

胆汁酸产业化生产与应用

一、 提名者及提名意见

提名单位：德州市科学技术局

提名意见：该项目在生产工艺上和应用技术上实现创新，作为一种肠道功能促进剂，在畜禽和水产饲料中广泛应用，大大提高油脂消化吸收率，减少能量饲料的浪费同时，减少畜禽和水产等养殖动物粪便排放因饲料消化吸收不彻底对环境造成的污染。同时获批农业部新饲料添加剂证书，制定行业标准，填补了行业空白。

该项目研究成果累计在全国 33 个省级行政区及 34 个海外国家的饲料企业推广应用，先后推广应用该项目研究成果的单位包括新希望六和集团有限公司、通威股份、山东仙坛股份有限公司、河北中红三融集团、美国、埃及 Dakallia 等畜牧推广和企业生产单位。该项目截止目前发表 SCI 论文 9 篇，获得德州市科技进步奖一等奖，神农中华农业科技奖三等奖，发明专利 4 项，科技创新成果 2 项，制定行业标准 1 项。近三年（2018 年至 2020 年），本成果推广应用肉禽、猪、淡水鱼饲料规模分别为 1339 万吨、294 万吨、1071 万吨，累计获得经济效益 4 亿元。

我单位认真审阅了该项目推荐书及其附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目均符合山东省科学技术奖励委员会办公室的填写要求，对照山东省科学技术进步奖授奖条件，提名该项目申报 2021 年度山东省科学技术进步奖。

提名该项目为山东省科学技术进步奖二等奖。

二、 项目简介

能量饲料在畜禽配合饲料中占比 60% 以上，提高能量利用率对于节约饲料资源和降低饲料成本具有重要意义。油脂是畜禽生产中重要的能量原料，一方面在肉鸡、仔猪和水产动物的饲料中普遍使用，且添加剂量呈逐步增大趋势。另一方面，幼龄动物消化系统发育尚未成熟，胆汁合成分泌不足，造成饲料中脂肪消化率不高，降低了能量利用效率，并诱发营养性腹泻、脂肪肝等疾病。本项目以提高油脂饲料消化利用率为目标，以胆汁酸工业化生产、胆汁酸适宜添加水平和动物脂肪代谢调控为研究主线，以天然产物化学、动物消化生理和营养代谢调控技术为手段，创立了饲料添加剂胆汁酸的生产技术、检测技术和饲料应用技术体

系，实现了胆汁酸的规模化生产与产业化应用，有效推动了养殖业提质增效、节能减排，经济、社会、生态效益显著。

1. 发明了饲料添加剂胆汁酸生产方法，建立了胆汁酸生产工艺，实现了胆汁酸规模化生产，制定了饲料添加剂胆汁酸行业标准，填补了胆汁酸在饲料行业应用的空白。发明了利用猪胆膏生产饲料添加剂胆汁酸的方法，获得了纯度在 95% 以上的胆汁酸纯品；建立了饲料添加剂胆汁酸的生产工艺，建立了皂化、脱色、酸化、重结晶四步法生产胆汁酸的工艺，实现了绿色、高效生产；建立了胆汁酸检测方法，满足了快速检测的需求，制定了饲料添加剂胆汁酸行业标准，规范了质量安全管理。

2. 确定了胆汁酸在不同畜禽和水生动物饲料中的最佳添加量，为胆汁酸在畜禽和水产饲料中的广泛应用提供了科学依据。研究提出了肉鸡日粮中胆汁酸的适宜添加水平，证明日粮蛋氨酸添加形式影响鸡牛磺酸和甘氨酸代谢，进而影响胆酸盐合成和肉、蛋鸡生产性能；研究提出了断奶仔猪日粮中胆汁酸的适宜添加水平，表明在日粮中添加适宜的胆汁酸提高了仔猪的生产性能和抗氧化能力；研究提出了罗非鱼、高脂肪草鱼、肉食性淡水鱼、普通淡水鱼日粮中胆汁酸的适宜添加水平，表明在日粮中添加适宜的胆汁酸有利于水生动物的生产性能和糖脂代谢。

3. 建立了产学研一体的推广应用体系，经济效益和社会效益显著。国内方面，外源添加胆汁酸作为一种肠道功能促进剂用于畜禽及水产饲料中，解决了当前饲料中添加油脂消化吸收率不高的问题，提高了畜产品和水产产品的品质，每年给饲料企业节省成本上亿元；国际方面，本项目研发的饲料添加剂胆汁酸进入国际市场，出口美国、巴西、澳大利亚、埃及、越南、菲律宾等 44 个国家，创汇 4000 多万元，提升了中国“智造”水平，提高了饲料添加剂产业技术水平和国际竞争力。

本项目发表 SCI 文章 9 篇，发明专利 4 项，实用新型专利 8 项，新科技成果 2 项，制定行业标准 1 项，获德州市科技进步奖一等奖，神农中华农业科技奖三等奖。该技术已在全国 1300 余家大型饲料企业应用，累计推广应用的配合饲料总量达 4060 万吨，销售收入 6 亿元，利润 2912 万元，间接经济效益 15.6 亿元。有效保障了畜牧产业的高效生产与可持续发展，经济、社会和生态效益显著。

三、应用情况

针对畜禽和水产饲料中能量饲料利用及养殖动物肝胆健康的需求，本项目研究确定了胆

胆汁酸在肉鸡、肉鸭、淡水鱼和断奶仔猪饲料中的最佳添加剂量，大范围开展了肉鸡、肉鸭、淡水鱼和断奶仔猪配合饲料配方优化技术创新与应用。本项目取得的研究成果已经在全国主要的肉鸡、猪和淡水鱼饲料生产企业中推广应用。应用本成果后，实现肉鸡综合效益平均提高 0.57 元/只，肉鸭综合效益平均提高 0.5 元/只，断奶仔猪综合效益平均提高 42.49 元/头，鲤鱼综合效益平均提高 0.4 元/条，加州鲈综合效益平均提高 744.33 元/亩，减少饲料中油脂添加量达 10%，减少排放，生态效益明显。

2014 年到 2020 年，本项目研究成果推广应用畜禽和水产饲料规模达 4060 万吨，累计培训讲座 950 场，培训养殖户 34974 人次，有力促进养殖户增收。本技术已被山东新希望六和集团有限公司、山东仙坛股份有限公司、通威股份有限公司、河北中红三融集团、美国、埃及 Dakallia 等应用单位在生产中广泛应用，有力地支撑了饲料企业的技术创新和高效生产，经济效益明显。

截止 2020 年底，本项目研究成果累计在全国 33 个省级行政区及 44 个海外国家的饲料企业推广应用，先后推广应用本项目研究成果的单位包括新希望六和集团有限公司、通威股份、山东仙坛股份有限公司、河北中红三融集团、美国、埃及 Dakallia 等畜牧推广和企业生产单位。累计应用肉鸡、肉鸭、蛋鸡、猪和水产饲料 4060 万吨，通过推广本成果，饲料成本下降，饲料利用率提高，降低排放，获得经济效益 15.6 亿元，减少饲料中油脂添加达 15 万吨，取得显著经济、社会和生态效益。

表 1 部分应用单位情况

序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模	应用起止时间	单位联系人/电话
1	山东龙昌动物保健品有限公司	胆汁酸生产产业化及应用	胆汁酸产业化及在肉鸡、断奶仔猪、淡水鱼上的应用，饲料产量 4060 万吨	2011-01~ 2020-12	曹爱智 /13396268177
2	山东农业大学	胆汁酸在肉鸡上的应用	研发试验	2013-09~ 2018-12	林海 /13355387753
3	通威股份有限公司	胆汁酸在畜禽和水产饲料上的应用技术	肉鸡、断奶仔猪和淡水鱼，饲料产量 180 万吨	2018-01~ 2020-12	张璐 /18200112988
4	山东仙坛股份有限公司	胆汁酸在肉鸡饲料上的应用技术	肉鸡，饲料产量 40 万吨	2014-10~ 2020-12	姜建平 /18805351618
5	山东新希望六和集团有限公司	胆汁酸在畜禽和水产饲料上的应用技术	肉鸡和淡水鱼，饲料产量 91 万吨	2014-10~ 2020-12	黄河 /13853201222

6	河北中红三融集团	胆汁酸在肉鸡饲料上的应用技术	肉鸡, 饲料产量 97.1 万吨	2018-01~ 2020-12	魏本虎 /18653151368
7	埃及 Dakallia	胆汁酸在肉鸡饲料上的应用技术	肉鸡, 饲料产量 72.5 万吨	2018-10~ 2020-12	Elsayed /0020504882000
8	美国、墨西哥、巴西、印度尼西亚、孟加拉、澳大利亚等	胆汁酸在畜禽和水产饲料上的应用技术	肉鸡、断奶仔猪和淡水鱼, 饲料产量 264 万吨	2018-01~ 2020-12	张柱 /18596077650

表 2 近三年经济效益（万元）

自然年	新增销售额	新增利润	新增税收
2018 年	10411.00	618.00	120.68
2019 年	12526.00	621.00	192.93
2020 年	18085.00	1418.00	584.66
累 计	41022.00	2657.00	999.02

四、 主要知识产权和标准规范等目录

表 3 主要知识产权和标准规范等目录

序号	知识产权名称（标准名称）	类别	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	国家（地区）	发明专利（标准）有效状态
1	饲料添加剂 胆汁酸	标准	NYSL-1003-2014	2014-07-23	中国	有效
2	一种胆汁酸组合物及其制备方法	发明专利	ZL201410230930.6	2016-05-11	中国	有效
3	Encapsulated crystalline lysine and DL-methionine have higher efficiency than the crystalline form in broilers	论文	10.1016/j.psj.2020.09.023	2020-09-23	中国	有效
4	一种胆汁酸干燥系统	实用新型专利	ZL201620329241.5	2016-09-07	中国	有效
5	一种生产胆汁酸的设 备	实用新型专利	ZL201420279067.9	2014-12-10	中国	有效

		权				
6	胆汁酸酸化罐		ZL201721929 775.2	2018-10-19	中国	有效
7	胆汁酸皂化罐		ZL201721929 789.4	2018-08-03	中国	有效
8	Use of encapsulated L-lysine-HCl and DL-methionine improves postprandial amino acid balance in laying hens	论文	10.1093/jas/skaa315	2020-10-01	中国	有效
9	Effect of high dose of bile acids supplementation in broiler feed on growth performance, clinical blood metabolites, and organ development	论文	10.3382/japr/pfy040	2018-01-01	中国	有效
10	Dietary Bile Acids Enhance Growth, and Alleviate Hepatic Fibrosis Induced by a High Starch Diet via AKT/FOXO1 and cAMP/AMPK/SREBP1 Pathway in <i>Micropterus salmoides</i>	论文	10.3389/fphys.2019.01430	2019-11-19	中国	有效

五、 主要完成人情况

表 4 主要完成人情况表

公示人姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目的贡献
曹爱智	1	执行董事	中级	山东龙昌动物保健品有限公司	山东龙昌动物保健品有限公司	该项目的总负责人，负责项目的整体设计、任务分工与人员调配、组织落实等全面工作，提出了项目的研究内容和总体技术路线。对本项目创新点一、二、三、均有创造性贡献，投入本项目工作量为 80%。公开发表论文 2 篇，获得授权发明专利 2 项，完成科技成果评价 1 项。

王晓鹃	2	无	副高级	山东农业大学	山东农业大学	项目主要参加人，参加完成主要科技创新（二）、（三）。研究了动物脂肪代谢的调控机制，为胆汁酸在畜禽和水产饲料中的规范使用提供了科学依据；开展了项目成果的应用和推广。
林海	3	院长	高级	山东农业大学	山东农业大学	项目主要参加人，参加完成主要科技创新（二）、（三）。确定了饲料中胆汁酸的最佳添加剂量，研究了动物脂肪代谢调控机制，为胆汁酸在畜禽和水产饲料中的规范使用提供了科学依据；开展了项目成果的应用和推广。
娄倩倩	4	研发总监	初级	山东龙昌动物保健品有限公司	山东龙昌动物保健品有限公司	主要负责生产工艺和质量控制技术研究，在饲料添加剂胆汁酸的生产工艺和检测方法方面做出了创造性贡献，推动了饲料添加剂胆汁酸快速检测技术在 1300 余家饲料企业的应用。投入本项技术研发的工作量占本人工作总量的 80% 以上，对本项目创新点一、二、均有创造性贡献。参与制定行业标准 1 项，企业标准 1 项。
姜建平	5	执行总裁	其他	山东仙坛股份有限公司	山东仙坛股份有限公司	在项目中主要负责家禽试验设计及实施工作，开发了安全、高效肉鸡饲料配方，撰写研发报告等工作。在主要技术创新二、三有创造性贡献。
杨青	6	质检经理	初级	山东新希望六和集团有限公司	山东新希望六和集团有限公司	项目参加人，参加完成主要科技创新（一）中的关键技术点 3。在本项目中参与了配合饲料中胆汁酸的检测方法，胆汁酸在畜禽和水产饲料中的规范使用提供了科学依据。
孙明发	7	无	初级	山东农业大学	山东农业大学	项目参加人，参加完成主要科技创新（二）。参与研究确定了胆汁酸在饲料中的最佳添加剂量，阐明了动物脂肪代谢调控机制。

六、 主要完成单位情况

1. 山东龙昌动物保健品有限公司

山东龙昌动物保健品有限公司是本项目的主持和第一完成单位，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，对本项目主要科技创新点（一）、（二）、（三）均有重大贡献。确定了胆汁酸在饲料中的最佳添加剂量，阐明了动物脂肪代谢调控机制，为胆汁酸在畜禽和水产饲料中的规范使用提供了科学依据；在推广应用情况方面，针对目前我国能量饲料原料利用率低的行业共性问题，研究并建立了饲料添加剂胆汁酸的生产工艺、检测方法和应用技术体系。大力开发了安全高效的畜禽和水产饲料应用技术，提高了养殖效益，引领行业健康发展。截止目前本项目成果累计推广应用于畜禽和水产饲料 4060 万吨，产生间接经济效益 15.6 亿元。取得了巨大的经济效益、社会效益和生态效益。

2. 山东农业大学

项目参与单位，参加项目的全面实施，配合项目主持单位完成了生产调研及动物试验、采样、检测分析等相关工作。

主要参与完成项目主要科技创新（二）、（三）。确定了胆汁酸在饲料中的最佳添加剂量，阐明了动物脂肪代谢调控机制，为胆汁酸在畜禽和水产饲料中的规范使用提供了科学依据；开展项目成果的熟化和应用。

3. 通威股份有限公司

通威股份是由通威集团控股，以饲料工业为主，同时涉足水产研究、水产养殖、肉制品加工、动物保健以及新能源等相关领域的大型科技型上市公司，系农业产业化国家重点龙头企业。现拥有四川、广东、重庆、昆明、厦门、武汉、苏州、长春、沈阳、沅江、沙市、淮安、无锡、南宁、海南、粤华、大海、越南等遍布全国各地及东南亚地区的八十余家从事饲料工业生产销售的分、子公司、公司生产水产、畜、禽饲料及特种饲料近五百个品种，年饲料生产能力达 400 万吨，是全球最大的水产饲料生产企业及主要的畜禽饲料生产企业，其中水产饲料全国市场占有率已达到 20% 左右，连续 14 年位居全国第一。

自 2018 年以来，在畜禽和水产饲料中广泛应用本项目成果，通过配方优化，降低畜禽饲料成本 8-10 元/吨，在水产饲料中应用，很好地改善鱼的体型，提高鱼体抗应激能力和耐长途运输的能力。近三年，累计使用本项目成果的配合饲料近 200 万吨，直接经济效益近 2000 万，取得巨大的经济效益、社会效益和生态效益。

4. 山东仙坛股份有限公司

山东仙坛股份有限公司是集父母代肉种鸡饲养、商品雏鸡孵化、饲料加工、商品肉鸡饲

养、屠宰加工和深加工于一体的综合性企业，先后被授予"农业产业化国家重点龙头企业、国家肉食鸡养殖加工标准化示范区等称号。作为有代表性的肉鸡一条龙企业，公司全方位验证了本项目成果胆汁酸在肉鸡上的应用效果，为胆汁酸在肉鸡料中的推广作出重大贡献。

自 2018 年 01 月开始使用山东龙昌动物保健品有限公司生产的胆汁酸以来，肉鸡饲料成本降低 10~12 元/吨，养殖成活率提高 1~1.5%，出成率提高 1.5~2.0%，养殖户普遍反映养殖环境改善，取得良好的经济效益和社会效益。

5. 山东新希望六和集团有限公司

山东龙昌动物保健品有限公司生产的胆汁酸，具有提高脂肪利用，保护肝胆健康的作用。在畜禽和水产饲料中添加，具有提高饲料中油脂利用效率的作用，可减少配合饲料中油脂添加量 3 公斤左右/吨，降低了饲料成本，提高了养殖成活率和肉鸡出成率。

山东新希望六和集团有限公司自 2014 年 10 月开始使用山东龙昌动物保健品有限公司生产的胆汁酸以来，肉鸡饲料成本降低 5-8 元/吨，水产饲料成本降低 10-15 元/吨，养殖户普遍反应养殖环境改善，取得了良好的经济效益和社会效益。