

DOI: 10.3969/j.issn.2095-9869.20250205001

<http://www.yykxjz.cn/>

马瑾艳, 王晓琳, 冯小花, 陈辉, 陈严, 常青. “蓝色粮仓科技创新”重点专项研究进展与热点趋势. 渔业科学进展, 2025, 46(5): 263–276

MA C Y, WANG X L, FENG X H, CHEN H, CHEN Y, CHANG Q. Research progress and focus of projects “Blue Granary Science and Technology Innovation”. Progress in Fishery Sciences, 2025, 46(5): 263–276

“蓝色粮仓科技创新”重点专项研究 进展与热点趋势*

马瑾艳¹ 王晓琳² 冯小花¹ 陈辉¹ 陈严¹ 常青^{1①}

(1. 中国水产科学研究院黄海水产研究所 山东 青岛 266071; 2. 中国水产科学研究院 北京 100141)

摘要 国家重点研发计划“蓝色粮仓科技创新”重点专项(以下简称“蓝色粮仓专项”)在种质创制、健康养殖、生境修复、绿色加工、友好捕捞等方面进行布局,该项目的实施是为了推进我国现代渔业科技创新、驱动渔业产业转型升级和建立新型渔业生产体系。本研究基于文献计量学方法在 SCIE 数据库检索“蓝色粮仓专项”资助项目的发文情况(包括论文发表数量、研究机构、国际合作情况、研究方向和高频关键词等方面),对该专项的研究进展与热点趋势进行分析。结果显示,自 2018 年启动以来,截至 2023 年 11 月 7 日,“蓝色粮仓专项”作为第一资助项目共发表 SCI 论文 5 803 篇,论文总被引频次为 55 361 次,总 H 指数为 61,ESI 高被引论文 55 篇,其中 1 篇入选热点论文;发表自然指数(Nature Index)期刊论文共 47 篇,分布在 15 个期刊上,包括 Nature Cell Biology、Nature Climate Change、Nature Genetics、Nature Communications 和 PNAS 等顶级期刊;上海海洋大学、中国海洋大学、宁波大学等单位在论文产出方面表现最为突出;论文中有 951 篇为国际合作发表论文,合作伙伴来自 57 个国家,其中,美国和澳大利亚等国家的合作产出最高;论文共包括 78 个研究方向,主要集中于渔业、海洋与淡水生物学、食品科学与技术、环境科学与生态学、化学、生物化学与分子生物学、免疫学和兽医学等多个学科领域。从检索到的论文信息可以看出,“蓝色粮仓专项”研究在基础研究、关键核心技术开发和典型应用示范方面取得了重大进展,为水产养殖、水产育种、病害防控和水产品加工等方面的高质量发展提供了理论和技术支持。本研究通过文献计量学方法系统剖析了“蓝色粮仓专项”科研产出特征,为我国构建可持续的蓝色粮仓体系提供了数据驱动的决策支撑,有助于推动我国蓝色经济高质量发展。

关键词 蓝色粮仓; 文献计量学; 研究进展; 研究热点

中图分类号 G353.1 **文献标识码** A **文章编号** 2095-9869(2025)05-0263-14

自进入 21 世纪,全球粮食供给愈发严峻,粮食安全问题成为国际社会瞩目的焦点。而我国人口不断增长,食物需求也不断升级,尤其是对优质蛋白质的需求不断提高。人类摄入的动物蛋白有很大一部分来

* 中国水产科学研究院黄海水产研究所基本科研业务费(20603022024025)、中国科技期刊提能拓展计划(XMSB20250521006)、中国水产学会一流水产科技期刊建设——影响力提升项目(CSF-2023-A-06)、中国水产学会一流水产科技期刊建设——出版人才选育计划(CSF-2023-C-11)和青岛科技编辑学会 2024 年期刊编辑学项目(QDKJBJ2024-08)共同资助。马瑾艳, Email: macy@ysfri.ac.cn

① 通信作者: 常青, 研究员, Email: changqing@ysfri.ac.cn

收稿日期: 2025-02-05, 收修改稿日期: 2025-04-02

源于海洋水产品,其有着不可忽视的食物替代价值,海洋始终是确保粮食与营养安全的关键所在(韩立民等, 2015; 丁锐等, 2023; Costello *et al*, 2020)。习近平总书记在 2017 年中央农村工作会议上指出:“老百姓的食物需求更加多样化了,这就要求我们转变观念,树立大农业观、大食物观,向耕地草原森林海洋、向植物动物微生物要热量、要蛋白,全方位多途径开发食物资源”。国家重点研发计划“蓝色粮仓科技创新”重点专项(以下简称“蓝色粮仓专项”)应运而生(科技部, 2018a、2018b、2019a、2019b、2020a、2020b)。“蓝色粮仓专项”在保障食品安全、推动经济发展、催生新兴产业、彰显国家权益、改善生态环境以及突破产业瓶颈等 6 个方面具有重要意义(杨红生, 2019)。本研究通过统计“蓝色粮仓专项”的发文情况分析该专项的研究进展与研究热点,为我国蓝色粮仓的高质量建设与发展提供数据支持。通过对该专项的论文发表数量、研究机构、国际合作情况、研究方向和研究热点等方面的深入分析和研究,可以全面且精准地把握蓝色粮仓领域的学术动态与发展趋势,可助力后续研究人员清晰明确研究方向,以期相关政策制定者提供数据支持和决策参考依据。

1 数据来源与方法

根据“蓝色粮仓专项”(项目、课题)编号规则,在 SCIE 数据库中检索标注相应资助号的“Article”、“Letter”和“Review”类型文献。检索式为: FG=2018YFD090* OR FG=2019YFD090* OR FG=2020YFD090*, 检索时间为 2023 年 11 月 7 日。“蓝色粮仓科技创新”重点专项 2018、2019 和 2020 年度项目的执行周期分别是 2018—2022、2019—2022 和 2020—2022 年(科技部, 2018a、2018b、2019a、2019b、2020a、2020b),因此选择 2023 年底进行数据检索,此时项目论文发表基本完成。下载全部数据,进行数据清洗,逐条核对基金资助机构和资助号,得到“蓝色粮仓专项”资助 SCI 收录期刊论文 8 463 篇,其中,将“蓝粮专项”作为第一基金标注的论文为 5 803 篇(本报告仅分析第一标注论文)建立数据集,并进行文献计量学分析。国家(地区)、研究机构合作网络及关键词共词图谱的绘制采用 VOSviewer 软件,文献关键词、机构等数据清洗采用科睿唯安的大数据分析工具 Derwent Data Analyzer 和数据编程语言 Python。数据的计量分析均采用国际通用的全计数法,不区分第一作者、通信作者和其他作者。

2 结果与分析

2.1 论文发表情况

本研究统计了从 2018 年首批“蓝色粮仓专项”资助项目立项到 2023 年 11 月 7 日(检索时间)的论文发表数量、占比、总被引频次、篇均被引频次、H 指数和 ESI 高被引论文情况(表 1)。

以“蓝色粮仓专项”为第一资助项目发表的 SCI 论文共 5 803 篇,截至 2023 年 11 月 7 日,论文总被引频次为 55 361,每年发表论文的篇均被引频次为 0~100.00, H 指数(H 指数代表了科研人员各自领域内发表的具有较大影响力的论文数量)为 61, ESI 高被引论文 55 篇,其中 1 篇入选热点论文(Chen *et al*, 2022)。本数据说明“蓝色粮仓专项”为我国渔业产业的发展提供了大量的理论支持。

“蓝色粮仓专项”资助项目发表自然指数(Nature Index)期刊论文共 47 篇,分布在 15 个期刊上,包括 Nature Cell Biology、Nature Climate Change 和 Nature Genetics 各 1 篇(Xu *et al*, 2023; Wang Y T *et al*, 2020; Wang *et al*, 2021), Nature Communications 3 篇(Cheng *et al*, 2019; Wang D M *et al*, 2020; Cui *et al*, 2021), Geophysical Research Letters、PLoS Biology、PLoS Genetics 和 PNAS 各 2 篇(Le *et al*, 2021; Luo *et al*, 2022; Tang *et al*, 2019; Wang *et al*, 2023; Mu *et al*, 2021; Ding *et al*, 2021; Zhu *et al*, 2020; Huan *et al*, 2020), 详见表 2。共有 28 个项目发表自然指数期刊论文,其中项目“重要养殖生物对典型环境胁迫的响应机制和生理生态效应研究”发表自然指数期刊论文 7 篇(Junaid *et al*, 2021; Deng *et al*, 2019; Chen *et al*, 2020; Liang *et al*, 2021; Xu *et al*, 2023; He *et al*, 2021; Luo *et al*, 2020), 其次是“渔业水域环境监测装备与预警技术”发表 4 篇(Chen *et al*, 2021; Fu *et al*, 2022; Li *et al*, 2022; Guan *et al*, 2022), “渔业水域生境退化与生物多样性演变机制”和“水产品营养功效因子结构表征与功能解析”各发表 3 篇(Zhu *et al*, 2020; Luo *et al*, 2022; Hu *et al*, 2022; Jin *et al*, 2019; Wei *et al*, 2020; Lu *et al*, 2020), 以上 4 个项目发表了“蓝色粮仓专项”36.17%的自然指数期刊论文。这些自然指数期刊论文的发表,展示了“蓝色粮仓专项”在国际高水平学术期刊上的影响力,也为学科突破“卡脖子”技术提供了选题依据。

2.2 国内大学和科研院所排名

“蓝色粮仓专项”为第一资助项目的论文产出排名前 20 的国内大学和科研院所见表 3。从表 3 可以看出,上海海洋大学、中国海洋大学、宁波大学等大

表 1 “蓝色粮仓专项”资助项目的论文发表和被引情况

Tab.1 The publication and citation situation of papers funded by the “Blue Granary” Project						
年份 Years	论文数/篇 Number of papers	占比 Percentage (% of 5 803)	总被引次数 Total citations	篇均被引次数 Citations per article	H 指数 H index	ESI 高被引论文 ESI highly cited papers
2023	797	13.74	916	1.16	6	2
2022	1 994	34.36	9 709	4.87	22	21
2021	1 453	25.04	15 406	10.60	41	21
2020	1 063	18.32	18 676	17.57	50	8
2019	494	8.51	10 454	21.16	42	3
2018	2	0.03	200	100.00	2	0
合计 Total	5 803	100.00	55 361	9.54	61	55

表 2 “蓝色粮仓专项”资助项目的自然指数期刊论文发表情况

Tab.2 The publication of papers in Nature Index journals funded by the “Blue Granary” Project				
序号 Serial number	期刊 Journal	论文数/篇 Number of papers	占比 Percentage (% of 47)	影响因子 IF
1	Water Research	15	31.91	12.8
2	Analytical Chemistry	12	25.53	7.4
3	Nature Communications	3	6.38	16.6
4	Geophysical Research Letters	2	4.26	5.2
5	PLoS Biology	2	4.26	9.8
6	PLoS Genetics	2	4.26	4.5
7	PNAS	2	4.26	11.1
8	Science Advances	2	4.26	13.6
9	Current Biology	1	2.13	9.2
10	Environmental Health Perspectives	1	2.13	10.5
11	Journal of Biological Chemistry	1	2.13	4.8
12	Nano Letters	1	2.13	10.8
13	Nature Cell Biology	1	2.13	21.3
14	Nature Climate Change	1	2.13	30.7
15	Nature Genetics	1	2.13	30.8

注：影响因子数据来源于 2023 年发布的《期刊引证报告》(JCR)(对应期刊 2022 年指标)。
Note: The Impact Factor data are sourced from the Journal Citation Reports (JCR) released in 2023, corresponding to the 2022 metrics of the journals.

学和科研院所表现突出，其中，上海海洋大学位列第一，共发表 786 篇论文，占“蓝色粮仓专项”资助论文的 13.54%，中国海洋大学和宁波大学位列第二和第三，分别发表 752 和 348 篇论文，论文产出排名靠前的机构多为涉海大学和科研院所。这些机构在“蓝色粮仓”领域的研究中具有明显优势。涉海大学和科研院所通常拥有丰富的海洋渔业研究经验和专业的科研团队，能够更好地聚焦海洋渔业相关领域的研究，在海洋生物学、水产养殖等方面具有深厚的学术积累，为“蓝色粮仓专项”的研究提供了有力的支持。

13 个高校和科研机构产出 2 篇以上自然指数期刊论文(见表 4)，其中，中山大学产出 7 篇，占比为 14.89%，位列第一，中国科学院水生生物研究所产出

6 篇，占比为 12.77%，位列第二。高校和科研机构合作网络分析显示，在“蓝色粮仓专项”资金支持下，高校和科研机构的海洋渔业相关领域的研究团队形成了密切的合作网络(图 1)，这种合作网络对专项研究起到了积极的促进作用。第一，促进了学术交流与合作。不同机构的科研人员可以通过合作网络分享研究成果、交流研究经验，共同解决“蓝色粮仓专项”中的难题。第二，合作网络有助于整合资源，提高研究效率。各机构可以充分发挥自身优势，共同开展研究项目，避免重复研究，提高资源利用效率。第三，通过高产机构合作网络的协同效应，可加速工厂化养殖、深远海养殖等关键技术产业化。上海海洋大学、中国海洋大学、宁波大学、中国科学院水生生物研究所、

表 3 “蓝色粮仓专项”资助的论文产出排名前 20 的国内高校和科研机构

Tab.3 Top 20 domestic universities and research institutes for the output of papers funded by the “Blue Granary” Project

序号 Serial number	高校和科研机构 University and Scientific Research Institution	论文篇数 Number of papers	占比 Proportion (% of 5 803)
1	上海海洋大学 Shanghai Ocean University	786	13.54
2	中国海洋大学 Ocean University of China	752	12.96
3	宁波大学 Ningbo University	348	6.00
4	中国科学院水生生物研究所 Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences (CAS)	314	5.41
5	中国科学院海洋研究所 Institute of Oceanology, CAS	296	5.10
6	中国水产科学研究院黄海水产研究所 Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences (CAFS)	295	5.08
7	华中农业大学 Huazhong Agricultural University	260	4.48
8	大连海洋大学 Dalian Ocean University	258	4.45
9	大连工业大学 Dalian Polytechnic University	256	4.41
10	广东海洋大学 Guangdong Ocean University	248	4.27
11	浙江海洋大学 Zhejiang Ocean University	170	2.93
12	中国水产科学研究院南海水产研究所 South China Sea Fisheries Research Institute, CAFS	169	2.91
13	浙江大学 Zhejiang University	154	2.65
14	中山大学 Sun Yat-Sen University	147	2.53
15	南京农业大学 Nanjing Agricultural University	122	2.10
16	海南大学 Hainan University	120	2.07
17	厦门大学 Xiamen University	118	2.03
18	中国水产科学研究院淡水渔业研究中心 Freshwater Fisheries Research Center, CAFS	114	1.96
19	中国水产科学研究院珠江水产研究所 Pearl River Fisheries Research Institute, CAFS	113	1.95
20	集美大学 Jimei University	112	1.93

表 4 “蓝色粮仓专项”资助的自然指数期刊论文发表 2 篇及以上高校和科研院所

Tab.4 Universities and research institutions with two or more papers published in Natural Index journals funded by the “Blue Granary” Project

序号 Serial number	高校和科研机构 University and Scientific Research Institution	论文篇数 Number of papers	占比 Proportion (% of 47)
1	中山大学 Sun Yat-Sen University	7	14.89
2	中国科学院水生生物研究所 Institute of Hydrobiology, CAS	6	12.77
3	厦门大学 Xiamen University	4	8.51
4	广东工业大学 Guangdong University of Technology	2	4.26
5	中国水产科学研究院南海水产研究所 South China Sea Fisheries Research Institute, CAFS	3	6.38
6	中国水产科学研究院黄海水产研究所 Yellow Sea Fisheries Research Institute, CAFS	2	4.26
7	中国海洋大学 Ocean University of China	2	4.26
8	华南农业大学 South China Agricultural University	2	4.26
9	南京师范大学 Nanjing Normal University	2	4.26
10	西北大学 Northwest University	2	4.26
11	上海交通大学 Shanghai Jiao Tong University	2	4.26
12	浙江大学 Zhejiang University	2	4.26
13	福州大学 Fuzhou University	2	4.26

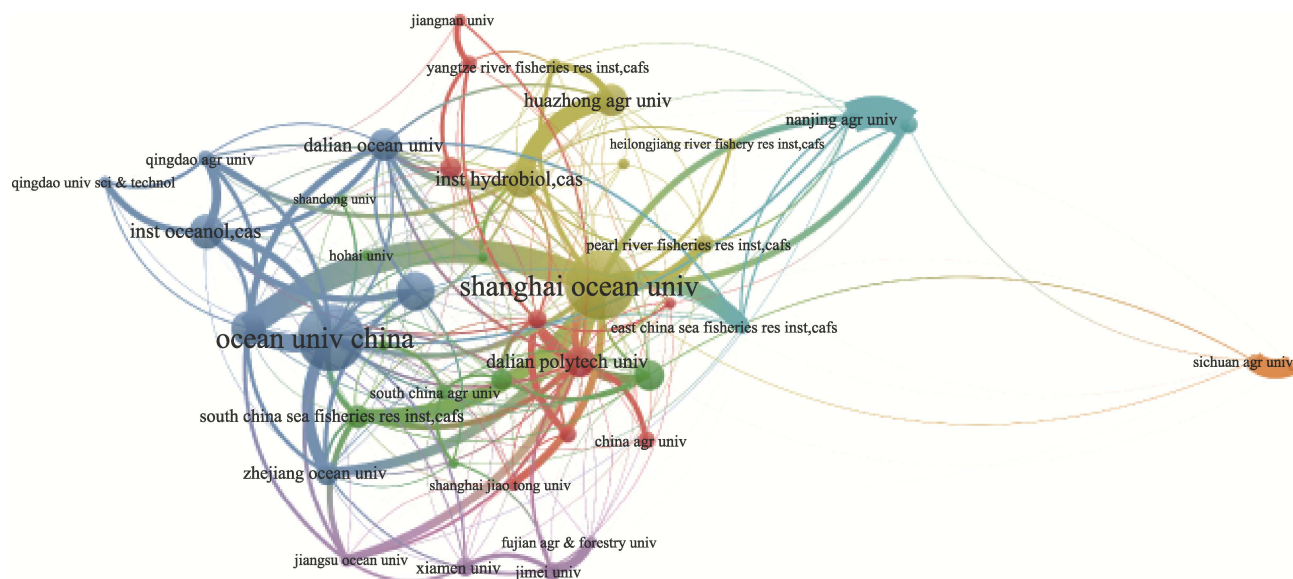


图 1 “蓝色粮仓专项”资助论文的国内主要高校和科研机构合作网络

Fig.1 Cooperation network of universities and research institutes published papers funded by the “Blue Granary” Project

中国科学院海洋研究所和中国水产科学研究院黄海水产研究所 6 家单位对整个“蓝色粮仓专项”合作网络的形成做出了较大贡献。例如,“典型养殖系统对自然水域生态系统的影响机理”项目由中国水产科学研究院黄海水产研究所牵头,与宁波大学、中国科学院水生生物研究所等 17 家单位共同实施,其研究成果揭示了养殖活动对自然水域生态系统结构和功能的影响机理,为我国海水养殖业的可持续发展提供了理论支持。“开放海域和远海岛礁养殖智能装备与增殖模式”项目由中国水产科学研究院黄海水产研究所牵头,与中国水产科学研究院南海水产研究所、大连理工大学和中国水产科学研究院东海水产研究所等 10 家单位共同实施,其研究结果形成了可复制推广的适合我国开放海域和远海岛礁的增养殖新型模式,助力海洋渔业经济发展、国家粮食安全保障和海洋强国建设(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 2024)。

2.3 国际合作情况

“蓝色粮仓专项”为第一资助项目的 5 803 篇论文中有 951 篇为国际合作发表论文,其占比为 16.39%。从合作发表的论文可以看出,“蓝色粮仓专项”的国际合作主要聚焦于水产养殖技术与创新、海洋渔业资源开发与利用、海洋生态环境保护、水产及食品加工科学与技术、环境变化对渔业的影响、水生生物基因研究等领域。合作伙伴来自遍布全球的 57 个国家,包括美国、加拿大、巴西等美洲国家,英国、丹麦、挪威等欧洲国家,大洋洲的澳大利亚和新西兰,日本、马来西亚、韩国等亚洲国家以及坦桑尼亚、埃及、尼

日利亚等非洲国家。与这些国家合作,不仅有助于提升我国的科研创新能力,还为我国渔业产业的发展带来了先进的管理经验和技术手段。

我国与合作产出论文较多国家的合作网络关系图谱见图 2。产出合作发文超过 10 篇的国家主要为发达国家(15 个,占比超过 88%),具体信息见表 5。由表 5 可知,美国是合作发表论文最多的国家,发文 262 篇,占“蓝色粮仓专项”论文(5 803 篇)产出的 4.51%,澳大利亚位列第二,产出合作论文 100 篇,占“蓝粮专项”论文产出的 1.72%。由表 6 可知,国际合作论文有 27 篇发表在自然指数期刊上,占“蓝色粮仓专项”资助的自然指数期刊论文总数的 57.45%,合作国家有 10 个,其中发达国家占 80%。由此可见,与发达国家科研团队合作可以提高我国发表论文的质量。“蓝色粮仓专项”资助的国际合作发表论文超过 10 篇的海外高校共有 19 所,合作发表论文最多的海外高校是澳大利亚的弗林德斯大学,我国学者与该校的科学家合作发表的“蓝色粮仓专项”相关论文共 41 篇,其次是英国的斯特灵大学,合作发表论文 25 篇,位列第三的是美国的奥本大学、缅因大学和坦桑尼亚的达累斯萨拉姆大学,与我国科学家合作发表论文 18 篇(表 7)。这些海外高校与我国的合作,丰富了“蓝色粮仓专项”的研究内容和方法,为我国渔业科技创新和产业发展注入了新的活力。

2.4 研究方向

“蓝色粮仓专项”资助的 5 803 篇论文共包括 78 个研究方向,其中 8 个研究方向的论文超过 400 篇,包

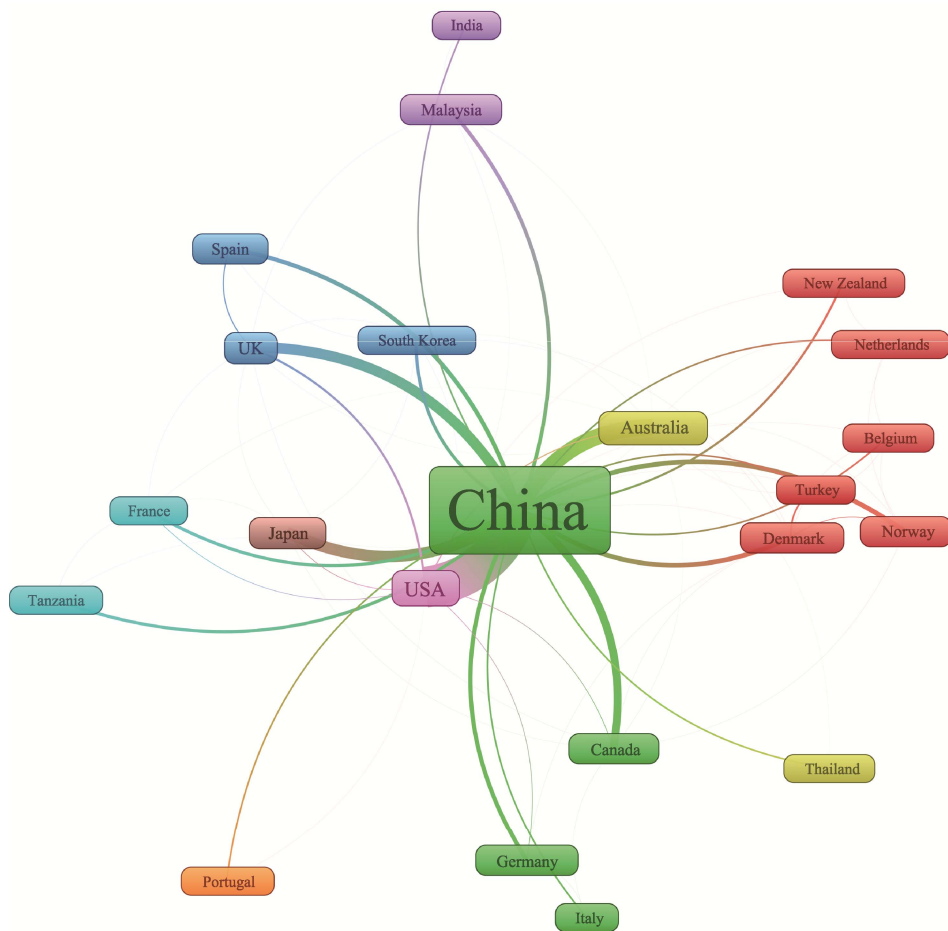


图 2 “蓝色粮仓专项”资助论文的国际合作网络

Fig.2 International cooperation network of countries published papers funded by the “Blue Granary” Project

表 5 “蓝色粮仓专项”资助的产出 10 篇以上合作论文的国家

Tab.5 Countries have more than 10 published collaborative papers funded by the “Blue Granary” Project

序号 Serial number	国家 Country	论文篇数 Number of papers	占比 Percentage (% of 5 803)
1	美国 USA	262	4.51
2	澳大利亚 Australia	100	1.72
3	日本 Japan	68	1.17
4	英国 UK	62	1.07
5	加拿大 Canada	46	0.79
6	丹麦 Denmark	29	0.50
7	挪威 Norway	29	0.50
8	德国 Germany	26	0.45
9	西班牙 Spain	26	0.45
10	马来西亚 Malaysia	23	0.40
11	法国 France	20	0.34
12	韩国 South Korea	20	0.34
13	坦桑尼亚 Tanzania	19	0.33
14	新西兰 New Zealand	14	0.24
15	荷兰 Netherlands	11	0.19
16	葡萄牙 Portugal	11	0.19
17	土耳其 Turkey	11	0.19

表 6 “蓝色粮仓专项”资助的国际合作的自然期刊论文发表情况

Tab.6 The international cooperation publication of papers in Nature Index journals funded by the “Blue Granary” Project

序号 Serial number	国家 Country	论文篇数 Number of papers	占比 Percentage (% of 47)
1	美国 USA	11	23.40
2	丹麦 Denmark	3	6.38
3	土耳其 Turkey	3	6.38
4	澳大利亚 Australia	2	4.26
5	日本 Japan	2	4.26
6	英国 UK	2	4.26
7	比利时 Belgium	1	2.13
8	爱尔兰 Ireland	1	2.13
9	朝鲜 North Korea	1	2.13
10	韩国 South Korea	1	2.13

表 7 “蓝色粮仓专项”资助的产出 10 篇以上合作论文的海外高校

Tab.7 Universities have more than 10 published collaborative papers funded by the “Blue Granary” Project

序号 Serial number	科研机构名称 Name of scientific research institution	国家 Nation	论文篇数 Number of papers	占比 Proportion (% of 5 803)
1	弗林德斯大学 Flinders University	澳大利亚 Australia	41	0.71
2	斯特灵大学 University of Stirling	英国 UK	25	0.43
3	奥本大学 Auburn University	美国 USA	18	0.31
4	达累斯萨拉姆大学 University of Dar es Salaam	坦桑尼亚 Tanzania	18	0.31
5	缅因大学 University of Maine	美国 USA	18	0.31
6	爱荷华州立大学 Iowa State University	美国 USA	17	0.29
7	佛罗里达大学 University of Florida	美国 USA	15	0.26
8	马里兰大学 University System of Maryland	美国 USA	15	0.26
9	挪威科技大学 Norwegian University of Science and Technology	挪威 Norway	14	0.24
10	马来西亚登嘉楼大学 University Malaysia Terengganu	马来西亚 Malaysia	14	0.24
11	昆士兰大学 University of Queensland	澳大利亚 Australia	14	0.24
12	康奈尔大学 Cornell University	美国 USA	13	0.22
13	丹麦技术大学 Technical University of Denmark	丹麦 Denmark	13	0.22
14	北海道大学 Hokkaido University	日本 Japan	12	0.21
15	纽芬兰纪念大学 Memorial University Newfoundland	加拿大 Canada	12	0.21
16	佐贺大学 Saga University	日本 Japan	12	0.21
17	奥胡斯大学 Aarhus University	丹麦 Denmark	11	0.19
18	马萨诸塞大学 University of Massachusetts System	美国 USA	11	0.19
19	墨尔本大学 University of Melbourne	澳大利亚 Australia	11	0.19

括渔业、海洋与淡水生物学、食品科学与技术、环境科学与生态学、化学、生物化学与分子生物学、免疫学和兽医学等(见表 8), 上述方向的研究对保障蓝色粮仓建设至关重要。

5 803 篇论文发表于 751 个期刊上, 其中, 发表 50 篇及以上的期刊有 18 个, 共刊载“蓝色粮仓专项”资助论文 2 300 篇, 约占发文总量的 40%。其中,

Aquaculture、Fish and Shellfish Immunology 和 Frontiers in Marine Science 3 个期刊的载文量位列前三名, 载文量分别为 470、300、187 篇(表 9)。这 3 个期刊在水产养殖、水产动物疾病防控、海洋科学领域具有较高的影响力, 为“蓝色粮仓专项”的研究成果提供了重要的发表平台和展示空间。

表 8 “蓝色粮仓专项”资助发表论文 100 篇及以上的研究方向排名

Tab.8 Ranking of research directions with 100 or more of the published papers funded by the “Blue Granary” Project grants

序号 Serial number	研究方向 Research direction	论文篇数 Number of papers	占比 Percentage (% of 5 803)
1	渔业 Fisheries	1 437	24.76
2	海洋与淡水生物学 Marine and Freshwater Biology	1 395	24.04
3	食品科学与技术 Food Science and Technology	1 043	17.97
4	环境科学与生态学 Environmental Sciences and Ecology	923	15.91
5	化学 Chemistry	725	12.49
6	生物化学与分子生物学 Biochemistry and Molecular Biology	606	10.44
7	免疫学 Immunology	557	9.60
8	兽医学 Veterinary Sciences	485	8.36
9	营养与膳食学 Nutrition and Dietetics	308	5.31
10	生物技术与应用微生物学 Biotechnology and Applied Microbiology	278	4.79
11	遗传学 Genetics and Heredity	276	4.76
12	动物学 Zoology	272	4.69
13	农业科学 Agriculture	259	4.46
14	工程科学 Engineering	250	4.31
15	海洋学 Oceanography	182	3.14
16	科学与技术-其他主题 Science and Technology - Other Topics	180	3.10
17	微生物学 Microbiology	154	2.65
18	高分子科学 Polymer Science	138	2.38
19	毒理学 Toxicology	135	2.33
20	药理学 Pharmacology and Pharmacy	102	1.76

表 9 “蓝色粮仓专项”资助发表论文 50 篇及以上的期刊排名

Tab.9 Ranking of journals with 50 or more published papers funded by the “Blue Granary” Project grants

序号 Serial number	期刊名称 Journal name	论文篇数 Number of papers	占比 Percentage (% of 5 803)
1	Aquaculture	470	8.10
2	Fish and Shellfish Immunology	300	5.17
3	Frontiers in Marine Science	187	3.22
4	Food Chemistry	176	3.03
5	Aquaculture Reports	152	2.62
6	Science of the Total Environment	123	2.12
7	Developmental and Comparative Immunology	94	1.62
8	LWT-Food Science and Technology	88	1.52
9	Frontiers in Immunology	87	1.50
10	Aquaculture Research	84	1.45
11	Foods	84	1.45
12	International Journal of Biological Macromolecules	83	1.43
13	Aquaculture Nutrition	71	1.22
14	Food and Function	70	1.21
15	Journal of Agricultural and Food Chemistry	70	1.21
16	International Journal of Molecular Sciences	58	1.00
17	Marine Pollution Bulletin	53	0.91
18	Fishes	50	0.86
汇总 Total		2 300	39.63

2.5 研究热点

通过 VOSviewer 软件分析“蓝色粮仓专项”资助发表论文的关键词, 绘制关键词共词图谱(图 3), 得到了词频超过 40 次的高频关键词(表 10)。由图 3 可知, “蓝色粮仓专项”资助项目科学研究的关键词涵盖了免疫、生长、蛋白、转录组、抗氧化、肠道微生物、代谢、水产养殖、脂质代谢、温度、脂肪酸、氧化应激、细胞凋亡、盐度、基因表达、炎症反应、信号通路、蛋白组学等多个方面, 反映了“蓝色粮仓专项”科学研究的丰富内涵。其中的“免疫”与“生长”、“蛋白”, “抗氧化”与“代谢”、“肠道微生物”等关键词之间存在着较强的关联, 分别表明在“蓝色粮仓专项”的研究中,

免疫机制与水产养殖生物的生长和蛋白质代谢密切相关、抗氧化能力在水产养殖生物代谢过程中的重要作用以及肠道微生物对其的影响。高频关键词反映出“蓝色粮仓专项”的重点研究对象, 比如 Fish、*Penaeus vannamei*、grass carp、Tilapia 等关键词的高词频表明, 鱼类和虾类等水产养殖生物是专项的重要研究对象。Protein、Transcriptome、Metabolism 等关键词的高词频反映了对水产养殖生物的蛋白质代谢、基因表达等方面的深入研究。

综合分析图 3 和表 10 的关键词共词图谱和高频关键词,可以看出,“蓝色粮仓专项”的研究热点主要集中在水产养殖、水产育种、水产动物营养鱼饲料、水产养殖动物病害防控、水产品加工等学科,涉及各

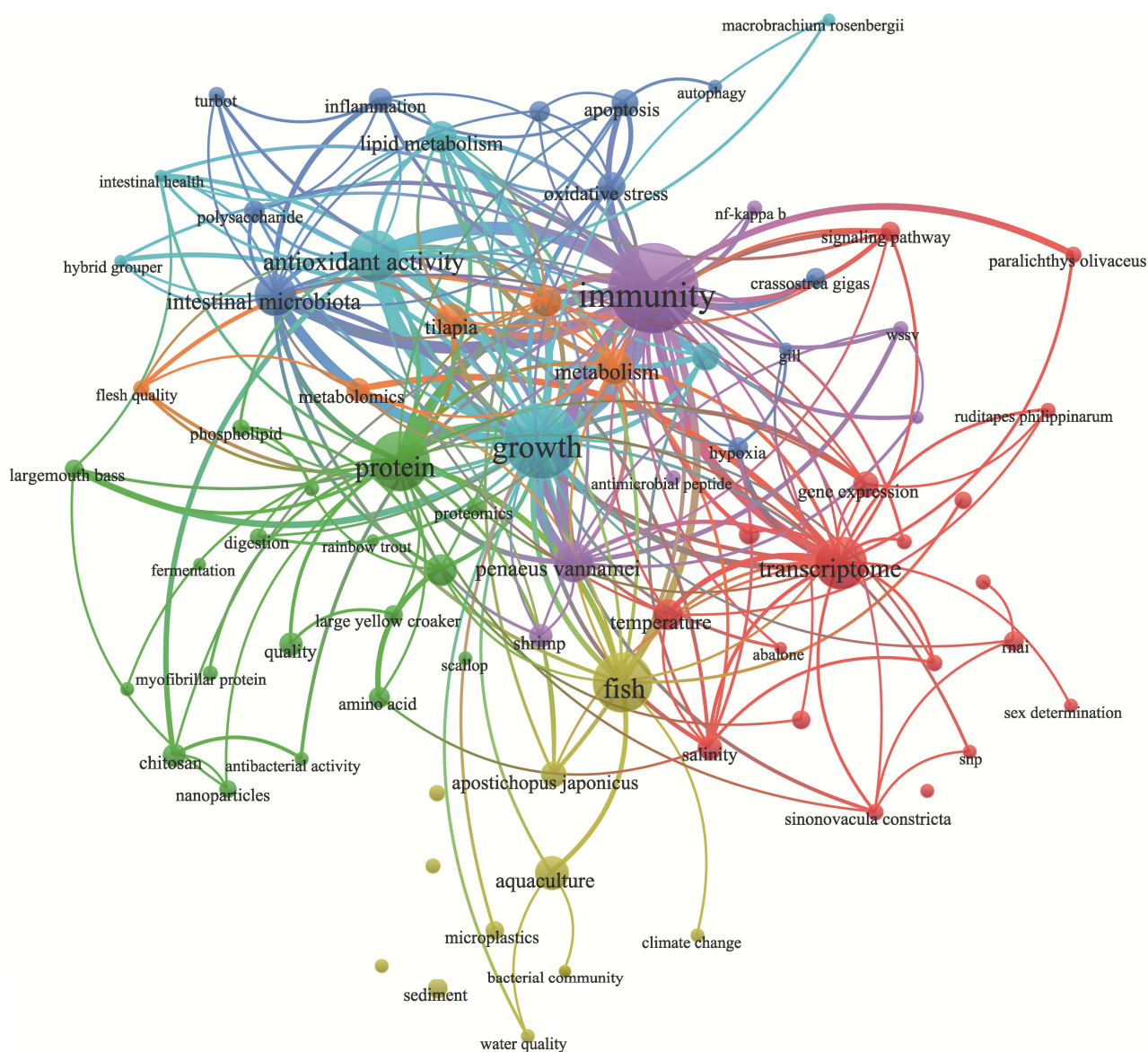


图3 “蓝色粮仓专项”资助发表论文的关键词共词图谱

Fig.3 The keyword co-word map of published papers funded by the “Blue Granary” Project grants

表 10 “蓝色粮仓专项”资助发表论文的高频关键词
Tab.10 The high-frequency key words of published papers funded by the “Blue Granary” Project grants

序号 Serial number	关键词 Key words	词频 Word frequency	序号 Serial number	关键词 Key words	词频 Word frequency
1	Immunity	520	31	Signaling pathway	63
2	Growth	406	32	<i>Crassostrea gigas</i>	61
3	Fish	293	33	Hypoxia	61
4	Protein	289	34	<i>Portunus trituberculatus</i>	60
5	Transcriptome	247	35	RNAi	59
6	Antioxidant activity	237	36	Sediment	59
7	Intestinal microbiota	187	37	Large yellow croaker	56
8	<i>Penaeus vannamei</i>	159	38	Largemouth bass	56
9	Metabolism	141	39	Microplastics	56
10	Aquaculture	131	40	Proteomics	53
11	Grass carp	122	41	Digestion	51
12	Tilapia	121	42	Evolution	49
13	Lipid metabolism	115	43	Nanoparticles	49
14	Temperature	113	44	<i>Paralichthys olivaceus</i>	48
15	Fatty acids	111	45	Oyster	47
16	<i>Eriocheir sinensis</i>	97	46	Phospholipid	47
17	Oxidative Stress	97	47	<i>Sinonovacula constricta</i>	47
18	Apoptosis	93	48	Turbot	47
19	<i>Apostichopus japonicus</i>	88	49	Myofibrillar protein	45
20	Salinity	87	50	<i>Ruditapes philippinarum</i>	44
21	Gene expression	84	51	Flesh quality	43
22	Chitosan	80	52	<i>Scylla paramamosain</i>	43
23	Inflammation	79	53	Mitochondrial genome	42
24	Shrimp	79	54	Lipidomics	41
25	Metabolomics	76	55	NF-kappa B	41
26	Quality	76	56	WSSV	41
27	Zebrafish	70	57	Antibacterial activity	40
28	RNA-sequencing	66	58	Antimicrobial peptide	40
29	Amino acid	65	59	Gonadal development	40
30	Polysaccharide	64			

类水产养殖模式、水产养殖生物种质创制、水产养殖动物营养需求及代谢调控、水产动物发病的分子基础和免疫机制等领域，显现了“蓝色粮仓专项”的研究的多元视角，指向了产业链升级的核心需求，也揭示了水产学科与遗传育种、生物医学等的交叉融合趋势，推动科研方向向精准化、智能化转型。

3 “蓝色粮仓专项”研究发展态势

3.1 对渔业产业发展的推动作用

“蓝色粮仓专项”的研究成果在水产养殖、水产育

种、病害防控、水产品加工等方面具有重大意义。在发展健康养殖模式方面，循环水养殖、生态养殖、深远海洋养殖等模式的研究和应用，大大提高了水产养殖产量和品质，拓展了养殖空间(王振忠等, 2024)。对水产养殖生物生长发育机制和繁殖习性等方面的研究，有助于养殖从业人员更科学地进行水产动物的养殖。在水产育种方面，培育了优良的新品种，例如，黑龙江所承担的“蓝色粮仓专项”研究在无肌间刺鲫新品种创制方面取得重要突破，为鲫品质的改良奠定了基础(Kuang *et al.*, 2023)。在水产动物健康与疾病研究方面，聚焦养殖动物的免疫机制和疾病防控技术。

例如,由中国水产科学研究院黄海水产研究所牵头的“蓝色粮仓科技创新”重点专项“水产养殖动物病害免疫预防与生态防控技术”,在水产病原现场检测技术、水产病害大数据平台与预警模型构建、鱼类高效疫苗创制等方面取得了重大进展,有力地遏制了水产病害的流行态势,为水产养殖绿色发展注入强大动力(中国水产科学研究院, 2022)。在水产品加工方面,包括水产品的加工、保鲜、营养成分分析以及新型食品的开发,如“水产品高质化生物加工新技术与产品开发”项目、“水产品智能化加工装备与关键技术研发”,积极推进水产品加工专用酶的创制关键技术、水产品加工专用酶催化技术与产品开发等方面的研究,开发建立了鱼类智能化加工生产线,为我国水产品加工业的绿色健康和可持续发展提供了技术支持和重要保障。

3.2 对国家粮食安全的贡献

“蓝色粮仓”在拓展粮食安全战略空间方面是至关重要的。首先,增加了优质蛋白供给。“蓝色粮仓专项”以优质蛋白高效供给为目标,通过水产养殖、远洋捕捞等方式,为国家海洋水产品供给提供了科技保障。2022年我国水产养殖产量5 565.46万t,其中海水养殖产量2 275.7万t(农业农村部渔业渔政管理局等, 2022),建设“蓝色粮仓”,有利于提高国家食品安全保障水平。其次,缓解了陆地资源压力。在短期粮食生产能力提升空间有限的情况下,挖掘海洋在食物供给方面的潜力,有利于缓解我国食物生产面临的陆地土地、淡水等资源环境压力,构建我国大粮食安全体系。第三,保障粮食安全战略升级。健全制度机制,统筹陆海视角,通过制定政策、设立制度,引导生产者、消费者、社会公众等广泛参与,鼓励其在可持续发展基础上,提高海产品综合保障能力,实现粮食安全战略升级。拓宽投融资渠道,设立“蓝色粮仓”建设专项基金和风险投资基金,持续拓宽建设融资渠道,帮助企业突破深远海养殖及产业化养殖初期的资本约束。优化功能区布局,按照“近岸生态化、近海农牧化、深远海智能化”原则,合理划定养殖功能区,着力实现经济效益与资源环境效益的统一。推动升级创新,设立离岸养殖技术专项,积极推动良品育种、生物医药等技术攻关,发展深远海养殖装备和智慧渔业,鼓励水产品企业延伸加工链条,创新加工技术,逐步形成新型渔业资源调查、养殖捕捞、加工销售、装备制造等完整产业链,推动海洋渔业向信息化、智能化、现代化升级(杨红生, 2019; 韩立民等, 2024)。

参 考 文 献

- Bureau of Fisheries, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, National Fisheries Technology Extension Center, China Society of Fisheries. China fishery statistical yearbook 2022. Beijing: China Agriculture Press, 2022 [农业农村部渔业渔政管理局, 全国水产技术推广总站, 中国水产学会. 2022 中国渔业统计年鉴. 北京: 中国农业出版社, 2022]
- CHEN G H, SONG C C, PANTOPOULOS K, *et al.* Mitochondrial oxidative stress mediated Fe-induced ferroptosis via the NRF2-ARE pathway. *Free Radical Biology and Medicine*, 2022, 180: 95–107
- CHEN M S, DING S M, LI C, *et al.* High cadmium pollution from sediments in a eutrophic lake caused by dissolved organic matter complexation and reduction of manganese oxide. *Water Research*, 2021, 190: 116711
- CHEN R H, XIAO Y P, LIU H T, *et al.* Lab-on-membrane platform coupled with paper spray ionization for analysis of prostate-specific antigen in clinical settings. *Analytical Chemistry*, 2020, 92(19): 13298–13304
- CHENG Z X, GUO C, CHEN Z G, *et al.* Glycine, serine and threonine metabolism confounds efficacy of complement-mediated killing. *Nature Communications*, 2019, 10: 3325
- Chinese Academy of Fishery Sciences. National key research and development plan "Aquaculture animal disease immune prevention and ecological prevention and control technology" project mid-term inspection will be held. 2022-04-21 <https://www.cafs.ac.cn/info/1024/40693.htm> [中国水产科学研究院. 国家重点研发计划“水产养殖动物病害免疫预防与生态防控技术”项目中期检查会召开. 2022-04-21 <https://www.cafs.ac.cn/info/1024/40693.htm>]
- COSTELLO C, CAO L, GELCICH S, *et al.* The future of food from the sea. *Nature*, 2020, 588(7836): 95–100
- CUI Z X, LIU Y, YUAN J B, *et al.* The Chinese mitten crab genome provides insights into adaptive plasticity and developmental regulation. *Nature Communications*, 2021, 12(1): 2395
- DENG J W, YANG Y Y, LIU Y H, *et al.* Coupling paternò-Büchi reaction with surface-coated probe nanoelectrospray ionization mass spectrometry for *in vivo* and microscale profiling of lipid C=C location isomers in complex biological tissues. *Analytical Chemistry*, 2019, 91(7): 4592–4599
- DING M, LI X Y, ZHU Z X, *et al.* Genomic anatomy of male-specific microchromosomes in a gynogenetic fish. *PLoS Genetics*, 2021, 17(9): e1009760
- DING R, YIN W, WANG C, *et al.* Research on the contribution and prediction of “Blue Food System” to food nutrition in China. *World Agriculture*, 2023(3): 108–119 [丁锐, 殷伟, 王晨, 等. “蓝色粮仓”对中国食物营养的贡献及预测研究. *世界农业*, 2023(3): 108–119]
- FU B B, TIAN X D, SONG J J, *et al.* Self-calibration 3D hybrid

- SERS substrate and its application in quantitative analysis. *Analytical Chemistry*, 2022, 94(27): 9578–9585
- GUAN P C, ZHANG H, LI Z Y, *et al.* Rapid point-of-care assay by SERS detection of SARS-CoV-2 virus and its variants. *Analytical Chemistry*, 2022, 94(51): 17795–17802
- HAN L M, LI D H. Blue food system: Guarantee of China's food security. *Issues in Agricultural Economy*, 2015, 36(1): 24–29, 110 [韩立民, 李大海. “蓝色粮仓”: 国家粮食安全的战略保障. *农业经济问题*, 2015, 36(1): 24–29, 110]
- HAN L M, LIANG S. The key points and countermeasures of China's "Blue Granary" construction under the threshold of big food view. *China Fisheries*, 2024(1): 31–33 [韩立民, 梁铄. 大食物观视阈下我国“蓝色粮仓”建设重点及对策建议. *中国水产*, 2024(1): 31–33]
- HE Y Y, SU W Q, ZHAI X, *et al.* Experimental and theoretical studies into the hydroxyl radical mediated transformation of propylparaben to methylparaben in the presence of dissolved organic matter surrogate. *Water Research*, 2021, 204: 117623
- HU X D, LI H R, LIN Y S, *et al.* Genomic deciphering of sex determination and unique immune system of a potential model species rare minnow (*Gobiocypris rarus*). *Science Advances*, 2022, 8(5): eabl7253
- HUAN P, WANG Q, TAN S J, *et al.* Dorsoventral decoupling of *Hox* gene expression underpins the diversification of molluscs. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2020, 117(1): 503–512
- JIN W J, WANG C J, YANG M F, *et al.* Glycoqueuing: Isomer-specific quantification for sialylation-focused glycomics. *Analytical Chemistry*, 2019, 91(16): 10492–10500
- JUNAID M, WANG J. Interaction of nanoplastics with extracellular polymeric substances (EPS) in the aquatic environment: A special reference to eco-Corona formation and associated impacts. *Water Research*, 2021, 201: 117319
- KUANG Y Y, ZHENG X H, CAO D C, *et al.* Generate a new crucian carp (*Carassius auratus*) strain without intermuscular bones by knocking out *bmp6*. *Aquaculture*, 2023, 569: 739407
- LE C F, CHEN Y H, LEHRTER J C, *et al.* Greenland blocking promotes subtropical north Atlantic spring blooms. *Geophysical Research Letters*, 2021, 48(13): e2020GL092252
- LI J T, WANG Q, HUANGYANG M D, *et al.* Parallel subgenome structure and divergent expression evolution of allo-tetraploid common carp and goldfish. *Nature Genetics*, 2021, 53(10): 1493–1503
- LI T J, WEN B Y, MA X H, *et al.* Rapid and simple analysis of the human pepsin secondary structure using a portable Raman spectrometer. *Analytical Chemistry*, 2022, 94(2): 1318–1324
- LIANG X P, CAO S X, XIE P S, *et al.* Three-dimensional imaging of whole-body zebrafish revealed lipid disorders associated with niemann-pick disease type C1. *Analytical Chemistry*, 2021, 93(23): 8178–8187
- LU G Y, XU X W, LI G Y, *et al.* Subresidue-resolution footprinting of ligand–protein interactions by carbene chemistry and ion mobility–mass spectrometry. *Analytical Chemistry*, 2020, 92(1): 947–956
- LUO L J, XIAO Z Y, ZHOU X Y, *et al.* Quantum chemical calculation to elucidate the biodegradation pathway of methylphenanthrene by green microalgae. *Water Research*, 2020, 173: 115598
- LUO S X, SONG C Q, KE L H, *et al.* Satellite laser altimetry reveals a net water mass gain in global lakes with spatial heterogeneity in the early 21st century. *Geophysical Research Letters*, 2022, 49(3): e2021GL096676
- Ministry of Science and Technology. National Key R&D Program "Blue Granary Science and Technology Innovation" key special project application guide in 2018. Beijing: Ministry of Science and Technology, 2018a [科技部. 国家重点研发计划“蓝色粮仓科技创新”重点专项 2018 年度项目申报指南. 北京: 科技部, 2018a]
- Ministry of Science and Technology. National Key R&D Program "Blue Granary Science and Technology Innovation" key special project application guide in 2019. Beijing: Ministry of Science and Technology, 2019a [科技部. 国家重点研发计划“蓝色粮仓科技创新”重点专项 2019 年度项目申报指南. 北京: 科技部, 2019a]
- Ministry of Science and Technology. National Key R&D Program "Blue Granary Science and Technology Innovation" key special project application guide in 2020. Beijing: Ministry of Science and Technology, 2020a [科技部. 国家重点研发计划“蓝色粮仓科技创新”重点专项 2020 年度项目申报指南. 北京: 科技部, 2020a]
- Ministry of Science and Technology. National Key R&D Program "Blue Granary Science and Technology Innovation" key special project list of 2018. Beijing: Ministry of Science and Technology, 2018b [科技部. 国家重点研发计划“蓝色粮仓科技创新”重点专项 2018 年度拟立项项目公示清单. 北京: 科技部, 2018b]
- Ministry of Science and Technology. National Key R&D Program "Blue Granary Science and Technology Innovation" key special project list of 2019. Beijing: Ministry of Science and Technology, 2019b [科技部. 国家重点研发计划“蓝色粮仓科技创新”重点专项 2019 年度拟立项项目公示清单. 北京: 科技部, 2019b]
- Ministry of Science and Technology. National Key R&D Program "Blue Granary Science and Technology Innovation" key special project list of 2020. Beijing: Ministry of Science and Technology, 2020b [科技部. 国家重点研发计划“蓝色粮仓科技创新”重点专项 2020 年度拟立项项目公示清单. 北京: 科技部, 2020b]
- MU Y N, BIAN C, LIU R Y, *et al.* Whole genome sequencing of a snailfish from the Yap Trench (~7,000 m) clarifies the

- molecular mechanisms underlying adaptation to the deep sea. *PLoS Genetics*, 2021, 17(5): e1009530
- TANG H H, SHU C J, CHEN H D, *et al.* Constitutively active BRS3 is a genuinely orphan GPCR in placental mammals. *PLoS Biology*, 2019, 17(3): e3000175
- WANG D M, YU X Z, XU K P, *et al.* *Pyropia yezoensis* genome reveals diverse mechanisms of carbon acquisition in the intertidal environment. *Nature Communications*, 2020, 11(1): 4028
- WANG X L, WEI X X, LU Y, *et al.* Characterization of GSDME in amphioxus provides insights into the functional evolution of GSDM-mediated pyroptosis. *PLoS Biology*, 2023, 21(5): e3002062
- WANG Y T, FAN X, GAO G, *et al.* Decreased motility of flagellated microalgae long-term acclimated to CO₂-induced acidified waters. *Nature Climate Change*, 2020, 10(6): 561–567
- WANG Z Z, KONG C, LU M, *et al.* Distribution and review of “Blue Granary” Science and Technology Innovation” special project under the 13th Five-Year National Key Research and Development Program, *Marine Sciences*, 2024, 48(2): 79–87 [王振忠, 孔聪, 鲁森, 等. 十三五”国家重点研发计划“蓝色粮仓科技创新”重点专项科技布局及评述. *海洋科学*, 2024, 48(2): 79–87]
- WEI M, HUANG L J, LIU Y X, *et al.* Strategy for isolation, preparation, and structural analysis of chondroitin sulfate oligosaccharides from natural sources. *Analytical Chemistry*, 2020, 92(17): 11644–11653
- XU Y C, ZHANG T J, ZHOU Q, *et al.* A single-cell transcriptome atlas profiles early organogenesis in human embryos. *Nature Cell Biology*, 2023, 25(4): 604–615
- YANG H S. Development ideas and implementation approaches of blue granary scientific and technological innovation in China. *Journal of Fisheries of China*, 2019, 43(1): 97–104 [杨红生. 我国蓝色粮仓科技创新的发展思路与实施途径. *水产学报*, 2019, 43(1): 97–104]
- Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences. The comprehensive performance evaluation of two key special projects of “Blue Granary Science and Technology Innovation” led by Yellow Sea Fisheries Research Institute was rated excellent. 2024-05-22, <http://ysfri.cafs.ac.cn/info/1108/40023.htm> [中国水产科学研究院黄海水产研究所. 黄海所牵头完成的 2 项“蓝色粮仓科技创新”重点专项项目综合绩效评价获评优秀. 2024-05-22, <http://ysfri.cafs.ac.cn/info/1108/40023.htm>]
- ZHU J Y, SONG C Q, WANG J D, *et al.* China’s inland water dynamics: The significance of water body types. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2020, 117(25): 13876–13878

(编辑 冯小花)

Research Progress and Focus of Projects “Blue Granary Science and Technology Innovation”

MA Cuiyan¹, WANG Xiaolin², FENG Xiaohua¹, CHEN Hui¹, CHEN Yan¹, CHANG Qing^{1①}

(1. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China;

2. Chinese Academy of Fishery Sciences, Beijing 100141, China)

Abstract The National Key Research and Development Plan “Blue Granary Science and Technology Innovation” key special project (hereinafter referred to as the Blue Granary Project) has made strategic arrangements in areas such as germplasm creation, healthy aquaculture, habitat restoration, environmentally friendly fishing, and green processing. This project has been implemented to promote modern fishery science and technology innovation in China, drive the transformation and upgrading of the fishery industry and green development, the establishment of a new fishery production system and its implementation. Based on bibliometrics, this study searched the publication of the Blue Granary Project in the SCIE database, and analyzed the research progress and focus of the project, including publication and citation situation of papers, research institutions, international collaboration, research directions, and

① Corresponding author: CHANG Qing, Email: changqing@ysfri.ac.cn

high-frequency keywords, etc. The results show that since its launch in 2018 to November 7, 2023, the Blue Granary Project as the first funded project has published a total of 5,803 SCI papers, with a total citation frequency of 55,361, a total H index of 61, and ESI highly cited papers of 55, including 1 hot paper. A total of 47 nature index journal papers have been published, distributed over 15 journals, including top journals such as Nature Cell Biology, Nature Climate Change, Nature Genetics, Nature Communications, and PNAS. Shanghai Ocean University, Ocean University of China, Ningbo University, and other institutions had the most outstanding performance in terms of publication output; 951 of the papers were published by international collaboration with partners from 57 countries, with developed countries such as the United States and Australia having the highest output. The papers cover 78 research fields, mainly focusing on fishery, marine and freshwater biology, food science and technology, environmental science and ecology, chemistry, biochemistry and molecular biology, immunology, and veterinary medicine. The information retrieved from the papers shows that the Blue Granary Project has made significant progress in basic research, key core technology development, and typical application demonstration, providing theoretical support for high-quality development in aquaculture, aquaculture breeding, disease prevention and control, and aquatic product processing. The findings provide data-driven decision support for establishing a sustainable Blue Granary system, thereby advancing the high-quality development of the marine economy.

Key words Blue granary; Bibliometrics; Research progress; Research focus