124):海洋中药学,负责人:付先军;山东省泰山学者特聘专家项目(tstp20240825):海洋中药研究,负责人:付先军;山东省自然科学基金项目(ZR2022LZY026):海洋中药寒热药性物质基础、作用机制及客观评价研究,负责人:付先军。

** 通讯作者:付先军(ORCID:0000-0002-9399-4635),山东中医药大学教授,博士生导师,主要从事方向:海洋中药研究。

种质资源库,促进产业协同,才能够保障海洋中药资源的稳定供应,形成“资源利用—产品开发—经济收益”闭环^[3]。近年来,我国在海洋中药研发领域已取得一定成果,拥有丰富的传统应用经验、先进的研发平台、专业的人才队伍、突破性的成果,以及政策支持和良好的产业发展环境等优势。

在此背景下,整合研发优势,分析面临的发展问题,探索海洋中药资源的可持续利用途径和产业发展战略,对于保护海洋生态环境、传承中医药文化、推动海洋中药产业健康发展具有重要意义^[4-5]。

1 我国海洋中药资源研发基础

1.1 积累丰富的传统应用经验

我国对海洋中药的临床应用源远流长,古代医药典籍中详细记载了多种海洋生物来源的中药及其药用价值和应用方法,历经数千年的临床实践,积累了丰富的用药经验,文献中含海洋中药方剂一万多首,目前已经整理出版共8290首^[6-9],为现代海洋中药创新药物研发奠定了坚实的文献信息基础,通过对含海洋中药方剂的分析,能够挖掘其组方规律,以期为海洋中药的临床应用和新药研发提供线索。以珍稀濒危资源海洋中药海马为例,其最早载于《本草经集注》中,“海马”之名始于唐代陈藏器的《本草拾遗》,有温肾壮阳、消肿散结功效,在传统方剂中广泛应用,有文献记载的含海马方剂共154首,大多为散剂,常与鹿茸、熟地黄、肉苁蓉等配伍,主治阳痿、癥瘕、疔疮、虚劳、健忘等病症,临床应用非常广泛,具有丰富的传统用药经验^[10]。

1.2 建设先进的研发平台

国内众多高校和科研机构搭建了先进的海洋中药研发平台(见表1),广西中医药大学、山东中医药大学率先建立了海洋中药学科,并先后获得国家中医药管理局重点学科建设项目的支持;山东中医药大学、中国中医科学院等单位设立了海洋中药研究中心和海洋中(医)药研究院。还有一些中医药院校围绕海洋中药研究建设了海洋药物研究平台,如南京中医药大学建立了海洋药物研究开发中心和海洋药用生物资源研究与开发重点实验室,广西中医药大学设立了海洋药物研究院,青岛海洋生物医药研究院设立现代海洋中药研发室。大多研发平台获得了国家部委和各省市的立项建设支持^[11-12]。

1.3 储备专业的人才队伍

国内多所高校和研究院所积极探索海洋中药资源研发人才培养模式,山东中医药大学建立了以海洋中药为优势特色专业的研究生教育体系,积极探索成立“海药”本科班,成功获批教育部海洋中药学自主设置目录外二级学科,设立了海洋中药学硕士和博士学位点,率先成立了海洋中药研究青创团队,并获批山东省高等学校青创团队项目资助^[11]。广西中医药大学于中药学硕士学位中设定海洋中药研究方向,校内培养主要依托药学院、海洋药物研究院、中医药科学实验中心等平台,开设研究生《海洋中药学专论》、本科生《海洋中药学》等课程^[12],2023年在药学院增设了海洋中药学教研室。南京中医药大学早在20世纪90年代,就在中药学专业下设海洋中药专业方向招收本科生,同时在中药学硕士和博士学位课程设置《海洋药物选论》,并增设“海洋中药新药研究及开发”方向,招收硕士和博士研究生,进行高层次专业人才的培养。这几所高校都已经培养了一批涵盖中医学、中药学、海洋生物学、药理学、药物化学等多学科领域的专业海洋中药研发人才队伍,在海洋中药资源调查、活性成分筛选、药理活性评价、作用机制研究、新药研发等方面具备扎实的理论基础和丰富的实践经验。另外,在山东中医药大学、广西中医药大学、南京中医药大学、中国海洋大学、北京中医药大学等单位形成了多支专门从事海洋中药研发的高水平研究队伍,为海洋中药的深入研发提供了有力的人才保障^[13-14]。

1.4 搭建高水平的学术交流平台

国内已经成立了多个海洋中药学术组织,2023年在青岛成立的中国海洋学会海洋中药专委会,是目前首个也是唯一一个全国性海洋中药领域学术组织,该组织依托于山东中医药大学(主任委员单位),由中国海洋学会直接管理,成员来自全国38家涉海单位(详见表2),基本覆盖了我国所有研究海洋中药的单位和研究团队,是国内海洋中药领域影响力最大的学会组织,致力于组织海洋中药领域的学术交流与科普活动,推动多学科协同研究,促进海洋中药资源开发、成果转化及产业高质量发展^[23]。此外,广西和山东于2021年先后成立了广西中药材产业协会海洋中药分会和山东省中药协会海洋中药分会^[24-25]。

近年来国内举办了多场海洋中药为主题的高水平的学术交流会议(表3),包括2023年在青岛举办的

表1 全国主要海洋中药研发平台^aTable 1 Major marine traditional Chinese medicine research and development platforms of all China^a

序号	平台类别	平台名称	设立机构	设立时间	批准单位	信息来源
1.	学科	国家中医药管理局中医药重点学科海洋中药学	广西中医药大学	2012年	国家中医药管理局	[15]
2.		山东省中医药重点学科海洋中药学	山东中医药大学、青岛海洋生物医药研究院	2022年	山东省卫健委(山东省中医药管理局)	[16]
3.		国家中医药管理局高水平中医药重点学科海洋中药学	山东中医药大学	2023年	国家中医药管理局	[16]
4.	研究院	海洋药物研究院	广西中医药大学	2018年	广西中医药大学	[15]
5.		海洋中药研究院	山东中医药大学	2024年	山东中医药大学	[16]
6.		大连海洋中医药研究院	中国中医科学院、大连市政府与大连大学	2024年	中国中医科学院、大连市政府与大连大学	[17]
7.	实验室	江苏省海洋药用生物资源研究与开发重点实验室	南京中医药大学	2013年	江苏省自然资源厅(原归属于江苏省海洋与渔业局)	[18]
8.		广西北部湾海洋中药应用技术与产品研发实验室	广西中医药大学	2013年	广西教育厅 高校重点实验室	[15]
9.		国家药监局海洋中药质量研究与评价重点实验室	青岛市食品药品检验研究院、中国海洋大学	2021年	国家药监局	[19]
10.		青岛市海洋中药研究重点实验室	山东中医药大学青岛中医药科学院	2022年	青岛市科技局	[16]
11.		山东省高等学校海洋中药重点实验室	山东中医药大学	2022年	山东省教育厅	[16]
12.		江苏省海洋药物研究开发中心	南京中医药大学	1997年	江苏省人民政府	[20]
13.	研究中心等	现代海洋中药研发室	青岛海洋生物医药研究院	2013年	青岛海洋生物医药研究院	[21]
14.		海洋中药研究中心	山东中医药大学青岛中医药科学院	2019年	青岛市人民政府	[16]
15.		青岛市海洋中药深度开发与产业化关键技术创新中心	山东中医药大学青岛中医药科学院	2022年	青岛市科技局	[16]
16.		国家中医药管理局海洋中药新药发现与开发重点研究室	山东中医药大学	2024年	国家中医药管理局	[16]
		青岛中医药科学院海洋中药成果转化基地	山东中医药大学青岛中医药科学院、山东渤愍海洋生物科技有限公司	2025年	山东中医药大学青岛中医药科学院、山东渤愍海洋生物科技有限公司	[22]

注: #指表中信息为各单位官方网站能检索到的公开信息, 纳入的平台名称中包含了“海洋中药”或者“海洋中医药”, 研究方向和领域主要是海洋中药, 或主要围绕海洋中药进行研究由中医药院校设立的海洋药物研究平台, 不包括以现代海洋药物研究为主、只涉及部分海洋中药研发的海洋药物研究平台, 同类别平台按照设立时间进行排序。

“全国海洋中药传承创新论坛(2023)暨中国海洋学会海洋中药专业委员会成立大会”和“海洋中药质量研究与评价重点实验室2023年度学术委员会会议”, 2022年在广西钦州举办的“海洋中药传统理论和现代研究学术研讨会”, 2021年在广西北海举行的“海洋中药临床应用与产业发展论坛”和在青岛举行的“山东省中药协会海洋中药分会成立大会暨‘品质鲁药’海洋中药传承创新高峰论坛”, 2019年在烟台举办的“全国首届海洋中药论坛”等, 为海洋中药学术交流提供了平台^[26-29]。

1.5 优化政策支持与产业发展环境

国家相关部委和各沿海省市地区政府都非常重视海洋中药资源开发利用, 先后出台了一系列政策支持海洋中药产业的发展。《山东省中医药发展“十四五”规划》提出“打造一批千亿级海洋中药产业集聚区”, 《山东省中医药产业发展规划(2022—2025年)》中提出海洋中药创新策源带, 由青岛等7市组成, 加大海洋中药资源深度开发以及在健康食品、日化产品等领域研发应用力度; 《山东省海洋药物和生物制品业发展规划(2023—2027年)》中提出“支持蓝色药库研发生产基地建设, 持续促进海洋新药的研发发

表2 中国海洋学会海洋中药专委会委员及单位分布情况
Table 2 Distribution of members of the marine traditional Chinese medicine special committee of the Chinese society for oceanography

序号	省份	单位数	委员数	序号	省份	单位数	委员数
1	山东	15	36	8	广西	1	4
2	江苏	3	6	9	海南	1	4
3	广东	5	5	10	江西	1	1
4	浙江	4	4	11	香港	1	1
5	澳门	2	3	12	内蒙古	1	1
6	上海	2	3	13	福建	1	1
7	北京	1	4				
合计		38	73				

展”^[30-31]。江苏、广西等省份的海洋中药产业政策持续优化,积极构建海洋生物医药产业研发平台和产业化基地,发挥地区海洋资源优势,研发特色海洋中药,加快海洋中药产业发展^[32-33]。青岛、烟台、大连、连云港等地方政府也积极推动海洋中药产业园区建设,为企业提供优惠政策和良好的发展环境,促进了产学研合作的深入开展,加速了海洋中药研发成果的转化与应用。

1.6 取得系列突破性研究进展

基于以上有利条件,我国在海洋中药领域取得了系列突破性研究成果和进展,具体内容如下详述。

1.6.1 构建海洋中药理论体系,打造海洋中药学术高地

山东中医药大学联合广西中医药大学、中国海洋大学、南京中医药大学、北京中医药大学、黑龙江中医药大学等单位,首次探讨了海洋中药发展源流,界定了海洋中药内涵与外延,提出了海洋中药传承创新发展蓝图,诠释了海洋中药寒热药性分布规律,揭示了海洋中药寒热药性的物质基础和生物机制,创新了药

性认知方法体系,实现了海洋中药新资源性效作用的快速客观评价。经过二十余年的探索,逐步完善了海洋中药理论体系,集中体现在《中华海洋本草》^[34]、《海洋中药学》^[35]、《海洋中药的内涵与外延探讨》^[36]、《历代海洋本草聚英》^[37]、《海洋中药化学》^[38]和《海洋中药方剂大辞典》^[9]等论著中。此外,广东、上海、浙江、福建、河北等沿海省份的高校和科研院所也对海洋中药的本草考证、文献挖掘进行了研究,不断丰富海洋中药的理论体系和学术构架。

1.6.2 发掘海洋药用资源,完善海洋中药资源供应链

中国海洋大学联合山东中医药大学等单位,通过实地考察和文献调研,发现我国海洋中药资源分布广泛,涵盖渤海、黄海、东海和南海。截至2015年6月,共记录725种海洋中药,涉及1552种药用生物和矿物^[39]。其中山东省大陆海岸线全长3024.4公里,濒临渤海、黄海,浅海滩涂总面积2900万亩,海水鱼虾有260多种,虾、海参、扇贝、鲍鱼等养殖产量在全国居首位,80种道地药材中有10种是海洋中药^[40-41]。广西是我国海洋药用生物资源较为丰富的省区之一,有海洋鱼类500多种、虾类200多种、贝类170余种、蟹类190多种、浮游植物近140种、浮游动物130种、沿海滩涂生物47科140多种,也是我国传统海洋中药珍珠、牡蛎、文蛤等的主产区,明确有药用价值的海洋生物共721种,归属235科390属,其中植物界资源共63种,如马尾藻、孔石莼、江蓠、龙须菜、海杠果、毛马齿苋、水芹、绿藻门和褐藻门的部分大型海藻等;动物界资源共633种,如海蛇、海马、海龙、中国鲎、儒艮、文昌鱼、方格星虫、珍珠等^[42]。中国水产科学研究院黄海水产研究所等单位在海洋中药资源发掘方面取得了系列突破,绘制了鮫鳔、中国真蛸、海带等10余个重要海洋中药资源物种的全基因组测序和精细图谱,推动我

表3 主要海洋中药学术会议

Table 3 Major academic conferences on marine traditional Chinese medicine

序号	会议名称	举办机构	举办时间	举办地
1	全国海洋中药传承创新论坛(2023)暨中国海洋学会海洋中药专业委员会成立大会	山东中医药大学、山东省中药协会和青岛海洋生物医药研究院等	2023年	山东青岛
2	海洋中药质量研究与评价重点实验室2023年度学术委员会会议	青岛市食品药品检验研究院	2023年	山东青岛
3	海洋中药传统理论和现代研究学术研讨会	中华中医药学会、广西中医药大学等	2022年	广西钦州
4	山东省中药协会海洋中药分会成立大会暨“品质鲁药”海洋中药传承创新高峰论坛	山东中医药大学、山东省中药协会等	2021年	山东青岛
5	海洋中药临床应用与产业发展论坛	广西中医药大学等	2021年	广西北海
6	全国首届海洋中药论坛	北京中医药协会等	2019年	山东烟台

国在海洋中药资源基因发掘方面迈入国际领先行列^[43]。为解决中医药产业对海洋中药的需求,我国于20世纪50年代就开始对海马等海洋中药资源进行人工繁育与规模化养殖,自1957年广东汕头海水养殖试验厂试养三斑海马首获成功以来,我国的三斑海马曾经出现过一阵养殖热潮,还先后探索了大海马、三斑海马、克氏海马、日本海马的养殖技术。2009年,我国学者从国外引进美国线纹海马,在南方各省得到了一定推广;2016年福建省水产研究所引进了澳洲膨腹海马新品种,2021年开始该品种便占全国海马养殖总量近半。目前我国海马养殖规模居世界第一,养殖技术也达到顶尖水平^[44]。

1.6.3 制定系列标准,突破海洋中药产业发展瓶颈

山东中医药大学、广西中医药大学、中国海洋大学、青岛海洋生物医药研究院等单位聚焦海洋中药材、饮片标准及产地加工规范等标准制定,首次制定章鱼、老鼠簕、厚藤、木榄等海洋中药质量控制技术规程等标准,并分别被收入《山东省中药材标准》、《山东省中药饮片炮制规范》、《广西中药材标准》、《广西壮族自治区中药饮片炮制规范》等,突破了海洋中药产业发展瓶颈,引领了行业高质量发展^[45]。

1.6.4 创新海洋中药高效研发技术体系,研发系列高价值产品

山东中医药大学、南京中医药大学、广西中医药大学、中国海洋大学、青岛海洋生物医药研究院等单位,挖掘海洋中药“性-效-靶-谱”关联关系,提出海洋中药资源全值、高值化综合利用研发思路,构建“经验挖掘-活性预测-通量筛选-物质分析-产品研发”一体化高效研发技术体系;联合山东、北京、江苏、广西、澳门等地的高校、研究院所和企业,形成“海洋药用生物资源养殖—产地加工—产品开发—上市销售”上下游产业链,研发了美来尔颗粒、葛桑降糖胶囊、四角蛤蚧胶囊、复方梭子蟹壳胶囊、文蛤多肽口服液、海马多肽、海洋降尿酸饮料等系列产品。广西中医药大学参与研发的海洋来源新型功能大分子“海参九糖”LFG-53/YB209(2021年和2022年分别获得了美国FDA和中国NMPA临床研究批件,批件号:IND153593;CXSL2200305),为国际首创的内源性因子X酶抑制剂^[46-47],上海交通大学研发了来源于海洋中药海龙的抗肿瘤活性蛋白类成分^[48]。这些产品授权国内外发明专利200多项,从专利分布的省份看,山东省相关单位

授权专利数最多,其次是广东省、浙江省、上海市、福建省等沿海省份^[49]。

2 海洋中药可持续利用与产业发展面临的问题

2.1 资源动态不清,部分海洋中药生物资源濒临枯竭

我国对海洋中药资源的现状调查研究仍不够充分,导致动态状况不清,消耗缺少动态监控,濒危物种尚无预警信息系统。随着人类活动的加剧,海洋生态系统遭受严重破坏,众多海洋中药资源物种数量锐减,甚至濒临灭绝。过度捕捞使得具有药用价值的海洋生物资源量急剧减少,如海马因市场需求大、价格高而被过度捕捞,面临濒危;海洋污染、围填海工程以及海洋养殖等活动破坏了海洋生物的栖息地,导致依赖特定生态环境生存的海洋中药资源数量下降,如珊瑚礁生态系统受损,使相关药用生物资源减少,其中至少有海马、玳瑁、砗磲、珊瑚等十几个品种已经被列入《国家重点保护野生动物名录》^[4]。

2.2 保护意识淡薄,资源研发与保护脱节

部分地区的渔民和相关从业者对海洋中药资源的保护意识不足,缺乏对濒危物种的认识。在捕捞过程中,未采取有效的保护措施,导致一些濒危海洋中药资源进一步减少。同时,公众对海洋生态环境保护的重视程度不够,未形成良好的保护氛围,对非法来源的海洋中药产品的消费行为也在一定程度上加剧了资源的濒危。在海洋中药研发过程中,存在研发与保护脱节的现象。一些科研机构和企业过于关注活性成分的提取和新药研发,忽视了对海洋中药资源的保护。在资源获取过程中,未考虑资源的可持续性,导致研发对资源造成了进一步的压力,不利于濒危海洋中药资源的保护和可持续利用^[50]。因此,有必要加大研发投入,改变目前粗放式研发模式,建立海洋中药资源可持续利用范式,实现研发与保护的协同发展。

2.3 研发投入不足,难以形成可持续利用发展格局

海洋中药作为中医药体系的重要组成部分,其研发长期面临资金投入不足问题,导致海洋中药资源保护与利用的矛盾长期存在,难以形成可持续利用发展格局,阻碍了具有国际影响力的标志性成果产出。根据公开数据,日本、欧盟等发达经济体年均投入超3亿美元,我国海洋药物研发年投入仅约5000万元人民币(约800万美元),海洋中药专项研究经费更是微乎其

微,这种悬殊的资金差距直接制约了海洋中药资源的可持续利用开发,阻碍了基础研究深度和产业化成果产出,导致我国470万平方公里海域鉴定的20278种海洋生物资源中,实现药用开发的不足0.5%,临床常用的海洋中药不足50种,进入《中国药典》2020版的海洋中药仅为12种^[3-4,51]。

2.4 缺少国家层面研发平台,产业规模化、集约化程度低

我国海洋中药研发面临国家级平台缺失导致的资源分散问题。从区域布局看,全国11个沿海省份中仅山东省形成了较好的产业集聚度,而其他省份普遍存在研发与生产脱节、产业链断裂的现象。这一困境源于国家层面统筹不足:省级以上海洋中药研发平台不足10个,这种分散投入导致海洋中药资源保护与利用各个环节的核心技术攻关乏力,产学研协同不足。在国家药品监督管理局系统收录的海洋中药产品生产厂家共有370家(含分厂与分公司),其中生产厂家最多的省份为山东省(26家)和广东省(26家),其次是浙江省(22家)、河北省(21家)、黑龙江省(19家)、吉林省(19家),但龙头企业不足5%,90%以上中小企业缺乏与科研机构对接的有效机制,这种碎片化格局严重制约了我国对海洋中药资源的可持续开发和利用^[49]。

3 海洋中药资源可持续利用和产业发展战略

3.1 加强资源动态调查监测与保护

运用卫星遥感、地理信息系统(Geographical information system, GIS)等现代信息技术,结合eDNA检测技术,开展全面的海洋中药资源动态调查,对我国濒危海洋中药资源的种类、分布、数量等情况进行跟踪监测。建立海洋中药资源监测体系,在重点海域设置监测站点,定期监测海洋中药资源的生长环境和种群数量,实时掌握资源动态变化。例如,通过建立覆盖我国四大海域的网格化调查体系,对海马种群进行分子标记和动态监测,为制定科学的保护与利用策略提供准确的数据支持。进一步完善海洋中药资源保护的法律法规,明确对濒危海洋中药资源的保护范围、保护措施和法律责任。加强执法力度,严厉打击非法捕捞、贩卖濒危海洋中药资源的行为。同时,制定相关政策,鼓励企业和科研机构开展濒危海洋中药资源的保护与可持续利用研究,如给予税收优惠、资金支持等,引导社会资源向该领域倾斜。

3.2 开展人工繁育与养殖技术研究

针对濒危海洋中药资源,加大人工繁育与养殖技术的研发投入,深入研究其繁殖生物学特性,突破技术瓶颈,提高人工繁育的成功率和养殖效率。例如,为了解决海马产业可持续发展面临的“卡脖子”问题,开展海马养殖关键技术与产量提高、质量提升研究,筛选有育种价值的遗传位点和个体,系统研究环境因子影响,建立海马人工繁育技术体系,实现全周期人工养殖;并对养殖海马进行性效作用评价,以及物质成分分析,形成科学、实用的评估报告,为人工养殖海马的替代研究提供科学依据,为海马资源可持续利用与开发奠定基础,实现海洋中药资源的可持续供应。

3.3 布局建设国家层面研发平台

整合国内海洋中药研发优势单位,布局建设国家级研发平台,是全面推动海洋中药产业跨越发展的必然选择,也是贯彻落实习近平总书记重要讲话、重要指示批示精神和实施国家战略的重大举措及迫切需要。2018年,习近平总书记在青岛视察时对管华诗院士表示打造中国的“蓝色药库”是我们共同的梦想。2024年,习近平总书记在山东考察时指出,山东要发挥海洋资源丰富的得天独厚优势,经略海洋、向海图强。因此,国家级研发平台,以科学有效的法人治理模式、激励创新的人才使用和管理制度、深度融合的产学研协同创新体制和多元化投入机制,通过组建海洋中药创新联盟、组织联合研发、共建联合研发平台、鼓励技术入股等方式,有望实现海洋中药资源可持续利用创新链、产业链和资本链的有机联动,达到海洋中药产学研协同创新、资源共享、收益共赢和风险共担。

3.4 增加研发投入,设立海洋中药专项基金

当前,我国海洋中药研发潜力日益受到重视,技术发展已进入加速期,但仍面临基础研究薄弱、成果转化率低等瓶颈,严重制约着海洋中药的科技创新。科技创新离不开经费的支撑,增加研发投入,并设立海洋中药专项基金,是推动海洋中药产业高质量发展的关键举措。专项基金一方面用于支持海洋中药的基础研究,如深入探索海洋生物的药效成分、作用机制等,填补理论空白;另一方面用于保护性利用研究,保障海洋中药资源稳定供给,加速海洋中药新药的研发与临床试验,促进成果转化。通过专项基金的投入,还能够吸引更多优秀科技人才投身海洋中药领域,组建高水平科研团队,打破高校、科研院所和企业

之间的壁垒,加强多学科融合、产学研合作。这不仅能提升我国海洋中药的研发水平,在国际竞争中抢占先机,还能带动相关产业发展,创造经济效益,为生物医药产业注入新活力,推动海洋经济与中医药事业协同发展。

3.5 创新海洋中药持续利用与产品开发思路和方法

在实现海洋中药可持续利用的进程中,创新研究思路和方法至关重要,能有效推动海洋中药从资源保护到产品开发的全链条发展。

3.5.1 人工智能技术赋能传承与创新双轮驱动

借助人工智能(Artificial intelligence, AI)技术推动海洋中药经验传承与技术创新。一方面,中医药理论对海洋中药的应用有着独特的认识和方法,应在其指导下,加强海洋中药的历代用药经验的传承,通过系统整理和研究历代文献中关于海洋中药的记载,深度挖掘更多潜在的药用价值和应用方法。另一方面,要积极吸纳现代科学研究成果,充分利用现代生物技术、化学分析技术等先进手段,深入剖析海洋中药的化学成分、药理作用机制,显著提高研发的针对性和成功率。

AI通过深度学习与数据挖掘技术,可系统分析历代海洋中药典籍、验方及现代研究成果,构建涵盖海洋中药生物资源信息、活性成分信息、配伍规律的知识图谱,解决传统经验传承碎片化难题。在活性评价与新药发现领域,AI结合分子模拟与虚拟筛选技术,可快速从海洋中药成分库中预测具有靶向活性的化合物,缩短研发周期,同时,AI驱动的多组学分析可整合基因组、代谢组等数据,揭示海洋中药及其复方复杂成分的作用机制。此外,AI技术赋能海洋中药质量控制与标准化研究,通过图像识别与光谱分析,AI可精准鉴别海洋药材真伪及品质,结合智能传感器实时监控生产流程,保障制剂稳定性。

未来,随着海洋中药多维信息数据库的完善与AI算法的迭代,海洋中药研发将实现经验传承和技术创新协同驱动,加速原创性新药发现与临床转化。

3.5.2 实验室数据-临床需求-专家指导三维协同融合

实验室环境中开展深入的基础研究是创新的基石,通过大量系统的实验数据积累,可为海洋中药的研发提供坚实的科学依据。以临床实际需求为导向是海洋中药研发的重要方向,密切关注临床疾病的治疗需求,尤其是那些疑难病症和慢性病的治疗难题,有针对性地研发海洋中药产品,满足临床治疗的迫切

需求。充分发挥中医药、海洋生物学、药学等多学科专家的智慧和经验,凭借专家深厚的专业知识和丰富的实践经验,能够为海洋中药的研发提供高屋建瓴的意见和建议,避免研发过程中的盲目性和错误决策,确保研发方向的正确性和科学性。在海洋中药的研发与产业创新进程中,实验室数据提供基础研究支撑;临床需求明确研发靶向,确保成果贴合医疗实际;专家指导把控方向,融合前沿理念。三者协同融合,助力海洋中药突破创新,推动产业蓬勃发展。

3.5.3 高校-研究院所-医院-企业四方联动

建立四方联动机制,是完善海洋中药产业链的关键举措。高校和研究院所拥有强大的科研实力,承担着海洋中药基础研究和技术创新的重任,不断探索海洋中药的新特性和新应用;医院作为临床研究的重要平台,能够提供丰富的病例资源,对海洋中药的疗效和安全性进行严格验证,确保产品的临床价值;企业则具备资金和生产转化能力,将高校和研究院所的研发成果转化为实际产品,并推向市场,实现经济效益和社会效益。通过四方紧密联动,实现从海洋中药资源的采集供给研究,到产品的研发生产,再到临床应用的无缝对接,有力推动海洋中药产业的蓬勃发展。例如,高校和研究院所成功研发出具有潜在药用价值的海洋中药提取物后,企业迅速进行工艺优化和大规模生产,医院同步开展临床试验评估疗效,各方协同合作,大大加速海洋中药的产业化进程。

3.5.4 开发高价值的海洋中药产品

深入挖掘海洋中药的药用价值,开发高价值的海洋中药产品。通过创新的研究方法和技术手段,从海洋中药中发现新的活性成分和先导化合物,开发出具有自主知识产权的新药。同时,注重开发海洋中药的保健品、功能性食品等产品,拓展海洋中药的应用领域。例如,开发以海洋中药为原料的抗氧化、免疫调节等功能的大健康产品,满足人民群众日益增长的健康需求。通过开发高价值产品,为蓝色药库提供切实有效的“蓝色药方”,提高我国海洋中药新药研发效率,加快成果转化,为海洋强国战略和人民健康提供蓝色保障。

3.6 推动海洋中药全产业链整合发展

海洋中药资源可持续利用的全产业链整合发展,需以“中医药理论为指导、资源保护为根基、共性关键技术创新为引擎、全链协同为路径、政策引导为保障”,构建陆海联动、产学研深度融合的生态体系,建

立覆盖“经验传承-资源普查-生态保育-技术创新-产业转化-市场拓展”的全链条闭环。

3.6.1 产业链层面要突破瓶颈、多级联合

产业链层面需打造多级联合开发模式,通过基因测序、濒危预警和资源库建设,实现海洋中药资源精准管控,基于中医原创思维和理论指导,依托经验挖掘、药性评价、高通量活性筛选等技术,推动类器官芯片、基因编辑等前沿技术与中医药理论的融合创新,突破海洋中药新资源临床转化应用瓶颈,在传统海洋中药资源基础上,不断拓展新的海洋药用资源,并通过产学研平台整合基础研究、临床验证与产业化资源,形成“基础研究-产品研发-中试生产-市场转化-临床应用”的多级联合开发机制。

3.6.2 地理空间层面要区域协同、多元布局

根据我国不同海域特点和海洋中药资源分布情况,进行合理的空间布局。坚持“重点突破、示范带动”原则,于渤海、东海、南海海域临近重点区域形成产业集聚中心,根据不同海域的海洋中药资源禀赋情况和临近地区经济发展情况,形成一批产业示范基地。充分发挥沿海地区经济发展较快,人口密度较大的优势,形成渤海-黄海-东海-南海海域协同发展线,示范带动全国乃至全球海洋中药资源开发与利用,共同服务于海洋中药产业发展,实现从科学到技术的转化落地,打造多元化产业示范新模式。

3.6.3 政策端需强化标准引领、梯度扶持

注重国际标准话语权争夺,通过主导海洋中药材ISO认证和跨境种质资源合作,将“蓝色药库”纳入“一带一路”健康产业布局,最终形成“资源可持续-技术高精尖-产业高效益-生态低负荷”的良性循环。同时建立梯度扶持机制推广友好型产业开发环境,培育一批带动作用明显、品牌效益集聚的龙头企业,与养老、食品、旅游、农药兽药等相关产业深度融合,催生一批发展潜力大、带动作用强的新型产业,形成产业链条完整、带动作用明显、品牌效应集聚的海洋中药产业集群,为我国中医药现代化和海洋生物医药发展提供战略支点。

4 结论与展望

海洋中药的可持续利用是一项复杂而系统的工程,关乎海洋生态环境保护、中医药传承创新以及人民健康保障。当前,虽然我国在海洋中药研发方面已具备一定优势,但濒危海洋中药资源仍面临诸多严峻挑战,如过度捕捞、生态恶化、保护意识淡薄以及研发与保护脱节,研发投入不足、缺少国家层面平台、产业集聚效应差等问题。

通过本文提出的一系列可持续利用和产业发展的思路与方法,包括加强资源动态调查与实时监测、完善法律法规、开展人工繁育、推动产学研合作、创新研发思路方法,以及推动全产业链整合发展等,有望在保护濒危海洋中药资源的基础上,系统性挖掘海洋药用资源,拓展海洋中药新资源,充分发挥其药用价值,推动海洋中药产业的可持续发展。创新的“双轮驱动”、“三维协同”和“四方联动”等研究思路及方法,为海洋中药的研发和产业转化提供了新的模式和方向;而开发高价值的海洋中药产品,则有助于提高资源的经济价值和社会认可度,从而反哺资源保护工作,通过多级联合、区域协同、政策引领推动全产业链整合发展。

展望未来,还需要进一步加强多学科融合的深入研究,不断探索新的技术和方法,如基因编辑技术在濒危海洋中药种质改良中的应用、合成生物学技术实现活性成分的大规模生产等。同时,应强化国际合作与交流,借鉴国外先进经验,共同应对全球性的海洋生态问题,在国际舞台上争取更多的海洋中药资源保护和开发的话语权。此外,持续加强科普宣传教育,提高全社会对濒危海洋中药资源的保护意识,形成政府、科研机构、企业和公众共同参与、协同保护的良好局面。最终实现海洋中药资源的有效保护和合理利用,形成产业链条完整、带动作用明显、品牌效应集聚的海洋中药产业集群,让海洋中药在新时代继续焕发新的生机活力,为推动中医药高质量发展做出贡献。

[利益冲突] 本文不存在任何利益冲突。

参考文献

- 1 Ocean Biogeographic Information System (OBIS) [EB/OL]. (2025-4-18) [2025-4-18]. <https://obis.org>.
- 2 付先军, 管华诗, 吴强明, 等. 海洋中药发展源流初探[J]. 中华医史

杂志, 2009, 5(3):168-172.

Fu X J, Guan H S, Wu Q M, et al. Elementary exploration of the origin and development of marine Chinese material medica[J]. Chinese

- Journal of Medical History, 2009, 5(3):168-172.
- 3 黄璐琦, 郭兰萍, 崔光红, 等. 中药资源可持续利用的基础理论研究[J]. 中药研究与信息, 2005, 7(8):4-6, 29.
 - 4 卢宪文, 李文军, 秦松. 我国海洋中药产业发展面临的问题及建议[J]. 药学研究, 2024, 43(6):615-618.
Lu X W, Li W J, Qin S. Challenges and suggestions for the development of traditional marine Chinese medicinal industry in China [J]. Journal of Pharmaceutical Research, 2024, 43(6):615-618.
 - 5 付先军, 王振国, 武继彪, 等. 传统海洋中药创新工程研究[J]. 中国海洋药物, 2020, 39(4):63-70.
Fu X J, Wang Z G, Wu J B, et al. Research on innovative project of marine traditional Chinese medicine[J]. Chinese Journal of Marine Drugs, 2020, 39(4):63-70.
 - 6 吕轶峰, 罗轶, 李丽莉. 海洋中药及药用资源古今应用探析[J]. 亚太传统医药, 2025, 21(1):200-204.
Lv Y F, Luo Y, Li L L. Ancient and modern applications of marine traditional Chinese medicine and medicinal resources[J]. Asia-Pacific Traditional Medicine, 2025, 21(1):200-204.
 - 7 付先军, 张丰聪, 陈居伟, 等. 海洋中药材本草考证思路与方法探讨[J]. 中华中医药杂志, 2017, 32(9):4080-4084.
Fu X J, Zhang F C, Chen J W, et al. Exploration on thought and methods for textual research on traditional Chinese marine medicine[J]. China Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy, 2017, 32(9):4080-4084.
 - 8 张家蔚, 杨凯晶, 崔赛赛, 等. 基于文献记载的海洋中药方剂用药规律探索[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2017, 19(3):414-418.
Zhang J W, Yang K J, Cui S S, et al. Exploration on medication rules of Chinese marine materia medica prescriptions based on literature recordings[J]. World Science and Technology/Modernization of Traditional Chinese Medicine and Materia Medica, 2017, 19(3):414-418.
 - 9 付先军. 海洋中药方剂大辞典[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2023.
 - 10 赵翔凤, 相光鑫, 石丛薇, 等. 基于方剂构成信息的知识发现和关联网络构建挖掘海洋中药海马历代用药经验[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2021, 23(2):335-343.
Zhao X F, Xiang G X, Shi C W, et al. Exploration of Marine Traditional Chinese Medicine Experience in the Use of Hippocampus Through the AgesBased on Knowledge Discovery and Associative Network Construction of Formulary Composition Information[J]. World Science and Technology/Modernization of Traditional Chinese Medicine and Materia Medica, 2021, 23(2):335-343.
 - 11 王宁, 张怡. 中医药高校学报助力地方经济发展路径探索——以《山东中医药大学学报》为例[J]. 学报编辑论丛, 2024(1):693-696.
 - 12 易湘茜, 徐新亚, 高程海, 等. 中药学专业学位海洋中药学方向研究生联合培养实践基地建设探索[J]. 中国中医药现代远程教育, 2024, 22(6):184-186.
Yi X Q, Xu X Y, Gao Z H, et al. Research on effectiveness of the construction of joint cultivation base for graduate students with professional master's degree of marine traditional Chinese medicine [J]. Chinese medicine modern distance education of China, 2024, 22(6):184-186
 - 13 吴应清. 神农向海, 药济苍生——记山东中医药大学教授付先军及其团队[J]. 科学中国人, 2022(22):50-52.
 - 14 刘阳, 刘丽, 任夏, 等. 基于文献计量学和信息挖掘的海洋中药研究现状分析[J]. 中国海洋药物, 2021, 40(2):62-72
Liu Y, Liu L, Ren X, et al. Analysis of research status of marine traditional Chinese medicine based on bibliometrics and data mining [J]. Chinese Journal of Marine Drugs, 2021, 40(2):62-72.
 - 15 广西中医药大学. 海洋药物研究院简介[EB/OL]. (2025-04-18) [2025-04-18]. <https://www.gxcmu.edu.cn/hyywyj/yjyjk/yjyj>.
 - 16 山东中医药大学. 科学院概况[EB/OL]. (2025-04-18) [2025-04-18]. <https://qdaem.sdutcm.edu.cn/zjyjk/kxygk.htm>.
 - 17 百度百科. 大连海洋中医药研究院[EB/OL]. (2024-10-20)[2025-04-18]. <https://baike.baidu.com/item/大连海洋中医药研究院/65014926>.
 - 18 南京中医药大学. 江苏省海洋药用生物资源研究与开发重点实验室. [EB/OL]. (2014-06-03) [2025-04-18]. <https://yxy.njucm.edu.cn/2014/0609/c550a16215/pagem.htm>.
 - 19 青岛市人民政府. 我市海洋中药实验室获批国家药监局重点实验室[EB/OL]. (2021-03-08) [2025-04-18]. http://www.qingdao.gov.cn/zwgk/xxgk/wjw/ywfl/zyy/202104/t20210416_3060297.shtml.
 - 20 南京中医药大学. 江苏省海洋药物研究开发中心[EB/OL]. (2010-05-05) [2025-04-18]. <https://yxy.njucm.edu.cn/2014/0609/c548a5840/pagem.htm>.
 - 21 青岛海洋生物医药研究院. 现代海洋中药研发室[EB/OL]. (2025-04-18) [2025-04-18]. <https://www.qdmbrl.com/technology/673.html>.
 - 22 山东中医药大学. 海药院(青科院)海洋中药成果转化基地落户莱州[EB/OL]. (2025-01-05) [2025-04-18]. <https://qdaem.sdutcm.edu.cn/info/1115/2269.htm>.
 - 23 中国海洋学会. 中国海洋学会海洋中药专业委员会在青岛成立[EB/OL]. (2025-02-24). [2025-02-24]. <http://www.cso.org.cn/zfsjxw/3295.jhtml>.
 - 24 “广西中药材产业协会海洋中药分会”成立大会在我校顺利召开[J]. 广西中医药大学学报, 2021, 24(2):41-41.
 - 25 李勋祥. 传承创新海洋中药, 山东省中药协会海洋中药分会在青成立[EB/OL]. (2021-07-11) [2025-02-24]. https://www.dailyqd.com/guanhai/99991_1.html.
 - 26 中国教育在线. 全国海洋中药传承创新论坛(2023)暨中国海洋学会海洋中药专业委员会成立大会在青岛举行[EB/OL]. (2023-07-20) [2025-02-24]. https://article.xuexi.cn/articles/index.html?art_id=5892690012608094447.
 - 27 广西中医药大学. 海洋中药传统理论和现代研究学术研讨会在广西钦州成功举办[EB/OL]. (2022-11-19) [2025-02-24]. https://www.gxcmu.edu.cn/zyxsys/xwzx/sysxwzxd/content_76236.
 - 28 广西中医药大学. 海洋中药临床应用与产业发展论坛暨全国海洋中药理论与应用研究技术/海洋中药材与饮片鉴别培训班在北海举行[EB/OL]. (2021-9-25) [2025-02-24]. https://www.gxcmu.edu.cn/zyxsys/xwzx/sysxwzxd/content_76311.

- 29 北京中医药学会. 2019年精彩活动回放【第二季度】[EB/OL]. (2020-01-21) [2025-02-24]. http://www.bjacm.com.cn/cn/index/526_60623_6300.
- 30 中国中医.《山东省中医药发展“十四五”规划》:打造中医药五个高地[EB/OL]. (2021-09-07) [2025-02-24]. https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzA3ODQwNzYzMg==&mid=2650438635&idx=1&sn=17c0543790c1a10b38145e675348ce25&chksm=874de954b03a60423828514cef19adc33799b08f6f2c1d95880dd4376f5f74ead86517ec174e&scene=27.
- 31 山东省卫生健康委员会.《山东省中医药产业发展规划(2022-2025年)》政策解读[EB/OL]. (2021-12-27) [2025-02-24]. http://wsjkw.shandong.gov.cn/zwgk/zcjd/wdjd/202112/t20211227_3822855.html.
- 32 吴皓. 江苏海洋医药研究开发现状与发展战略思考(下)[J]. 江苏中医药, 2002, 23(9):5-7.
- 33 郝二伟, 邓家刚, 杜正彩, 等. 广西海洋中药传统应用与生物学分布特点研究[J]. 中药材, 2016, 39(6):1262-1265.
- 34 管华诗, 王曙光. 中华海洋本草[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2009.
- 35 邓家刚, 侯小涛, 郝二伟. 海洋中药学[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2018.
- 36 付先军, 王振国, 王长云, 等. 海洋中药的内涵与外延探讨[J]. 世界科学技术: 中医药现代化, 2016, 18(12):9-17.
Fu X J, Wang Z G, Wang C Y, et al. Connotation and extension discussion of marine traditional Chinese medicine[J]. World Science and Technology/Modernization of Traditional Chinese Medicine and Materia Medica, 2016, 18(12):9-17.
- 37 付先军. 历代海洋本草聚英[M]. 北京: 军事医学出版社, 2019.
- 38 侯小涛, 邓家刚, 郝二伟. 海洋中药化学[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2017.
- 39 Fu X M, Zhang M Q, Shao C L, et al. Chinese marine materia Medica resources: status and potential[J]. Mar Drugs, 2016, 14(3):46-73.
- 40 于思程. 山东省海洋生物资源开发利用与经济增长研究[J]. 合作经济与科技, 2022(2):4-7.
- 41 付先军, 李卉, 任夏, 等. 山东省海洋中药传承与创新发展现状分析及建议[J]. 山东中医药大学学报, 2023, 47(4):386-391, 385.
Fu X J, Li H, Ren X, et al. Analysis and suggestions on present situation of inheritance and innovation of marine traditional Chinese medicine in Shandong Province[J]. Journal of Shandong University of Traditional Chinese Medicine, 2023, 47(4):386-391+385.
- 42 黄亮华, 潘传营, 闭显达, 等. 广西海洋药用生物研究现状及产业发展的思考[J]. 渔业研究, 2021, 43(6):651-660.
- Huang L H, Pan C Y, Guan X D, et al. Thinking on industry development and research status of marine medicinal organisms in Guangxi[J]. Journal of Fisheries Research, 2021, 43(6):651-660.
- 43 百度百科. 中国水产科学研究院黄海水产研究所[EB/OL]. (2024-08-03) [2025-02-25]. <https://baike.baidu.com/item/中国水产科学研究院黄海水产研究所/4295182>.
- 44 彭晓娟, 付先军, 渠立群, 等. 山东省海马产业现状及问题建议[J]. 山东中医药大学学报, 2024, 48(1):1-9.
Peng X J, Fu X J, Qu L Q, et al. Current situation and suggestion of Haima (Hippocampus) industry in Shandong Province[J]. Journal of Shandong University of Traditional Chinese Medicine, 2024, 48(1):1-9.
- 45 山东省药品监督管理局. 山东省药品监督管理局关于实施2022年版《山东省中药材标准》《山东省中药饮片炮制规范》有关事项的公告[EB/OL]. (2023-04-11) [2025-02-25]. http://mpa.shandong.gov.cn/cols1101747/art/2023/art_s1101747_s110353818.html.
- 46 中国科学院昆明研究所. 昆明植物所-九芝堂股份有限公司联合研发的新靶点抗凝药物 LFG-53/YB209 获 FDA 临床试验批准[EB/OL]. (2021-07-21) [2025-04-18]. http://www.kib.ac.cn/xwzx/ttxw/202107/t20210721_6143960.html.
- 47 广西中医药大学. 广西中医药大学在花刺参多糖解聚产物制备、结构解析及抗凝血活性研究中取得新进展[EB/OL]. (2022-09-15) [2025-04-18]. https://www.gxctmu.edu.cn/xwzx/xyxw/xyyw/content_24859.
- 48 上海交通大学. 海洋中药海龙的抗肿瘤活性蛋白类成分及作用研究[R]. 上海: 上海交通大学, 2012-01-01.
- 49 孟德川, 翟润翔, 闫春晓, 等. 基于产品与专利数据分析海洋中药产业发展现状[J]. 中国海洋药物, 2024, 43(6):62-72.
Meng D C, Zhai R X, Yan C X, et al. Based on product and patent data analysis on the development status of the marine traditional Chinese medicine industry[J]. Chinese Journal of Marine Drugs, 2024, 43(6):62-72.
- 50 金亮, 曾玉华, 赵晟. 海洋环境保护中的公众参与问题与对策[J]. 环境科学与管理, 2011, 36(12):1-4.
Jin L, Zeng Y H, Zhao S. Problems and countermeasures of public participation in marine environmental protection[J]. Environmental science and management, 2011, 36(12):1-4.
- 51 王延斌, 王晨. 中国海洋药物研发现状堪忧, 向海洋要药咋这么难?[EB/OL]. (2018-04-20) [2025-02-25]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1598218272066938612&wfr=spider&for=pc>.

Strategic Considerations on Sustainable Utilization and Industrial Development of Marine Chinese Medicine Resources in China

FU Xianjun^{1,2}, FANG Zihan³, DENG Jiagang⁴, WU Hao⁵, WANG Changyun⁶, GUO Juan^{7,8}

(1. Research Institute for Marine Traditional Chinese Medicine (Qingdao Academy of Chinese Medical Sciences),
The SATCM's Key Unit of Discovering and Developing New Marine TCM Drugs, Key Laboratory of Marine

Traditional Chinese Medicine in Shandong Universities, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250355, China ; 2. Qingdao Academy of Chinese Medical Sciences, Shandong University of Traditional Chinese Medicine; Qingdao Key Laboratory of Marine Chinese Medicine Research; Qingdao Key Technology Innovation Center for Deep Development and Industrialization of Marine Traditional Chinese Medicine, Qingdao 266114, Shandong, China ; 3. China National Center for Biotechnology Development, Beijing 100039, China ; 4. Guangxi Beibu Gulf Marine Traditional Chinese Medicine Application Technology and Product Research and Development Laboratory, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530200, Guangxi; 5. Jiangsu Key Laboratory of Research and Development in Marine Bio-Resource Pharmaceuticals, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China ; 6. Key Laboratory of Marine Drugs, Ministry of Education, Ocean University of China, Qingdao 266003, Shandong, China ; 7. Dalian Institute of Marine Traditional Chinese Medicine, Dalian 116622, China ; 8. Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China)

Abstract: The sustainable utilization and development of marine Chinese medicine are of great significance for protecting marine ecosystems, inheriting traditional Chinese medicine (TCM) culture, and promoting high-quality development of the TCM industry. Through generations of efforts, China has established a solid foundation in marine traditional Chinese medicine (MTCM) research, including the accumulation of traditional application experience, construction of research platforms, professional talent cultivation, establishment of high-level academic exchange platforms, policy support, and industrial environment optimization, with a series of breakthrough achievements. However, challenges persist in sustainable utilization and industrial development, such as unclear dynamic status of marine biological resources (some even depleted), disconnection between research and conservation due to weak awareness, insufficient R&D investment hindering landmark achievements, lack of national-level research platforms, and low industrial scale/intensification. To address these issues, strategic measures should be implemented, including strengthening dynamic monitoring and management of marine Chinese medicine resources, advancing artificial breeding and aquaculture technologies, establishing a national technology innovation center, increasing R&D investment through special funds, innovating research approaches, developing high-value products, and promote the integrated development of the entire industry chain of marine traditional Chinese medicine. Additionally, interdisciplinary collaboration, international cooperation, and public education should be enhanced to achieve effective resource conservation and rational utilization, form a marine traditional Chinese medicine industry cluster with a complete industrial chain, significant driving effect, and concentrated brand effect, ultimately contributing to human health and China's maritime power strategy.

Keywords: Marine traditional Chinese medicine (MTCM), Sustainable utilization, Resource conservation, Industrial development, Strategic considerations

(责任编辑: 刘玥辰)