

富硒饲料创制技术及其在生猪养殖中的应用推广

张正华¹, 吴良仁²

¹湖南省邵阳县塘渡口镇农业综合服务中心, 湖南 邵阳

²湖南省邵阳县动物疫病预防控制中心, 湖南 邵阳

收稿日期: 2025年6月18日; 录用日期: 2025年7月17日; 发布日期: 2025年7月25日

摘要

湖南飞力格科技有限公司从2024年5月开展《富硒饲料创制技术及其在生猪养殖中的应用推广》项目, 获批2024年度邵阳市科技计划(专项资金补助)项目立项, 获得邵阳市科技计划专项资金补助15万元。项目第一期工程(2024年5月~2025年3月)投资60万元, 其中新增仪器33台件(套), 投资41.355万元, 并制作出富硒饲料添加剂, 并投入猪的饲养试验中。后期富硒猪产品检测、富硒饲料饲养猪试验报告、项目结题报告将于2025年12月完成。本文章主要对富硒饲料在畜牧业生产应用、富硒酵母产品市场需求、创新点、经济效益, 项目第一期工程(富硒饲料创制)完成情况以及富硒饲料饲养生猪试验的进行, 做了较详细的研究和总结, 为项目完成打下了坚实的基础。

关键词

邵阳市, 富硒酵母, 富硒饲料, 创制, 饲养生猪试验

Technology for Creating Selenium Rich Feed and Its Application and Promotion in Pig Farming

Zhenghua Zhang¹, Liangren Wu²

¹Agriculture Comprehensive Service Center, Tangdukou Town, Shaoyang Hunan

²Animal Disease Prevention and Control Center, Shaoyang Hunan

Received: Jun. 18th, 2025; accepted: Jul. 17th, 2025; published: Jul. 25th, 2025

Abstract

Hunan Feilige Technology Co., Ltd. launched the project "Selenium rich Feed Creation Technology and

Its Application Promotion in Pig Breeding” in May 2024, and was approved for the Shaoyang Science and Technology Plan (Special Fund Subsidy) project in 2024, receiving a special fund subsidy of 150,000 yuan from the Shaoyang Science and Technology Plan. The first phase of the project (May 2024 March 2025) will invest 600,000 yuan, including the addition of 33 sets of instruments with an investment of 413,550 yuan. Selenium rich feed additives will be produced and put into pig feeding trials. The testing of selenium rich pig products, the experimental report on selenium rich feed for pig breeding, and the project completion report will be completed by December 2025. This article provides a detailed study and summary of the application of selenium rich feed in animal husbandry production, market demand for selenium rich yeast products, innovation points, economic benefits, completion of the first phase of the project (selenium rich feed creation), and the conduct of experiments on raising pigs with selenium rich feed, laying a solid foundation for the completion of the project.

Keywords

Shaoyang City, Selenium Rich Yeast, Selenium Rich Feed, Creation, Pig Breeding Experiment

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 富硒饲料在畜牧业生产应用以及富硒畜产品的研究

畜牧业在我国国民经济中占据着举足轻重的地位,是农业和农村经济的坚实支柱,2023年,我国猪肉自给率保持在95%左右。我国对于富硒产品正处于发展蓬勃市场,富硒营养食品及饮料、保健食品,富硒农副产品,多种多样,目前品种及产值超过国外欧美发达国家。硒对人体的重要性不言而喻,硒元素对家禽、家畜而言,也具有同等作用,对提升动物健康水平、减少疾病发生也具有十分明显的作用。

硒(Se)是动物必需的膳食微量元素,具有抗氧化、抗炎、抗癌、潜在的抗病毒和抗菌活性。饲料中硒的添加量和安全用量:中国饲养标准中,60 kg以下猪饲料硒的添加量为0.15 mg/kg,60 kg以上猪饲料硒的添加量为0.1 mg/kg。硒的含量低于0.05 mg/kg为缺硒猪饲料,会发生白肌病和死猪现象,硒的中毒量为7 mg/kg。王兴佳等研究硒的最佳添加量为0.3 mg/kg。幼猪因生长发育快,对硒的需要量高,断奶仔猪的饲料含硒量应达到0.35 mg/kg [1]。

研究表明,补硒使畜禽比一般畜禽增重提8%~37.1%,乳牛奶产量提高10%~15%,鸡产蛋率提高10%~20%,绵羊产羔增加32%,胚胎死亡率下降21.6%,母猪繁殖率提高11.8%等作用。硒能刺激动物免疫球蛋白及抗体产生,增强机体对疾病的抵抗力,提高动物的生长性能,改善繁殖能力,改善肉质。在猪的生产中,硒不仅能够改善生长性能和繁殖性能,还能显著提高猪肉的品质[2]。酵母硒和纳米硒在提高仔猪日增重、降低料重比以及增强免疫功能方面表现优异[3]。添加0.3 mg/kg酵母硒比无添加组的猪背膘厚显著下降,添加0.5 mg/kg酵母硒较无添加组猪背膘厚显著下降、眼肌面积显著提高,可见硒元素能改善猪的胴体性状[4]。在饲料中添加硒元素能显著提高GSH-Px的活性,纳米硒和酵母硒较亚硒酸钠更有利于猪SOD活性的提高,差异达极显著水平,纳米硒的添加量在0.5 mg/kg时,GSH-Px活力和MAD含量均有较大幅度提高或下降,可见纳米硒的抗氧化作用优于无机硒[5]。此外,富硒饲料还能改善猪肉的营养价值,如提高肉中硒含量,从而生产出富硒猪肉[6]。研究发现,在母猪日粮中添加硒元素可以提高母猪的排卵率,从而提高繁殖性能[7]。通过科学合理地添加富硒饲料,可以有效提高生猪的生长速度和饲料利用率,降低养殖成本,并提高猪肉的市场竞争力[8]。例如,在胶州市生猪养殖合作社中,通过培育富硒猪肉,不仅解决了当地严重的缺硒问题,还满足了人们对高品质农产品的需求[9]。此外,

通过建立富硒猪肉生产的关键技术体系,可以带动饲料生产、屠宰加工、产品销售等环节的发展,形成完整的产业链条[10]。随着人们生活水平的提高,对健康食品的需求日益增加。富硒猪肉作为一种高营养价值的食品,能够有效预防多种疾病,如心脑血管疾病、癌症等[11]。

2. 富硒酵母产品国内外研究现状与发展趋势

2.1. 国内外市场分析

国际:欧美日等发达国家已全面禁止无机硒(如亚硒酸钠)在饲料和食品中的应用,仅批准有机硒(如酵母硒)。欧盟2020年正式批准含硒酵母(解脂耶氏酵母)作为新型食品。全球市场由Alltech、Lesaffre等企业主导,CR3达31%,中国企业市占率不足15%。

国内:农业农村部允许使用亚硒酸钠和酵母硒,但无机硒仍占主流。我国70%地区缺硒,全民补硒需求缺口达每年1.88万吨,催生千亿级市场(湖北恩施州年产值超700亿元,陕西安康23,700亿元)。

《2019富硒农产品发展及展望报告》显示,2019年国内富硒农产品市场规模为49.6亿元,比2018增加了2.66亿元,增长5.36%。2019年,我国富硒农产品利润总额达21.82亿元,销售利润率为44%。2024年中国富硒农产品行业利润29.9亿元,年递增速6.5%。2025年中国富硒酵母市场规模预计达62亿元,年复合增长率12.3%,其中饲料添加剂占比45%、保健品35%。

市场竞争格局:国际厂商采用成本加成定价(精确至0.01美元/克),渗透定价策略在新市场降价20%可获15%份额。国内企业面临技术壁垒,医药级产品溢价达300%(如L-硒代蛋氨酸售价650元/kg)。

2.2. 富硒酵母产品经济效益测算

① 新增产值:按年产1000吨产能计算:

饲料级产值 = 1000吨 × 1万元/吨 × 45%市占率 = 4.5亿元。

保健品级产值 = 1000吨 × 20万元/吨 × 15%市占率 = 3亿元。

② 就业拉动:直接就业:每亿元产值需240人(含研发5人)。间接就业:物流/销售环节按1:0.8配比,新增192人。

财务分析模型:指标参数设定数据来源单位成本发酵工艺成本占比53%(含保护剂25%)行业平均数据定价策略饲料级8~12元/kg,保健品级200~300元/kg竞品价格监测毛利率饲料级28%、保健品级62%企业财报抽样。

2.3. 行业未来发展预测分析

据调研,中国有约四分之三的地域属于低硒地区或缺硒区,超过五分之三的地域所生产的饲料原料中含硒量<0.05mg/kg,根本无法满足畜禽的生长发育需求。当前,在畜禽饲料中应用常见的硒主要有无机硒、有机硒和纳米硒3种形式[12]。酵母硒在国外深受欢迎,是因为相比之下,酵母硒毒副作用小、易于吸收、生物利用度高,是一种更加安全有效的硒添加剂。酵母硒作为补硒原料添加于猪饲料,在一些发达国家应用多年,并取得了较好的效果,但在我国养猪生产中,酵母硒在饲料中的应用范围还较小[13]。不过我国在对酵母硒的研究较多,比如在基础日粮中添加一定量的酵母硒可以提高育肥猪的生长性能,其中以添加100mg/kg酵母硒为宜[14]。日粮中添加适当水平的酵母硒(0.35mg/kg)可显著改善种公猪的精液品质和精清生殖激素水平,对提高种公猪的繁殖性能有积极的作用[15]。

富硒产业作为农业领域的新兴亮点,正迎来前所未有的发展机遇。消费者对于科学膳食、均衡膳食的概念更加重视,富硒农产品被认为具有抗氧化、抗衰老、抗癌、增强免疫功能等多种健康益处,这进一步推动了市场需求的增长。健康意识强的中高端市场成为富硒农产品的主要消费群体,这些消费者更加注重

食品的营养价值和健康属性,愿意为高品质、高附加值的富硒农产品支付更高的价格[16]。在这样的背景下,富硒猪肉等健康食品逐渐走入人们的视野,成为市场的新宠。富硒猪肉是指通过特定的饲养方式和饲料,使猪肉中富含硒元素的一种猪肉产品。硒是人体必需的微量元素之一,具有抗氧化、提高免疫力、预防心血管疾病等多种功效。因此,富硒猪肉因其高含量的硒元素,能更好地满足人体对硒元素的需求。

3. 富硒酵母产品的种类、生产工艺、应用效果

3.1. 富硒酵母产品种类与技术特征

- ① 基础型富硒酵母:以硒代蛋氨酸为主要活性成分(含量 3.62 mg/g),通过亚硒酸钠培养酵母获得,有机硒转化率约 77.5%。欧盟 2020 年批准的解脂耶氏酵母生物质为新型食品代表。
- ② 复合功能型:免疫调节型:复合 β -葡聚糖(纯度 84%),提升机体免疫力。医药级制剂:如康普利特富硒酵母片(每片含硒 20 μ g),用于糖尿病、心脑血管疾病辅助治疗。
- ③ 高附加值衍生物:美国 FDA 认证的抗癌辅助型产品含 5 项质谱标志物,单价达 780 美元。

3.2. 富硒酵母产品生产工艺与瓶颈

传统分批发酵生物量 9.78 g/L,硒转化率波动 $\pm$ 40%菌株耐受性差,有机硒比例低纳米膜限域培养固态稳定性提升 30%,设备成本增加 50%,代谢工程改造硒代蛋氨酸占比 85%,产业化放大难度高。

3.3. 富硒酵母产品应用效果对比

- ① 饲料领域:育肥猪添加 100 mg/kg 可提升生长性能,种公猪添加 0.35 mg/kg 改善繁殖力。
- ② 医药领域:硒代蛋氨酸可降低肝癌细胞活性(IC₅₀ = 8.2 μ M),但临床用量标准未统一。
- ③ 食品工业:桑葚酒发酵专用菌株硒转化率达 77.18%,胃酶利用率提升至 25%。

3.4. 富硒酵母产品技术发展趋势

- ① 菌株改良:通过 CRISPR-Cas9 编辑硒代谢路径(如甲基转移酶激活)。
- ② 工艺创新:喷雾干燥壁材配方(10%脱脂乳粉 + 2%甘露醇)降低冻干成本 34%。
- ③ 跨领域应用:开发靶向缓释制剂(结肠定位释放效率 92%)。

4. 富硒饲料项目实施主要内容、技术路线与创新点、预期目标

4.1. 实施内容

主要针对生猪无抗养殖领域对目前无机硒在生猪养殖上存在毒性大、吸收效率低和潜在亲氧化等问题,结合不同形式硒的吸收特点,开展发酵、克隆等技术制备酵母硒并高效应用于生猪饲料上的研究。开发缓解仔猪断奶应激、母猪泌乳失调和改善商品猪猪肉品质的天然富硒饲料产品并着力打造具有地方特色的富硒猪肉食品。同时制备一套专门的生产系统及其生产工艺。

4.2. 技术路线与创新点

4.2.1. 技术路线

① 富硒酵母研发:富硒酵母菌株的筛选,通过采样、初筛和复筛等系统方法对酵母菌株进行筛选,将所筛选的菌株接种到含有亚硒酸钠的发酵培养基上,利用单因素法和统计学方法对所选取的菌株需要的发酵培养基成分、和发酵条件进行优化。首先利用单因素法确定最佳碳源、最佳氮源、以及初始 pH、温度、转速、装液量、发酵时间、亚硒酸钠添加量的最适范围,然后采用 Plackett-Burman (PB)实验设计筛选出对发酵菌量具有显著影响的关键因素和发酵时间,最后通过 Box-Behnken 实验设计和 SPASS 软件回归分析建

立发酵菌量关于四个关键因素的二次多项式回归模型, 通过模型求解确定培养基最佳成分和最优发酵条件水分含量和发酵时间, 最后通过原子吸收光谱法检测富硒酵母中硒含量, 筛选出最合适富硒酵母, 见图 1。

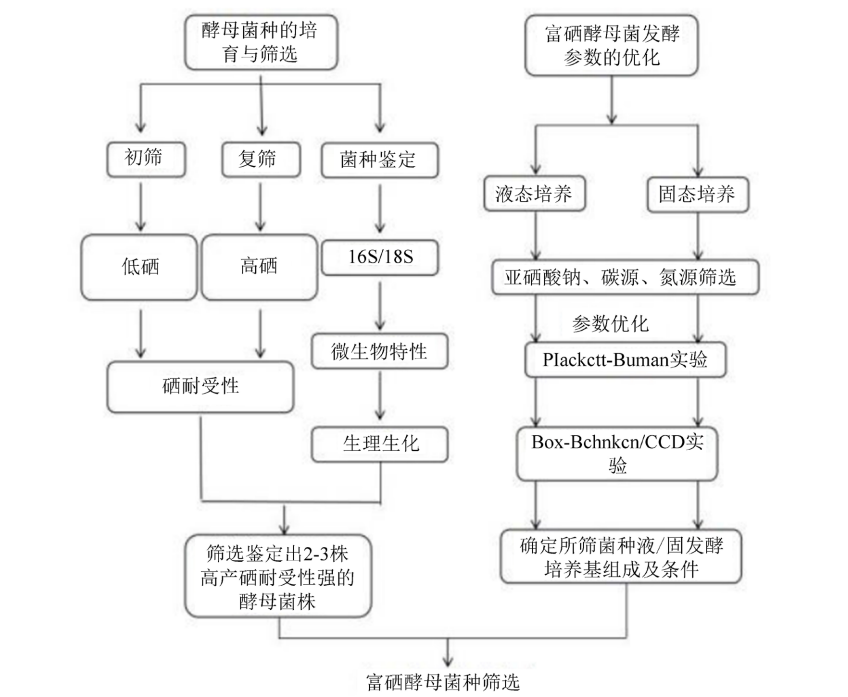


Figure 1. Screening and cultivation diagram of selenium rich yeast
图 1. 富硒酵母的筛选与培养图

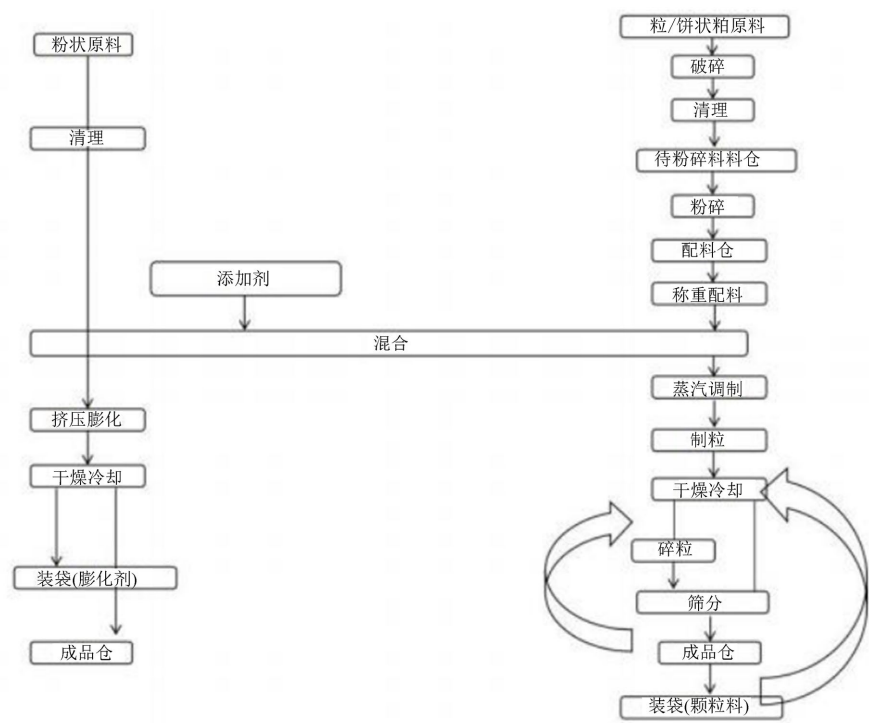


Figure 2. Process flowchart of selenium rich feed processing
图 2. 富硒饲料的加工工艺流程图

② 富硒饲料的加工流程: 优秀的饲料生产加工流程能够确保饲料中营养成分的均匀, 降低饲料生产成本, 提高原料利用率, 因此开发一种新型的富硒饲料加工工艺, 是制作富硒饲料的关键技术之一, 见图 2。

③ 技术路线: 针对断奶仔猪、泌乳母猪、育肥猪进行对比试验, 旨在探讨在生猪养殖上添加低剂量发酵酵母硒是否优于无机硒, 从而为科学补硒提供理论依据, 并进一步推动富硒猪肉产业的发展, 提高猪肉产品的营养价值和市场竞争力, 此外还有助于优化饲料配方, 降低养殖成本, 并减少环境污染。

方案一: 富硒饲料在断奶仔猪上的应用研究, 见图 3。

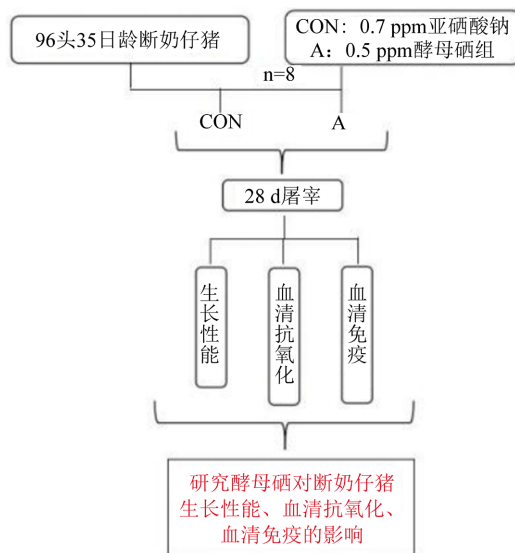


Figure 3. Technical roadmap for feeding weaned piglets with selenium rich feed
图 3. 富硒饲料饲养断奶仔猪技术路线图

方案二: 富硒饲料在泌乳母猪上的应用研究, 见图 4。

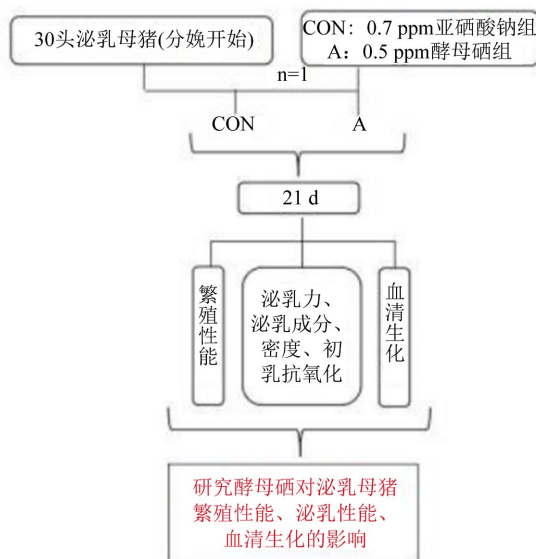


Figure 4. Technical roadmap for feeding lactating sows with selenium rich feed
图 4. 富硒饲料饲养泌乳母猪技术路线图

方案三：富硒饲料在育肥猪上的应用研究，见图 5。

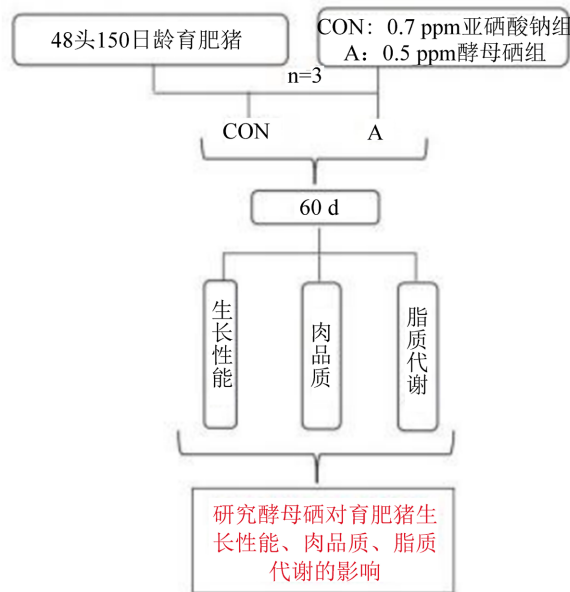


Figure 5. Technical roadmap for feeding and fattening pigs with selenium rich feed
图 5. 富硒饲料饲养育肥猪技术路线图

4.2.2. 富硒酵母产品创新点

将现有富硒酵母产品技术现状进行比较，列入表 1。

Table 1. Technical comparison of existing selenium enriched yeast products
表 1. 现有富硒酵母产品技术对比

维度	主流产品现状	技术瓶颈
生产工艺	分批发酵为主，生物量 ≤ 9.78 g/L，硒转化率波动 $\pm 40\%$	菌株耐受性差，有机硒比例仅 77.5%
成分效能	硒代蛋氨酸为主(3.62 mg/g)，复合 β -葡聚糖(84%)提升免疫	胃酶利用率 $\leq 20\%$ ，沉积率仅 10~15%
成本控制	冻干工艺存活率 86.3%，保护剂成本占生产费用 25%	有机硒源价格达 200 元/kg (无机硒的 10 倍)
应用领域	保健品/饲料为主，深加工产品(如富硒蛋白粉)溢价 2~3 倍	缺乏跨领域应用(如食品发酵)，标准化缺失

本项目生产的富硒酵母产品创新点：

- ① 菌株改良：通过 CRISPR-Cas9 编辑硒代谢路径(如甲基转移酶激活)，有机硒比例提升至 85%。
- ② 工艺创新：喷雾干燥壁材配方(10%脱脂乳粉 + 2%甘露醇)降低冻干成本 34%。
- ③ 动态补料：拟指数补料技术($\mu = 0.193$ h⁻¹)，生物量达传统工艺 2.12 倍。
- ④ 降本增效：干燥工艺：喷雾干燥壁材配方(10%脱脂乳粉 + 2%甘露醇)，替代冻干工艺，成本降低 34%。
- ⑤ 跨领域应用(食品发酵)：开发靶向缓释制剂(结肠定位释放效率 92%)。如桑葚酒专用菌株使硒沉积率突破 25% (行业平均 $< 15\%$)。

本项目通过代谢路径重构与工艺创新，在有机硒转化率(85%)、跨领域应用(食品发酵)、成本控制(降

本 34%)三大维度建立差异化优势, 填补国内技术空白, 抢占深加工市场增量空间。

4.3. 预期目标

申请发明专利一项: 《一种高产耐受性强富硒酵母菌种的筛选与培养方法》, 企业标准 2 项: 《一套富硒饲料生产加工工艺流程》《一套富硒猪肉生产链产业化工艺》, 企业新增年产值 1200 万元, 新增就业 20 人。将项目执行期内绩效指标列入表 2。

Table 2. Performance indicators during the project execution period
表 2. 项目执行期内绩效指标表

类别	绩效指标	明细指标	绩效目标	
			申报时已有指标值/状态	完成时指标值/状态
知识产权		1、专利申请数(项)	0	1
		其中, 发明专利	0	1
		2、专利授权数(项)	0	1
		其中, 发明专利	0	1
		3、软件著作权授权数(项)	0	2
		4、制订企业标准数(项)	0	2
		5、科技报告	0	1
		6、发表论文(篇)	0	3
人才 引育		1、引进高层次人才	0	3
		2、培育高层次人才	0	2
应用 示范		1、新工艺、新产品、新品种、新材料、 新装备	0	1
		2、平台/基地/示范点	0	5
		3、中试线	0	1
		4、生产线	0	3
经济 效益		1、年新增产值(万元)	0	1200
		2、年新增销售(万元)	0	1000
		3、新增出口创汇(万美元)	0	0
		4、年新增利润(万元)	0	110
社会 效益		1、年新增税收(万元)	0	45
		2、新增就业人数	0	20
		3、年带动农民增收(万元)	0	200
		4、年农户培训(人次)	0	120
		5、技术集成示范(项)	0	9
		6、建立农业示范基地(个、亩)	0	100

5. 富硒饲料项目实施单位和富硒饲料饲养猪试验

5.1. 富硒饲料项目实施单位

湖南飞力格科技有限公司, 地址: 邵阳市双清区爱莲池路与大兴路交汇处, 坐落在国家级邵阳经济

开发区, 占地面积 33,385 m²。是一家专注于替抗益生菌产品研发和生产的农业产业化龙头企业, 是集研发、培训、生产及销售的高科技企业。设有创新创业培训中心、动物替抗工程技术研究中心、中药破壁及双向发酵研究中心; 多种菌种混合发酵固/液体发酵车间、有机硒车间、中药混合发酵车间及预混剂、混添、添加剂等七条全自动生产线。公司与中国农业大学、湖南农业大学进行产学研合作, 现拥有 18 名教授、专家为主要骨干, 具有博士、硕士以上学历的 56 人研发团队。项目负责人: 李学军。

为了项目需要, 湖南飞力格产品研发中心购置了项目的主要仪器, 列入表 3。把项目投资情况列入表 3。

Table 3. Main instruments purchased by Hunan Feilige Product R&D Center
表 3. 湖南飞力格产品研发中心购置主要仪器表

序号	设备名称	数量(台件、套)	单价(万元/台件、套)	投资额(万元)	备注(型号)
1	石墨炉原子吸收光谱仪	1	17.2	17.2	WYS2000
2	高效液相色谱仪	1	8.1	8.1	LC2000
3	紫外可见分光光度计	1	0.7	0.7	UV-2204
4	无尘水平净化工作台	1	0.5	0.5	SW-CJ-1F
5	小型低速离心机	1	0.48	0.48	TDL-80-2B
6	电热恒温培养箱	1	1.5	1.5	DNP-9052-1A
7	生物光学显微镜	1	0.35	0.35	EB-38BDI
8	台式电热鼓风干燥箱	2	0.4	0.8	DHG-9101-1SA
9	立式蒸汽灭菌锅	1	1.0	1.0	BXM-30R
10	万分之一分析天平	1	0.7	0.7	FA-214A
11	小型高速分散器	1	0.32	0.32	S10
12	常用圆盘旋光仪	1	0.26	0.26	WXG-4
13	水平回旋式振荡器	1	0.35	0.35	HY-5A
14	电热真空干燥箱	1	0.4	0.4	ZK-30
15	生物显微镜	2	0.15	0.3	XCP-2CA
16	空气尘埃粒子计数器	1	4.98	4.98	CLJ-D
17	全套分样筛	5	0.128	0.64	
18	实验马弗炉	1	0.25	0.25	SX-4-10
19	高速全能粉碎机	2	0.1	0.2	FW80
20	单开晶弘冰箱	2	0.65	1.3	BCD-185C
21	恒温水浴锅	1	0.19	0.19	DK-8D
22	实验室蒸馏水器	1	0.125	0.125	DZ5Z
23	快速水分测定仪	1	0.27	0.27	DS100PE
24	水平回旋式振荡器	1	0.18	0.18	DZ-9001
25	超声波快速清洗机	1	0.26	0.26	SB-100D
合计		33		41.355	

从表 3 可看出, 新增仪器 33 台件(套), 投资额 41.355 万元。

Table 4. Project investment plan and completion status
表 4. 项目投资计划和完成情况表

项目投资总额	80 万元	自筹	65 万元	申请科技经费	15 万元
项目第一期工程投资	60 万元	其中: 自筹 45 万元, 申请科技经费 15 万元			
项目第二期工程投资	20 万元	其中: 自筹 20 万元			

从表 4 中可得出: 项目总投资 80 万元, 项目第一期工程投资 60 万元, 申请并获得邵阳市科技计划专项资金补助 15 万元。项目第二期新增投资 20 万元。

项目在 2025 年 3 月, 制作出富硒饲料添加剂, 并投入猪的饲养试验。

5.2. 富硒饲料饲养猪试验

① 地点: 在邵阳县金称市镇湘村高科农业股份有限公司, 试验品种: 湘村黑猪, 试验期: 育肥: 六个月(2025 年 3 月~2025 年 9 月), 分对照组、试验组, 每组 8 栏 96 头。② 在邵阳县塘渡口镇蔡山团村春华养殖场, 试验品种: 杜 × 长 × 大三元商品猪, 试验期: 育肥: 六个月(2025 年 4 月~2025 年 10 月), 分对照组、试验组, 每组 8 栏 96 头。作者作为参加单位(邵阳县动物疫病预防控制中心)参加者, 负责试验猪的称重、饲料配比(添加富硒饲料添加剂 0.5%)、试验猪饲养技术指导。

后期富硒猪产品送检至湖南省畜牧兽医研究所进行检测。富硒饲料饲养猪试验报告、富硒猪产品检测报告预计 2025 年 11 月完成, 项目结题报告, 预计 2025 年 12 月完成。

《富硒饲料创制技术及其在生猪养殖中的应用推广》项目, 已获批 2024 年度邵阳市科技计划(专项资金补助)项目立项[邵科发(2024)18 号], 属于邵阳市重大科技项目, 为邵阳养猪大市贡献力量。

6. 总结

本文章主要对富硒饲料在畜牧业生产应用、富硒酵母产品市场需求、创新点、经济效, 项目第一期工程(富硒饲料创制)完成情况以及富硒饲料饲养生猪试验的进行, 做了较详细的研究和总结, 后期富硒猪产品检测、富硒饲料饲养猪试验报告、项目结题报告将于 2025 年 12 月完成, 前期工作为项目完成打下了坚实的基础。富硒饲料生产为企业新增年产值 1200 万元, 新增就业 20 人。富硒饲料创制技术及其在生猪养殖中的应用推广, 将产生较大的社会效益。

参考文献

[1] 陈桂华, 肖和良. 因饲料缺硒发生大猪白肌病死亡病例的诊断[J]. 养猪, 2021(4): 120-122.
[2] 张建功, 侯玉洁, 周美玲, 等. 硒在养猪生产中的应用研究进展[J]. 养猪, 2013(1): 13-16.
[3] 林长光. 硒对猪生产与保健的影响及富硒猪肉生产关键技术研究[D]: [博士学位论文]. 福州: 福建农林大学, 2013.
[4] 邱思锋. 酵母硒对商品猪生产性能、胴体性状、肉质的影响[D]: [硕士学位论文]. 福州: 福建农林大学, 2012.
[5] 张乙山, 边连全, 游思亲. 三种硒源对生长肥育猪组织硒沉积及抗氧化能力的影响[J]. 饲料工业, 2008, 29(1): 18-20.
[6] 李毓华, 谢建亮, 张国坪, 等. 富硒酵母饲喂生长肥育猪对其猪肉硒含量的影响[J]. 畜牧兽医杂志, 2020, 39(2): 34-36.
[7] 王昌海. 不同硒源饲料添加剂对猪生长繁殖性能的影响[J]. 养殖与饲料, 2018, 17(9): 58-59.
[8] 戴云. 浅谈富硒猪的养殖——以胶州市生猪养殖合作社为例[J]. 新农业, 2023(5): 67-69.
[9] 刘文, 李红宇, 黄萌, 等. 有机硒在动物生产中的应用研究[J]. 现代畜牧兽医, 2023(6): 84-87.
[10] 刘吉勇, 赵飞, 章昭, 等. 浅谈“硒”在动物生产中的应用[J]. 中国畜牧业, 2023(10): 44-45.

- [11] 姜毅峰, 王密. 有机硒对肉鸡生长性能、屠宰性能、肉品质及抗氧化性能的影响[J]. 饲料研究, 2024, 47(11): 51-55.
- [12] 柴文娴, 金松, 王姣, 等. 有机微量矿物质在家禽生产中的应用[J]. 畜牧兽医科技信息, 2022(12): 236-238.
- [13] 李蓉, 朱云芬, 陈潇飞, 谭德俊, 马进. 微量元素硒作为饲料添加剂在畜禽养殖中的应用[J]. 湖北农业科学, 2019, 58(22): 15-18
- [14] 沈凯. 酵母硒及其在猪生产中的应用[J]. 中国猪业, 2013, 8(9): 50-53.
- [15] 赵世锋. 酵母硒在猪营养中的研究进展[J]. 安徽农学通报, 2013, 19(17): 116-127.
- [16] 杭红仙, 毛玉龙, 张金仙, 等. 日粮中添加有机硒对种公猪精液质量的影响[J]. 当代畜牧, 2003, 32(10): 24-25.