



印遇龙

## 为了那碗安全可口的“辣椒炒肉” ——记“中科院亚热带所畜禽健康养殖研究中心”团队

一碗冒着香气，红绿相间的辣椒炒肉被端上了餐桌。红猪肉、绿青椒，不禁让人食指大动。伸出筷子夹起一片表面微焦、油汪汪的猪肉片放入嘴里咀嚼，顷刻间肉香四溢，瘦肉混合着油脂给食客带来了绝佳的口感。

文 / 记者 贺春禄



印遇龙（右一）与来访外国专家交流

作为湘菜的知名菜品之一，这一道经典的辣椒炒肉早已出现在全国各地大大小小的餐厅里。但是，并不是所有的辣椒炒肉都会令人唇齿留香，回味无穷。一碗辣椒炒肉的好吃与否，与碗里的猪肉品质有着直接的关系，好的厨师对于猪肉品质的挑选尤其严格。

就在这道名菜的发源地湖南省会长沙，有一支长期致力于让老百姓吃上鲜美可口放心猪肉的科研团队——中国科学院亚热带农业生态研究所（简称中科院亚热带所）畜禽健康养殖研究中心团队。2017年初，该团队就因“猪日粮功能性氨基酸代谢与生理功能调控机制研究”中的重大突破获得2016年度国家自然科学二等奖。

这支由中国工程院院士印遇龙领军的“科研湘军”，多年来致力于提升我国畜禽养殖业的核心竞争力，获得一系列突出的成果。他们有什么“魔法”能让中国餐桌上的辣椒炒肉既好吃又安全？走进位于长沙市芙蓉区的中科院亚热带所，便能找到答案。

### 团队科研结硕果

1999年，“中科院亚热带所畜禽健康养殖研究中心”正式成立。团队负责人为印遇龙研究员，团队成员包括谭支良、李丽立、黄瑞林等9位研

究员，及汤少勋、韩雪峰、吴信等15位年轻的科研骨干。

目前该团队的主要研究方向包括六个方面，分别为饲料养分在猪体内的消化、吸收、周转和排泄规律研究；猪体内微生态环境和物质代谢的调控机理研究；高品质、低残留、低排放的集约型养猪业健康养殖技术体系的建立；亚热带主要草食动物营养物质转换规律研究；健康、高效、安全的草食畜牧业关键养殖技术体系的建立；丘陵区、湖区和喀斯特低山区农牧复合型草食畜牧业生产模式研究。

印遇龙告诉《高科技与产业化》记者，近年来，团队在畜禽绿色养殖技术、非常规饲料原料高效利用以及养殖过程废弃物减控等方面取得了许多先进成果。

在他的带领下，团队历年来共发表SCI收录论文300多篇，被引用9000多次（其中被《Science》、《Nature》、《Cell》、《PNAS》等国际著名杂志他引6000多次），H指数高达52（该指数主要反应了科学家在该领域发表成果以及成果被行业认可程度），印遇龙院士团队一直走在猪营养研究世界领先行列，近两年来，印遇龙院士连续入选世界“高被引科学家”。

2008年，印遇龙团队的《畜禽氮磷代谢调控及安全型饲料配制关键技术研究与应用》获国家科技进步二等奖，并在当年所有获得二等奖的项目中排名第一；2010年，《仔猪肠道健康调控关键技术及其在饲料产业化中的应用》获国家科技进步二等奖，同样也在该获奖项目中排名第一。

同时在成果转化方面，印遇龙带领团队也一直在探索，目前畜禽健康养殖研究中心的成果获得了广泛转化，带来了巨大的社会效益。

### 让老百姓吃上“放心肉”

印遇龙的老家便是陶渊明笔下的世外桃源——湖南省常德市桃源县。作为土生土长的桃

源人，辣椒和猪肉是他自小便喜爱的美食。

作为中国餐桌上最主要的肉类，多年来猪肉一直备受人们青睐。但是，近年来各种“瘦肉精”事件层出不穷，其带来的危害日益凸显，让老百姓们对猪肉的品质越发担忧。

目前，我国市场上通常所使用的猪饲料，不仅饲料配方不合理、抗生素遭到滥用，而且饲料的保存方法也存在不当等问题，也影响着中国养殖业健康长久的发展。

印遇龙指出：“在经济日益发展的今天，在巨大的市场面前，为追求经济效益，瘦肉精的使用，抗生素的滥用等问题泛滥，使百姓吃放心肉越来越难。我们认为只有通过科学、健康的养殖方式进行管理，养猪才有前途。”

不仅如此，在确保猪肉健康品质的同时，自

然也需要保证好的口感。研究团队成员之一的吴信副研究员告诉记者，猪肉好吃与否，与其中肌肉、脂肪比例息息相关，从营养学角度努力提升猪肉品质成为印遇龙团队的研发重点。喂养家畜的饲料若能最大程度地转化为动物蛋白，所生产出的猪肉口感自然会提升。

但当前我国生猪养殖业面临最大的问题是，蛋白质饲料资源短缺且生产效率不高。在确保人畜安全的前提下要提高肉的蛋白含量，需在饲料中添加价格昂贵的L-精氨酸。对于试图降低生产成本的肉猪养殖户和企业而言，所投入成本确实太高。

因此，如何获得便宜的精氨酸便成为了印遇龙团队的重点攻克方向。针对日粮蛋白质利用效率不高、繁殖性能和猪肉品质下降等，他们围绕



工作中的印遇龙

猪肠道氨基酸代谢与生理功能调控机制开展了系列研究，一举解决了将猪饲料安全且高效地转化为蛋白的大难题。

印遇龙带领团队成员谭碧娥、吴信、孔祥峰、姚康等人，尝试着以便宜的味精为原料，成功合成出价格仅为精氨酸十分之一的精氨酸生素。“这种精氨酸生素添加到饲料中后，在猪体内的精氨酸分解酶作用下，可快速转化为精氨酸，发挥精氨酸营养调控作用。”印遇龙说。

这一“猪日粮功能性氨基酸代谢与生理功能调控机制研究”项目，揭示了精氨酸、亮氨酸等功能性氨基酸在猪肠道高效利用的规律及其对营养沉积分配和孕体发育等功能的调控机制，亦可为人类营养代谢与健康研究提供参考，从而推动了功能性氨基酸在猪生产中的应用，已经产生了显著的经济和社会效益，也为一碗回味无穷的辣

椒炒肉贡献出上佳的原材料。

该成果发表在该领域的Top期刊并被广泛引用，同时也列入了中科院科技创新案例和国家自然科学基金委资助成果典型创新案例，并获得2016年度国家自然科学二等奖。

### 降低畜禽养殖污染是未来方向

近年来，畜禽健康养殖研究中心在探索生物饲料领域也下了一番功夫，聚焦于功能性氨基酸、核苷酸等研究。

印遇龙表示，团队针对核苷酸使用了不同阶段的猪为研究对象。通过添加核苷酸及其衍生物，在保证猪肉健康的基础上提高养殖业的经济发展。

他介绍道：“比如我们以妊娠后期母猪为研究对象发现，核苷酸有利于降低死胎发生率，这



实验室团队正在解剖生猪

可显著提高母猪的年生产力。与此同时又以早期断奶仔猪为研究对象，结果表明核苷酸及其衍生物可以降低仔猪腹泻率，有利于修复断奶带来的肠道损伤，这在一定程度起到了抗生素的作用，为将来替代抗生素的研究打下一定的基础。”

与此同时，由于规模化、集约化养殖业的迅速发展，我国畜牧业呈现出养殖污染负荷高、排放达标水平低的态势。畜禽养殖废弃物年产生量约为 38 亿吨，其中含有大量的氮、磷等营养元素，但综合利用率却不到 60%，而且已成为我国环境的主要污染源之一。

印遇龙指出，此外大约还有 10 万吨左右未被动物利用的矿物质随粪尿排出，导致养分过剩和经济上的浪费，严重影响动物与人类健康以及环境安全以及粪肥不能资源化利用的主要原因。

他担忧地表示：“养殖业饲用抗生素滥用也是威胁环境安全和人类健康的重要因素，每年有超过 5 万吨抗生素排放进入水土环境中。”

这一情况也得到了政府决策部门的重视，譬如农业农村部已经公布了《农业农村部办公厅关于开展兽用抗菌药使用减量化行动试点工作的通知》，明确药物饲料添加剂将在 2020 年全部退出。

在此背景之下，印遇龙带领团队积极从源头

控制畜禽养殖污染，他们聚焦于提高动物对营养素的利用效率，既节约饲料资源又达到减排效果。研发团队阐明了功能性氨基酸和微量元素吸收分布规律，并和企业成功开发了高效稳定的铜、铁、锰、锌等小肽螯合有机微量元素生产技术体系和纳米蛋白硒、纳米氧化锌等生产技术，建立了理想微量元素模型，简化配方技术。集成配套建立可减少养殖业 50% 以上微量元素使用量的综合技术（其中可减少 80% 的锌铜用量），大幅度降低了畜禽粪便中重金属的含量及向土壤中的排出量，实现生猪粪便的再利用，解决畜禽粪便污染环境的问题。

基于此研究的“功能性氨基酸及微量元素螯合物技术创新及产业化应用”获得了湖南省科技发明一等奖。通过在全国的产业化示范，该成果目前已经实现了规模推广与应用。

印遇龙还告诉记者，本团队与合作企业共同开发了不同阶段多种低蛋白配方日粮，其中仔猪日粮蛋白水平从 18% 下降到 16%，育肥猪蛋白水平从 15% 降到 13%，豆粕添加量平均降低 3% 以上，并节约了饲料生产成本。因此，低蛋白日粮开发对缓解我国蛋白资源严重匮乏以及生猪养殖过程中氮排放对环境的危害均能起到现实指导作用，同时是我国畜牧业供给侧结构性改革以及实现畜牧业现代化关键因素和历史使命。

“每组 30 头猪的饲养结果显示该低蛋白配方对保育后期猪增重没有负面效果，甚至增重比对照组还好。因此，该配方技术在生产上可以全面推广！”他高兴地表示。

而对于今后畜禽健康养殖研究中心的发展方向，印遇龙表示：“在食品安全问题频出，环境污染严重的今天，生产健康猪肉、降低养殖业造成的环境污染将是我们努力的方向。今后我们将把注意力更集中在抗生素和金属元素替代、源头减排、畜禽粪污资源化利用和种养结合等方面”。

印遇龙院士团队低蛋白生产配方最新成果

项目	对照配方	降低1%蛋白配方	降低2%蛋白配方		对照配方	降低1%蛋白配方	降低2%蛋白配方
				末重kg	24.05	25.00	23.33
玉米	66.3	68.9	71.55		24.77	25.17	21.00
豆粕A	12	10.1	7.5		24.50	23.17	19.70
膨化大豆	6	5.6	5		23.00	23.92	22.52
蛋白饲料	5	4.9	5		22.62	21.80	22.25
豆粕B	5	4	4	平均末重	23.79	23.81	21.76
磷酸氢钙	1.4	1.4	1.4	日增重kg			
赖氨酸	0.5	0.6	0.7		0.65	0.71	0.64
蛋氨酸	0.4	0.5	0.5		0.69	0.71	0.49
苏氨酸	0.6	0.8	1.1		0.69	0.63	0.47
氯化钠	0.3	0.3	0.3		0.59	0.66	0.54
豆油	0.5	0.7	0.7		0.63	0.64	0.59
预混料	2	2.2	2.25	平均日增重	0.65	0.67	0.55
合计	100	100	100		对照配方	降低1%蛋白配方	降低2%蛋白配方
				初始重kg	14.26±0.08	14.15±0.16	13.59±0.07
				末重kg	23.79±0.34	24.32±0.47	21.76±0.64
				平均日增重kg	0.65±0.01	0.67±0.03	0.55±0.03
				平均采食量kg	1.18±0.03	1.23±0.01	1.06±0.03
				料肉比	1.82±0.03	1.82±0.07	1.95±0.05