



# 湖南省自然科学奖提名书

(2021 年度)

## 一、项目基本情况

提名单位(专家)		中国科学院亚热带农业生态研究所		
项目名称		猪肌肉组织脂质代谢特性及其营养调控机理		
主要完成人		李凤娜, 孔祥峰, 段叶辉, 李颖慧, 刘莹莹, 郭秋平		
主要完成单位		中国科学院亚热带农业生态研究所		
省财政资金拨款单位		中国科学院亚热带农业生态研究所		
学科分类 名称	1	家畜生物化学	代码	2301010
	2	家畜生理学	代码	2301020
	3		代码	
所属科学技术领域		农、林、牧、渔业		
任务来源		973计划, 国家自然科学基金		
具体计划、基金的名称和编号： 国家自然科学基金：肌肉细胞因子—白介素15对猪肌内脂肪细胞代谢的调控及其机制研究 ”（31001015）、mTORC1介导的亮氨酸调节猪肌肉和脂肪的能量平衡与相互作用机制（31372325）。 国家“973”计划项目课题：机体氮代谢对肌肉生长与肉品质的调节（2012CB124704）、肌肉组织对氮营 养素的差异性沉积规律（2013CB127305）。				
已呈交的科技报告编号：				
项目起止时间		起始： 2009年9月1日	完成： 2019年12月31日	

湖南省科学技术奖励工作办公室制



## 二、提名意见

提名单位	中国科学院亚热带农业生态研究所		
通讯地址	长沙市芙蓉区远大二路644号	邮政编码	410125
联系人	何寻阳	联系电话	84619759
电子邮箱	hbhpjhn@isa.ac.cn	传 真	0731-84612685
<p>提名意见：</p> <p>保障优质动物性产品的有效供给是重大民生工程，是国家中长期科技发展规划农业领域优先主题。猪肉是我国消费者最主要的动物蛋白质来源。肌肉组织的脂质代谢，尤其是肌内脂肪（IMF）含量及其脂肪酸组成，是影响猪优良肉质性状形成的关键因素之一。本项目围绕猪肌肉组织脂质代谢特性及其营养调控机理，持续开展10年系统研究，并取得以下重要发现：（1）阐明了生长阶段和品种因素可影响猪肌肉组织IMF含量和脂肪酸组成。（2）明确了饲粮能量水平在不降低IMF含量前提下可改善猪肌肉组织的脂肪酸组成，以及平衡饲粮多不饱和脂肪酸比例可改善肥育猪脂质代谢和能量分配的分子机制。（3）发现了低蛋白质饲粮可通过提高肥育猪IMF含量改善肉质，并进一步揭示了低蛋白质饲粮模式下平衡支链氨基酸可激活AMPK /Sirt1/PGC-1 能量轴从而促进脂质代谢与能量分配。（4）揭示了亮氨酸及其代谢产物、多种氨基酸联用的新生理功能及其对肥育猪脂质代谢和能量平衡的调控作用。该项目设计合理、内容完整、数据可靠、分析准确，所取得的重要发现均发表在国内外本领域的主流期刊上，并得到同行专家的一致好评；研究成果拓展了人们对猪肌肉组织脂质代谢的认识，丰富了氨基酸在脂质代谢方面的生理功能，为优质、高效生猪养殖业的发展奠定了坚实的理论基础。</p> <p>我单位认真审核了该项目的申报材料，确认材料真实有效，提名该项目为2021年度湖南省自然科学奖 二等奖。</p> <p>提名该项目为湖南省自然科学奖二等奖。</p>			
<p>声明：本单位遵守《湖南省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，所提供的提名材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极调查处理。</p> <p style="text-align: right;">提名单位（盖章）</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>			
<b>提名项目等级（请在相应栏打“ ”进行选择）</b>			
一等奖		第一完成人签字：  年 月 日	
二等奖			
三等奖			
<p>说明：实行“定标定额”评审，一等奖评审落选项目不再降格参评二、三等奖，二等奖评审落选项目不再降格参评三等奖。评审公示后不受理对评审结果中有关提名等级的异议。请认真对照省自然科学奖授奖条件，填写提名等级。</p>			



### 三、项目简介

保障优质动物性产品的有效供给是重大民生工程，是国家中长期科技发展规划农业领域优先主题。猪肉是我国消费者最主要的动物蛋白质来源，肌纤维类型和肌内脂肪（IMF）含量（包括脂肪酸组成）是影响猪肉品质形成的关键因素。本项目围绕猪肌肉组织脂质代谢及其营养调控，历时 10 年持续开展系统研究，取得了以下创新性科学发现：

（1）揭示了不同品种猪各生长阶段肌肉组织 IMF 含量和脂肪酸组成的变化规律，发现生长阶段与品种的影响存在交互效应，上述变化是肌肉组织中脂质代谢关键酶和脂肪酸转运蛋白的表达差异引起的，为进一步开展肌肉组织脂质代谢的营养调控提供了理论依据。

（2）明确了饲料能量水平在不降低猪 IMF 含量前提下可改善肌肉组织脂肪酸组成，平衡饲料 n-6/n-3 多不饱和脂肪酸（PUFA）比例通过上调脂肪合成相关基因 mRNA 表达促进 IMF 沉积并降低 n-6/n-3 PUFA 比例，通过改善肥育猪脂质代谢和能量分配提高猪肉营养价值。

（3）发现低蛋白质饲料可提高肥育猪 IMF 含量，低蛋白饲料平衡支链氨基酸（BCAAs）比例可增加猪股二头肌 IMF 含量、肌肉组织 PUFA 与饱和脂肪酸比例、降低 n-6/n-3 PUFA 比例，其机制为激活 AMPK $\alpha$ /Sirt1/PGC-1 $\alpha$  能量轴、促进肌肉组织中脂肪酸转运与利用。

（4）揭示了亮氨酸及其代谢产物、多种功能性氨基酸联用可差异调控肥育猪肌肉和脂肪组织脂代谢相关酶活性和基因表达水平，并改变肠道微生物组成和代谢，改善胴体性状与肉品质，为丰富氨基酸生理功能和肉质营养调控提供基础。

本项目研究成果在 *J Agric Food Chem*、*Brit J Nutr* 和 *J Anim Sci* 等本领域主流期刊发表，8 篇代表作论文总影响因子 31.156、他引总次数 117 次；项目主要完成人获得国家“万人计划”、“湖湘青年英才”、中科院广州分院“优秀青年科学家奖”、颐和论坛“成就奖”荣誉称号；培养博士生 4 名、硕士生 2 名。研究成果拓展了人们对猪肌肉组织脂质代谢的认识，丰富了氨基酸在脂质代谢调控方面的生理功能，为通过增加 IMF 含量、改善肌肉组织脂肪酸组成来提升猪肉品质提供了营养调控方案，为优质、高效生猪养殖业的发展奠定坚实理论基础。



## 四、重要科学发现

### 1. 重要科学发现（限 5 页）

我国是世界猪肉生产和消费大国。随着人们生活水平的提高，消费者对猪肉品质的要求越来越高。猪肉的化学组成是评价其品质的重要指标，它反映了猪肉的营养价值和感官品质，其中肌内脂肪（IMF）含量及其脂肪酸组成与此紧密相关。与皮下脂肪沉积方面的研究相比，肌肉组织脂质代谢的研究相对较少。该项目组早期研究发现，随着生长阶段和品种的改变，肌肉组织的脂质代谢发生相应的变化，且饲料营养水平和功能性脂肪酸与氨基酸可有效调控，但其具体机理尚不清楚。因此，本项目围绕上述科学问题开展系列研究，并取得了以下重要科学发现。

**（1）揭示猪肌肉组织 IMF 含量和脂肪酸组成随生长阶段和品种变化的规律，肌肉组织中脂质代谢关键酶和脂肪酸转运蛋白的 mRNA 表达水平在不同的生长阶段和品种间差异显著，为进一步开展营养调控提供理论依据。【所属学科：动畜牧、兽医科学基础学科，家畜生理学；支撑材料：代表性论文 2、5】**

发现生长阶段与品种对肌肉组织中 IMF 含量和脂肪酸组成的影响存在交互效应。瘦肉型长白猪背最长肌和股二头肌中 IMF 含量均随生长而增加；脂肪型巴马香猪背最长肌 IMF 含量也随生长而增加，但其股二头肌中的 IMF 含量在生长期下降，在肥育期有所回升；不同品种猪的 IMF 含量存在显著差异，巴马香猪各生长阶段背最长肌和股二头肌中 IMF 含量均高于长白猪。猪肌肉组织中 PUFA 含量和 PUFA/SFA 比例随生长而逐渐下降。与巴马香猪相比，长白猪肌肉中含有较高的 PUFA 和 PUFA/SFA 比例。

生长阶段显著影响背最长肌脂质代谢酶（HSL、FAS、ACC $\alpha$ ）和股二头肌中脂肪酸结合与转运蛋白（FATP1、FABP4）相关基因的 mRNA 表达水平（图 1）。生长早期巴马香猪股二头肌脂肪酸合成酶基因表达水平较高，揭示其在生长早期就具有较强的脂肪合成能力。巴马香猪肌肉组织中脂质代谢酶 mRNA 表达水平高于长白猪（图 1）。

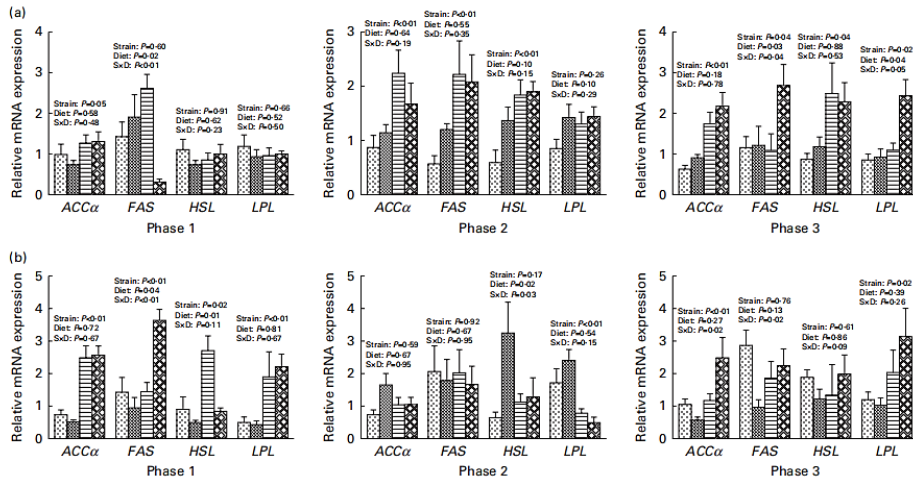


图 1 生长阶段和品种对保育期 (Phase 1)、生长期 (Phase 2) 和肥育期 (Phase 3) 猪背最长肌 (a) 和股二头肌 (b) 脂质代谢关键酶和脂肪酸转运蛋白相关基因 mRNA 表达水平的影响

(2) 明确饲料能量水平和 n-6/n-3 多不饱和脂肪酸比例对猪肌肉组织脂质代谢的调控作用及分子机理。【所属学科：畜牧、兽医科学基础学科，家畜生理学，家畜生物化学；支撑材料：代表性论文 1、8】

**饲料能量水平对猪肌肉组织 IMF 和脂肪酸组成的调控作用：**发现饲料不同的能量水平 (DE = 12.82、14.24、15.66 MJ/kg) 对猪肌肉组织 IMF 含量影响不显著，但大部分饱和脂肪酸 (SFA) 和单不饱和脂肪酸 (MUFA) 含量随着饲料能量水平的升高而降低，多不饱和脂肪酸 (PUFA) 含量随饲料能量水平的升高而增加；PUFA (包括 C18:3 n-6、C20:0、C20:4 n-6、C22:5 n-3) 和 C24:1 的含量与 IMF 含量呈显著负相关，肌内和皮下脂肪组织中的大部分脂肪酸呈显著正相关。可见，提高饲料能量水平可在不影响 IMF 含量的条件下改善肌肉组织的脂肪酸组成，从而提高猪肉的营养价值。

**饲料平衡 n-6/n-3 PUFA 比例对猪脂质代谢的调控机理：**发现降低饲料的 n-6/n-3 PUFA 比例 (10:1、5:1、2.5:1、1:1)，可部分增加背最长肌 IMF 含量和眼肌面积，改善其脂肪酸组成，特别是显著增加了背最长肌中 n-3 PUFA 含量，降低 n-6 PUFA 含量和 n-6/n-3 PUFA 比例，增加  $\alpha$ -亚麻酸向其长链衍生物转化能力，并提高脂肪合成关键基因 ACC $\alpha$  的 mRNA 表达水平。这为通过促进 IMF 沉积 (图 2) 和改善肌肉组织的脂肪酸组成，生产出 n-6/n-3 PUFA 平衡的健康动物性产品提供理论依据。

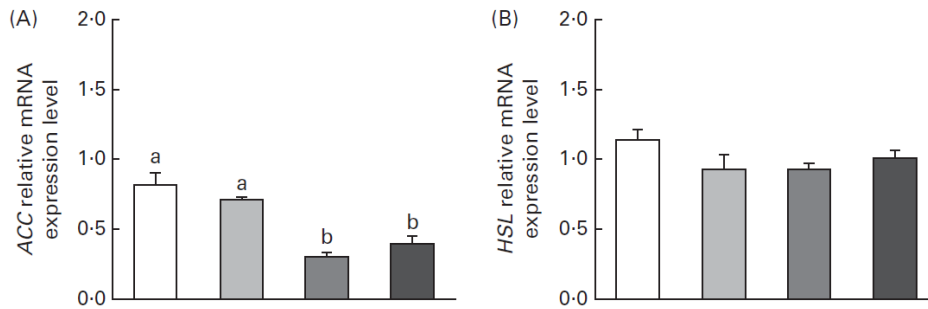


图2 饲料不同 n-6/n-3 PUFA 比值 (□=1:1、■=2.5:1、■=5:1、■=10:1) 对背最长肌脂质代谢相关基因 mRNA 表达水平的影响

(3) 发现低蛋白质饲料平衡氨基酸可通过促进脂肪合成、抑制脂肪分解来提高育肥猪 IMF 含量，其分子机制与 AMPK $\alpha$ /Sirt1/PGC-1 $\alpha$  能量轴激活相关。

【所属学科：畜牧、兽医科学基础学科，家畜生理学，家畜生物化学；支撑材料：代表性论文 2、3】

**低蛋白质饲料提高猪 IMF 含量、改善脂肪酸组成的作用机制：**发现低蛋白质饲料，NRC 推荐水平的基础上降低 6 个百分点，同时平衡赖、蛋、苏、色四种限制性氨基酸，可提高肥育猪背最长肌 IMF 和 MUFA 的含量，肌肉红度值增加约 10%，AMP/ATP 比例降低，提高脂肪合成代谢酶 (FAS、ACC $\alpha$ ) 和脂肪沉积转录因子 PPAR $\gamma$  的 mRNA 表达水平，并激活 AMPK $\alpha$ /Sirt1/PGC-1 $\alpha$  能量轴，改变肌细胞的能量状态。

**低蛋白质饲料模式下平衡支链氨基酸 (BCAAs) 促进猪肌肉组织脂质代谢和能量分配的机制：**发现低蛋白饲料平衡 BCAAs 比例 (亮氨酸：异亮氨酸：缬氨酸 = 1:0.75:0.75 ~ 1:0.25:0.25) 可增加猪股二头肌中 IMF 含量，提高肌肉组织中 PUFA/SFA 比例并降低 n-6/n-3 PUFA 比例，而这些效果与脂质代谢关键基因的 mRNA 表达水平、脂肪沉积关键蛋白 PPAR $\gamma$  和 c/EBP $\alpha$  的变化以及能量轴 AMPK $\alpha$ /Sirt1/PGC-1 $\alpha$  的激活相关 (图 3)；同时，促使脂肪组织合成并释放脂肪细胞因子脂联素，靶向激活背部脂肪的 AMPK $\alpha$  信号，并抑制 mTORC1 蛋白磷酸化，促进背部皮下脂肪的分解，并作为能量被肌肉组织吸收利用，加速机体内能量的重分配，同时也通过 AMPK $\alpha$ /Sirt1/PGC-1 $\alpha$  能量轴促进线粒体的生物合成，增加脂肪酸的氧化分解，最终降低机体脂肪率 (图 4)。

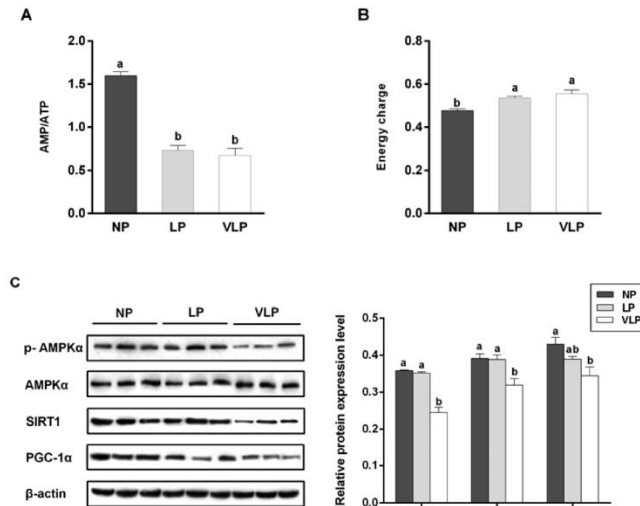


图 3 低蛋白饲料对生猪背最长肌能量状态和 AMPK $\alpha$ /Sirt1/PGC-1 $\alpha$  蛋白表达水平的影响 (NP = NRC 推荐蛋白质水平饲料, LP = 蛋白质水平降低 3 个百分点的饲料, VLP = 蛋白质水平降低 6 个百分点的饲料)

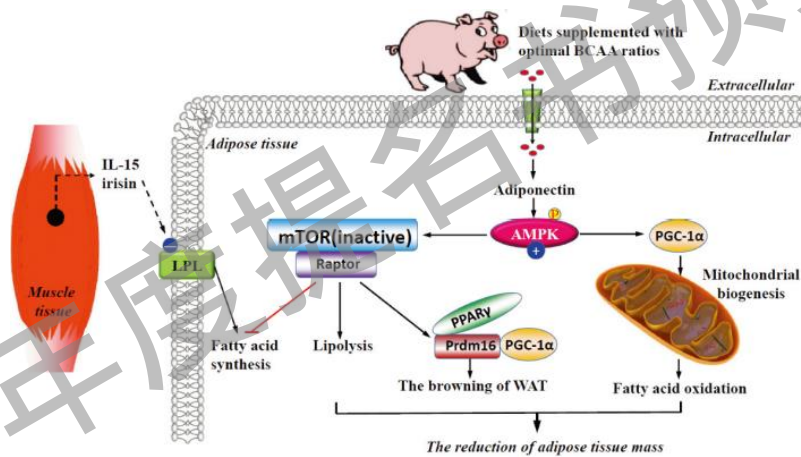


图 4 低蛋白质饲料平衡 BCAAs 比例对生长猪机体脂肪代谢的调控机制

(4) 揭示了亮氨酸及其代谢产物、多种功能性氨基酸联用可差异调控肥育猪肌肉和脂肪组织脂代谢相关酶活性和基因表达水平, 并改变肠道微生物组成和代谢, 改善胴体性状与肉品质, 为丰富氨基酸生理功能和肉质营养调控提供基础。【所属学科: 畜牧、兽医科学基础学科, 家畜生理学, 家畜生物化学; 支撑材料: 代表性论文 4、6、7】

**亮氨酸及其代谢产物对机体脂质代谢的调控机制:** 发现饲料添加 1% 亮氨酸增加肥育猪背最长肌和股二头肌中 IMF 含量, 背最长肌 C20:1 含量显著增加, C18:0 含量显著降低, 股二头肌中 C16:0 含量降低, 背最长肌中脂肪酸转运蛋白 FATP1 的 mRNA 表达水平升高; 饲料中补充亮氨酸代谢产物  $\beta$ -羟基- $\beta$ -甲基丁酸 (HMB) 对生长猪 IMF 含量无显著影响, 但可调节肌肉组织的脂肪酸组成, 增



加背最长肌中 n-3 PUFA 含量，并激活 AMPK $\alpha$ -mTOR 信号通路（图 5）；以高脂诱导肥胖小鼠为模型进一步探究，发现 HMB 可降低血液甘油三酯含量，改善肠道微生物组成，提高拟杆菌门丰度和代谢产物丙酸的含量，脂肪细胞直径减小，机体的脂肪率降低。提示亮氨酸代谢产物 HMB 可在不影响 IMF 含量的前提下改善肌肉组织的脂肪酸组成，并降低脂肪组织的脂肪沉积（图 6），最终改善机体的肌肉与脂肪组织比例。

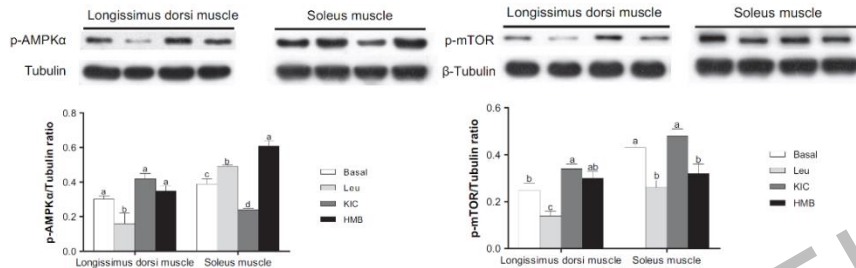


图 5 HMB 对肌肉组织 AMPK $\alpha$  和 mTOR 的磷酸化蛋白表达水平的影响

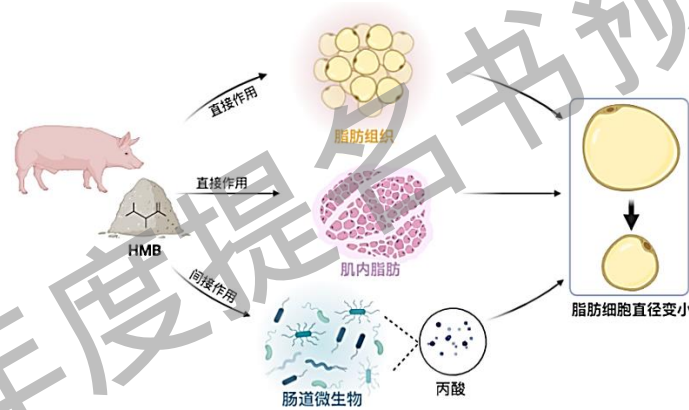


图 6 亮氨酸代谢产物 HMB 降低脂肪沉积的作用机制

**多种氨基酸联合应用改善猪脂质代谢和能量分配的调控作用：**（1）发现饲料添加 1% 精氨酸，不影响肌肉组织的脂肪酸组成，但差异调控肥育猪肌肉组织和脂肪组织脂肪沉积关键蛋白 PPAR $\gamma$  的 mRNA 表达水平，从而靶向提高 IMF 含量的同时降低机体脂肪率；精氨酸与亮氨酸联合应用同样降低机体脂肪率，改善血液生化指标，改变与脂质分解代谢相关基因 HSL、CPT1 的 mRNA 表达水平，并改善肠道微生物组成，提高 *Actinobacteria*、*Clostridium\_sensu\_stricto\_1*、*Terrisporobacter* 及 *Escherichia-Shigella* 的丰度，增加代谢产物丙酸和丁酸的含量。（2）发现饲料添加 1% 谷氨酸可显著影响肥育猪肌肉组织脂肪酸组成，特别是显著降低了背最长肌中 SFA（C14:0 和 C16:0）含量，增加了背最长肌和股二头肌中 PUFA（C18:2 n6）含量；谷氨酸与亮氨酸联合应用提高了股二头肌 IMF 含量，从而改善猪肉品质。





## 2. 研究局限性（限 1 页）

本项目存在两方面的问题：（1）猪肌肉组织的脂质代谢特征没有具体分为脂质分解代谢与脂质合成代谢；（2）营养调控仅涉及到脂肪、蛋白质和氨基酸。下一步研究拟加强猪脂质代谢的特性研究，从不同生长阶段和不同部位的肌肉组织入手，探究脂肪分解代谢与合成代谢的规律，并比较研究其与脂肪组织脂质代谢的差异；在营养调控机理研究方面，以前述特征研究结论为基础，深入探讨功能性氨基酸与脂肪酸介导微生物及其代谢产物的调控机理，揭示肠-微生物-肌肉轴的生理功能，并阐明饲料添加生物活性物质对猪肌肉组织脂质合成代谢的靶向调控作用及其分子机制，总结其共性，形成有效促进猪肌肉脂肪沉积的营养调控策略。



## 五、客观评价

【限 2 页。围绕科学发现点的原创性、科学价值、国内外自然科学界公认度以及推动学科发展的作用进行客观、真实、准确评价。填写的评价意见要有客观依据，主要包括国内外同行在重要学术刊物、学术专著和重要国际学术会议论文集等公开发表的学术性评价意见，国内外重要科技奖励等，可在附件中提供证明材料。非公开资料（如私人信函等）不能作为评价依据。】

本项目 8 篇代表性论文总计他引 117 次，平均每篇被引用 15 次（附件 3）。他引主要涉及国内外生命科学的主流期刊，主要包括 Ageing Research Reviews、Journal of Hazardous Materials、Hepatology、Endocrine Reviews、Journal of Nutritional Biochemistry、European Journal of Clinical Nutrition、Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle、FASEB Journal、Journal of Animal Science、Animal Nutrition 和畜牧兽医学报等，他引第一作者单位主要有中国农业大学、中国农业科学院、上海交通大学、湖南师范大学、扬州大学、Tel-Aviv University、Texas A & M University、University College Cork、The Hebrew University of Jerusalem、Children's Hospital of Philadelphia Research Institute 等。

Journal of Agricultural and Food Chemistry（影响因子 5.273）引用代表性论文 1 证实适当降低饲料中 n-6/n-3 多不饱和脂肪酸的比例有利于改善樱桃谷鸭肌内脂肪酸的组成，从而为人类提供营养且健康的肉制品。代表性论文 2 的研究结果被 Physiological Reviews（影响因子 37.313）引用，指出低蛋白饲喂可能改变了动物体内营养物质参与代谢的优先性，进而使脂质氧化代谢减弱，导致肌内脂肪增加。Nutrition & Metabolism（影响因子 4.161）引用代表性论文 3，发现了添加不同水平支链氨基酸对断奶仔猪血浆瘦素和脂联素浓度的影响。Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders（影响因子 6.510）引用代表性论文 4“饲料中添加精氨酸和谷氨酸促进生长猪皮下脂肪中脂解基因 mRNA 表达”的观点，指出谷氨酸是一种控制肥胖的潜在手段。代表性论文 6 被 Nutrients（影响因子 5.714）引用，通过肠道微生物视角说明了补充亮氨酸对脂质与能量代谢的调控，指出了亮氨酸添加在治疗肥胖中的前景。Livestock Science（影响因子 1.943）引用代表性论文 6，发现饲料蛋能比水调节肌肉组织的氨基酸代谢关键基因的表达水平，为脂肪酸与氨基酸的互作研究提供了思路。FASEB Journal（影响因子 5.191）引用代表性论文 7 关于慢性代谢综合征与肠道微生物组成之间存在互作



关系的结论，发现肠道微生物参与了功能短肽发挥抗高尿酸血症和抗炎的作用。畜牧兽医学报（影响因子 1.244）引用代表性论文 8，论证了适当降低饲料营养水平可显著改善地方猪的部分肉品质性状。

代表性论文 3 在由荷兰皇家帝斯曼集团与中国畜牧兽医学会动物营养学分会联合举办的帝斯曼缤纷科技奖-中国青年学者动物营养科学奖专场以特邀报告形式进行交流，并获 2018 年帝斯曼缤纷科技奖-动物营养科学青年学者优胜奖（附件 9-1）。

2021年度提名书预览版



## 六、代表作及论文目录

(不超过8篇, 其中代表作不超过5篇)

序号	代表作及论文名称/刊名/作者	影响因子	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 (排序)	他引总次数	SCI他引次数	知识产权是否归国内所有	是否代表作
1	Effects of dietary n-6:n-3 PUFA ratio on fatty acid composition, free amino acid profile and gene expression of transporters in finishing pigs/British Journal of Nutrition/Fengna Li, Yehui Duan, Yinghui Li, Yulong Tang, Meimei Geng, Oso Abimbola Oladele, Sung Woo Kim, Yulong Yin	3.718	2015年113卷739-748页	2015年02月23日	Yulong Yin	Fengna Li, Yehui Duan	李凤娜, 段叶辉, 李颖慧, 唐宇龙, 耿梅梅, 印遇龙	56	52	是	是
2	Protein-Restricted Diet Regulates Lipid and Energy Metabolism in Skeletal Muscle of Growing Pigs/Journal of Agricultural and Food Chemistry/Yinghui Li, Fengna Li, Shuai Chen, Yehui Duan, Qiuping Guo, Wenlong Wang, Chaoyue Wen, Yulong Yin	5.279	2016年64卷9412-9420页	2016年11月19日	Fengna Li, Yulong Yin	Yinghui Li	李颖慧, 李凤娜, 陈帅, 段叶辉, 郭秋平, 王文龙, 文超越, 印遇龙	9	6	是	是
3	Branched-chain amino acid ratios modulate lipid metabolism in adipose tissues of growing pigs/Journal of Functional Foods/Yehui Duan, Fengna Li, Qiuping Guo, Wenlong Wang, Lingyu Zhanga, Chaoyue Wen, Yulong Yin	4.451	2018年40卷614-624	2017年12月02日	Fengna Li	Yehui Duan	段叶辉, 李凤娜, 郭秋平, 王文龙, 张灵煜, 文超越, 印遇龙	6	5	是	是
4	Dietary supplementation with arginine and glutamic acid enhances key lipogenic gene expression in growing pigs/JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE/Chengjun Hu, Qingyan Jiang, Ting Zhang, Yulong Yin, Fengna Li, Jiayi Su, Guoyao Wu, Xiangfeng Kong	3.159	2017年95卷5507-5515页	2017年09月27日	Yulong Yin, Xiangfeng Kong	Chengjun Hu	胡诚军, 江青艳, 张婷, 印遇龙, 李凤娜, 苏家宜, 孔祥峰	6	6	是	是



5	Dietary Supplementation With Leucine or in Combination With Arginine Decreases Body Fat Weight and Alters Gut Microbiota Composition in Finishing Pigs/Frontiers in Microbiology/Chengjun Hu1, Fengna Li, Yehui Duan, Yulong Yin, Xiangfeng Kong	5.64	2019年10卷1746	2019年08月13日	Xiangfeng Kong	Chejun Hu	胡诚军, 李凤娜, 段叶辉, 印遇龙, 孔祥峰	7	7	是	是
6	Dietary protein intake affects expression of genes for lipid metabolism in porcine skeletal muscle in a genotype-dependent manner/British Journal of Nutrition/Yingying Liu, Fengna Li, Lingyun He, Bie Tan, Jinping Deng, Xiangfeng Kong, Yinghui Li, Meimei Geng, Yulong Yin, Guoyao Wu	3.718	2015年113卷1069-1077页	2015年04月14日	Xiangfeng Kong, Yulong Yin	Yingying Liu, Fengna Li	刘莹莹, 李凤娜, 何凌云, 谭碧娥, 邓近平, 孔祥峰, 李颖慧, 耿梅梅, 印遇龙	11	11	是	否
7	Gut microbiota mediates the protective effects of dietary b-hydroxy-b-methylbutyrate (HMB) against obesity induced by high-fat diets/FASEB Journal/Yehui Duan, Yinzhao Zhong, Hao Xiao, Changbing Zheng, Bo Song, Wenlong Wang, Qiuping Guo, Yuying Li, Hui Han, Jing Gao, Kang Xu, Tiejun Li, Yulong Yin, Fengna Li, Jie Yin, Xiangfeng Kong	5.191	2019年33卷10019-10033页	2019年06月05日	Fengna Li, Jie Yin	Yehui Duan, Yinzhao Zhong, Hao Xiao	段叶辉, 仲银召, 肖昊, 郑昌炳, 宋博, 王文龙, 郭秋平, 黎育颖, 高晶, 徐康, 李铁军, 印遇龙, 李凤娜, 尹杰, 孔祥峰	17	15	是	否
8	日粮能量水平对肥育猪肌内脂肪含量、肌内和皮下脂肪组织脂肪酸组成的影响/畜牧兽医学报/徐海军, 都文, 李亚君, 汤文杰, 刘志强, 谭碧娥, 孔祥峰, 黄瑞林, 刘玉兰, 印遇龙	1.244	2009年40卷1019-1027页	2009年07月15日	印遇龙	徐海军	徐海军, 都文, 李亚君, 汤文杰, 刘志强, 谭碧娥, 孔祥峰, 黄瑞林, 刘玉兰, 印遇龙	5	0	是	否
合计								117	102		

**补充说明：**

承诺：上述代表作及论文用于提名湖南省自然科学奖的情况，已征得未列入项目主要完成人和主要完成单位的其他作者和其他署名单位的同意。知识产权归国内所有，且不存在争议。

**第一完成人签名：**



## 七、代表作及论文被他人引用的情况（不超过8篇）

序号	被引代表作及论文序号	引文题目/作者	引文刊名/影响因子	引文发表时间 (年月日)
1	代表作论文1	Effects of dietary n-6:n-3 PUFA ratios on lipid levels and fatty acid profile of cherry valley ducks at 15-42 days of age/Mengmeng Li, Shuangshuang Zhai, Qiang Xie, Lu Tian, Xiaocun Li, Jiaming Zhang, Hui He, Yongwen Zhu, Lin Yang, Wence Wang	Journal of Agricultural and Food Chemistry/5.279	2017年10月30日
2	代表作论文2	Developmental origins of metabolic diseases/Daniel J. Hoffman, Theresa L. Powell, Emily S. Barrett, and Daniel B. Hardy	Physiological Reviews/37.312	2021年05月28日
3	代表作论文3	Excessive BCAA regulates fat metabolism partially through the modification of m6A RNA methylation in weanling piglets/Jinghui Heng, Zhihui Wu, Min Tian, Jiaming Chen, Hanqing Song, Fang Chen, Wutai Guan, Shihai Zhang	Nutrition & Metabolism/4.169	2020年01月23日
4	代表作论文4	Protein, amino acids and obesity treatment/Mathilde Simonson, Yves Boirie, Christelle Guillet	Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders/6.514	2020年08月21日
5	代表作论文5	Impact of Protein Intake in Older Adults with Sarcopenia and Obesity: A Gut Microbiota Perspective/Konstantinos Prokopidis, Mavil May Cervo, Anoohya Gandham, David Scott	Nutrients/5.717	2020年07月30日
6	代表性论文6	Hepatic cumulative net appearance of amino acids and related gene expression response to different protein diets in pigs/Lulu Li, Ping Zhang, Peipei Zheng, Zhengxi Bao, Yue Wang, Feiruo Huang	Livestock Science/1.943	2015年10月17日
7	代表性论文7	Protective effects of tuna meat oligopeptides (TMOP) supplementation on hyperuricemia and associated renal inflammation mediated by gut microbiota/Jiaojiao Han, Xiaofeng Wang, Shasha Tang, Chenyang Lu, Haitao Wan, Jun Zhou, Ye Li, Tinghong Ming, Zaijie Jim Wang, Xiurong Su	FASEB Journal/5.191	2020年02月11日
8	代表性论文8	鲁莱黑猪肌内脂肪含量、脂肪酸组成及其相关性状分析/王继英, 王彦平, 徐云华, 王诚, 葡海朝, 呼红梅, 武英, 郭建凤	畜牧兽医学报/1.244	2017年04月15日



## 八、主要完成人情况表

姓 名	李凤娜	性 别	女	排 名	1	国 籍	中国
出生年月	1981年10月18日		出生地	湖南郴州		民 族	汉族
身份证号	43300119811018082X		归国人员	否		归国时间	
技术职称	研究员		最高学历	研究生		最高学位	博士
毕业学校	中国农业大学		毕业时间	2009年06月01日		所学专业	动物营养与饲料科学
电子邮箱	lifengna@isa.ac.cn		办公电话	0731-84619767		移动电话	13574168188
通讯地址	湖南省长沙市芙蓉区远大二路644号					邮政编码	410125
工作单位	中国科学院亚热带农业生态研究所					行政职务	研究中心副主任 兼所纪委委员
二级单位	畜禽健康养殖与农牧复合研究中心					党 派	中国共产党
主要完成单位	中国科学院亚热带农业生态研究所					所在地	湖南
						单位性质	事业单位
参加本项目的起止时间		2009年09月01日 至 2019年12月31日					
<p>对本项目重要科学发现的贡献：            阐明饲料多不饱和脂肪酸比例以及低蛋白质饲料平衡氨基酸对猪脂质代谢的调节作用及其分子机理。对本项目主要科学发现1、2、3做出了重要贡献，是代表性论文1和6的并列第一作者，代表性论文3的通讯作者，代表性论文2、7的共同通讯作者，参加本项目期间每年占总工作量的50%以上。</p>							
<p>曾获科技奖励情况：            2015年获农业部中华农业科技成果一等奖（证书号：KJ2015-R1-001-09）</p>							
<p>声明：本人同意主要完成人排名，遵守《湖南省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。该项目是本人本年度被提名的唯一项目（团队）。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p style="text-align: center;">本人签名：</p> <p style="text-align: center;">年 月 日</p>				<p>主要完成单位声明：本单位确认该主要完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。</p> <p>工作单位声明：本单位对该主要完成人被提名无异议。</p> <p style="text-align: center;">单位（盖章）</p> <p style="text-align: center;">年 月 日</p>			



姓 名	孔祥峰	性 别	男	排 名	2	国 籍	中国
出生年月	1974年02月02日		出 生 地	河南濮阳		民 族	汉族
身份证号	410927197402025030		归国人员	否		归国时间	
技术职称	研究员		最高学历	研究生		最高学位	博士
毕业学校	南京农业大学		毕业时间	2003年06月01日		所学专业	临床兽医
电子邮箱	nnkxf@isa.ac.cn		办公电话	0731-84619763		移动电话	13875897169
通讯地址	湖南省长沙市芙蓉区远大二路644号				邮政编码	410125	
工作单位	中国科学院亚热带农业生态研究所				行政职务	中心主任	
二级单位	畜禽健康养殖与农牧复合研究中心				党 派	中国共产党	
主要完成 单位	中国科学院亚热带农业生态研究所				所在地	湖南	
					单位性质	事业单位	
参加本项目的起止时间	2009年09月01日 至 2019年12月31日						
<p>对本项目重要科学发现的贡献：            阐明生长阶段、品种和饲料能量水平可影响猪肌内脂肪含量和脂肪酸组成，并揭示多种功能性氨基酸联用对猪脂质代谢和能量分配的调控作用与机理。对本项目主要科学发现1、4做出了重要贡献，是代表性论文5的共同通讯作者，代表性论文6的通讯作者，参加本项目期间每年占总工作量的50%。</p>							
<p>曾获科技奖励情况：            2016年获国家自然科学基金二等奖“猪日粮功能性氨基酸代谢与生理功能调控机制研究”（证书号：2016-Z-105-2-03-R04）            2015年获中华农业科技成果一等奖“猪氨基酸营养功能的研究与技术集成推广”（证书号：KJ2015-R1-001-07）            2013年获湖南省自然科学一等奖“猪氨基酸营养功能的基础研究”（证书号：20133074-Z1-234-R03）</p>							
<p>声明：本人同意主要完成人排名，遵守《湖南省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。该项目是本人本年度被提名的唯一项目（团队）。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p style="text-align: right;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>				<p>主要完成单位声明：本单位确认该主要完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。</p> <p>工作单位声明：本单位对该主要完成人被提名无异议。</p> <p style="text-align: right;">单位（盖章）</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>			





姓 名	段叶辉	性别	女	排 名	3	国 籍	中国
出生年月	1988年08月11日			出 生 地	湖南新邵县	民 族	汉族
身份证号	43052219880811832X			归国人员	否	归国时间	
技术职称	副研究员			最高学历	研究生	最高学位	博士
毕业学校	中国科学院大学			毕业时间	2018年01月01日	所学专业	生态学
电子邮箱	duanyehui@isa.ac.cn			办公电话	0731-84619750	移动电话	15575865199
通讯地址	湖南省长沙市芙蓉区远大二路644号					邮政编码	410125
工作单位	中国科学院亚热带农业生态研究所					行政职务	无
二级单位	畜禽健康养殖与农牧复合研究中心					党 派	中国共产党
主要完成 单位	中国科学院亚热带农业生态研究所					所在地	湖南
						单位性质	事业单位
参加本项目的起止时间	2010年09月01日 至 2019年12月31日						
<p>对本项目重要科学发现的贡献：            阐明饲料平衡多不饱和脂肪酸比例以及低蛋白饲料平衡支链氨基酸对猪脂质代谢的影响及其作用机理。对本项目主要科学发现2、3、4做出了重要贡献，是代表性论文3的第一作者，代表性论文1的并列第一作者，参加本项目期间每年占总工作量的50%。</p>							
<p>曾获科技奖励情况：            2018年获帝斯曼缤纷科技-动物营养科学中国青年学者优胜奖</p>							
<p>声明：本人同意主要完成人排名，遵守《湖南省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。该项目是本人本年度被提名的唯一项目（团队）。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p style="text-align: right;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>					<p>主要完成单位声明：本单位确认该主要完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。</p> <p>工作单位声明：本单位对该主要完成人被提名无异议。</p> <p style="text-align: right;">单位（盖章）</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		



姓 名	李颖慧	性别	女	排 名	4	国 籍	中国
出生年月	1989年01月06日			出 生 地	湖南长沙	民 族	汉族
身份证号	430102198901065544			归国人员	否	归国时间	
技术职称	副教授			最高学历	研究生	最高学位	博士
毕业学校	中国科学院大学			毕业时间	2017年07月01日	所学专业	生态学
电子邮箱	liyingshui@hunau.edu.cn			办公电话	15580895948	移动电话	15580895948
通讯地址	湖南省长沙市芙蓉区农大路1号					邮政编码	410125
工作单位	湖南农业大学					行政职务	无
二级单位	动物科学技术学院					党 派	中国共产党
主要完成 单位	中国科学院亚热带农业生态研究所					所在地	湖南
						单位性质	事业单位
参加本项目的起止时间	2011年09月01日 至 2016年12月31日						
<p>对本项目重要科学发现的贡献：            阐明低蛋白饲料可提高肥育猪肌肉脂肪含量，改善肉品质，并进一步揭示低蛋白饲料模式下平衡支链氨基酸的调节机制。对本项目主要科学发现3做出了重要贡献，是代表性论2的第一作者，参加本项目期间每年占总工作量的40%。</p>							
<p>曾获科技奖励情况：            无</p>							
<p>声明：本人同意主要完成人排名，遵守《湖南省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。该项目是本人本年度被提名的唯一项目（团队）。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p style="text-align: right;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>					<p>主要完成单位声明：本单位确认该主要完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。</p> <p>工作单位声明：本单位对该主要完成人被提名无异议。</p> <p style="text-align: right;">单位（盖章）</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		



姓 名	刘莹莹	性 别	女	排 名	5	国 籍	中国
出生年月	1982年08月07日			出 生 地	湖南武冈	民 族	汉族
身份证号	430581198208072049			归国人员	否	归国时间	
技术职称	副研究员			最高学历	研究生	最高学位	博士
毕业学校	中国科学院大学			毕业时间	2016年06月01日	所学专业	生态学
电子邮箱	hunaulyy_2006@126.com			办公电话	13787134649	移动电话	13787134649
通讯地址	湖南省长沙市芙蓉区长榔路8号					邮政编码	410131
工作单位	湖南省畜牧兽医研究所（湖南省家畜育种工作站）					行政职务	副主任
二级单位	养猪研究室					党 派	中国共产党
主要完成单位	中国科学院亚热带农业生态研究所					所在地	湖南
						单位性质	事业单位
参加本项目的起止时间	2012年09月01日 至 2016年01月31日						
<p>对本项目重要科学发现的贡献：            阐明生长阶段和品种因素可影响猪肌内脂肪含量和脂肪酸组成，并改变脂质代谢关键基因的表达水平。对本项目主要科学发现1做出了重要贡献，是代表性论5的共同第一作者，参加本项目期间每年占总工作量的40%。</p>							
<p>曾获科技奖励情况：            2016年获湖南省科技进步奖三等奖“奶牛热应激综合防控技术研究与应用”（证书号：20164109-J3-136-R02）            2009年获湖南省科技进步奖三等奖“商品肉牛生产综合配套技术研究”（证书号：20094150-J3-134-R03）            2012年获湖南省农业丰收奖一等奖“商品肉牛生产综合配套技术推广”（证书号：2012-09-08）            2018年获中国循环经济协会科学技术奖三等奖“畜禽骨生态循环利用关键技术研究与应用”（证书号：2018-3-39-07）。</p>							
<p>声明：本人同意主要完成人排名，遵守《湖南省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。该项目是本人本年度被提名的唯一项目（团队）。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p style="text-align: right;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>				<p>主要完成单位声明：本单位确认该主要完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。</p> <p>工作单位声明：本单位对该主要完成人被提名无异议。</p> <p style="text-align: right;">单位（盖章）</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>			



姓 名	郭秋平	性别	女	排 名	6	国 籍	中国
出生年月	1992年10月05日			出 生 地	山东济宁	民 族	汉族
身份证号	370830199210056122			归国人员	否	归国时间	
技术职称	助理研究员			最高学历	研究生	最高学位	博士
毕业学校	中国科学院大学			毕业时间	2021年01月10日	所学专业	生态学
电子邮箱	guoqiuping@isa.ac.cn			办公电话	15974118405	移动电话	15974118405
通讯地址	湖南省长沙市芙蓉区远大二路644号					邮政编码	410125
工作单位	中国科学院亚热带农业生态研究所					行政职务	无
二级单位	畜禽健康养殖与农牧复合研究中心					党 派	中国共产党
主要完成 单位	中国科学院亚热带农业生态研究所					所在地	湖南
						单位性质	事业单位
参加本项目的起止时间	2015年09月01日 至 2019年12月31日						
<p>对本项目重要科学发现的贡献：            阐明低蛋白饲料平衡功能性氨基酸对猪脂质代谢的调节作用，并协助本项目分析检测指标的完成。对本项目主要科学发现3、4做出了重要贡献，是代表性论文2、3、7的共同作者，参加本项目期间每年占总工作量的30%。</p>							
<p>曾获科技奖励情况：            无</p>							
<p>声明：本人同意主要完成人排名，遵守《湖南省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。该项目是本人本年度被提名的唯一项目（团队）。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p style="text-align: right;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>					<p>主要完成单位声明：本单位确认该主要完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。</p> <p>工作单位声明：本单位对该主要完成人被提名无异议。</p> <p style="text-align: right;">单位（盖章）</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		



## 九、主要完成单位情况表

单位名称	中国科学院亚热带农业生态研究所				
排 名	1	法定代表人	谭支良	所 在 地	湖南
单位性质	事业单位	传 真	0731-84612685	邮政编码	410125
通讯地址	湖南省长沙市芙蓉区远大二路644号				
联 系 人	何寻阳	单位电话	0731-84619759	移动电话	18974862566
电子邮箱	hbhpjhn@isa.ac.cn				
对本项目科学发现的贡献：（限600字）					
<p>本项目的所有重要发现均由本单位独立完成。本单位为本项目的实施提供了人员和平台条件，尤其是畜禽健康养殖与农牧复合研究中心有长达40余年在畜禽健康养殖方面的深耕历史，为所有科研实验的开展与样品的分析检测提供了基础条件与物质保障。本单位也是本项目所有重要科学发现和所有代表性论文的第一完成单位。</p>					
<p>声明：本单位同意主要完成单位排名，遵守《湖南省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p>					
单位（盖章）					
年 月 日					