1. **项目名称**

高效环保刺参生物饲料的创制及产业化

1. **推荐单位（专家）意见（不超过600字符）**

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。

人工配合饲料是关系到刺参养殖及食品安全的重要因素。本项目对刺参的营养生理和高效环保生物饲料的关键技术进行了系统研究，在以下3个方面取得突破：（1）明确了刺参对粗蛋白等营养物质的需求量，并制定了刺参人工配合饲料国家标准。（2）筛选了适合刺参饲料发酵的菌株，制备了发酵饲料用有益菌制剂，采用发酵技术促进刺参生长，提高刺参免疫力。（3）创制了高效环保刺参生物饲料，并实现了产业化。本成果已在全国多家企业应用，技术推广刺参生物饲料5.5万吨，新增产值4.4亿元。带动刺参健康养殖产量达8余万吨，产值108亿元；发表学术论文11篇、授权发明专利9项、鉴定成果3项（实现技术成果转让1项）、制订国家标准1项、企业标准2项，建设了生产线2条。该项目中的部分成果分别在2003年、2006年和2013年通过了成果鉴定，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2020年度青岛市科学技术进步奖一等奖。

1. **项目简介**

刺参是我国重要的水产养殖动物。刺参养殖的水体环境和食品安全正在受到前所未有的关注。人工配合饲料是关系到刺参养殖及食品安全的重要因素。高效、环保的配合饲料能够促进刺参养殖业的健康持续发展，反之则限制刺参养殖业的健康持续发展，甚至带来巨大的风险。本项目对刺参的营养生理和高效环保生物饲料的关键技术进行了系统研究，主要内容包括：

1. 针对刺参配合饲料营养指标不健全、饲料质量不稳定等行业问题，首次提出了刺参对主要营养物质的需求量，填补了国内外刺参营养研究的空白，并制定了刺参人工配合饲料国家标准，极大地推动了我国刺参人工配合饲料的发展。

1.1得出了刺参饲料中适宜粗蛋白、粗脂肪、碳水化合物、磷脂、钙、磷和粗纤维含量。当饲料粗蛋白水平过高（32%）时，引起消化道结构损伤。

1.2 首次查明了刺参体内多不饱和脂肪酸合成的途径和刺参必需脂肪酸的种类和需求量。刺参的必需脂肪酸包括亚油酸(LA)、亚麻酸(ALA)、花生四烯酸(ARA)、二十碳五烯酸(EPA)和二十二碳六烯酸(DHA)，它们在饲料中的适宜含量分别为1.2%、1.27%、0.38%、0.15%和0.95%。

1.3主持制定了刺参人工配合饲料国家标准：GBT 22919.7-2008 水产配合饲料 第7部分：刺参配合饲料，极大地推动了我国刺参人工配合饲料的发展。

2. 采用复合有益菌发酵技术，结合使用刺参多不饱和脂肪酸添加剂和复合中草药添加剂，促进刺参生长、提高刺参免疫相关基因表达和免疫相关酶活力。

2.1从刺参肠道和生活环境中筛选了适合刺参饲料发酵的菌株，开发了用于刺参饲料发酵的复合有益菌制剂。发酵鱼粉的游离氨基酸和小肽含量分别提高了48.50%和78.63%。发酵扇贝边粉的游离氨基酸和小肽含量分别提高了81.75%和452.60%。获得了授权发明专利6项。

2.2以发酵鱼粉和扇贝边等作为主要蛋白源，制作刺参配合饲料饲喂刺参，明显提高了刺参体腔液免疫相关酶活性和免疫相关基因表达。

2.3 研制了高度不饱和脂肪酸添加剂和复合中草药制剂，取得了授权发明专利1项，开发了新产品2个。

3. 创制了高效环保刺参生物饲料，并实现了产业化。

综合运用复合有益菌发酵技术、高度不饱和脂肪酸添加剂和复合中草药制剂，创制了适于刺参各个养殖阶段[育苗期、保苗期(中间培育期)和养成期]和不同养殖模式的高效环保生物饲料。制定企业标准2项，建设了生产线2条。

4.取得了巨大的经济效益、社会效益和生态效益。

自2002年以来，已在全国多个企业应用。近3年累计推广刺参生物饲料5.5万吨，新增经济效益4.4亿元。间接带动刺参健康养殖产量达8万余吨，产值108亿元；发表学术论文10篇（其中SCI收录4篇，中文核心4篇），获得授权发明专利11项、新成果3项（转让1项，价值15万元），制订国家标准1项，企业标准2项。

1. **客观评价**

该项目在刺参营养机理和高效环保饲料的创制方面受到专家的客观公正的评价。

在2003年青岛市科技局组织的对科技成果“刺参营养需求及高效环保饲料的研究”项目的鉴定中，充分肯定项目的研究成果，认为该项目成果达到了国际先进水平。

在2006年山东省科技厅组织的对科技成果“刺参营养生理及高效环保饲料的研究”项目的鉴定中，充分肯定项目的成果，认为该成果达到了国际先进水平。

在2013年山东省教育厅组织的对“仿刺参功能性饲料及添加剂的研究与开发”项目的鉴定中，认为该项目成果达到国际先进水平。

在2006年科技部对“刺参高效环保饲料的中试开发”项目的验收中，充分肯定了项目成果，认为所开发的饲料对环境污染小，具有高效环保饲料的特点。

在2017年山东省科技厅组织的对“刺参抗病型功能饲料的规模化生产及应用”项目验收中，充分可定了该项目的成果，认为项目成果可为刺参养殖业带来显著经济、生态和社会效益，对产业的健康持续发展起到积极作用。

2020年，经过第三方评价，认为申请人创制的高效环保刺参生物饲料，在技术上有重大突破，实现了高效率，节能环保的目标，运用了包括复合有益菌发酵技术和复合中草药添加剂技术，在提高饲料利用率的同时，增强了刺参自身免疫力，促进了刺参健康，刺参增重快，抗病力强。促进刺参养殖过程中抗生素替代的进程，从而促进了刺参养殖业健康持续发展。

1. **推广应用情况**

自2002年到现在2019年，应用本项目技术从最初的几百吨/年到现在的数千吨/年，近3年来，本项目共生产销售高效环保刺参生物饲料达5.5万吨，新增经济效益4.4亿元，这些饲料销售到山东、河北、辽宁、江苏以及福建等刺参养殖区，带动刺参健康养殖产量共8万吨，产值达到108亿元人民币。

应用本成果的高效环保刺参生物饲料，可大大提高饲料中营养物质的吸收利用率，减少氮磷在水体中的排放，降低环境污染。另外，使用高效环保刺参生物饲料，可提高刺参自身免疫力，增强抗病能力，提高刺参产量。与此同时，减少了抗生素和消毒剂等化学药品的使用量，为社会提供了健康安全的食品，因此产生了巨大的生态效益和社会效益。

1. **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 |
| 国家标准 | 水产配合饲料 第7部分：刺参配合饲料 | 中国 | GB/T 22919.7-2008 | 2009-05-01 | 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会 | 山东六和集团有限公司、中国饲料工业协会 | 朱伟、粟胜兰、李会涛、吕明斌、周茂澴、毛玉泽 | 有效 |
| 发明专利 | 用于发酵刺参饲料的微生态制剂 | 中国 | CN108949615B | 2020-05-05 | ZL201810660339.2 | 青岛农业大学 | 朱伟，冯政夫，董文欣，杨少辉 | 有效 |
| 发明专利 | 刺参饲料添加剂及制备方法和包含此添加剂的配合饲料 | 中国 | CN102326682B | 2013-03-20 | ZL201110196132.2 | 山东新希望六和集团有限公司 | 朱伟，李会涛，吕明斌 | 有效 |
| 发明专利 | 产纤维素酶且抑制假交替单胞菌的地衣芽孢杆菌及其使用方法 | 中国 | CN108998385B | 2020-06-02 | ZL201810662224.7 | 青岛农业大学 | 冯政夫，朱伟，胡彦江，杨少辉 | 有效 |
| 发明专利 | 产纤维素酶且抑制灿烂弧菌的苏云金芽孢杆菌及其使用方法 | 中国 | CN108841746B | 2020-07-03 | ZL201810660351.3 | 青岛农业大学 | 冯政夫，朱伟，赵兰廷，胡彦江 | 有效 |
| 发明专利 | 一种解淀粉芽孢杆菌及其在水产养殖中的应用 | 中国 | CN107937301B | 2020-04-07 | ZL201711090798.3 | 青岛农业大学 | 咸洪泉，李雅华，朱伟 | 有效 |
| 行业标准 | 鱼粉中脲醛聚合物快速检测方法 | 中国 | NY/T 3143-2017 | 2018-06-01 | 中国人民共和国农业部 | 山东新希望六和集团有限公司、中国饲料工业协会 | 荣佳、杨青 | 有效 |
| 发明专利 | 海参亲参人工配合饲料及其制造方法与使用方法 | 中国 | CN103181500B | 2015-08-26 | ZL 201310083707.9 | 青岛农业大学 | 朱伟，冯政夫，董超华，孙晓凤 | 未缴年费 |
| 发明专利 | 海参网箱养殖专用饲料及其制作方法 | 中国 | CN103181501B | 2015-08-26 | ZL 201310084042.3 | 青岛农业大学 | 朱伟，冯政夫，董超华，孙晓凤 | 未缴年费 |
| 发明专利 | 刺参养成饲料与制备方法 | 中国 | CN101081059B | 2012-07-11 | ZL200610044534.X | 山东新希望六和集团有限公司 | 朱伟，黄河，吕明斌，李会涛，李鑫，朱素丽 | 未缴年费 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. **主要完成人情况**

1. 姓名：朱伟，排序：1/15，行政职务：无，技术职称：教授，工作单位：青岛农业大学，完成单位：青岛农业大学，对本项目创新点（1）的贡献是明确了刺参对粗蛋白等营养物质的需求量。支撑材料为“刺参人工配合饲料”国家标准，以及发表文章“饲料粗蛋白含量对刺参消化酶及消化道结构的影响”和“刺参稚参对蛋白质和脂肪需求量的初步研究”；对创新点（2）贡献是筛选了高效产脂肪酶的芽孢杆菌，并确定了发酵菌与饲料的配比和发酵技术，支撑材料为专利ZL201810660339.2和ZL201810661214.1，发表文章“Regulation of dietary astragalus polysaccharide (APS) supplementation on the non-specific immune response and intestinal microbiota of sea cucumber *Apostichopus japonicus*”；对本项目创新点（3）的贡献是创制了“高效环保刺参生物饲料”，支撑材料为技术成果转让“仿刺参功能性饲料研究与开发”和成果鉴定证书“仿刺参功能性饲料及添加剂的研究与开发”；

2. 姓名：冯政夫，排序：2/15，行政职务：无，技术职称：高级工程师，工作单位：青岛农业大学，完成单位：青岛农业大学，对本项目创新点（1）的贡献是确定了刺参对多不饱和脂肪酸种类和量的需求，支撑材料为发表文章 “Effects of dietary n-3 PUFA supplements on composition of n-3 PUFA and expression of fatty acid elongase 5 (AJELOVL5) in sea cucumber, *Apostichopus japonicus*”和“Cloning, expression and functional characterization of the polyunsaturated fatty acid elongase (ELOVL5) gene from sea cucumber (*Apostichopus japonicus*)”；对创新点（2）贡献是筛选了用于饲料发酵的优良芽孢杆菌菌株，确定了发酵制剂的制备技术，提出了防治杂菌污染制剂的方法，支撑材料为专利ZL201810662224.7，ZL201810660351.3和ZL201810662208.8；

3. 姓名：刘宗强，排序：3/15，行政职务：副总裁，技术职称：畜牧师，工作单位：山东新希望六和集团有限公司，完成单位：山东新希望六和集团有限公司，在本项目中主要参与项目组织协调、实施进度管理、推广示范等工作，积极推动项目创新及技术集成，联系落实6家企业的应用示范，并促进成果在青岛等地进行产业化应用，支撑材料为《高效环保刺参生物饲料的创制及产业化》1项科技成果鉴定。

4. 姓名：黄金发，排序：4/15，行政职务：无，技术职称：工程师，工作单位：山东新希望六和集团有限公司，完成单位：山东新希望六和集团有限公司，在本项目中主要参与了刺参生物饲料的研发和推广工作，对本项目贡献是参与试验样品检测分析以及开发了适于刺参各个养殖阶段和不同养殖模式的人工配合饲料，并促进成果在青岛等地进行产业化应用，支撑材料为《高效环保刺参生物饲料的创制及产业化》1项科技成果鉴定。

5.姓名：咸洪泉，排序：5/15，行政职务：无，技术职称：教授，工作单位：青岛农业大学，完成单位：青岛农业大学，对本项目创新点（2）贡献是确定了一株解淀粉芽孢杆菌在水产饲料发酵中的作用和发酵方法，支撑材料为专利ZL20171109078.3；

6. 姓名：李佃场，排序：6/15，行政职务：无，技术职称：高级畜牧师，工作单位：山东新希望六和集团有限公司，完成单位：山东新希望六和集团有限公司，在本项目中主要参与了刺参生物饲料的研发和推广工作，对本项目的贡献是参与动物试验实施、数据处理及分析、高效环保刺参生物饲料产品研制以及推广验证工作，支撑材料为《高效环保刺参生物饲料的创制及产业化》1项科技成果鉴定。

7. 姓名：李雅华，排序：7/15，行政职务：无，技术职称：高级实验师，工作单位：青岛农业大学，完成单位：青岛农业大学，对本项目创新点（3）贡献是筛选了拮抗引起刺参“腐皮综合征”主要致病菌的菌株，支撑材料为文章 “刺参腐皮综合征颉抗菌CN101发酵条件的优化”；

8. 姓名：胡彦江，排序：8/15，行政职务：无，技术职称：实验师，工作单位：青岛农业大学，完成单位：青岛农业大学，对本项目创新点（2）贡献是筛选了高产纤维素酶的芽孢杆菌菌株，支撑材料为专利ZL201810660351.3；

9.姓名：宋晓军，排序：9/15，行政职务：无，技术职称：讲师，工作单位：青岛农业大学，完成单位：青岛农业大学，对本项目创新点（3）贡献是确认黄芪多糖能促进刺参非特异免疫活性，增强刺参抗病害能力，支撑材料为发表文章“Regulation of dietary astragalus polysaccharide (APS) supplementation on the non-specific immune response and intestinal microbiota of sea cucumber *Apostichopus japonicus*”；

10.姓名：禚建树，排序：10/15，行政职务：无，技术职称：畜牧师，工作单位：山东新希望六和集团有限公司，完成单位：山东新希望六和集团有限公司，在本项目中主要参与了刺参生物饲料的研发工作，对本项目的贡献是参与动物试验实施、数据处理及分析、高效环保刺参生物饲料产品研制以及推广验证工作，支撑材料为《高效环保刺参生物饲料的创制及产业化》1项科技成果鉴定。

11.姓名：杨青，排序：11/15，行政职务：无，技术职称：畜牧师，工作单位：山东新希望六和集团有限公司，完成单位：山东新希望六和集团有限公司，在本项目中主要参与了刺参生物饲料的研发，对本项目的贡献是研究了鱼粉中脲醛聚合物快速检测方法，支撑材料为《鱼粉中脲醛聚合物快速检测方法》1项行业标准、《高效环保刺参生物饲料的创制及产业化》1项科技成果鉴定。

12.姓名：荣佳，排序：12/15，行政职务：无，技术职称：工程师，工作单位：山东新希望六和集团有限公司，完成单位：山东新希望六和集团有限公司，在本项目中主要参与了刺参生物饲料的研发工作，对本项目的贡献是研究了鱼粉中脲醛聚合物快速检测方法，支撑材料为《鱼粉中脲醛聚合物快速检测方法》1项行业标准、《高效环保刺参生物饲料的创制及产业化》1项科技成果鉴定。

1. **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：系统研究了刺参营养生理和营养需求，特别是刺参多不饱和脂肪酸营养及代谢，明确了刺参的必需脂肪酸种类和需求量。筛选了刺参发酵饲料的有益菌株，创制了刺参发酵用有益菌制剂，取得了《用于发酵刺参饲料的微生态制剂》等7项发明专利。创制了高效环保刺参生物饲料，并进行了产业化推广，建设生产线2条，制定企业标准2套。实现成果转让1项，价值15万元。发表学术论文11篇。取得了巨大的经济、社会和生态效益。 | | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 单位名称 | 山东新希望六和集团公司 | 排名 | 2 |
| 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二完成单位，主要在以下方面取得创新性成果：首次研究了刺参的营养需求，填补了棘皮动物营养研究的空白；采用微粒化处理技术，有效降低了刺参饲料中营养成分的溶失率，并创新了刺参饲料中氮、磷减排技术，减少了对环境污染，开发出高效环保饲料。研究成果取得《刺参中间培育用饲料与制备方法》、《刺参养成饲料与制备方法》与《刺参饲料添加剂及制备方法和包含此添加剂的配合饲料》发明专利3项，获得《刺参营养需求及高效环保饲料的研究》等新成果3项，主持制定国家标准《水产配合饲料 第7部分：刺参配合饲料》1项。本成果的实施促进了我国刺参养殖向安全、高效、环保方向转型发展，取得了显著的经济效益、社会效益和生态效益。 | | | |

1. **完成人合作关系说明**

2002年以来，山东新希望六和集团有限公司与项目完成人朱伟围绕如何提升海参养殖效益、增强海参养殖抗病力等进行了创制高效环保刺参生物饲料等方面进行了长期合作，先后完成了山东省科技计划项目"刺参营养需求及高效环保饲料的研究"和国家科技部农转资金项目“刺参高效环保饲料的中试开发”等科研项目。

在2006及2011年分别完成了《刺参中间培育用饲料与制备方法》、《刺参养成饲料与制备方法》与《刺参饲料添加剂及制备方法和包含此添加剂的配合饲料》发明专利授权3项，在提高刺参的生长速度，提高刺参免疫活性，增强刺参的抗病力上增效明显，对于主要的海参致病菌也有很好的抵抗力，刺参不易发病，成活率得到显著提高，明显提高了生产效益；

此外，山东新希望六和集团有限公司与项目完成人朱伟于2008年合作制定了刺参配合饲料的国家标准一套-《水产配合饲料 第7部分：刺参配合饲料》（GBT 22919.7-2008）；而后山东新希望六和集团有限公司与项目完成人朱伟于2016年合作《一种海参饲料添加剂及其制备方法》专利1项（已公布），可以显著提高海参的免疫力和抗病毒能力，促进海参的生长速度。