

2023 年度青岛市科学技术奖提名公示

一、项目名称

绿色高效凡纳滨对虾生物饲料的研发与推广

二、提名单位（专家）及提名意见、提名等级（不超过 600 字符）

青岛农业大学为本项目第一提名单位。

我单位认真审阅了该项目推荐书及其附件材料，确认真实有效，相关栏目符合填写要求。

按照要求，我单位及完成人所在单位均进行了公示，确认完成人、完成单位排序无异议。

该项目针对凡纳滨对虾养殖业发展过程中，对虾养成率低、饲料效率低、养殖水体污染及食品安全风险等问题，通过对凡纳滨对虾的营养需求、营养免疫及饲料加工工艺进行研究，取得了以下科技创新：（1）阐述了凡纳滨对虾对必需脂肪酸和氨基酸营养需求，优化了诱食效果的评估方法，筛选出促进凡纳滨对虾摄食的诱食剂，并开发对虾饲料粘合剂，为凡纳滨对虾配合饲料的精准配比提供了依据。（2）开发出了重组抗脂多糖因子等新添加剂及浒苔粉等功能性原料，提高了凡纳滨对虾抗病力。（3）分离筛选出适宜对虾配合饲料发酵的菌株，开发出复合有益菌制剂及菌酶协同发酵技术对凡纳滨对虾饲料（或原料）进行发酵，创制了绿色高效的凡纳滨对虾生物饲料，明确了相关技术指标，并实现了产业化推广。

该项目已在全国多家企业应用，近三年推广凡纳滨对虾生物饲料 17.5 万吨，新增产值 10.05 亿元，带动凡纳滨对虾养殖产量 18 万吨，产值 140 多亿元。发表论文 14 篇、授权发明专利 6 项、授权实用新型专利 3 项，开发新成果 5 项，建成生产线 5 条，该项目相关成果在 2022 年、2023 年通过成果鉴定，部分成果达到国际先进水平。

参照青岛市科学技术奖推荐条件，推荐该项目申报 2023 年度青岛市科学技术进步奖二等奖。

三、项目简介

凡纳滨对虾俗称南美白对虾，2022 年全国养殖产量 210 万吨，比 2008 年的 106 万吨增长了 98%，是我国目前养殖产量最大的对虾品种。然而，早期对虾配合饲料严重依赖鱼粉（鱼粉用量 20%-30%）且饲料效率低（饲料系数 ≥ 1.2 ），导致资源浪费及养殖水体污染。病害频发、养成率低也是影响对虾养殖效益的重要因素（2021 年山东省凡纳滨对虾发病率 60%-70%，绝产率 31%）。另外，过度使用抗生素等药物也带来养殖水体污染及食品安全风险等问题。这些因素制约了对虾养殖业高质量发展。本项目历经 15 年，完善了凡纳滨对虾精准营养需求数据库，开发出新型免疫增强剂，创新了饲料原料发酵技术，研制了凡纳滨对虾生物饲料并推广。主要技术内容如下：

1. 完善凡纳滨对虾精准营养需求数据库，优化高效饲料

配方，提高对虾饲料利用效率。

1.1 明确了凡纳滨对虾配合饲料中 n-3 和 n-6 多不饱和脂肪酸及赖氨酸、蛋氨酸、精氨酸的适宜含量，并揭示了不同加工技术对外源蛋氨酸吸收利用的影响，营养素的精确配比可提高对虾增重率 77.51%，为对虾饲料的精准营养提供了依据。

1.2 优化了诱食效果的评估方法，并创新了一种水产动物代谢试验粪便收集装置，利于该评估方法和粪便收集装置筛选诱食剂，明确了虾浆对对虾的优良诱食效果。

1.3 开发了淀粉和高筋面粉混合物作为对虾饲料粘合剂，较化学粘合剂提高了饲料的安全性和饲料利用率。

2. 开发新型免疫增强剂，提高凡纳滨对虾抗病力与养成率，减少养殖过程中抗生素的使用，降低食品安全风险。

2.1 开发的重组抗脂多糖因子等新添加剂，不仅可以提高凡纳滨对虾增重率和饲料利用率，还能提高抗病力 48.78%。

2.2 优选的浒苔粉等新原料在提高凡纳滨对虾生产性能和抗氧化能力的同时，提高了对虾对氨氮胁迫的耐受力，氨氮胁迫 24 h 后的死亡率降低了 58.82%。

3. 创新饲料原料发酵技术，制定饲料发酵技术规范，研制绿色高效凡纳滨对虾生物饲料，实现产业化推广。

3.1 分离筛选出能降解黄曲霉素 B1 和玉米赤霉烯酮并产生纤维素酶的菌株，利用此菌株发酵被污染的饲料原料，

可降解原料中 98% 的真菌毒素，配制饲料饲喂对虾可消除真菌毒素对凡纳滨对虾增重率和免疫力的不利影响。

3.2 评估了发酵花生粕和酶解鸡浆等新原料在凡纳滨对虾配合饲料中的添加效果，发酵花生粕的使用可提高对虾饲料转化率 52.90%，酶解鸡浆的添加可提高对虾蛋白质效率 33.00%。

3.3 集成营养需求、新型免疫增强剂和饲料原料发酵技术等成果，创制了绿色高效凡纳滨对虾生物饲料。使用该饲料饲喂的幼虾成活率提高了 25.2%，成虾发病率降低了 20.5%，成活率提高了 28.5%，产量提高了 20.6%；海水换水量降低了 22.5%，动保产品及药品使用量降低了 19.4%。

该项目获授权发明专利 6 件，授权实用新型专利 3 件，发表论文 14 篇，其中 SCI 收录 10 篇，开发新产品/成果 4 项，建设发酵饲料生产线 5 条。

2015 年以来，该项目成果在全国多家企业得到应用。近 3 年累计推广凡纳滨对虾生物饲料 17.5 万吨，新增经济效益 10 亿元，带动凡纳滨对虾健康养殖产量 18 万吨，产值 140 多亿元；新增就业 538 人，培训 12000 余人次，对山东等地的就业有一定带动作用。

四、主要知识产权和标准规范等目录

知识产权 (标准)类别	知识产权(标准)具体名称	国家 (地区)	授权号(标准 编号)	授权 (标准发 布)日期	证书编 号 (标准 批准发 布部 门)	权利人 (标准 起草单 位)	发明人(标 准起草人)	发明专利 (标准) 有效状态
发明专利权	一种可同时用于降解黄曲霉素 B1 和纤维素的赖氨酸芽孢杆菌及其应用	中国	ZL202210058222.3	2023.1.6	第 5682098 号	青岛农业大学	冯政夫, 杨麒麟刚, 朱伟	有效
论文	Effects of recombinant anti-lipopolysaccharide factor expressed by <i>Pichia pastoris</i> on the growth performance, immune response and disease resistance of <i>Litopenaeus vannamei</i>	中国	10.1016/J.FSI.2022.08.074	2022	Fish and Shellfish Immunology	长江大学, 中国海洋大学, 青岛海洋科学与技术国家实验室	Jing Wu, Keke Lei, Zhenhua Wu, Yanjiao Zhang, Weihua Gao, Wenbing Zhang, Kangsen Mai	有效
论文	发酵豆粕和发酵花生粕对凡纳滨对虾生长性能、饲料效率及免疫力的影响	中国	10.15906/j.cnki.cn11-2975/s.20201917	2020	中国饲料	新希望六和股份有限公司, 四川新希望六和科技创新有限公司, 青岛农业	李洪琴, 朱伟, 席庆凯, 陶玉岭, 刘天骥, 刘匆, 顾夕章, 相福生, 种金豆, 赵敏	有效

						大学, 山东新希望六和集团有限公司, 海阳新希望六和饲料有限公司		
发明专利权	一种用于发酵霉菌毒素污染饲料的复合发酵菌剂及其应用	中国	ZL202210058221.9	2023.2.3	第5724497号	青岛农业大学	朱伟, 冯政夫, 刘冬美	有效
发明专利权	一种降解玉米赤霉烯酮的苜蓿中华根瘤菌及其应用	中国	ZL202210058217.2	2023.1.6	第5682268号	青岛农业大学	冯政夫, 董若男, 朱伟	有效
论文	Effects of dietary n-6 polyunsaturated fatty acids (PUFA) composition on growth performances and non-specific immunity in pacific white shrimp (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	中国	10.1016/J.AQREP.2022.101436	2023	Aquaculture Reports	青岛农业大学, 青岛蔚蓝生物集团有限公司	Wei Zhu, Ruonan Dong, Leilei Ge, Qigang Yang, Na Lu, Hui Li, Zhengfu Feng	有效
论文	Dietary recombinant human lysozyme improves the growth, intestinal health, immunity and disease	中国	10.1016/J.FSI.2021.12.052	2022	Fish and Shellfish Immunology	中国海洋大学, 青岛海洋科学与技术国家实	Jing Wu, Shuangjie Tian, Kai Luo, Yanjiao Zhang,	有效

	resistance of Pacific white shrimp <i>Litopenaeus vannamei</i>					验室，浙江艾杰斯生物科技有限公司	Hongtao Pan, Wenbing Zhang, Kangsen Mai	
论文	Effects of yeast autolysate in practical diet on the growth performance, immune response and disease resistance of Pacific white shrimp	中国	10.1002/aa h.10095	2020	Journal of Aquatic Animal Health	中国海洋大学，长江大学，青岛海洋科学与技术国家实验室	Shuoli Ma, Xiaoxia Wang, Weihua Gao, Weiqi Xu, Wenbing Zhang, Kangsen Mai	有效
发明专利权	一种增强凡纳滨对虾氮耐受性的饲料	中国	ZL202010577083.6	2022.3.18	第5004877号	山东新希望六和集团有限公司，新希望六和股份有限公司，四川新希望六和科技创新有限公司	嵇建树，周桂莲，燕磊，刘天骥，赵敏，席庆凯，吕尊周，黄河，李鑫	有效
实用新型专利权	一种水产动物代谢实验粪便收集装置	中国	ZL 2023 20444383.6	2023.3.10	第19563014号	广州六和饲料有限公司，湛江	赵敏，李洪琴，刘佳裕，周桂莲，周良	有效

						国雄饲料有限公司, 丰顺新希望生物科技有限公司, 揭阳国雄饲料有限公司, 新希望六和股份有限公司, 山东新希望六和集团有限公司	星, 李勇, 刘天骥, 刘匆, 袁振强, 刘娟, 王光花, 席庆凯, 王远平, 韩朋志, 王恒林, 房进广, 吴仲轩, 万新生	

五、主要完成人情况（注：三大项目奖“主要完成人情况”摘自“主要完成人情况表”中的部分内容，公示姓名、排名、行政职务、技术职称、工作单位、完成单位、对本项目贡献。）

1. 第一完成人：朱伟，男，1963 年 11 月生人，博士，青岛农业大学生命科学学院教授，硕士生导师，对本项目的贡献为明确了凡纳滨对虾对 n-3 多不饱和脂肪酸、n-6 多不饱和脂肪酸、赖氨酸和精氨酸等营养物质的需求量，完成了发酵菌株的分离、筛选和复合，并创制了复合有益菌发酵饲料。

2. 第二完成人：张文兵，男，1973 年 9 月生人，博士，

中国海洋大学教授，博士生导师，水产学院副院长，对本项目的贡献为开发了重组抗脂多糖因子、重组人源溶菌酶、酵母自溶产物等免疫增强型添加剂，并评测了新原料酶解豆粕和南极磷虾粉。

3. 第三完成人：赵敏，男，1989 年 3 月生人，硕士，畜牧师，山东新希望六和集团有限公司水产料技术研发室副主任，对本项目的贡献为优化了诱食效果评估方法和水产动物代谢实验粪便收集装置，开发了能有效提高凡纳滨对虾对氨氮胁迫耐受能力的浒苔粉，应用筛选得到的有益菌株开发了发酵花生粕、湿基发酵豆粕等对虾功能性原料（或饲料）。

4. 第四完成人：冯政夫，女，1965 年 10 月生人，博士，青岛农业大学生命科学学院高级工程师，对本项目的贡献为完成了发酵菌株的分离、筛选和复合，并创制了复合有益菌发酵饲料。

5. 第五完成人：李洪琴，女，1977 年 2 月生人，博士，高级畜牧师，山东新希望六和集团有限公司水产料技术研发室主任，对本项目的贡献为应用筛选得到的有益菌株，开发了发酵花生粕、湿基发酵豆粕等对虾功能性原料（或饲料），并进行了产业化推广。

6. 第六完成人：张彦娇，女，1981 年 1 月生人，博士，中国海洋大学水产学院教授，博士生导师，对本项目的贡献为开发了重组抗脂多糖因子和重组人源溶菌酶等生物添加剂，并评测了对凡纳滨对虾生长性能、饲料利用、血清广谱抗菌性和病原菌入侵后对虾存活能力的影响。

7. 第七完成人：葛蕾蕾，女，1983 年 7 月生人，硕士，青岛蔚蓝生物集团有限公司高级工程师，对本项目的贡献为明确了凡纳滨对虾配合饲料中 n-3 和 n-6 多不饱和脂肪酸及赖氨酸、蛋氨酸、精氨酸的适宜含量，并揭示了不同加工技术对外源蛋氨酸吸收利用的影响，营养素的精确配比可提高对虾增重率 77.51%，为对虾饲料的精准营养提供了依据”项发现做出了创造性贡献，明确了凡纳滨对虾对 n-6 多不饱和脂肪酸的需求量。

8. 第八完成人：李勇，男，1969 年 12 月生人，博士，

高级畜牧师，山东新希望六和集团有限公司饲料研究院副院长，对本项目的贡献为评测了酶解鸡浆在凡纳滨对虾饲料中的应用效果，并在绿色高效凡纳滨对虾生物饲料推广及市场跟踪中发挥了重要作用。

9. 第九完成人：刘佳裕，女，1996 年 6 月生人，硕士，畜牧师，山东新希望六和集团有限公司水产料技术研发室助理研发师，对本项目的贡献为优化了诱食效果评估方法和水产动物代谢实验粪便收集装置，筛选出促进凡纳滨对虾摄食的诱食剂。

10. 第十完成人：胡彦江，男，1972 年生人，学士，青岛农业大学生命科学学院实验师，对本项目的贡献为明确了凡纳滨对虾对赖氨酸和精氨酸的需求量。

六、主要完成单位及创新推广贡献

单位名称	青岛农业大学	排名	1
对本项目应用推广情况的贡献： 青岛农业大学是本项目的第一完成单位，主要在以下方面取得创新性成果：从项目的选题、立项、研究方案的制定、技术路线的确立，直至试验研究部署、结果分析、技术总结等均由本单位主持完成。青岛农业大学结合自身优势，强化项目管理，明确了凡纳滨对虾对 n-3 多不饱和脂肪酸、n-6 多不饱和脂肪酸、赖氨酸和精氨酸等营养物质的需求量，完成了发酵菌株的分离、筛选和复合，并创制了复合有益菌发酵饲料。基于本项目发表 SCI 论文 3 篇，授权发明专利 3 篇，开发新成果 5 项。			

单位名称	中国海洋大学	排名	2
对本项目应用推广情况的贡献： 中国海洋大学是本项目第二完成单位，主要在以下方面取得创新性成果：中国海洋大学始建于 1924 年，建有崂山、鱼山、浮山、西海岸 4 个校区，占地 5200 余亩；拥有博士后流动站 15 个、博士学位授权一级学科 18 个、博士专业学位授权类别 3 个、硕士学位授权一级学科 35 个、硕士专业学位授权类别 25 个。基于本项目开发了重组抗脂多糖因子、重组人源溶菌酶、酵母自溶产物等免疫增强型添加剂及南极磷虾粉、酶解豆粕等新原料，发表 SCI 论文 7 篇，开发新成果 5 项。			

单位名称	山东新希望六和集团有限公司	排名	3
对本项目应用推广情况的贡献： 山东新希望六和集团有限公司是本项目第三完成单位，主要在以下方面取得创新性成果：山东新希望六和集团有限公司成立于 1995 年，主营业务涉及饲料生产、禽肉食品加工、种畜禽繁育等产业。2022 年销售收入 710 亿元，其中饲料产量 2842			

万吨，居全国第一位，盈利超 13 亿元。基于本项目优化了诱食效果评估方法和水产动物代谢实验粪便收集装置，开发了能有效提高凡纳滨对虾对氨氮胁迫耐受能力的浒苔粉，应用筛选得到的有益菌株开发了发酵花生粕、湿基发酵豆粕等对虾功能性原料（或饲料），发表论文 4 篇，授权发明专利 3 篇，授权实用新型专利 3 篇，开发新成果 5 项，并承担了本项目相关研发成果的产业化推广。

单位名称	海阳新希望六和饲料有限公司	排名	4
对本项目应用推广情况的贡献： 海阳新希望六和饲料有限公司是本项目第四完成单位，主要在以下方面取得创新性成果：海阳新希望六和饲料有限公司主要研发生产及销售水产饲料、畜禽饲料，年生产能力 24 万吨。公司始建于 2013 年，位于烟台海阳发城镇工业园，占地面积近 25 亩，注册资金 2000 万元，总资产 7217 万元，固定资产 4014 万元，现有员工 110 人。基于本项目开发了发酵花生粕、湿基发酵豆粕等对虾功能性原料（或饲料），发表论文 1 篇，授权发明专利 1 篇，实用新型专利 1 篇，并承担了本项目相关研发成果的产业化推广。			

单位名称	青岛蔚蓝生物集团有限公司	排名	5
对本项目应用推广情况的贡献： 青岛蔚蓝生物集团有限公司是本项目第五完成单位，主要在以下方面取得创新性成果：青岛蔚蓝生物集团有限公司先后被评为“国家认定企业技术中心”“生物催化技术国际联合研究中心”“生物催化技术国家地方联合工程实验室”“国家技术创新示范企业”“国家专精特新小巨人企业”“青岛市高成长性海洋企业”，拥有博士后科研工作站，入选山东民营企业创新 100 强名单。基于本项目明确了凡纳滨对虾对 n-6 多不饱和脂肪酸的需求量，为完善凡纳滨对虾精准营养需求数据库提供数据支持，发表 SCI 论文 1 篇。			

七、完成人合作关系说明

2008 年以来，中国海洋大学、山东新希望六和集团有限公司、青岛蔚蓝生物集团有限公司及海阳新希望六和饲料有限公司与项目完成人朱伟围绕如何提升凡纳滨对虾养殖效益、增强养殖抗病力等，在凡纳滨对虾生物饲料的研发与推广等方面进行了长期合作，先后完成了 3 篇论文合著，5 个科技成果，1 项科技奖励。

本项目第一完成人朱伟，与项目第四完成人冯政夫、第

七完成人葛蕾蕾共同发表论文“Effects of dietary n-6 polyunsaturated fatty acids (PUFA) composition on growth performances and non-specific immunity in pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*)”; 与项目第三完成人赵敏及第五完成人李洪琴共同发表论文“发酵豆粕和发酵花生粕对凡纳滨对虾生长性能、饲料效率及免疫力的影响”及“发酵豆粕对凡纳滨对虾生长性能和酶活性的影响”；与项目第四完成人冯政夫和第十完成人胡彦江共同发表论文“Optimal content and ratio of lysine to arginine in the diet of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*”；与项目第二完成人张文兵、第三完成人赵敏、第五完成人李洪琴、第八完成人李勇、第九完成人刘佳裕共同完成新成果评价《浒苔粉在凡纳滨对虾配合饲料开发与应用》、《湿基发酵豆粕在凡纳滨对虾配合饲料开发与应用》、《发酵花生粕在凡纳滨对虾配合饲料开发与应用》、《酶解鸡浆在凡纳滨对虾配合饲料中的开发与应用》；与项目第二完成人张文兵、第三完成人赵敏、第四完成人冯政夫、第五完成人李洪琴、第六完成人张彦娇共同完成新成果评价《绿色高效凡纳滨对虾生物饲料的研发与推广》，并凭借此成果获得“山东省海洋科技创新奖——二等奖”。

承诺：本人作为项目第一完成人，对本项目完成人合作关系及上述内容的真实性负责，特此声明。

第一完成人签名：

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者	合作时间	合作成果	证明材料	备注
1	论文合著	朱伟、冯政夫、葛蕾蕾	2022 年	Effects of dietary n-6 polyunsaturated fatty acids (PUFA) composition on growth performances and non-specific immunity in pacific white shrimp (<i>Litopenaeus vannamei</i>)		
2	论文合著	朱伟、赵敏、李洪琴	2019 年	发酵豆粕和发酵花生粕对凡纳滨对虾生长性能、饲料效率及免疫力的影响		
3	论文合著	朱伟、赵敏、李洪琴	2018 年	发酵豆粕对凡纳滨对虾生长性能和酶活性的影响		
4	成果评价	赵敏、李洪琴、朱伟、张文兵、李勇、刘佳裕	2016 年	浒苔粉在凡纳滨对虾配合饲料开发与应用		
5	成果评价	李洪琴、赵敏、朱伟、张文兵、李勇、刘佳裕	2016 年	发酵花生粕在凡纳滨对虾配合饲料开发与应用		
6	成果评价	赵敏、李洪琴、朱伟、张文兵、李勇、刘佳裕	2016 年	酶解鸡浆在凡纳滨对虾配合饲料中的开发与应用		
7	成果评价	赵敏、李洪琴、朱伟、张文兵、李勇、刘佳裕	2015 年	湿基发酵豆粕在凡纳滨对虾配合饲料开发与应用		
8	成果评价	朱伟、张文兵、赵敏、李洪琴、冯政夫、张彦娇	2008 年	绿色高效凡纳滨对虾生物饲料的研发与推广		

承诺：本人作为项目第一完成人，对本项目完成人合作关系及上述内容的真实性负责，特此声明。

第一完成人签名：