

# 2024 年度四川省科技进步奖提名公示内容

## 一、项目名称

猪健康养殖益生菌开发及营养技术创新与应用

## 二、提名单位

四川省教育厅

## 三、项目简介

四川生猪养殖规模和猪肉消费量居全国前列。饲料占养猪成本 70%以上，饲料报酬偏低是制约我省生猪高效生产的瓶颈问题。猪肠道功能紊乱和营养供给精准性低是导致饲料利用效率不高的重要原因。项目组自 2014 年以来，围绕猪肠道健康改善、原料营养价值精准评定、蛋白质与脂质代谢调控饲喂技术等方面开展关键技术研究与应用，取得系列创新成果。

1、探究了猪肠道微生物在改善肠道健康以及调控养分利用中的关键作用。通过研究微量元素、寡糖和功能性氨基酸等对仔猪肠道健康和肠道菌群结构的调控效应，解析了日粮微量养分通过肠道微生物-吡啶丙酸-AhR 途径改善仔猪肠道健康和促进养分消化吸收的机制。采用伪无菌动物模型，发现了后肠微生物成熟度在调控猪日粮磷消化吸收中的关键作用。结合蛋白质组学和微生物组学等多组学技术，探明了蛋氨酸代谢介导肠道微生物促进蛋白质沉积的重要途径以及胆汁酸-FXR-FGF19 介导肠道微生物降低脂质沉积的分子机制。

2、创建了功能性益生菌筛选和制备方法并评价了筛得益生菌的应用效果。通过使用肠道微生物宏基因组测序和抗生素耐药基因表征相结合的方法，从川藏黑猪和荣昌猪等川渝本地猪的新鲜粪便中筛选出四株耐胆盐、耐酸且抑菌（大肠杆菌、沙门氏菌和金色葡萄球菌）活性强的专利益生菌菌株（*Lactobacillus johnsonii* RS-7、*Bacillus tequilensis* YB-2、唾液乳杆菌和丁酸梭菌），使用卡拉胶壁材结合羧甲基纤维素钠和菊粉包被制备了高稳定性益生菌微胶囊制剂。评估了上述功能性菌株对猪肠道健康和养分消化吸收的调控作用并开发了复合益生菌制剂 5 个。上述产品的创制和实施推广降低了仔猪腹泻率 7 个百分点以上。

3、优化了饲料原料营养价值评定方案，建立了日粮精准配制和高效饲喂技术。通过系统研究品种、生长阶段、采食量、日粮类型以及营养水平和来源等对饲料原料营养价值评定结果的影响，优化了原料营养价值精准评定方案，提出猪原料营养价值精准评定的关键参数 3 套。通过多元线性回归和非线性回归的方法，构建了基于日粮钙磷水平和植酸酶含量的可消化磷预测模型以及基于日粮粗蛋白质水平和采食量的可消化氨基酸预测模型。基于上述预

测模型，建立了提高日粮氮磷利用效率的精准配制技术 1 套。通过比较不同饲喂频率对猪生长性能、饲料报酬和胴体组成的影响，确立了猪不同阶段适宜饲喂频率参数 6 套，创制了提升猪养分沉积效率的高效饲喂技术 1 套。上述技术的创新与推广应用提高了育肥猪胴体瘦肉率 3 个百分点，将仔猪至 120 kg 出栏全期料重比从 2.83 降至 2.45，全期氮磷和微量元素排放分别减少 8% 和 15%。

获授权国家发明专利 9 件、国际发明专利 1 件、实用新型专利 5 件、软件著作权 2 项；制定国家/地方标准 2 项、企业标准 5 项；发表论文 63 篇（SCI 论文 38 篇）。研制饲料以及肠道保健功能性添加剂等 32 个产品。成果推广应用到川渝及周边多个饲料及生猪养殖企业，新增饲料及益生菌产品销售 1449 万吨，成果直接推广生猪规模达 1874.34 万头，近 5 年累计新增经济效益 19.02 亿元，经济、社会和生态效益显著。

#### 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	一种校正饲料原料氨基酸消化率用于猪饲料配制的方法	中国	ZL201810301568.5	2021-06-25	第 4509004 号	西南科技大学，中国农业科学院北京畜牧兽医研究所，四川农业大学	刘静波、周建、罗学刚、曹山川、陈亮、张宏福、胡耀东	有效
发明专利	一种含丁酸梭菌的微生物生态复合制剂的制备方法	中国	ZL202210390445.X	2023-05-23	第 5991247 号	西南科技大学，中国农业科学院北京畜牧兽医研究所	刘静波、杨勇、吴倩、蔡林利、张迪、严鸿林、齐仁立、张宏福、陈亮	有效

发明专利	一种猪源芽孢杆菌在制备抗氧化和提升免疫的制品中的应用	中国	ZL202211736139.3	2023-10-17	第6402003号	西南科技大学, 西南科大四川天府新区创新研究院	刘静波、龚进、李苹、刁慧、汤文杰、李书伟、严鸿林、赵金标、尹恒	有效
发明专利	一种仔猪用益生菌饲料的制备方法	中国	ZL202111573173.9	2023-05-23	第5992350号	西南科技大学、中国农业科学院北京畜牧兽医研究所	刘静波、严鸿林、张勇、杨勇、许铭洙、罗祥、刘泽林、陈亮、张宏福	有效
发明专利	一种猪用微生态制剂的制备方法	中国	ZL202210413372.1	2023-05-23	第5983850号	西南科技大学, 中国农业科学院北京畜牧兽医研究所	刘静波、严鸿林、张勇、杨勇、齐仁立、杨飞云、刘作华、陈亮、张宏福	有效
发明专利	一种仔猪用益生菌制剂的制备方法	中国	ZL202111361834.1	2023-05-23	第5988959号	西南科技大学, 中国农业科学院北京畜牧兽医研究所	刘静波、严鸿林、张勇、李延、杨勇、张莉、蒲劼、陈亮、张宏福	有效
发明专利	一种猪源芽孢杆菌及其应用	中国	ZL202211728702.2	2023-11-28	第6524687号	西南科技大学, 西南科大四川天府新区创新研究院	尹恒、刘佳、帅艺、刁慧、汤文杰、李书伟、严鸿林、赵金标、刘静波	有效
发明专利	唾液乳杆菌在抗氧化上的应用	中国	ZL202310365816.3	2024-1-16	第6623480号	西南科技大学, 生猪技术创新中心(重庆)	刘静波、尹恒、赵建飞、严鸿林、齐仁立、王琪、汤文杰、杨勇、曹山川	有效
发明专利	一株唾液乳杆菌及其应用	中国	ZL202310365642.0	2023-11-21	第6505679号	西南科技大学、生猪技术创新中心(重	尹恒、刘静波、赵建飞、严鸿林、齐仁立、王琪、	有效

						庆)	汤文杰、杨勇、曹山川	
国家标准	饲料添加剂硫酸亚铁	中国	GB 34465-2017	2017-10-14	中华人民共和国质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会	中国科学院北京畜牧兽医研究所、中国饲料工业协会、四川铁骑力士实业有限公司、中国农业科学院农业质量标准与检测技术研究所	吕林、武玉波、罗旭刚、豆松方、田静、张丽阳、张伶俐	有效

## 五、论文专著目录

序号	论文(专著)名称/刊名/作者	年卷页码( xx 年 xx 卷 xx 页)	发表时间(年月日)	通讯作者(含共同)	第一作者(含共同)	国内作者	他引总次数	检索数据库	论文署名单位是否包含国外单位
1	Effects of feed intake levels and dietary nutrients density on apparent ileal and total tract digestibility of nutrients and energy for growing pigs/Journal of Animal Science/Jingbo Liu, Zhenqun Liu, Liang Chen, Hongfu Zhang	2016 年 94 卷 4251-4258 页	2016-10-24	Hongfu Zhang	Jingbo Liu	Jingbo Liu, Zhenqun Liu, Liang Chen, Hongfu Zhang	13	WOS 核心合集 (SCI EXPANDED, SSCI, A&HCI, ESCI, CPCI-S, CPCI-SSH)	否

2	Effects of dietary phosphorus concentration and body weight on postileal phosphorus digestion in pigs/Animal Feed Science and Technology/Jingbo Liu, Pengcheng Xue, Shanchuan Cao, Jing Liu, Liang Chen, Hongfu Zhang	2018年第242卷86-94页	2017-06-07	Hongfu Zhang	Jingbo Liu	Jingbo Liu, Pengcheng Xue, Shanchuan Cao, Jing Liu, Liang Chen, Hongfu Zhang	31	WOS 核心合集 (SCI EXPANDED, SSCI, A&HCI, ESCI, CPCI-S, CPCI-SSH)	否
3	Reduced meal frequency alleviates high-fat diet-induced lipid accumulation and inflammation in adipose tissue of pigs under the circumstance of fixed feed allowance/European Journal of Nutrition/Honglin Yan, Shanchuan Cao, Yan Li, Hongfu Zhang, Jingbo Liu	2020年59卷595-608页	2019-02-12	Jingbo Liu	Honglin Yan	Honglin Yan, Shanchuan Cao, Yan Li, Hongfu Zhang, Jingbo Liu	24	SCI-EXPANDED	否
4	Phosphorus nutrition of growing pigs/Animal Nutrition/Hengxiao Zhai, Olayiwola Adeola, Jingbo Liu	2022年第9卷127-137页	2022-04-02	Jingbo Liu	Hengxiao Zhai	Hengxiao Zhai, Jingbo Liu	15	SCI-EXPANDED	是
5	短链果寡糖对断奶仔猪肠道氧化还原状态和屏障功能的影响/动物营养学报/刘静波, 曹山川, 杨勇, 刘明, 张宏福	2019年31卷3863-3871页	2019-05-08	刘静波	张宏福	刘静波, 曹山川, 杨勇, 刘明, 张宏福	7	CNKI	否
合 计							90		

## 六、主要完成人

姓名	刘静波	排名	1	行政职务	副院长	技术职称	教授
工作单位	西南科技大学			完成单位	西南科技大学		

姓名	严鸿林	排名	2	行政职务	系主任	技术职称	副教授
工作单位	西南科技大学			完成单位	西南科技大学		

姓名	汤文杰	排名	3	行政职务	副所长	技术职称	副研究员
工作单位	四川省畜牧科学研究院			完成单位	四川省畜牧科学研究院		

姓名	刁慧	排名	4	行政职务	副所长	技术职称	副研究员
工作单位	四川省畜牧科学研究院			完成单位	四川省畜牧科学研究院		

姓名	赵建飞	排名	5	行政职务	无	技术职称	讲师
工作单位	西南科技大学			完成单位	西南科技大学		

姓名	敖翔	排名	6	行政职务	主任	技术职称	副研究员
工作单位	四川铁骑力士实业有限公司			完成单位	四川铁骑力士实业有限公司		

姓名	豆松方	排名	7	行政职务	研发经理	技术职称	质量工程师
工作单位	四川铁骑力士实业有限公司			完成单位	四川铁骑力士实业有限公司		

姓名	张宏福	排名	8	行政职务	主任	技术职称	研究员
工作单位	中国农业科学院北京畜牧兽医研究所			完成单位	中国农业科学院北京畜牧兽医研究所		

## 七、主要完成单位

排名	单位名称
1	西南科技大学

排名	单位名称
2	四川铁骑力士实业有限公司

排名	单位名称
3	四川省畜牧科学研究院

排名	单位名称
4	中国农业科学院北京畜牧兽医研究所

排名	单位名称
5	乐山巨星农牧股份有限公司

排名	单位名称
6	四川省畜科集团有限公司