

# 2022 年度山西省科学技术奖拟提名项目公示材料

## (自然科学类)

一、项目名称：基于精准营养理论分析肉鸡肠道磷吸收调控机理

二、提名者：山西农业大学

三、提名意见：

该项目在行业倡导精准营养的大背景下，围绕当前备受社会关注的生态环境问题和近年来肉鸡快速生长带来的一系列代谢疾病，以磷在肉鸡中的代谢调控作用为切入点，研究了日粮中钙水平与小肠磷转运蛋白表达的关系，周龄间磷吸收沉积规律，揭示了钙在磷吸收转运过程中的重要性；在钙磷平衡、氨基酸平衡日粮的基础上，初次探讨了营养调控的肉鸡不同生长速度模型、不同日龄条件下肉仔鸡小肠钙磷转运载体表达变化特点，提出了肉仔鸡有效磷的需要随着体重而变化的动态预测模型；由高营养浓度所致的快速生长肉仔鸡小肠黏膜中 NaPi- IIb 基因表达量较高。指出肉仔鸡在生长周期内存在一个生长拐点（26 日龄），在拐点前后肉仔鸡增长速度、胫骨周转速率、小肠磷转运载体 NaPi- IIb 基因表达量都存在一些差异，解释了不同生长速度肉仔鸡在生长前后阶段磷的沉积变化和需要量不同的原因。探讨了日粮能量水平调控肉仔鸡小肠磷转运蛋白 Na/Pi- IIb 的分子机制。

首次提出了动态营养理论，丰富了磷需要量研究数据，为通过精准营养降低氮磷排放提供了数据参考。相关成果得到了国内外同行专家的高度认可与积极评价。本项目开始于 2008 年，受到现代农业产业技术体系、国家自然科学基金的资助，先后发表了相关的学术论文 9 篇，其中 SCI 8 篇，中文核心 1 篇。

对照山西省科学技术奖获奖条件，确认提名材料真实有效，公示无异议，相关栏目符合要求。

拟提名该项目为山西省自然科学奖二等奖。

四、项目简介：

本项目所属科学技术领域为家禽养殖。本项目始于 2008 年，受到现代农业产业技术体系、国家自然科学基金的资助。该项目在行业倡导精准营养的大背景下，围绕当前备受社会关注的生态环境问题和近年来肉鸡快速生长带来的一系列代谢疾病，以磷在肉鸡中的代谢调控作用为切入点，主要开展了日粮中钙水平与小肠磷转运蛋白表达的关系，周龄间磷吸收沉积规律；在钙磷平衡、氨基酸平衡日粮的基础上，初次探讨了营养调控的肉鸡不同生长速度模型、不同日龄条件下肉仔鸡小肠钙磷转运载体表达变化特点，解释了不同生长速度肉仔鸡在生长前后阶段磷的沉积变化和需要量不同的原因，探讨了日粮能量水平调控肉仔鸡小肠磷转运蛋白 Na/Pi- IIb 的分子机制。项目的主要发现点有：

1. 磷在小肠中的转运蛋白 NaPi- IIb mRNA 受日粮钙水平的调控；在日粮钙磷平衡基础上，高营养浓度导致的快速生长肉仔鸡体内钙相关调节激素呈现高分泌，十二指肠 NaPi- IIb mRNA 呈现高表达。

2. 0-3 周龄以最佳胫骨灰分沉积、生长体重和饲料转换效率为评价指标，每 1Mcal/kg ME 日粮需要 nPP 分别为 1.56g、1.51g 和 1.20g；4-6 周龄以最佳胫骨灰分沉积、生长体重为评价指标，4-6 周龄肉仔鸡每 1Mcal/kg ME 日粮需要 nPP 分别为 1.20g 与 1.15g。

预测肉鸡阶段末给定任意体重值时的鸡只每天 nPP 需要量动态模型分别为：

0-3 周龄： $Y = -167.92 + 128.66X_1 + 0.256X_2$  ( $R^2 = 0.992, P < 0.01$ ) （其中，Y 为鸡只每天磷摄入量，mg； $X_1$  为 1Mcal/kg ME 日粮中 nPP 需要量，g； $X_2$  为平均增重，g）

4-6 周龄： $Y = -190.25 + 337.95X_1 + 164.01X_2$  ( $R^2 = 0.993, P < 0.01$ ) （其中，Y 为鸡只每天磷摄入量，mg； $X_1$  为 1Mcal/kg ME 日粮中 nPP 需要量，g； $X_2$  为平均增重，kg）

3. 在生长后期磷需要量降低的原因是增重速度减慢、胫骨的周转代谢速率降低、肠道对磷的转运吸收减弱，肾脏重吸收能力增强。

4. 早期日粮低能量和低磷对肉仔鸡后期生长性能、小肠发育具有显著的赶超效应以及互作效应，前期采食低磷日粮肉鸡其后期的胫骨矿物质沉积增加。

5. 虽然日粮低能量降低了肉鸡生长前期的生长性能,但却有利于小肠的发育,具有提高小肠磷转运的潜能。该潜能的发挥可能通过小肠能量代谢和 AMPK 信号通路发挥作用,能量和磷对 AMPK 通路的影响也存在显著互作效应。在低能日粮中,小肠中 AMP:ATP 比值降低,抑制 AMPK 磷酸化及其活性,ACC 磷酸化降低,活性升高,mTOR 的磷酸化活性升高,从而促进了小肠 NaPi-2b 转运表达。这也是低日粮能量可以产生补偿生长效应的原因。

6. AICAR 是 AMPK 的催化剂,能抑制 NaPi-IIb 的基因表达;C75 是 AMPK 的抑制剂,会促进 NaPi-IIb 的基因表达。前期研究表明,能量调控肠道磷转运的过程中,AMPK 通路相关蛋白活性会受到相应的变化,为了进一步验证该结果,开展了本试验。用 AICAR 和 compound C 正反论证发现,AICAR 显著降低肠道 NaPi-2b mRNA 相对表达,compound C 促进肠道 NaPi-2b mRNA 相对表达,两者都会影响到小肠能量代谢,但是对 AMPK/ACC 通路作用效果不同,与日粮能量之间也不存在互作效应。推测能量对肠道磷转运的影响在受到 AMPK/ACC 通路调控的同时,可能还受 Ca<sup>+</sup>介导的 CaMKK 激酶的调控。

7. 低能低蛋白日粮在肉鸡生产中的实际应用。低能日粮虽然降低了早期的肉鸡生长,但是从全期看生长没有差异。低能日粮可以降低血清中的过氧化产物,提高肉鸡机体的抗氧化性能。用平衡氨基酸理论配制低蛋白日粮,可以降低肉鸡的氮排泄,减少脚垫炎发生率,但是对生长表现,肉品质没有影响。

## 五、客观评价:

本项目共发表相关的学术论文 9 篇,其中 SCI 8 篇,中文核心 1 篇。提交的 5 篇代表作总引用次数为 62 次,他引次数 49 次。其中有 1 篇为中科院大类分区 1 区 top (IF=6.383),3 篇 3 区文章 (IF 分别为 3.240,2.509,2.509),1 篇文章的刊源为中科院大类分区 1 区 top (IF=5.032)。得到了同行业领域内相关专家的认可。

2017 年 3 月第一完成人主持的国家自然科学基金项目:日粮能量水平调控肉仔鸡小肠磷转的分子机制(批准号:31301992)如期完成项目书的研究工作,经过审核如期验收结题。该项目丰富了磷的吸收代谢理论,提供一种节能减排高效利用的精准养殖,降本增效营养方案。

## 六、代表性论文专著目录:

- 1.Jianhui Li, Jianmin Yuan, Yuming Guo.The Effect of Dietary Nutrient Density on Growth Performance, Physiological Parameters and Small Intestinal Type IIb Sodium Phosphate Co-transporter Expression in Broilers. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2011,2(2):102-110.
- 2.Jianhui Li, Jianmin Yuan, Yuming Guo, Qiujuan Sun, Xiaofei Hu..The Influence of Dietary Calcium and Phosphorus Imbalance on Intestinal NaPi- II b and Calbindin mRNA Expression and Tibia Parameters of Broilers. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 2012.25(4):552-558.
- 3.Jianhui Li, Jianmin Yuan, Zhiqiang Miao, Yuming Guo. Effects of age on Intestinal Phosphate Transport and Biochemical Values of Broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 2017. 30(2): 221-228.
- 4.Zhiqiang Miao, Guixian Zhang, Junzhen Zhang, Yu Yang and Jianhui Li\*. Effect of Early Dietary Energy Restriction and Phosphorus Level on Subsequent Growth Performance, Intestinal Phosphate Transport, and AMPK Activity in Young Broilers. *Plos one*. 2018. 13(2):e0192793.
- 5.Lei Yan, Sha An, Zunzhou Lv, Zhengguo Wang, Yueming Wu, Yutao Zhu, Min Zhao, Chunhua Sun, Mingbin Lv, Zhengpeng Zhu, Yuming Guo\*. Effects of phytonutrients on growth performance, antioxidative status, and energy utilization of broilers fed low energy diets. *Animal nutrition*,2019(5),270-277.

七、主要完成人情况：

姓名	排名	技术职称	工作单位	完成单位
李建慧	1	教授	山西农业大学	山西农业大学
<p><b>对本项目主要学术贡献：</b></p> <p>该项目主要成果是在其本人主持及参与的国家自然科学基金等项目的基础上形成，为本项目的主要组织者。并对科学问题进行了分析提炼，提出了项目研究总体思路，对项目研究内容进行了总体设计。以第一作者和通信作者发表论文及著作 30 余篇（部）。项目的主要设计者，所有发现点工作的主要参与者，为代表论文 1, 2, 3 的第一作者，代表论文 4 的通讯作者。</p>				
<p><b>曾获国家科技奖励情况：</b></p> <p>2018 年度山西省“三晋英才”青年优秀人才</p>				
姓名	排名	技术职称	工作单位	完成单位
苗志强	2	高级实验师	山西农业大学	山西农业大学
<p><b>对本项目主要学术贡献：</b></p> <p>主要参与了国家自然科学基金项目“早期日粮能量水平调控肉仔鸡小肠磷转运的分子机制(31301992)” 1 项，第一作者发表论文 3 篇。主要参与发现点“早期日粮低能量和低磷对肉仔鸡后期生长性能、小肠发育具有显著的赶超效应以及互作效应”和发现点“日粮低能量有利于小肠的发育，具有提高小肠磷转运的潜能，是低日粮能量可以产生补偿生长效应的原因”和发现点“能量水平对磷转运调控机理”相关工作，代表论文 3 的主要完成人，代表论文 4 的第 1 作者。</p>				
<p><b>曾获国家科技奖励情况：</b></p> <p>无</p>				
姓名	排名	技术职称	工作单位	完成单位
闫于明	3	教授	中国农业大学	中国农业大学
<p><b>对本项目主要学术贡献：</b></p> <p>国家肉鸡产业技术体系肉鸡营养与饲料岗位专家，教育部人才项目特聘教授、动物营养学国家重点实验室副主任，中国畜牧兽医学会副理事长，全国新饲料评审委员会副主任，已累计发表科技论文 330 多篇，其中 SCI 收录 120 余篇；主编《家禽营养》和《动物免疫营养》等专著。是该项目的开创者，是本项目第一完成人的博士生导师，对项目的前期构思和发现点 1, 2, 3, 7 的完成起到了重要作用。在精准营养、肉鸡净能体系方面做了很多开创性的工作。是代表性论文 1、2、3、5 的通讯作者。</p>				
<p><b>曾获国家科技奖励情况：</b></p> <p>国家自然科学基金杰出青年基金获得者、新世纪百千万人才工程国家级人选、全国农业科研杰出人</p>				

才与创新团队学术带头人、教育部创新团队学术带头人、国务院政府特殊津贴专家、全国先进科技工作者、北京市师德先锋。

“肉鸡健康养殖的营养调控与饲料高效利用技术”（2011年国家科技进步二等奖、2010年教育部科技进步一等奖），排名第1；

“肉雏鸡的营养需求参数及日粮配制技术”（1998年国家科技进步二等奖），排名第1；

姓名	排名	技术职称	工作单位	完成单位
袁建敏	4	教授	中国农业大学	中国农业大学

**对本项目主要学术贡献：**

北京市现代农业产业技术体系家禽创新团队岗位专家，中国林业生态促进会标准化委员会委员，国家饲料工业标准化委员会委员。主要研究方向家禽精准营养研究方法（蛋鸡、肉鸡、肉鸭）及饲料配制技术，饲料原料、饲料添加剂的高效利用。是本项目第一完成人博士期间的合作指导导师，对项目的前期构思和发现点1，2，3的完成起到了重要作用。是代表性论文1、2、3的第二作者。

**曾获国家科技奖励情况：**

1999年“节粮小型褐壳蛋鸡的选育”获得国家科技进步二等奖，排名第5；

2010年“肉鸡健康养殖的营养调控与饲料高效利用技术”获得教育部一等奖（排名第5）；2011年获得国家科技进步二等奖（排名第5）；

2013年“规模化生态养鸡配套技术”获得北京市科技推广三等奖（排名第1）；

2018年荣获全国农业专业学位研究生教育指导委员会颁发的“全国农业专业学位研究生教育指导委员研究生实践教学成果奖”二等奖（排名第2）；

2019年项目“优质北京鸭饲料配制关键技术研究与应用”荣获绵阳市科学进步一等奖（排名第1）；

2020年项目“鸡肠道健康关键营养技术与应用”荣获教育部科技进步一等奖（排名第6）；

姓名	排名	技术职称	工作单位	完成单位
张俊珍	5	副教授	山西农业大学	山西农业大学

**对本项目主要学术贡献：**

山西省现代农业鸡产业技术体系岗位专家，作为家禽团队组成员，参与发现点4-7的相关工作，是代表论文4的主要完成人。

**曾获国家科技奖励情况：**

无

姓名	排名	技术职称	工作单位	完成单位
燕磊	6	研究员	山东新希望六和集团有限公司	中国农业大学

**对本项目主要学术贡献：**

山东新希望六和集团有限公司禽料技术研发室主任，在低能量饲料配方实践应用方面有创造性

贡献，主要完成了发现点 7 的工作，是代表性论文 5 的第一作者。

#### **曾获国家科技奖励情况：**

2016 年国家科技进步二等奖《功能性饲料关键技术与开发》（第九位，2016-J-203-2-03-R09）；  
2015 年山东省科技进步二等奖《猪禽饲料安全高效关键技术创新与产业化》（第四位，JB2015-2-7-R04）；  
2020 年山东省科技进步三等奖《肉鸭健康、高效、环保养殖关键技术创新与产业化推广》（第一位，JB2020-3-75-1）

#### **七、完成人合作关系说明：**

完成人李建慧、苗志强、闫于明、袁建敏、张俊珍、燕磊共同协作完成了“基于精准营养理论分析肉鸡肠道磷吸收调控机理”研究。

第一完成人李建慧任职于山西农业大学，自从 2008 年开始在中国农业大学师从闫于明教授攻读博士，袁建敏教授作为合作指导导师，共同完成了发现点 1，2，3 的工作，合作出版代表性论文 1，2，3。2013 年国家基金“早期日粮能量水平调控肉仔鸡小肠磷转运的分子机制 (31301992)”项目立项，作为负责人继续开展该项目的后续工作。完成了发现点 4，5，6，7 的工作，以通讯作者完成了代表性论文 4。

第二完成人苗志强于 2014 年开始参与到国家基金“早期日粮能量水平调控肉仔鸡小肠磷转运的分子机制 (31301992)”的工作中，作为项目的主要实施者，参与了发现点 4，5，6，7 的工作，是代表性论文 3 的主要完成人，代表性论文 4 的第一作者。

第三完成人闫于明任职于中国农业大学，在精准营养、肉鸡净能体系方面做了很多开创性的工作。是该项目的开创者，第一完成人的博士生导师，对项目的前期构思和发现点 1，2，3，7 的完成起到了重要作用，是代表性论文 1、2、3、5 的通讯作者。

第四完成人袁建敏任职于中国农业大学，主要研究方向家禽精准营养研究方法（蛋鸡、肉鸡、肉鸭）及饲料配制技术，饲料原料、饲料添加剂的高效利用。是本项目第一完成人博士期间的合作指导导师，对项目的前期构思和发现点 1-3 的完成起到了重要作用。是代表性论文 1、2、3 的第二作者。

第五完成人张俊珍任职于山西农业大学，山西省现代农业鸡产业技术体系岗位专家，作为家禽团队组成员，参与了发现点 4-7 的相关工作，是代表论文 4 的主要完成人。

第六完成人燕磊任职于山东新希望六和集团有限公司，禽料技术研发室主任，在低能量饲料配方实践应用方面有创造性贡献，在中国农业大学攻读博士期间师从项目第三完成人闫于明教授，主要完成了发现点 7 的工作，是代表性论文 5 的第一作者。

#### **九、知情同意证明**