**一、成果名称：**

《贝类对环境胁迫的响应与适应机制研究及应用》

**二、申报成果奖励类别和奖项等级：**

范蠡科学技术奖，科技进步一等奖

**三、推荐单位**

中国水产学会水产动物免疫学专业委员会

**四、推荐意见**

该项目成果瞄准国家水产绿色发展战略需求，系统揭示了高温、病原、酸化和干露等主要环境胁迫对扇贝、牡蛎等海水养殖贝类生长发育、免疫防御及能量代谢等关键生理过程的影响规律。研究阐明了贝类对环境胁迫的响应特征与调节机制，解析了典型环境胁迫与贝类生理状态及病害发生的耦合关系。筛选了扇贝热休克蛋白、金属硫蛋白等环境胁迫应答相关基因的序列多态性，发掘20个与贝类环境胁迫耐受能力显著相关的功能性单核苷酸多态位点，为水产贝类抗性品种选育及养殖风险预警提供了重要依据。项目集成了生理学、免疫学和分子生物学等多学科先进方法，在个体、组织、细胞和分子水平开展了系统性研究，技术难度大，创新性强。成果总体达到国际先进水平，其中在海水养殖贝类环境胁迫响应机制方面达到国际领先水平。项目成果已实现初步示范应用，为贝类抗性品种选育及养殖风险预警提供了核心科学依据和关键技术支撑，潜在的社会效益巨大。研究成果显著推动了水产动物生理学和免疫学基础理论的发展，对促进水产养殖业绿色高质量发展具有重大意义，为保障我国食物安全和水产养殖可持续发展奠定了坚实基础。本项目材料内容属实。经公示，无任何异议。特此，同意该成果申报中国水产学会范蠡科学技术奖（科技进步奖）一等奖。

**五、成果简介**

贝类在我国乃至世界海水养殖业中占据举足轻重的地位。近年来近岸海洋生态系统变化对贝类养殖产业的影响日益加剧，随着贝类养殖规模的扩大及近海生态环境的恶化，贝类夏季大规模死亡现象在世界范围内时有发生，严重制约了贝类养殖产业的健康发展，其中温度、pH、溶氧等环境因子变化影响贝类生长发育、免疫和繁殖等过程。本项目成果面向水产养殖绿色发展的国家战略需求，以扇贝、牡蛎等我国重要海水养殖贝类为对象，系统解析高温、酸化、干露等环境胁迫对海洋贝类的生理影响与贝类对环境胁迫的响应机制，探究环境胁迫与贝类生理响应及大规模死亡发生的耦合关系，发掘与贝类环境胁迫耐受能力显著相关的功能性单核苷酸多态位点，培育了长牡蛎抗盐单胞菌品系和虾夷扇贝耐高温品系，在北黄海、渤海养殖区实现示范应用，形成了在国内外学术同行中有影响力的系统性理论成果，共发表学术论文162篇，获授权国家发明专利11件，出版学术专著1部，成果对于丰富水产动物生理学和生态免疫学基础理论，推动水产养殖业的绿色高质量发展具有重要意义。

**六、客观评价**

2021年6月15日，中科合创（北京）科技成果评价中心组织专家（专家组名单附后），在大连召开了由大连海洋大学和中国科学院海洋研究所共同完成的“海水养殖贝类对环境胁迫的响应机制研究及应用”科技成果评价会。与会专家听取了项目完成单位的成果介绍，审阅了技术报告、检索证明、知识产权证明等资料，经质询、讨论，形成评价意见如下：形成评价意见如下：提供的评价资料齐全、规范，符合科技成果评价要求。该成果瞄准国家战略需求和学科发展前沿，从水产产业绿色发展的根本需求出发，选取进化地位和经济价值并重的海水养殖贝类为研究对象，在群体、个体、细胞和分子水平开展海水养殖贝类环境胁迫应答机制的系统研究，重点探索高温、酸化等主要环境胁迫对养殖贝类生理状态的影响和贝类对环境胁迫的响应，养殖贝类病害诊断、预警及防治原理，解析环境胁迫与贝类健康状态及病害发生的耦合关系，为贝类抗性品种选育及环境风险预警和病害防控提供了重要理论依据和技术支撑。该成果具有自主知识产权，应用于北黄海区域的多家水产养殖企业，具有良好的推广应用前景，取得了显著的经济、生态和社会效益。根据第三方科技成果评价，专家鉴定组认为，该成果总体达到国际先进水平，在贝类健康状态评价技术体系方面达到国际领先水平。

**七、推广应用情况及效益情况**

自2009年起，项目技术在北黄渤海主要养殖区开展应用。选取大连庄河长牡蛎养殖区、大连长海县虾夷扇贝养殖区和秦皇岛海湾扇贝养殖区为典型示范区，利用自主研发的贝类健康状态评价技术进行深度分析，与国家贝类产业技术体系和大连市气象局等单位多次联合发布贝类养殖风险提醒。2019年通过“大连气象”微信公众号和渔村大喇叭等渠道发布的“贝类浮筏养殖高温风险提醒”，直接受众超10万人，该项工作有效提升了近海养殖渔民抵抗环境风险的能力，避免了该地区海水贝类大规模死亡的发生，保障了贝类养殖产业的健康发展。

以国家贝类产业技术体系平台为支撑，与全国沿海高校、科研院所及养殖企业保持密切沟通，共享养殖监测数据和预警预报信息，加快养殖风险预警预报技术在全国范围内推广应用。通过《中国水生动物卫生状况报告》、《全国水生动物防疫工作座谈会》等渠道推广养殖风险预警预报技术并加快技术应用，为我国海水绿色养殖体系建设提供理论基础和技术支撑。

**八、主要知识产权证明目录（限 10 项）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 知识产权类别 | 知识产权具体名称 | 国家（地区） | 授权号 | 授权日期 | 证书编号 | 权利人 | 发明人 | 发明专利  有效状态 |
| 专利 | 海湾扇贝热休克蛋白70基因启动子及其应用 | 中国 | CN102559683B | 2013.7.10 | 第1231686号 | 中国科学院海洋研究所 | 宋林生，杨传燕，王玲玲，邱丽梅，  张峘 | 授权有效 |
| 专利 | 海湾扇贝抗热相关金属硫蛋白基因标记及其辅助育种方法 | 中国 | CN102634514B | 2013.12.4 | 第1316437号 | 中国科学院海洋研究所 | 宋林生，杨传燕，王玲玲，邱丽梅，周智 | 授权有效 |
| 专利 | 海湾扇贝耐热相关热休克蛋白70基因标记及其辅助育种方法 | 中国 | CN103361340B | 2015.06.17 | 第1699779号 | 中国科学院海洋研究所 | 宋林生，杨传燕，王玲玲，邱丽梅，张峘，  周智 | 授权有效 |
| 专利 | 一种可以结合脂多糖的蛋白酶PCK及其制备和应用 | 中国 | CN115181736B | 2023.05.30 | 第6011027号 | 中国科学院海洋研究所 | 邱丽梅，尹肖婷，刘青 | 授权有效 |
| 专利 | 重组长牡蛎焦孔素蛋白rCgGSDME-N、制备方法及其应用 | 中国 | CN114044816B | 2023.06.16 | 第6061752号 | 大连海洋大学 | 宋林生，孙洁洁，冷金源，王玲玲 | 授权有效 |
| 专利 | 长牡蛎含DM9结构域蛋白CgDM9CP-2、制备方法及应用 | 中国 | CN108003233B | 2021.05.11 | 第4412257号 | 大连海洋大学 | 宋林生，刘宇，  王伟林，宋小瑞，王玲玲 | 授权有效 |
| 专利 | 长牡蛎含DM9结构域蛋白CgDM9CP-4、制备方法及应用 | 中国 | CN107936106B | 2021.05.11 | 第4412256号 | 大连海洋大学 | 宋林生，刘宇，  刘兆群，宋小瑞，王玲玲 | 授权有效 |
| 专利 | 长牡蛎IgSF分子CgCAICP1基因重组蛋白、制备方法及应用 | 中国 | CN107987154B | 2021.05.18 | 第4429237号 | 大连海洋大学 | 宋林生，刘冬杨，衣启麟，宋小瑞，王玲玲 | 授权有效 |
| 专利 | 长牡蛎干扰素调节因子CgIRF-1基因重组蛋白、制备方法及应用 | 中国 | CN107936107B | 2021.05.11 | 第4412258号 | 大连海洋大学 | 宋林生，鹿蒙蒙，杨传燕，王玲玲，宋小瑞 | 授权有效 |
| 专利 | 重组长牡蛎高迁移率族蛋白r-CgHMGB1、制备方法及其应用 | 中国 | CN113912691B | 2023.08.11 | 第6222291号 | 大连海洋大学 | 孙洁洁，吕晓倩，王玲玲，宋林生 | 授权有效 |

1. **论文专著目录**（ 限 10 项）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 论文名/专著名 | 期刊名/出版社 | 年，卷，起止页码/ 出版年，版次，字数 | 全部作者（本成果完成人  姓名后加“\*”） |
| Transcriptional activation and translocation of ancient NOS during immune response | The FASEB Journal | 2016, 30(10): 3527-3540. | 蒋秋芬，刘兆群，周智，王玲玲\*，王雷雷，岳峰，王晶晶，王昊，宋林生\* |
| The neuroendocrine immunomodulatory axis-like pathway mediated by circulating haemocytes in pacific oyster Crassostrea gigas | Open biology | 2017, 7(1):160289 | 刘兆群，周智，蒋秋芬，王玲玲\*，衣启麟，邱丽梅\*，宋林生\* |
| A shell-formation related carbonic anhydrase in *Crassostrea gigas* modulates intracellular calcium against CO2 exposure: Implication for impacts of ocean acidification on mollusk calcification | Aquatic toxicology | 2017, 189: 216-228 | 王秀丹，王孟强，贾志浩，宋小瑞，王玲玲\*，宋林生\* |
| Ocean acidification inhibits initial shell formation of oyster larvae by suppressing the biosynthesis of serotonin and dopamine. | Science of The Total Environment, | 2020, 735: 139469. | 刘兆群，周智，张玉坤，王玲玲\*，宋小瑞，王伟林\*，郑岩，宗亚男，吕钊，宋林生\* |
| Impact of ocean acidification on the intestinal microflora of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* | Aquaculture | 2022, 546: 737365 | 孔宁\*，韩烁，付强，于子超，王玲玲\*，宋林生\* |
| The transcriptional response of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* under simultaneous bacterial and heat stresses | Developmental & comparative immunology | 2019, 94: 1-10 | 张峘\*，王昊\*，陈浩\*，王孟强，周智，邱丽梅\*，王玲玲\*，宋林生\* |
| The Members of the Highly Diverse *Crassostrea gigas* Integrin Family Cooperate for the Generation of Various Immune Responses | Frontiers in Immunology | 2020,11:1420 | 吕钊，邱丽梅\*，王伟林\*，刘兆群，刘青，王玲玲\*，宋林生\* |
| A novel C-type lectin activates the complement cascade in the primitive oyster Crassostrea gigas | Journal of biological chemistry | 2021;297 (6):101352 | 孙洁洁\*，王丽焱，杨文文，李奕男，金英男，王玲玲\*，宋林生\* |
| 我国海水养殖贝类病害发生现状及防控策略 | 水产学报 | 2023,47(11):148-152 | 宋林生\* |
| CgDM9CP-5-Integrin-MAPK Pathway Regulates the Production of CgIL-17s and Cgdefensins in the Pacific Oyster, Crassostrea gigas | The Journal of Immunology | 2023, 210(3): 245–258. | 刘宇，王伟林\*，孙洁洁\*，李奕男，吴莎莎，李青，董迷忍，王玲玲\*，宋林生\* |

**十、主要完成人情况表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 姓 名 | 性别 | 出生年月 | 职 称 | 学历 | 工作单位 | 对本项目做出的创造性贡献 |
| 1 | 宋林生 | 男 | 1966.01 | 教授 | 博士研究生 | 大连海洋大学 | 全面组织并指导了项目的立项、实施与完成，是该学术思想和技术路线的制定者。 |
| 2 | 王玲玲 | 女 | 1973.02 | 教授 | 博士研究生 | 大连海洋大学 | 在贝类环境胁迫应答机制及环境风险预警预报体系构建方面做出了突出贡献。 |
| 3 | 杨传燕 | 女 | 1982.05 | 副教授 | 博士研究生 | 大连海洋大学 | 在贝类高温胁迫应答机制探索及耐热功能性SNP筛选方面做出了重要贡献。 |
| 4 | 邱丽梅 | 女 | 1978.06 | 副研究员 | 博士研究生 | 中国科学院海洋研究所 | 在养殖海区浮游藻类群落结构对贝类能量代谢水平影响方面取得了显著进展。 |
| 5 | 刘畅 | 女 | 1987.01 | 讲师 | 博士研究生 | 大连海洋大学 | 在贝类环境胁迫适应机制工作方面取得了显著进展。 |
| 6 | 王伟林 | 男 | 1991.07 | 副教授 | 博士研究生 | 大连海洋大学 | 在血淋巴细胞对高温和病原微生物胁迫响应方面取得了显著进展。 |
| 7 | 方笑 | 女 | 1971.11 | 高级工程师 | 专科 | 河北省海洋与水产科学研究院（河北省海洋渔业生态环境监测站） | 在秦皇岛贝类养殖海区褐潮的监测及预警预报工作方面取得了显著进展。 |
| 8 | 陈浩 | 男 | 1990.08 | 副研究员 | 博士研究生 | 中国科学院海洋研究所 | 在解析miRNA介导长牡蛎干露胁迫应答的调控机制方面做出了重要贡献。 |
| 9 | 张峘 | 女 | 1982.03 | 副研究员 | 博士研究生 | 中国科学院海洋研究所 | 在能量代谢及分配在贝类胁迫应答中的重要作用方面取得了显著进展。 |
| 10 | 孔宁 | 男 | 1987.12 | 副教授 | 博士研究生 | 大连海洋大学 | 在养殖海区浮游藻类群落结构对贝类能量代谢水平影响方面取得了显著进展。 |
| 11 | 孙洁洁 | 女 | 1989.11 | 教授 | 博士研究生 | 大连海洋大学 | 在血淋巴细胞对病原微生物胁迫响应方面取得了显著进展。 |
| 12 | 刘瑞 | 男 | 1983.12 | 副研究员 | 博士研究生 | 中国科学院海洋研究所 | 在养殖贝类的病原学及细菌病发生机制方面取得了显著进展。 |
| 13 | 高磊 | 男 | 1985.12 | 教授 | 博士研究生 | 大连海洋大学 | 在贝类养殖海区环境因子的监测及预警预报工作方面取得了显著进展。 |
| 14 | 王昊 | 男 | 1981.03 | 副研究员 | 博士研究生 | 中国科学院海洋研究所 | 在能量代谢及分配在贝类胁迫应答中的重要作用方面取得了显著进展。 |

**十一、主要完成单位情况表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 单位名称 | 所 属省、部委 | 通 信 地 址 及 邮 政 编 码 | 联系电话 | 对本项目做出的创造性贡献 |
| 1 | 大连海洋大学 | 辽宁省教育厅 | 辽宁省大连市沙河口区黑石礁街52号，116023 | 0411-84763197 | 负责整个项目的规划、实施及管理，确保了项目的顺利完成。 |
| 2 | 中国科学院海洋研究所 | 中国科学院 | 山东省青岛市市南区南海路7号，266071 | 0532-82898607 | 在贝类胁迫应答功能基因的挖掘及抗性性状相关SNP位点的鉴定方面做出重要贡献。 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |