

政府间国际科技创新合作重点专项项目

(YS2017YFGH000712)

研究成果

## **猪场健康养殖与动物福利新技术操作手册**

### **——基于减少抗菌药物的使用**

中国农业国际合作促进会

2023年3月

## 引言

我国生猪养殖量巨大，世界占比长期以来一起保持在 50%左右。目前生猪养殖方式正快速向规模化、集约化方向发展，但养殖过程中抗菌药物使用量大，畜产品和养殖环境中的药物残留危害严重，病原菌的抗药性日益突出。因此，通过改善动物健康和福利等途径减少抗菌药物使用已成为“源头活水”，也是中欧双方共同合作开展政府间国际科技创新合作重点专项“减少抗菌药物用量的畜禽健康养殖与动物福利综合技术研究及示范”项目的研究目标所在。

自 2018 年项目启动以来，项目全体成员紧密合作，根据研究内容和任务分工，分别从生物安全高效管理技术、动物抗病力增强技术、早期诊断技术、用药精准性提升技术 4 个方面开展了全面系统的研发工作，形成了 33 项减抗新技术、新产品、新方法或管理方案，其中包括可用于养猪生产的 18 项。为了方便广大养殖企业能更好更方便地理解和使用项目形成的这些成果，提升动物健康和福利水平，真正实现减少抗菌药物使用、提高产品质量的目标，现就对这 4 个方面研究形成的技术类突破性进展进行全面梳理和综合分析，形成看得懂、用得上的新技术告知简介，权当简装化技术操作手册。

# 目录

## 引言

### 一、生物安全高效管理技术

- 1 非洲猪瘟等传染性疾病风险因子评估及 SOP 操作流程.....1
- 2 猪病在线评估系统与猪病通 APP.....4
- 3 猪场沙门氏菌风险因子确定及评价指标体系.....7
- 4 猪源沙门氏菌快速检测试剂盒.....10
- 5 饲料中产肠毒素性大肠杆菌快速检测方法.....13
- 6 畜禽血液和尿液中 150 种兽药及其他化合物同步检测技术..16

### 二、动物抗病力增强技术

- 7 妊娠母猪智能化群养技术.....19
- 8 母猪福利产床.....22
- 9 断奶仔猪合生素应用技术.....25

### 三、早期诊断技术

- 10 基于自动饲喂站系统的猪只个体识别技术.....29
- 11 基于深度图像的猪只体重估测技术.....31
- 12 基于红外热成像的猪只体温监测技术.....33
- 13 基于音频的猪只呼吸系统疾病监测技术.....36
- 14 基于机器视觉的断奶仔猪腹泻检测技术.....39

### 四、用药精准性提升技术

- 15 猪中兽药健康养殖减抗方案.....42

16 抗仔猪黄白痢的中药制剂参姜止痢合剂.....	44
17 治疗母猪产褥热的柴胡口服液.....	47
18 基于动物肠道免疫保护的发酵黄芪添加剂.....	50

## 1 非洲猪瘟等传染性疾病风险因子评估及 SOP 操作流程

### 畜禽健康

在动物饲料中使用抗微生物药物会导致抗微生物药物耐药性的出现和广泛传播，进而影响到人和动物一旦真正传染上传染病时没有安全有效的药物使用。**畜禽健康**是政府间国际科技创新合作重点专项项目（YS2017YFGH000712）的核心目标，旨在通过改善动物的健康和福利来寻找减少畜禽使用抗微生物药物的方法。

### 生物安全

生物安全是防止致病因子进入或离开任何可能对农场动物、其他动物、人类或食品安全和质量构成风险的地方。

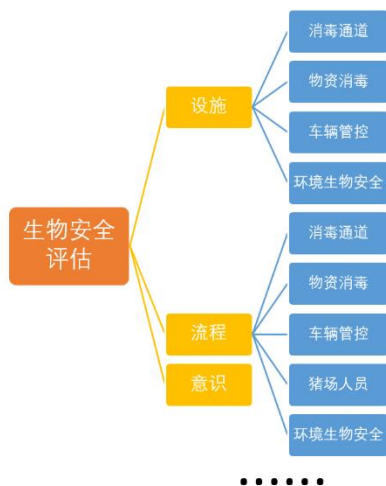
良好的生物安全应在任何时候实施，而不仅仅是在疾病爆发期间。在疾病爆发之前或早期阶段采取正确措施，有助于预防或减少疾病传播。

### 预防为第一步，远胜于治疗

通过在养猪场采用良好的生物安全措施来提高生物安全，将降低微生物，特别是减少能引起动物疾病的病原微生物的传入和传播风险，从而加强对动物健康的保护。

### 猪场生物安全评估清单

- 设计生物安全设施、生物安全流程、生物安全意识 3 个层面评估内容。
- 从消毒通道、物资消毒、车辆消毒、猪场人员、环境生物安全 5 个方面筛选出 80 项风险评估控制点。
- 对评分风险评估控制点评分，每项控制点 1 分，计算总分。



猪场生物安全评估清单			**猪场
生物安全设施评估	消毒通道	进生活区是否有人员进场淋浴更衣房?	
		进生活区是否有人员进场消毒通道?	
		进生产区是否有淋浴更衣房?	
		进生产区是否有消毒通道?	
	物资消毒	猪场是否在进场区建立物资消毒间?	
		药房是否安装臭氧消毒机, 功率是否满足要求?	
		猪场厨房/食堂是否装有臭氧消毒机, 功率是否满足要求?	
	车辆管控	猪场附近是否建立本场专用的标准车辆洗消烘干中心?	
		是否在距离场外至少1公里处设立洗消烘干中心(本场专用/周边共建)?	
		是否在距离场外至少3公里处设立洗消烘干中心(区域/协会共建)?	
		是否同时配套有饲料车专用烘干房和猪车专用烘干房?	
		是否使用本场销售专用转猪车?	
		是否建立卖猪中转站?	
		卖猪中转站是否距离猪场至少1公里以外?	
		猪场是否有专用饲料运输车?	
原料及饲料厂商是否建立自己的洗消中心?			

..... 总共80项, 共80分

## 结果

- 采用猪场生物安全评估清单可全方位评估猪场安全风险。
- 对 117 家猪场评分的结果分析发现, 总分越高, 猪场猪只发病率越高, 存活率越高, 猪场生物安全风险越低。
- 通过清单可以去对标查找当前生物安全的漏洞, 然后有针对性地去生物安全措施。
- 基于生物安全评估清单和后非洲猪瘟时期的复养需求, 制定成的大型规模化猪场生物安全管理 SOP 操作流程——《猪场复养手册》, 在猪场广泛使用, 取得很好成效, 猪场生产状态稳定, 其他常见疫病也明显减少, 猪群健康状况良好。

### 猪场生物安全评估数据分析

达标项分数	评估猪场数	发病猪场数	保留猪场数	存活率
60-80	10	1	9	90%
50-60	20	3	17	85%
40-50	35	18	19	54%
30-40	18	14	4	21%
<30	34	30	4	11%
总计	117	66	51	43%

达标项分数越高, 存活率越高

## 使用猪场生物安全评估清单的好处

- 使用猪场生物安全评估清单可以更好地管理生物安全问题，使猪场感染非洲猪瘟等传染性疾病的压力尽可能降低，动物免疫系统的应激也将减少，从而降低疾病爆发的风险，获得更好的动物健康和福利。
- 实施这种每年由兽医进行生物安全评估的方式，将改善生物安全状况，并进一步减少抗微生物药物的使用，改善福利和产量。

## 有用的信息

- 项目（YS2017YFGH000712）课题一的年度科技报告和汇报材料。

## 2 猪病在线评估系统与猪病通 APP

### 畜禽健康

在动物饲料中使用抗微生物药物会导致抗微生物药物耐药性的出现和广泛传播，进而影响到人和动物一旦真正传染上传染病时没有安全有效的药物使用。**畜禽健康**是政府间国际科技创新合作重点专项项目（YS2017YFGH000712）的核心目标，旨在通过改善动物的健康和福利来寻找减少畜禽使用抗微生物药物的方法。

### 生物安全

生物安全是防止致病因子进入或离开任何可能对农场动物、其他动物、人类或食品安全和质量构成风险的地方。

良好的生物安全应在任何时候实施，而不仅仅是在疾病爆发期间。在疾病爆发之前或早期阶段采取正确措施，有助于预防或减少疾病传播。

### 预防为第一步，远胜于治疗

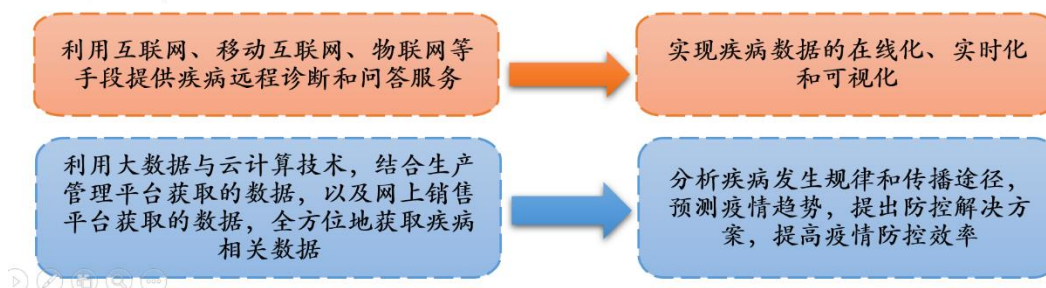
通过在养猪场采用良好的生物安全措施来提高生物安全，将降低微生物，特别是减少能引起动物疾病的病原微生物的传入和传播风险，从而加强对动物健康的保护。

### 华北地区远程诊断中心平台

- 包括猪病远程自动诊断系统、猪病人工诊断系统、兽医问答系统、猪病通课堂（猪病知识文库）、猪病预警系统、检测平台等。
- 设立坐诊专家或专家在线问答，通过平台、专线、微信、QQ、大型视频设备实时解决养猪户的猪病问题。
- 从生猪生产管理平台、生猪网上销售平台获取病猪数据，形成疾病流行分布和传播地图，及时提醒相关地区的养猪户，形成疫情地图和疾病防



控报告，提高疫情防控效率。



## 结果

- 客户可免费下载猪病通 APP，目前已为包括大北农猪场在内的 1680 个猪场提供服务。
- 利用互联网、移动互联网、物联网等手段提供猪病远程诊断和问答服务，实现猪病数据的在线化、实时化和可视化。
- 基于大数据分析和云计算技术，分析猪病发生规律和传播途径，预测疫情趋势，提出防控解决方案，提高疫情早期防控。
- 利用猪病诊断数据，形成猪病预警分布图。
- 远程诊断平台拥有专职执业兽医师 1 万多名，问题库有 9400 余例，日访问量 700-800 次。同时，依托大北农集团分布在全国村镇一级 1.8 万人的综合服务团队，8 个动医中心（持续增加中……），能够实时获取到全国各地疾病的一手资料 and 用户反馈，有效地增加了平台上的数据来源，提高平台诊断的精确性和准确性。



## 使用猪病远程诊断的好处

- 突破地域限制，解决基层技术量不足、监测设施薄弱等实际问题，精准预测疫情趋势，提升疫病防控效率，减少抗菌药物使用，降低养殖成本，提高养殖质量，保障食品安全，增加养殖收益。

## 有用的信息

- 项目（YS2017YFGH000712）课题一、课题六的年度科技报告和汇报材料。

### 3 猪场沙门氏菌风险因子确定及评价指标体系

#### 畜禽健康

在动物饲料中使用抗微生物药物会导致抗微生物药物耐药性的出现和广泛传播，进而影响到人和动物一旦真正传染上传染病时没有安全有效的药物使用。**畜禽健康**是政府间国际科技创新合作重点专项项目（YS2017YFGH000712）的核心目标，旨在通过改善动物的健康和福利来寻找减少畜禽使用抗微生物药物的方法。

#### 生物安全

生物安全是防止致病因子进入或离开任何可能对农场动物、其他动物、人类或食品安全和质量构成风险的地方。

良好的生物安全应在任何时候实施，而不仅仅是在疾病爆发期间。在疾病爆发之前或早期阶段采取正确措施，有助于预防或减少疾病传播。

#### 预防为第一步，远胜于治疗

通过在养猪场采用良好的生物安全措施来提高生物安全，将降低微生物，特别是减少能引起动物疾病的病原微生物的传入和传播风险，从而加强对动物健康的保护。

#### 科学研究

- 设计猪舍条件、卫生状况、健康状况、管理水平和饲料状况 5 个主题，确定了 18 个与沙门氏菌有关的风险因子。
- 风险因子的量化：在每类主题中出现的数目按没有风险因子、有 1 个风险因子、有 2 个风险因子、有 3 个或 3 个以上风险因子，分别给每个主题赋予 1 分、2 分、3 分、4 分，对应该主题没有危险、较低危险、中等危险和较高危险等级。

- 利用改进的层次分析法，对猪群感染沙门氏菌的五个主要主题进行权重赋值：饲料状况 0.2949，猪舍条件 0.3274，管理水平 0.1678，健康状况 0.0840，卫生状况 0.1259。
- 计算各组指数和风险综合指数。

主题	风险因子	非风险因子
猪舍条件	1.猪栏与猪栏间的隔离使猪鼻能联系	猪栏与猪栏间为密闭隔离
	2.每个猪栏猪的饲养密度较大 (<0.75m <sup>2</sup> /猪)	每个猪栏猪的饲养密度较小 (>0.75m <sup>2</sup> /猪)
	3.固体地板或部分漏缝地板	全漏缝地板
	4.饮水器为水碗或水槽	乳头式饮水器
	5.猪舍有鼠或野鸟	猪舍没有鼠或野鸟
卫生状况	1.不同饲养阶段的猪在同厩舍的混合，同时有或没有干净的进圈靴子；或在全进全出生产中 没有干净的进圈靴子	全进全出生产，同时有干净的进圈靴子
	2.一批猪出栏下一批猪进圈前圈舍没有清扫	一批猪出栏下一批猪进圈前清扫圈舍
	3.一批猪出栏下一批猪进圈前圈舍没有消毒	一批猪出栏下一批猪进圈前消毒圈舍
健康状况	1.普通的猪	SPF或MS猪
	2.有PRRSV感染的猪	没有PRRSV感染的猪
管理水平	1.购买猪	猪场自繁自养猪
	2.运输育肥猪到其它场址	不运输育肥猪到其它场址
	3.混合育肥猪	育肥猪不混合
饲料状况	1.买的饲料	猪场自配的饲料
	2.颗粒饲料	粉状饲料
	3.干饲料	湿饲料
	4.饲料或水中不添加有机酸	饲料或水中添加有机酸
	5.不提供青绿饲料	提供青绿饲料

风险因子在每类主题中出现的数目	每个猪场中的每个主题的得分	主题得分的含义
没有风险因子	1分	没有危险
有1个风险因子	2分	较低危险
有2个风险因子	3分	中等危险
有3个或3个以上的风险因子	4分	较高危险

## 结果与展望

- 猪场沙门氏菌风险因子和评价指标的确定及其风险评价体系的建立基于相关文献、行业及国家标准的准则以及养殖场调研和专家建议，符合生产实践，实用性强。
- 猪场根据该沙门氏菌风险评价体系，可以全面系统地评价沙门氏菌感染

的风险等级，评价结果客观，针对性强，精准性高。

- 基于该沙门氏菌风险评价体系的评价结果，可以精准地找出猪场的薄弱环节，采取有效措施，对标改善，可以最大限度地杜绝风险防范漏洞，减少沙门氏菌感染风险。

## 有用的信息

- 项目（YS2017YFGH000712）课题一的年度科技报告和汇报材料。

## 4 猪源沙门氏菌快速检测试剂盒

### 畜禽健康

在动物饲料中使用抗微生物药物会导致抗微生物药物耐药性的出现和广泛传播，进而影响到人和动物一旦真正传染上传染病时没有安全有效的药物使用。**畜禽健康**是政府间国际科技创新合作重点专项项目（YS2017YFGH000712）的核心目标，旨在通过改善动物的健康和福利来寻找减少畜禽使用抗微生物药物的方法。

### 生物安全

生物安全是防止致病因子进入或离开任何可能对农场动物、其他动物、人类或食品安全和质量构成风险的地方。

良好的生物安全应在任何时候实施，而不仅仅是在疾病爆发期间。在疾病爆发之前或早期阶段采取正确措施，有助于预防或减少疾病传播。

### 预防为第一步，远胜于治疗

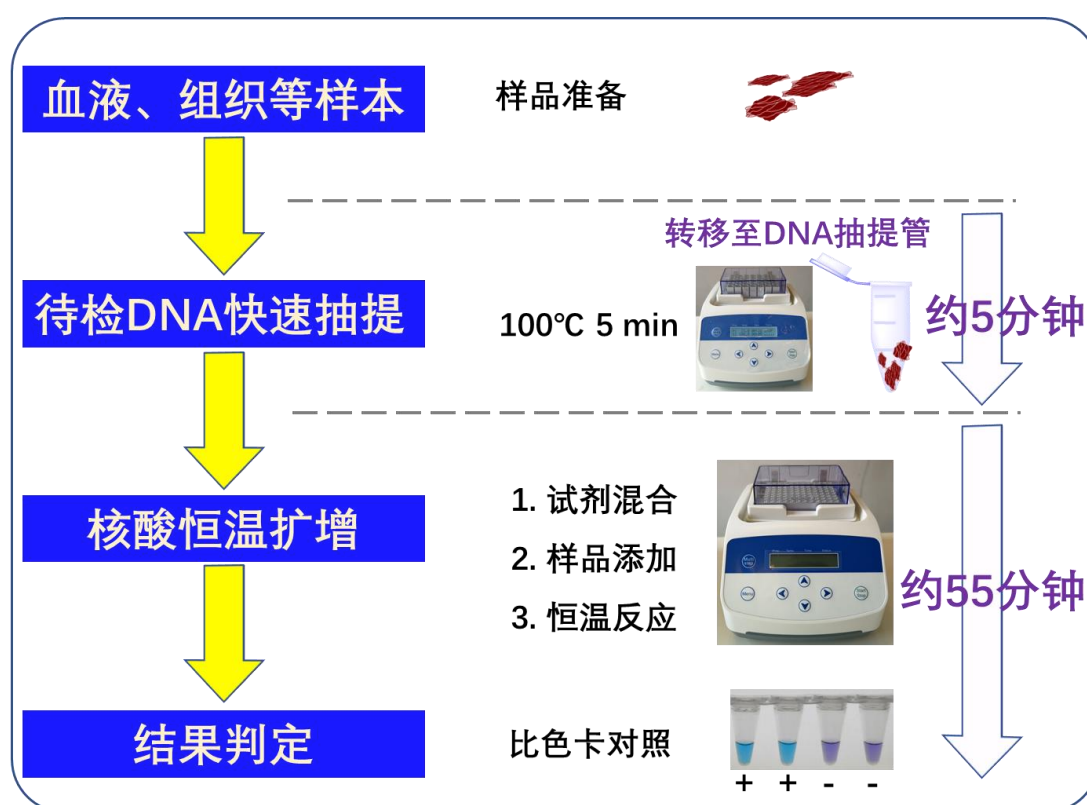
通过在养猪场采用良好的生物安全措施来提高生物安全，将降低微生物，特别是减少能引起动物疾病的病原微生物的传入和传播风险，从而加强对动物健康的保护。

### 病原快速检测的好处

病原体准确快速检测是临床上感染性疾病精准诊断和治疗的基础，也是疾病得以有效防控的前提。因此，感染初期，采用实用的检测方法快速检测感染病原体对于临床诊断具有重大意义，不但有利于及时有效地对病原的种类及流行趋势进行监测，还可使猪场能及时实施更有效、更有针对性的疫病防控措施，并且可以根据确诊结果对症下药，避免抗微生物药物的错用和滥用，降低抗微生物药物耐药性风险，提高治疗效果，改善动物健康和福利，减少动物痛苦和经济损失，促进畜牧业高质量可持续发展。

## 产品开发

- 从全国代表性地区采集动物蛋白性饲料原料、养殖场水样、养殖场土壤、粪便、屠宰场环境、屠宰场猪肉样品，分离筛选沙门氏菌。
- 针对分离筛选到的不同血清型沙门氏菌进行全基因组测序和分析。
- 通过对猪源沙门氏菌全基因序列的分析，参照 GenBank 上已经发布的抗性基因序列，分析不同血清型猪源沙门氏菌的基因，设计引物，建立快速检测猪源沙门氏菌的环介导等温扩增（CAMP）方法，开发猪源沙门氏菌快速检测试剂盒。



## 生产应用与展望

- 产品开发过程中获得的 CAMP 引物敏感性高、特异性强，由其制成的试剂盒能够快速、准确地检测到待测样品中含有的沙门氏菌。
- 所提供的可视化试剂盒将为现场检测提供极大便利。
- 为猪场早期诊断沙门氏菌提供了实用工具，配合猪场的生物安全防控措施

施,可以很好地阻断沙门氏菌的传播和扩散,提升猪场的生物安全等级。

- 开发的猪源沙门氏菌快速检测试剂盒已完成小试,在4家饲料厂、2家生物试剂销售企业和3个养殖场进行了应用示范,共示范应用试剂盒674个,检测样品4019个,开展沙门氏菌检测技术培训4场,取得较好的应用示范和技术推广效果。

## 有用的信息

- 项目(YS2017YFGH000712)课题一的年度科技报告和汇报材料。



## 5 饲料中产肠毒素性大肠杆菌快速检测方法

### 畜禽健康

在动物饲料中使用抗微生物药物会导致抗微生物药物耐药性的出现和广泛传播，进而影响到人和动物一旦真正传染上传染病时没有安全有效的药物使用。

**畜禽健康**是政府间国际科技创新合作重点专项项目（YS2017YFGH000712）的核心目标，旨在通过改善动物的健康和福利来寻找减少畜禽使用抗微生物药物的方法。

### 生物安全

生物安全是防止致病因子进入或离开任何可能对农场动物、其他动物、人类或食品安全和质量构成风险的地方。

良好的生物安全应在任何时候实施，而不仅仅是在疾病爆发期间。在疾病爆发之前或早期阶段采取正确措施，有助于预防或减少疾病传播。

### 预防为第一步，远胜于治疗

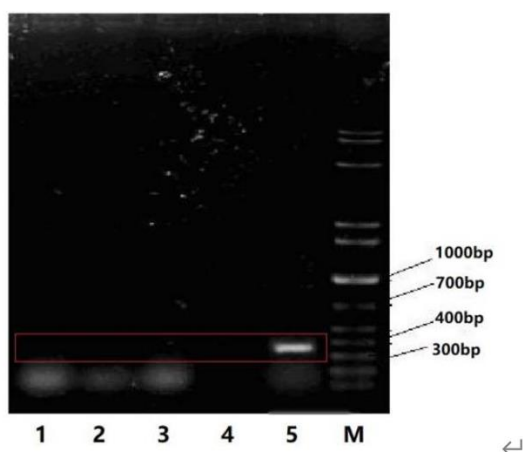
通过在养猪场采用良好的生物安全措施来提高生物安全，将降低微生物，特别是减少能引起动物疾病的病原微生物的传入和传播风险，从而加强对动物健康的保护。

### 饲料中病原快速检测的好处

病原体准确快速检测是养殖场感染性疾病精准诊断和治疗的基础，也是疾病得以有效防控的前提。饲料往往是病原体的重要来源，采用实用的检测方法快速检测饲料病原体的感染情况对阻断病原体向动物传播的途径具有重大意义，不但有利于及时有效地对病原的种类及流行趋势进行监测，还可使畜禽场能及时实施更有效、更有针对性的疫病防控措施，并且可以根据确诊结果提前对动物做好健康监测，减少动物感染风险和经济损失。

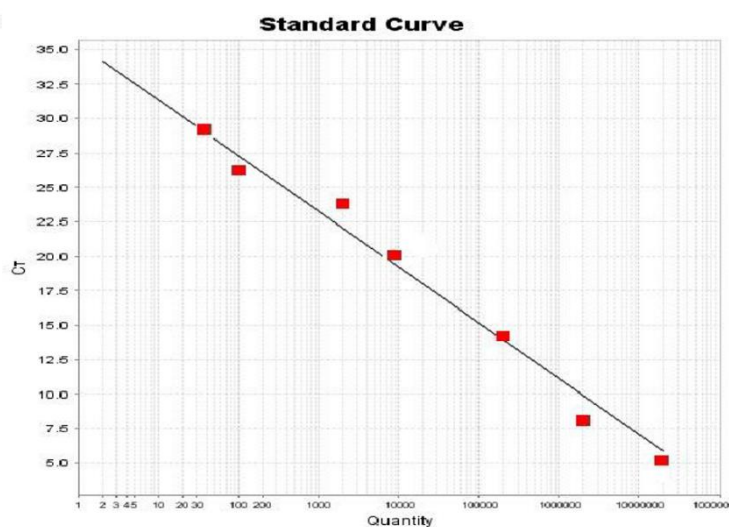
## 产品开发

- 聚焦目前导致动物腹泻的肠毒素性大肠杆菌检测方法所需时间较长、单一方法检测准确性不高的产业需求。
- 针对肠毒性大肠杆菌 K88 菌毛特异性基因设计引物。
- 以目的扩增片段的胶片回收物作为模板为阳性对照，以灭菌水制备模板为阴性对照，在 327bp 处出现预期特征条带，表明饲料样品中含有肠毒性大肠杆菌 K88，相反则不含有肠毒性大肠杆菌 K88。
- 该方法的最低检测限为  $10^2$  CFU/g。



肠毒性大肠杆菌 K88 特异性引物 PCR 扩增检测特异性评价

(泳道 1-5: 粪肠球菌, 金黄色葡萄球菌, 沙门氏菌, 阴性对照, 阳性对照)



实时荧光定量检测肠毒性大肠杆菌 K88 的标准曲线

## 结果与展望

- 本方法不仅具有特异性强、重复性好、准确性高和检测周期短等优点，还能同时检测多个样品，且操作简便。
- 与国家标准（GB/T 4789.38-2008）中的方法相比，本方法耗时由 4-5 天缩短至 5 h。
- 可对饲料中肠毒性大肠杆菌进行定性和定量测定，为开发快速准确的肠毒性大肠杆菌检测试剂盒奠定基础。

## 有用的信息

- 项目（YS2017YFGH000712）课题一的年度科技报告和汇报材料。

## 6 畜禽血液和尿液中 150 种兽药及其他化合物同步检测技术

### 畜禽健康

在动物饲料中使用抗微生物药物会导致抗微生物药物耐药性的出现和广泛传播，进而影响到人和动物一旦真正传染上传染病时没有安全有效的药物使用。**畜禽健康**是政府间国际科技创新合作重点专项项目（YS2017YFGH000712）的核心目标，旨在通过改善动物的健康和福利来寻找减少畜禽使用抗微生物药物的方法。

### 生物安全

生物安全是防止致病因子进入或离开任何可能对农场动物、其他动物、人类或食品安全和质量构成风险的地方。

良好的生物安全应在任何时候实施，而不仅仅是在疾病爆发期间。在疾病爆发之前或早期阶段采取正确措施，有助于预防或减少疾病传播。

### 预防为第一步，远胜于治疗

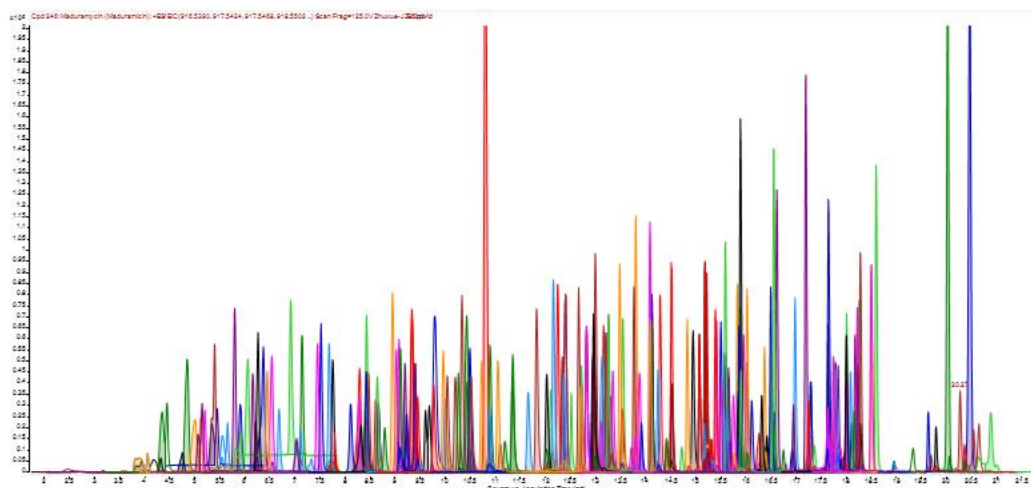
通过在养猪场采用良好的生物安全措施来提高生物安全，将降低微生物，特别是减少能引起动物疾病的病原微生物的传入和传播风险，从而加强对动物健康的保护。

### 畜禽血液和尿液中兽药残留快速同步检测的好处

兽药的使用有效降低了畜禽的发病率或死亡率，促进畜禽生长。但是不规范的用药导致兽药残留超标现象在畜牧业生产中时有发生，特别在国家出台在饲料中禁止添加促生长的抗生素规定后更应加强监管。开展畜禽产品中的多种兽药残留量快速同步检测方法，不仅对加强兽药的规范使用及监督管理、防止含有兽药残留超标的食品进入销售市场发挥重要的作用，还可以倒逼养殖企业慎用、少用兽药，并规范地使用兽药，特别是抗生素类药物，从而促进企业加强饲养管理和养殖条件，改善动物健康和产品品质。

## 方法开发过程

- 用乙腈提取样品中的兽药及其他化合物，并进行净化处理。
- 确立并优化液相色谱、质谱条件。
- 构建高分辨质谱谱库。
- 依据 MS Scan 模式下保留时间及精确质量数测定值，初步判断试样中含有的兽药或相关化合物。
- 在 Target MS/MS 模式下检测其在不同碰撞能下典型的二级碎片离子，确认初步鉴别出的阳性药物。



235 种兽药的一级全扫描提取色谱图（溶剂标，50  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ）

## 结果

- 建立的液相色谱-高分辨串联质谱法可以同步快速检测畜禽血液和尿液中 150 种兽药及其他化合物，可操作性强，具有较好的选择性、精密度和灵敏度。

## 有用的信息

- 项目（YS2017YFGH000712）课题五的年度科技报告和汇报材料。

- Kewen Wang, Xue Wang, Zhenzhen Xu & Shuming Yang. 2020. Simultaneous determination of multi-class antibiotics and steroid hormones drugs in livestock and poultry faeces using liquid chromatography–quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 37(9): 1467–1480. <https://doi.org/10.1080/19440049.2020.1776900>.
- Mengjie Qie, Yan Zhao, Shuming Yang, Wei Wang, Zhenzhen Xu. 2018. Rapid simultaneous determination of 160 drugs in urine and blood of livestock and poultry by ultra-high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1608, 460423. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2019.460423>.

## 7 妊娠母猪智能化群养技术

### 畜禽健康

在动物饲料中使用抗微生物药物会导致抗微生物药物耐药性的出现和广泛传播，进而影响到人和动物一旦真正传染上传染病时没有安全有效的药物使用。**畜禽健康**是政府间国际科技创新合作重点专项项目（YS2017YFGH000712）的核心目标，旨在通过改善动物的健康和福利来寻找减少畜禽使用抗微生物药物的方法。

### 抗病力

保护动物免受感染的一种方法是增强它们的抗病力。抗病力更强的动物具有更强的防御机制。它们不容易受到感染。它们患病并需要用抗生素治疗的机会将会减少。因此，更强的抗病力导致更少的抗生素使用，从而导致更少的抗生素耐药性。

### 母猪群养的必要性

生产上广泛使用的限位栏严格限制母猪活动，除了吃喝拉撒，母猪不能自由活动，免疫力下降，一直处于慢性应激状态，精神状态差，并造成繁殖力下降，不发情、不孕，空怀率升高。母猪群养是一种福利化饲养母猪的替代方式，可以为母猪提供群居、自由活动的环境，提升母猪的健康福利水平和抗病力，减少母猪患病和遭受淘汰的风险，进而减少抗生素的作用。

### 妊娠母猪智能化群养验证试验研究

- 参试动物为二胎的大白母猪 30 头，随机分为限位栏饲养和群养 2 组。
- 群养组圈舍内设有 2 个饮水槽，由电子饲喂站根据母猪配戴的电子耳标自动识别，单独定量饲喂。
- 限位栏组为典型的限位栏，尺寸为 213 cm×61 cm，在栏位的前端有食槽、

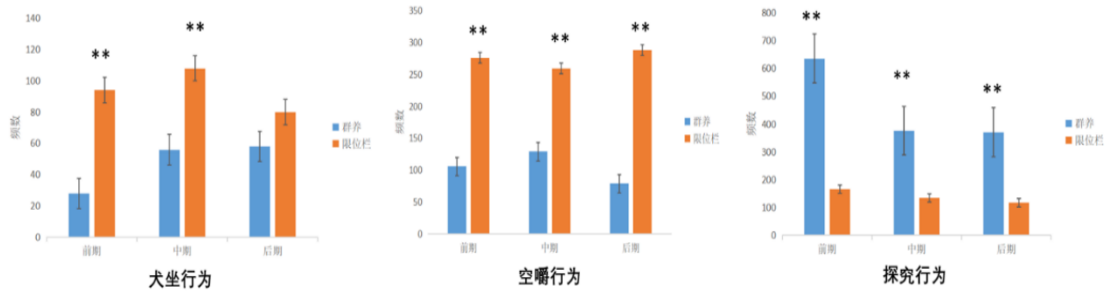
料线和饮水器，由饲养人员统一进行饲喂。

- 在妊娠早期（40 d）、妊娠中期（70 d）、妊娠后期（100 d）摄像，每天每头 8 小时，观察记录站立、坐立、躺卧、空嚼和探究行为发生次数。
- 在妊娠第 41 d、71 d 和 101 d 进行采集血样，测量促肾上腺皮质激素（ACTH）、肾上腺素（A/E）、催乳素（PRL）、皮质醇（COR）以及葡萄糖（Glu）含量。
- 所有的猪在预产期前 3 天转入产房。
- 从群养和限位栏饲养的母猪后代中，选取健康且体重接近的断奶仔猪各 20 头，其中 10 头为试验组肌肉注射 LPS（15 $\mu$ g/kg.BW），模拟动物炎症模型，10 头为对照组注射等量生理盐水。
- 注射前 1h 及注射后 1 h、2 h、3 h、4 h、5 h、6 h，测量耳温。
- 注射 LPS 6 h 后，采集仔猪血液样本，检测肾上腺素（A/E）、皮质醇（COR）、血糖（Glu）及炎症因子 TNF- $\alpha$  的含量。

## 结果

- 妊娠母猪在群养环境下减少了刻板行为的发生，而且增加了探究行为的发生。
- 群养母猪的应激激素水平显著低于限位栏饲养母猪的激素水平。
- 在炎症恢复过程中，群养母猪后代仔猪恢复正常体温显著快于限位栏母猪后代，群养母猪后代仔猪应激激素水平也低于限位栏母猪后代。

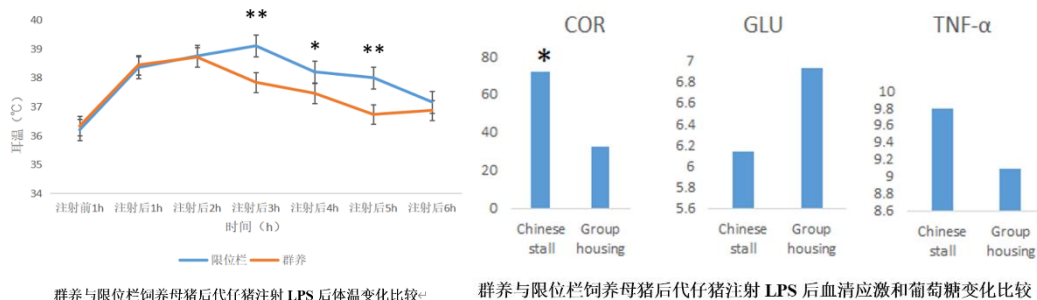




群养与限位栏饲养妊娠母猪的行为比较<sup>4</sup>

群养与限位栏饲养妊娠母猪血清应激激素和葡萄糖比较<sup>4</sup>

激素指标 <sup>4</sup>	限位栏 <sup>4</sup>	群养 <sup>4</sup>	P 值 <sup>4</sup>
妊娠前期 <sup>4</sup>			
促肾上腺皮质激素 (ACTH) <sup>4</sup>	14.04 ± 5.69 <sup>4</sup>	7.16 ± 1.07** <sup>4</sup>	0.0003 <sup>4</sup>
肾上腺素 (A) <sup>4</sup>	0.98 ± 0.18 <sup>4</sup>	0.81 ± 0.17** <sup>4</sup>	0.0025 <sup>4</sup>
妊娠中期 <sup>4</sup>			
肾上腺素 (A) <sup>4</sup>	0.99 ± 0.24 <sup>4</sup>	0.70 ± 0.22** <sup>4</sup>	0.0025 <sup>4</sup>
葡萄糖 (Glu) <sup>4</sup>	3.58 ± 0.89 <sup>4</sup>	4.00 ± 0.34* <sup>4</sup>	0.0252 <sup>4</sup>



群养与限位栏饲养母猪后代仔猪注射 LPS 后体温变化比较<sup>4</sup>

群养与限位栏饲养母猪后代仔猪注射 LPS 后血清应激和葡萄糖变化比较

## 提示

- 群养更有利于妊娠母猪表达自然行为。
- 群养模式下妊娠母猪应激更低，福利水平更高。
- 群养妊娠母猪后代仔猪有更强的疾病抵抗和恢复能力。
- 群养是妊娠母猪的福利养殖模式，在生产中可以推广。

## 有用和信息

- 项目 (YS2017YFGH000712) 课题二的年度科技报告和汇报材料。

## 8 母猪福利产床

### 畜禽健康

在动物饲料中使用抗微生物药物会导致抗微生物药物耐药性的出现和广泛传播，进而影响到人和动物一旦真正传染上传染病时没有安全有效的药物使用。**畜禽健康**是政府间国际科技创新合作重点专项项目（YS2017YFGH000712）的核心目标，旨在通过改善动物的健康和福利来寻找减少畜禽使用抗微生物药物的方法。

### 抗病力

保护动物免受感染的一种方法是增强它们的抗病力。抗病力更强的动物具有更强的防御机制。它们不容易受到感染。它们患病并需要用抗生素治疗的机会将会减少。因此，更强的抗病力导致更少的抗生素使用，从而导致更少的抗生素耐药性。

### 母猪群养的必要性

生产上广泛使用的限位栏严格限制母猪活动，除了吃喝拉撒，母猪不能自由活动，免疫力下降，一直处于慢性应激状态，精神状态差，并造成繁殖力下降。母猪群养是一种福利化饲养母猪的替代方式，可以为母猪提供群居、自由活动的环境，提升母猪的健康福利水平和抗病力，减少母猪患病和遭受淘汰的风险，进而减少抗生素的作用。

### 试验研究

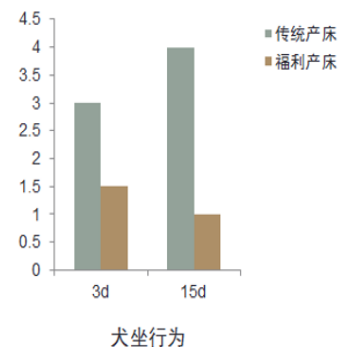
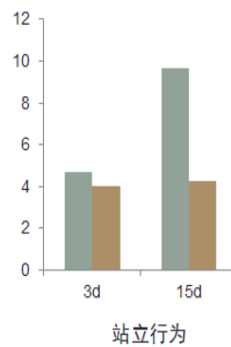
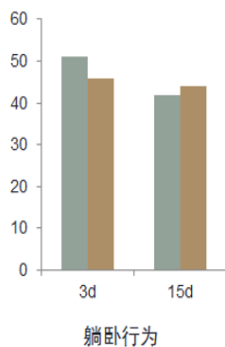
- 基于目前传统产床规格空间狭窄的缺点，研制福利产床，加宽加大产床长度、宽度，并加大的母猪活动空间。
- 参试动物为大白母猪 30 头，随机分为传统产床组和福利产床组。
- 在哺乳早期（3 d）、哺乳中期（15 d）、哺乳后期（27 d）摄像，每天每

头 8 h, 观察记录站立、犬坐、躺卧、空嚼、探究及母性行为发生次数。

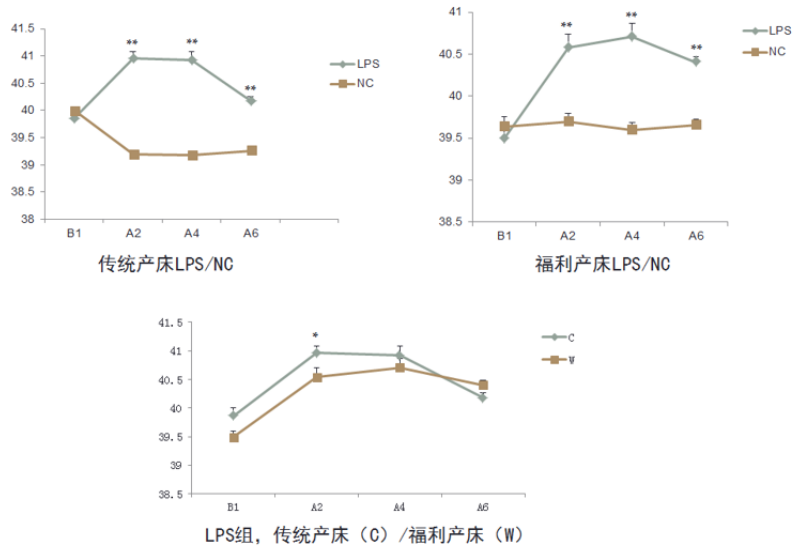
- 在哺乳第 4 d、16 d 和 28 d 进行采集母猪血样, 测量促肾上腺皮质激素 (ACTH)、肾上腺素 (A/E)、催乳素 (PRL)、皮质醇 (COR) 以及葡萄糖 (Glu) 含量 (检测中)。
- 从传统产床组和福利产床组母猪后代中, 选取健康且体重接近的断奶仔猪各 20 头, 其中 10 头为试验组肌肉注射 LPS (15 $\mu$ g/kg.BW) 模拟动物炎症模型, 10 头为对照组注射等量生理盐水。
- 注射前 1h 及注射后 2 h、4 h、6 h, 测量耳温。
- 注射 LPS 6h 后, 采集仔猪血清样本, 检测肾上腺素(A/E)、皮质醇(COR)、血糖 (Glu) 及炎症因子 TNF- $\alpha$  的含量 (检测中)。



规格	福利产栏	传统产圈
长	2.7m	2.0m
宽	2.0m	1.7m
母猪活动范围	50cm	20cm



福利产床及传统产床哺乳母猪行为差异比较<sup>4</sup>



注射 LPS 后福利产床组及传统产床组仔猪耳温变化比较

## 结果

- 福利产床母猪后代仔猪在哺乳中期异常行为（犬坐）和站立行为减少。
- 相比传统产床组，福利产床组母猪后代仔猪体温升高的速度较慢，达到的温度值较低。

## 提示

- 基于异常行为表达的减少，福利产床组母猪的健康和福利水平有可能得到提升。
- 福利产床组母猪后代仔猪对炎症反应的恢复力更强。
- 福利产床能否在生产实际中推广应用还有待深入研究。

## 有用的信息

- 项目（YS2017YFGH000712）课题二的年度科技报告和汇报材料。

## 9 断奶仔猪合生素应用技术

### 畜禽健康

在动物饲料中使用抗微生物药物会导致抗微生物药物耐药性的出现和广泛传播，进而影响到人和动物一旦真正传染上传染病时没有安全有效的药物使用。

**畜禽健康**是政府间国际科技创新合作重点专项项目（YS2017YFGH000712）的核心目标，旨在通过改善动物的健康和福利来寻找减少畜禽使用抗微生物药物的方法。

### 抗病力

保护动物免受感染的一种方法是增强它们的抗病力。抗病力更强的动物具有更强的防御机制。它们不容易受到感染。它们患病并需要用抗生素治疗的机会将会减少。因此，更强的抗病力导致更少的抗生素使用，从而导致更少的抗生素耐药性。

### 益生菌和益生元的功能

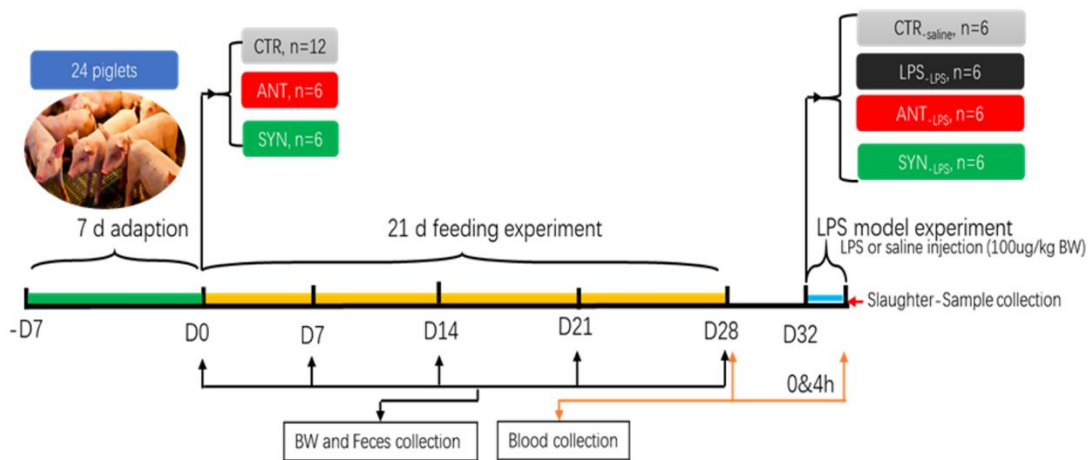
益生菌是一类对动物有益的活性微生物，益生元则是益生菌的作用底物，为益生菌提供营养，二者合在一起统称为合生素，能够改善动物肠道微生态平衡，缓解胃肠不适，调节肠肝循环，预防心血管疾病，从而发挥有益作用，促进动物健康，提高动物抗病力。

### 试验研究

- 参试动物为 27 或 28 日龄杜长大三元杂交断奶阉公猪 24 头（初始体重  $9.09 \pm 0.12$  kg）。
- 随机分为对照组（CTR 组，n=12）、金霉素组（ANT 组，n=6）和合生素组（SYN 组，n=6），试验期 28 d。
- 对照组饲喂无抗基础饲料，金霉素组饲喂无抗基础饲料+75 mg/kg 金霉

素，合生素组饲喂无抗基础饲料+合生素（10 g/kg 的乳果糖和  $1 \times 10^9$  CFU/kg 的凝结芽孢杆菌）。

- 28 日龄采集所有参试动物血液，测定血常规和生化指标。恢复 2 天后，在 32 日龄，将对照组再随机分为 CTR 组和 LPS 组，其中 CTR 组注射生理盐水，LPS 组、抗生素组和合生素组均注射 100ug/kg BW LPS，并在注射前 1 h 和注射后 4 h 期间间断测量所有仔猪的直肠温度。
- 直肠温度测量后，屠宰采集肠道和粪便样本。



试验方案流程图

## 结果

- 金霉素和合生素都能部分改善断奶仔猪腹泻率和料重比，提高饲料表观消化率。
- 在 LPS 应激模型下，合生素组仔猪在注射 LPS 后体温恢复得更快。
- 合生素和金霉素均能部分缓解 LPS 诱导的仔猪肠道损伤。
- 饲料中添加金霉素和合生素，能提高仔猪粪便抗性基因丰度与多样性，显著提高粪便中四环素类抗性基因丰度。
- 添加金霉素和合生素显著提高抗生素靶点保护机制相关抗性基因丰度。
- 质粒、插入序列与抗性基因多样性显著强相关，一些质粒和插入序列对抗性基因的维持可能起到了一定的作用。

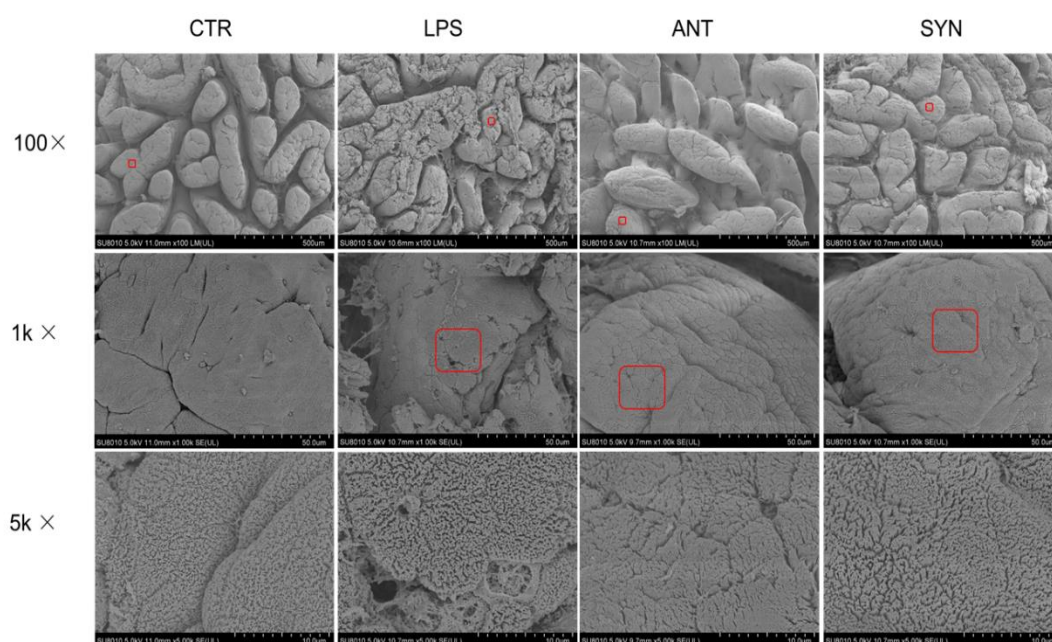
- 合生素组粪便中大肠杆菌耐药率虽然与抗生素组无显著差异，但与抗生素组相比，其大肠杆菌对金霉素 16 mg/L 和 48 mg/L 的耐药率分别降低 25.84%和 32.13%。

## 提示

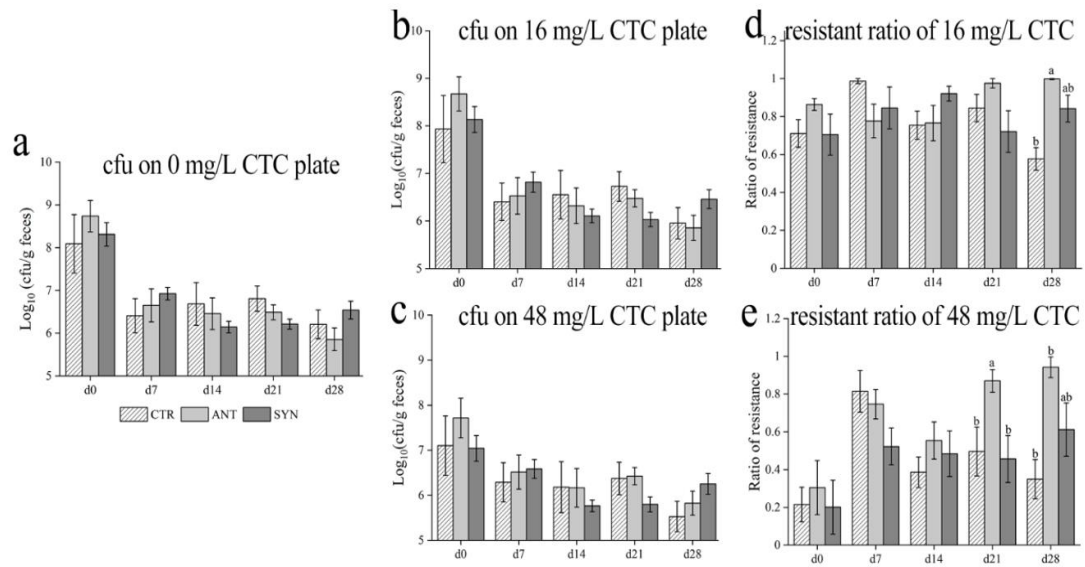
- 基于可以改善断奶仔猪生产性能及其粪便抗性基因丰度与多样性数据，合生素具有促生长、保健康的作用，还能更好地提升动物免疫应激后的恢复力，降低排出的粪便耐药率。

项目 Items <sup>↵</sup>	对照组 <sup>↵</sup>	抗生素组 <sup>↵</sup>	合生素组 <sup>↵</sup>	P 值 <sup>↵ ↵</sup>
总能 GE <sup>↵</sup>	83.49 <sup>b↵</sup>	85.44 <sup>a↵</sup>	85.11 <sup>a↵</sup>	0.007 <sup>↵ ↵</sup>
粗蛋白质 CP <sup>↵</sup>	75.34 <sup>b↵</sup>	79.50 <sup>a↵</sup>	77.24 <sup>ab↵</sup>	0.005 <sup>↵ ↵</sup>
粗脂肪 EE <sup>↵</sup>	73.81 <sup>b↵</sup>	79.08 <sup>a↵</sup>	78.32 <sup>a↵</sup>	0.007 <sup>↵ ↵</sup>
第 0-14d 料重比 F/G <sup>↵</sup>	1.70 <sup>a↵</sup>	1.60 <sup>ab↵</sup>	1.55 <sup>b↵</sup>	0.039 <sup>↵ ↵</sup>

合生素降低料重比，提高饲料表观消化率



合生素和抗生素能不同程度地缓解 LPS 诱导的仔猪肠道损伤



相比抗生素组，合生素组粪便中大肠杆菌对 16mg/L、48mg/L 金霉素  
耐药率分别降低 25.84%和 32.13%<sup>c,d</sup>

## 有用的信息

- 项目（YS2017YFGH000712）课题二的年度科技报告和汇报材料。



## 10 基于自动饲喂站系统的猪只个体识别技术

### 畜禽健康

在动物饲料中使用抗微生物药物会导致抗微生物药物耐药性的出现和广泛传播，进而影响到人和动物一旦真正传染上传染病时没有安全有效的药物使用。

**畜禽健康**是政府间国际科技创新合作重点专项项目（YS2017YFGH000712）的核心目标，旨在通过改善动物的健康和福利来寻找减少畜禽使用抗微生物药物的方法。

### 早期监测

持续监测动物日常行为或动物发病阶段发生的行为变化对早期发现动物健康问题具有重大价值。早期可以监测的动物信息包括采食、饮水、排便、运动、姿势以及声音、体重、体温等的变化。应用精准畜牧业的自动化、智能化技术可早期发现动物出现的健康问题，如消化系统、呼吸道疾病等。越早发现动物健康状况恶化，就能越早采取缓解措施，防止问题进一步升级。这将减少治疗传染病的抗微生物药物使用量。此外，这些技术的应用将有利于提高动物的福利及其生产性能。它还将带来明显的经济优势，因为可以在治疗成本以及生产损失大幅上升之前进行诊断和干预。

### 猪只自动饲喂站系统改制开发

- 基于 RFID 的猪个体识别。
- 通道内加装地磅，采集猪体重数据。
- 饲喂区配自动投料系统和饮水器，饮水器和供水管之间加装流量传感器，采集饮水量信息。
- 饲喂站旁边装有 Kinect 深度相机，采集猪只深度图像信息。
- 饲喂站旁边加装热红外成像仪，采集猪只体温信息。

## 结果

- 实现稳定采集猪只个体身份、猪只体重、采食量、饮水量、咳嗽音频、kinect 深度图像、热红外图像等数据。



## 提示

- 随时采集猪只个体相关信息，为精准饲喂福利养殖提供早期识别猪只健康状况的实时数据。

## 有用的信息

- 项目（YS2017YFGH000712）课题三的年度科技报告和汇报材料。
- 施宏，沈明霞，刘龙申，陆明洲，孙玉文，刘志刚. 2019. 基于 Kinect 的哺乳期母猪姿态识别算法的研究. 南京农业大学学报, 42(1): 177-183.
- 刘龙申，舒翠霓，李波，沈明霞，太猛，刘康. 2022. 基于 EfficientDet 的围产期母猪姿态识别与分析. 农业机械学报, <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1964.S.20220224.1245.027.html>.
- Mingzhou Lua, Ju Heb, Chao Chen, Cedric Okinda, Mingxia Shen, Longshen Liu, Wen Yao, Tomas Norton, Daniel Berckmans. 2018. An automatic ear base temperature extraction method for top view piglet thermal image. Computers and Electronics in Agriculture, 155: 339-347.

## 11 基于深度图像的猪只体重估测技术

### 畜禽健康

在动物饲料中使用抗微生物药物会导致抗微生物药物耐药性的出现和广泛传播，进而影响到人和动物一旦真正传染上传染病时没有安全有效的药物使用。**畜禽健康**是政府间国际科技创新合作重点专项项目（YS2017YFGH000712）的核心目标，旨在通过改善动物的健康和福利来寻找减少畜禽使用抗微生物药物的方法。

### 早期监测

持续监测动物日常行为或动物发病阶段发生的行为变化对早期发现动物健康问题具有重大价值。早期可以监测的动物信息包括采食、饮水、排便、运动、姿势以及声音、体重、体温等的变化。应用精准畜牧业的自动化、智能化技术可早期发现动物出现的健康问题，如消化系统、呼吸道疾病等。越早发现动物健康状况恶化，就能越早采取缓解措施，防止问题进一步升级。这将减少治疗传染病的抗微生物药物使用量。此外，这些技术的应用将有利于提高动物的福利及其生产性能。它还将带来明显的经济优势，因为可以在治疗成本以及生产损失大幅上升之前进行诊断和干预。

### 无接触估测体重的重要性

体重是猪只养殖中所关注的主要生长指标之一，是反映动物生长发育、生产性能的综合性指标。因此，必须定期抽测猪只体重，以便及时调整饲养管理措施。传统称重方法对动物干扰很大，容易造成应激，影响生产和动物福利。通过无接触式的方式定期估测猪只体重显得尤其重要。

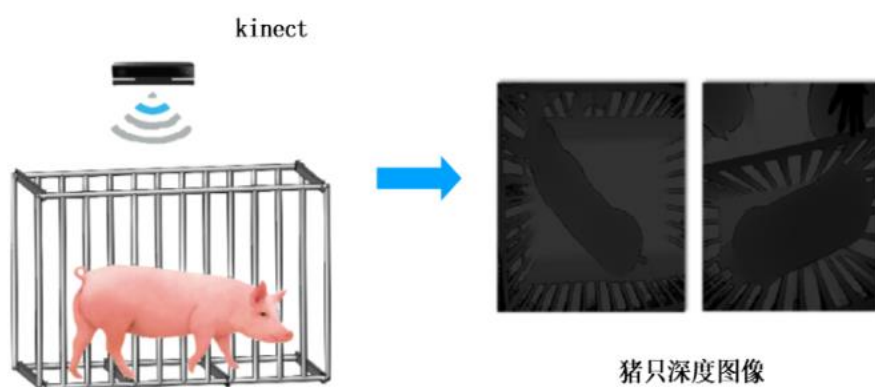
### 研发过程

- 利用 kinect 2.0 的 SDK 开发了深度图像采集程序，将 kinect 固定在猪只栏位正上方 1.7 m 处，以俯拍的方式获取育肥猪的深度图像数据。

- 利用游标卡尺测量猪只体尺数据，用于修正 kinect 计算的猪只体尺。
- 对深度图像进行识别、分割等预处理，操作后得到猪只体长、体高、臀宽、臀高和肩宽等特征信息。
- 通过猪只体长、体高、臀宽、臀高、肩宽及背部面积等特征参数对 BP 神经网络进行训练，获得猪只体重估测模型。

## 结果

- 估测体重和实测值的相关系数为 0.986，准确率高达 98%，模型具有较高的估测精度。



## 提示

- 基于深度图像猪只体重估测可以达到很高的准确率，在生产上具有早期识别动物异常情况的应用潜能。

## 有用的信息

- 项目（YS2017YFGH000712）课题三的年度科技报告和汇报材料。
- 施宏，沈明霞，刘龙申，陆明洲，孙玉文，刘志刚. 基于 Kinect 的哺乳期母猪姿态识别算法的研究. 南京农业大学学报, 2019, 42(01): 177-183.
- 基于母猪关键部位与环境联合分区的母猪侧卧姿态实时检测系统. 中国, 发明专利, 申请号: CN 201910434342.7

## 12 基于红外热成像的猪只体温监测技术

### 畜禽健康

在动物饲料中使用抗微生物药物会导致抗微生物药物耐药性的出现和广泛传播，进而影响到人和动物一旦真正传染上传染病时没有安全有效的药物使用。**畜禽健康**是政府间国际科技创新合作重点专项项目（YS2017YFGH000712）的核心目标，旨在通过改善动物的健康和福利来寻找减少畜禽使用抗微生物药物的方法。

### 早期监测

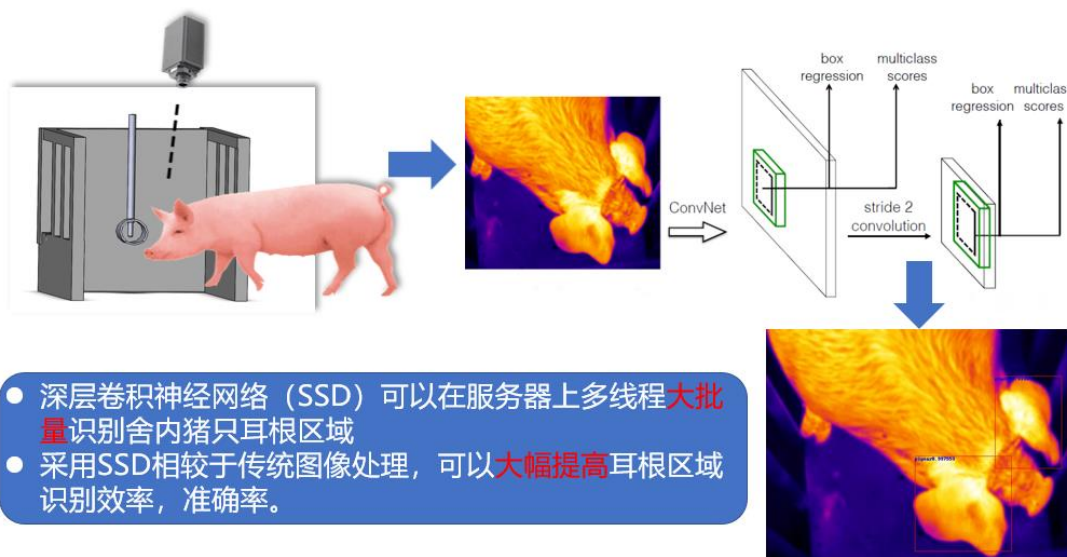
持续监测动物日常行为或动物发病阶段发生的行为变化对早期发现动物健康问题具有重大价值。早期可以监测的动物信息包括采食、饮水、排便、运动、姿势以及声音、体重、体温等的变化。应用精准畜牧业的自动化、智能化技术可早期发现动物出现的健康问题，如消化系统、呼吸道疾病等。越早发现动物健康状况恶化，就能越早采取缓解措施，防止问题进一步升级。这将减少治疗传染病的抗微生物药物使用量。此外，这些技术的应用将有利于提高动物的福利及其生产性能。它还将带来明显的经济优势，因为可以在治疗成本以及生产损失大幅上升之前进行诊断和干预。

### 非侵入式自动监测猪只体温的重要性

体温异常是疾病的直接表征，及早发现这种异常，可以采取减少经济损失。传统方法采用兽用体温计或温枪测量猪只体温，存在人工需求大、猪只应激大、测温误差大、耗时长、效率低等弊端。急需开发猪只体温自动检测系统，实时自动获取猪只的体温数据，及时发现体温异常升高或者波动，向饲养员报警，及早采取预防措施，及时处理，避免产生疾病传染和经济损失，保障猪舍内猪只的健康，减少猪只因发病检测不及时导致的死亡，为提高猪只的智能化、自动化福利养殖水平提供技术支撑。

## 开发过程与结果

- 采用红外热像仪采集生猪耳根区域热红外数据。
- 使用体温计读取生猪直肠温度。
- 采集红外数据时读取温湿度及光照度。
- 采用深层卷积神经网络（SSD）模型识别感兴趣区域。
- 模型在测试集上的查准率与查全率分别为 96.77%和 100%。
- 采用深层卷积神经网络（SSD）在服务器上多线程大批量识别舍内猪只耳根区域。
- 采用 SSD 模型相较于传统图像处理，可以大幅提高耳根区域识别效率，准确率。
- 以猪只直肠温度为目标变量，建立 BP 神经网络回归模型，实现对生猪直肠温度的预测。
- 最终基于 BP 神经网络的猪只体温反演模型在测试集上的相对误差分别为 0.91%。



## 提示

- 新开发的方法可以实现自动化与智能化非接触式猪只体温识别，减小传统体温计读温的误差，减少人工，节约成本，并可以实现体温报警，提前采取预防与治疗措施，避免经济损失。

- 以猪只饲喂站为应用场景，搭载猪只体温识别系统，可以实现猪只身份定位和猪只体温检测。

## 有用的信息

- 项目（YS2017YFGH000712）课题三的年度科技报告和汇报材料。
- Mingzhou Lu, Ju He, Chao Chen, Cedric Okinda, Mingxia Shen, Longshen Liu, Wen Yao, Tomas Norton, Daniel Berckmans. 2018. An automatic ear base temperature extraction method for top view piglet thermal image. *Computers and electronics in agriculture*, 155: 339-347.
- 孙玉文, 云苏乐, 刘龙申等. 基于热红外技术的种猪体温监测系统及方法. 中国, 发明专利, 专利号: ZL 201810932394.2.
- 孙玉文, 薛鸿翔, 沈明霞, 刘龙申, 陆明洲, 姚文, 赵茹茜, 许志强, 张伟, 庄超. 基于热红外的猪只发热自动监测诊断系统. 中国, 发明专利, 专利号: ZL 201910600734.6.

## 13 基于音频的猪只呼吸系统疾病监测技术

### 畜禽健康

在动物饲料中使用抗微生物药物会导致抗微生物药物耐药性的出现和广泛传播，进而影响到人和动物一旦真正传染上传染病时没有安全有效的药物使用。**畜禽健康**是政府间国际科技创新合作重点专项项目（YS2017YFGH000712）的核心目标，旨在通过改善动物的健康和福利来寻找减少畜禽使用抗微生物药物的方法。

### 早期监测

持续监测动物日常行为或动物发病阶段发生的行为变化对早期发现动物健康问题具有重大价值。早期可以监测的动物信息包括采食、饮水、排便、运动、姿势以及声音、体重、体温等的变化。应用精准畜牧业的自动化、智能化技术可早期发现动物出现的健康问题，如消化系统、呼吸道疾病等。越早发现动物健康状况恶化，就能越早采取缓解措施，防止问题进一步升级。这将减少治疗传染病的抗微生物药物使用量。此外，这些技术的应用将有利于提高动物的福利及其生产性能。它还将带来明显的经济优势，因为可以在治疗成本以及生产损失大幅上升之前进行诊断和干预。

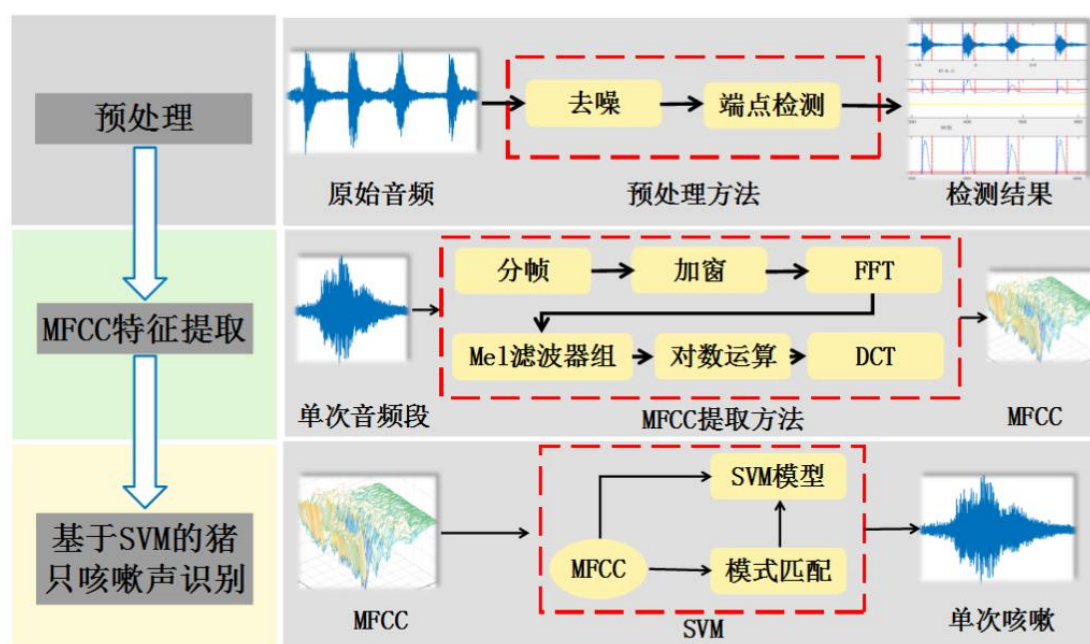
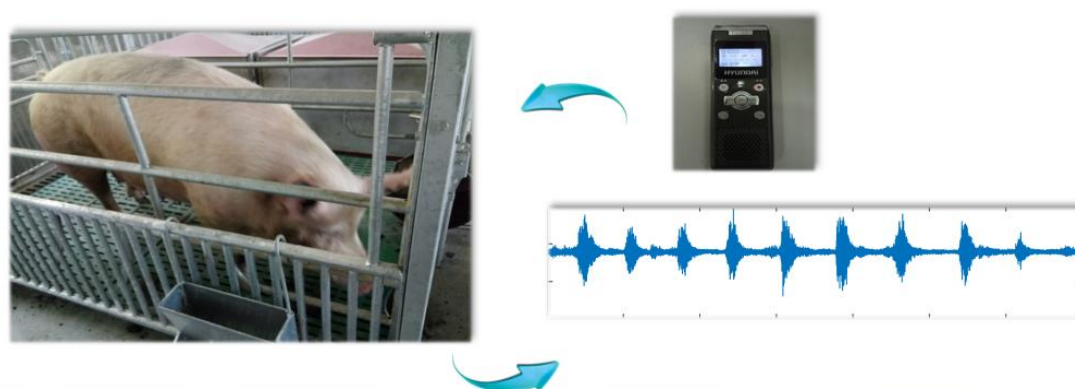
### 呼吸系统疾病自动监测的必要性

在规模化、集约化的生猪养殖中，猪的呼吸系统已经成为猪只饲养过程中最常见、危害最严重的疾病之一。对于猪只呼吸系统疾病的预警，目前传统的监测方法主要是通过人工监测，该方法主要依靠饲养员的经验，非常耗时，并且主观性强，可行性差，尤其在饲养密度较大的情况下，饲养员很难对患病猪只咳嗽声进行鉴别，因而无法及时发现患病猪只个体。针对咳嗽声作为呼吸系统疾病的主要症状，可以通过自动检测猪只咳嗽声的变化规律，实现对猪只呼吸系统疾病的早期预警。



## 开发过程及结果

- 选择梅山猪作为研究对象，包括健康个体和患病个体。
- 夜间采集猪音频，以避免环境噪声干扰。
- 对音频数据进行去噪、分帧加窗、端点检测、插值预处理。
- 提取并优化特征参数。
- 建立猪只咳嗽声分类 SVM 识别模型。
- 在非静默段音频中，SVM 模型对咳嗽音频的识别准确率为 94.84%。



## 提示

- 通过获取患有呼吸系统疾病的猪只夜间咳嗽声，分析连续咳嗽声音数据，识别咳嗽音频段，判断相邻咳嗽声是否连续，可以获取连续咳嗽音频特

征，进而判断猪患病情况。

- 该技术完善后具有实际应用价值。

## 有用的信息

- 项目（YS2017YFGH000712）课题三的年度科技报告和汇报材料。
- 沈明霞，张海林，刘龙申等.基于声学分析的母猪呼吸系统疾病预警系统.中国，发明专利，授权号：ZL 201810948774.5。
- 沈明霞，王梦雨，刘龙申，陈佳，太猛，张伟.2021. 基于深度神经网络的猪咳嗽声识别方法 . 农业机械学报 , <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1964.S.20220224.1021.008.html>.

## 14 基于机器视觉的断奶仔猪腹泻检测技术

### 畜禽健康

在动物饲料中使用抗微生物药物会导致抗微生物药物耐药性的出现和广泛传播，进而影响到人和动物一旦真正传染上传染病时没有安全有效的药物使用。

**畜禽健康**是政府间国际科技创新合作重点专项项目（YS2017YFGH000712）的核心目标，旨在通过改善动物的健康和福利来寻找减少畜禽使用抗微生物药物的方法。

### 早期监测

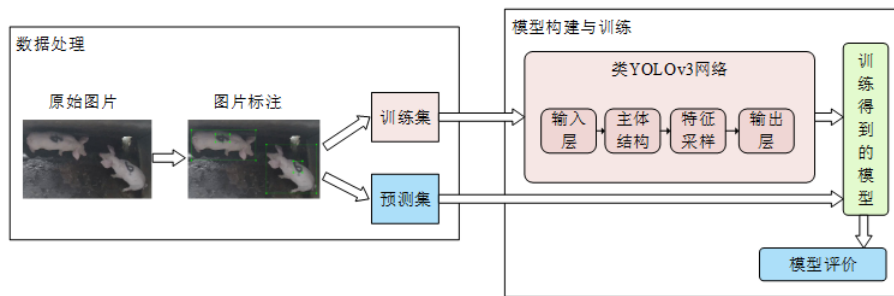
持续监测动物日常行为或动物发病阶段发生的行为变化对早期发现动物健康问题具有重大价值。早期可以监测的动物信息包括采食、饮水、排便、运动、姿势以及声音、体重、体温等的变化。应用精准畜牧业的自动化、智能化技术可早期发现动物出现的健康问题，如消化系统、呼吸道疾病等。越早发现动物健康状况恶化，就能越早采取缓解措施，防止问题进一步升级。这将减少治疗传染病的抗微生物药物使用量。此外，这些技术的应用将有利于提高动物的福利及其生产性能。它还将带来明显的经济优势，因为可以在治疗成本以及生产损失大幅上升之前进行诊断和干预。

### 断奶仔猪腹泻及早诊断的意义

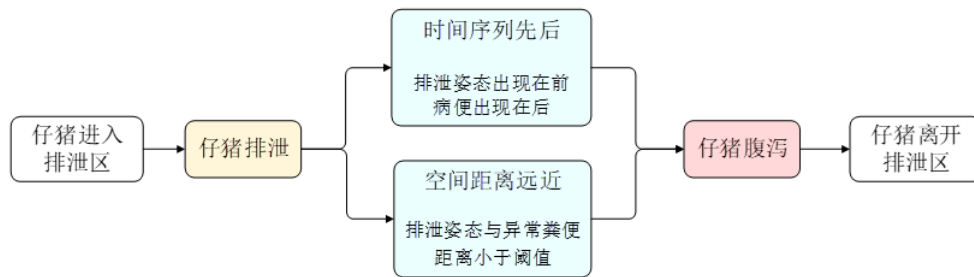
断奶仔猪腹泻是断奶仔猪感染了病原微生物或寄生虫后发生的一种常见的肠道传染性疾病。该病十分普遍，在世界范围内广泛流行，可以导致仔猪成活率降低、生长发育缓慢，造成巨大的经济损失。尽早诊断断奶仔猪发生腹泻，对及时采取治疗措施防止病情加重、减少动物痛苦、节约抗生素的作用等方面均有重要意义。传统的人工观察动物腹泻手段无法 24 h 连续、定点进行，容易导致人畜共患病。机器视觉技术因其易安装、无侵入、无间断监测等优点，近年来成为检测生猪养殖状况、评价猪只福利的重要技术手段之一。

## 研发方法、步骤及结果

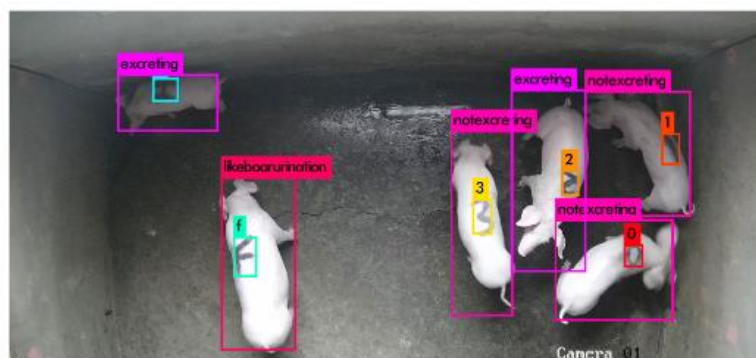
- 搭建试验场景，获得腹泻行为和粪便形态数据。
- 利用深层卷积神经网络建立仔猪背部编号、排泄姿态、异常粪便三合一目标检测模型。
- 利用时空信息融合判定法自动识别断病猪。
- 姿态识别模型对排泄姿态的识别准确率高于 90%。
- 断奶仔猪腹泻识别的准确率和召回率分别为 97.92%和 95.92%。



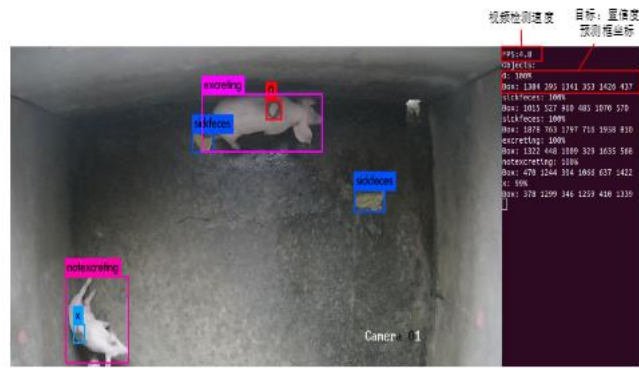
仔猪腹泻检测模型训练流程



时空信息融合判断法检测仔猪腹泻流程图



基于最佳模型的排泄区腹泻仔猪姿态及背部编号识别



**排泄区腹泻仔猪视频检测**

## 提示

- 本研究融合了断奶仔猪的腹泻行为和粪便形态特征，建立了基于机器视觉的断奶仔猪腹泻检测技术，对腹泻仔猪身份识别能力很强，具有一定的生产应用可行性。

## 有用的信息

- 项目（YS2017YFGH000712）课题三的年度科技报告和汇报材料。
- 丁静，沈明霞，刘龙申，孙玉文，陆明洲，姚文，张海林.2020. 基于机器视觉的断奶仔猪腹泻自动识别方法. 南京农业大学学报, 43(5): 969-978.

## 15 猪中兽药健康养殖减抗方案

### 畜禽健康

在动物饲料中使用抗微生物药物会导致抗微生物药物耐药性的出现和广泛传播，进而影响到人和动物一旦真正传染上传染病时没有安全有效的药物使用。**畜禽健康**是政府间国际科技创新合作重点专项项目（YS2017YFGH000712）的核心目标，旨在通过改善动物的健康和福利来寻找减少畜禽使用抗微生物药物的方法。

### 精准用药的必要性

精准用药是精准兽医学的重要组成。除了为动物提供更具针对性和有效性的诊断治疗措施外，需要从更深入、更精准的角度，促进合理用药，并发挥中兽药辨证施治、祛邪扶正、消炎解毒等的独特作用，促进动物机体产生特异和非特异免疫功能，增强细胞和体液的免疫力，实现保健、预防疾病和和治疗疾病的一体化有机链接，达到标本兼治、提升治疗效果的目的，同时有望减少抗生素的使用和细菌抗药性的产生。

### 中兽药在猪上的应用

在兽药研发中，中兽药已被评价能产生免疫刺激作用，改善动物体内微生物群的平衡，消除有害病原体繁殖，减少动物感染病原和患病风险，扩大治疗用药的选择性，减少预防或治疗性抗生素的使用。由此带来一系列好处，如增强胃肠道、呼吸等系统功能，提高机体免疫力，改善健康状况。这些有益效应对动物整体生产性能和农场盈利能力产生积极影响。

### 减抗方案研究

- 猪中兽药健康养殖减抗方案主要选用健脾补血、清热解毒、补中益气的中兽药产品。
- 聚焦仔猪、产后母猪的特殊生理生长阶段和易得疾病的类型，进行保健、治疗多功能选配药品。

- 方案覆盖购买过来源的中兽药，如商品药、中试产品。
- 用药多样化，如单一用药或联合用药。

## 结果

- 该方案能够有效防治仔猪胃肠道疾病、呼吸道疾病、球虫病和部分感染性疾病。
- 正确使用该方案可降低仔猪和产后母猪疾病发病率，提高成活率，减少抗生素使用种类和使用量。

### 猪中兽药健康养殖减抗方案

保健周期	用药	功能主治	用法用量	使用建议	备注
仔猪保健	苍朴口服液	仔猪黄白痢及胃肠道感染	2mL/头，1次/日，连用3日，灌服	建议1-3日龄	商品
	五味常青颗粒	猪球虫病	1g/1L，1次/日，连用10日，饮水	建议5-15日龄，可根据猪场发病情况选用	商品
	双黄连口服液	呼吸道混合感染	5mL/头，1次/日，连用10日，灌服或饮水	建议30-40日龄，也可根据猪场发病情况，在常发前10日龄，混合感染使用双黄连口服液，流感等使用清瘟败毒散	商品
	清瘟败毒散	猪流感、气喘病、蓝耳病、圆环病毒、慢性猪瘟	10g/5kg饲料，1次/日，连用10日，拌料饲喂		商品
产后保健	益母生化散	子宫内膜炎，子宫复旧	100g/头，2次/日，连用3-5日，灌服	建议产后1-5日，联合用药，连用5日，也可根据母猪产后状况，单一用药	商品
	通乳散	缺乳少乳	50g/头，2次/日，连用3-5日，灌服		中试产品

## 提示

- 中兽药健康养殖减抗方案应用性强，对减抗、减少抗菌微生物的产生意义重大。
- 正确实施中兽药健康养殖减抗方案，可以促进养猪业健康可持续绿色发展，提高养殖效能。

## 有用的信息

- 项目（YS2017YFGH000712）课题四的年度科技报告和汇报材料。
- 郭志廷，付鹏程，张康，刘莲，张凯，李建喜. 2021. 参姜止痢合剂治疗仔猪黄痢的临床疗效评价. 中国动物传染病学报, <https://doi.org/10.19958/j.cnki.cn31-2031/s.20210827.001>.

## 16 抗仔猪黄白痢的中药制剂参姜止痢合剂

### 畜禽健康

在动物饲料中使用抗微生物药物会导致抗微生物药物耐药性的出现和广泛传播，进而影响到人和动物一旦真正传染上传染病时没有安全有效的药物使用。**畜禽健康**是政府间国际科技创新合作重点专项项目（YS2017YFGH000712）的核心目标，旨在通过改善动物的健康和福利来寻找减少畜禽使用抗微生物药物的方法。

### 精准用药的必要性

精准用药是精准兽医学的重要组成。除了为动物提供更具针对性和有效性的诊断治疗措施外，需要从更深入、更精准的角度，促进合理用药，并发挥中兽药辨证施治、祛邪扶正、消炎解毒等的独特作用，促进动物机体产生特异和非特异免疫功能，增强细胞和体液的免疫力，实现保健、预防疾病和和治疗疾病的一体化有机链接，达到标本兼治、提升治疗效果的目的，同时有望减少抗生素的使用和细菌抗药性的产生。

### 中兽药在猪上的应用

在兽药研发中，中兽药已被评价能产生免疫刺激作用，改善动物体内微生物群的平衡，消除有害病原体繁殖，减少动物感染病原和患病风险，扩大治疗用药的选择性，减少预防或治疗性抗生素的使用。由此带来一系列好处，如增强胃肠道、呼吸等系统功能，提高机体免疫力，改善健康状况。这些有益效应对动物整体生产性能和农场盈利能力产生积极影响。

### 产品研发与结果

- 参姜止痢合剂为主治仔猪黄白痢的纯中药制剂，由苦参、干姜等组成。
- 从甘肃省白银市景泰县、兰州市永登县、定西市安定区分别选择一个养猪场，通过流行病学调查、临床症状观察（排出黄色稀粪）和实验室细



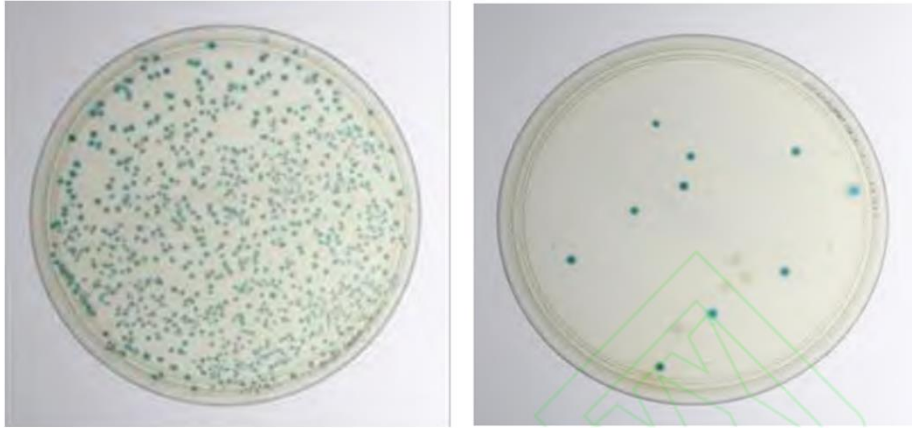
菌学检查（大肠杆菌感染），确诊仔猪（1~3 日龄）黄痢病例。

- 每头确诊病猪，每天给药 3~5 mL，1 次/天，连用 2~3 天。药物使用前摇匀，候温灌服。
- 给药后仔猪腹泻停止，精神状态和饮食恢复正常，实验室细菌学检查病猪粪便中大肠杆菌数量明显减少，即判为治愈。
- 对甘肃 3 家猪场临床患黄白痢的仔猪灌服参姜止痢合剂 2-3 天，治愈率平均达到 86.9%。



仔猪肛门周围变化观察

A: 健康; B: 黄痢; C: 治愈



给药前后仔猪粪便中大肠杆菌数<sup>←</sup>

A: 黄痢; B: 治愈<sup>←</sup>

## 提示

- 使用纯中药制剂参姜止痢合剂，可以有效治疗仔猪黄白痢，治愈率达 80% 以上，一定程度上降低了抗生素和化学药物的使用量。

## 有用的信息

- 项目（YS2017YFGH000712）课题四的年度科技报告和汇报材料。
- 孙晶，王立艳. 2003. 苦参药理作用及临床应用综述. 黑龙江医药, 6: 526-527.

## 17 治疗母猪产褥热的柴胡口服液

### 畜禽健康

在动物饲料中使用抗微生物药物会导致抗微生物药物耐药性的出现和广泛传播，进而影响到人和动物一旦真正传染上传染病时没有安全有效的药物使用。**畜禽健康**是政府间国际科技创新合作重点专项项目（YS2017YFGH000712）的核心目标，旨在通过改善动物的健康和福利来寻找减少畜禽使用抗微生物药物的方法。

### 精准用药的必要性

精准用药是精准兽医学的重要组成。除了为动物提供更具针对性和有效性的诊断治疗措施外，需要从更深入、更精准的角度，促进合理用药，并发挥中兽药辨证施治、祛邪扶正、消炎解毒等的独特作用，促进动物机体产生特异和非特异免疫功能，增强细胞和体液的免疫力，实现保健、预防疾病和和治疗疾病的一体化有机链接，达到标本兼治、提升治疗效果的目的，同时有望减少抗生素的使用和细菌抗药性的产生。

### 中兽药在猪上的应用

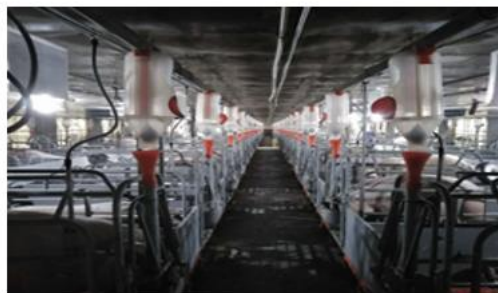
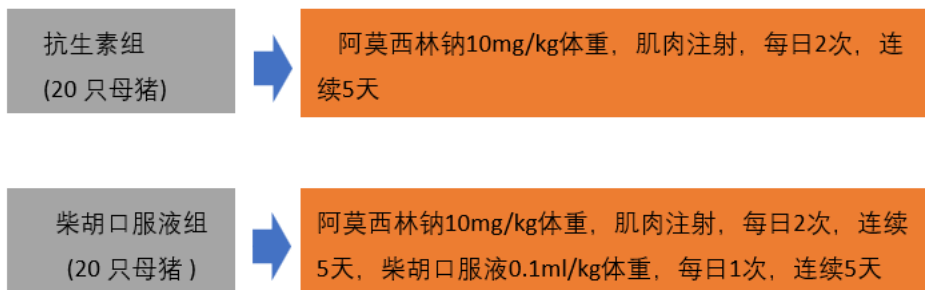
在兽药研发中，中兽药已被评价能产生免疫刺激作用，改善动物体内微生物群的平衡，消除有害病原体繁殖，减少动物感染病原和患病风险，扩大治疗用药的选择性，减少预防或治疗性抗生素的使用。由此带来一系列好处，如增强胃肠道、呼吸等系统功能，提高机体免疫力，改善健康状况。这些有益效应对动物整体生产性能和农场盈利能力产生积极影响。

### 评价过程

- 根据《猪病中西医综合防治大全》等书籍和相关文献中制定母猪产褥热临床症状。
- 明确动物入组标准：体温 $\geq 39.5^{\circ}\text{C}$ ；确诊具有产褥热的其他临床症状；发

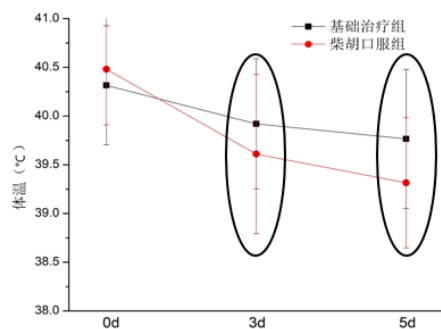
病在 24 小时内。

- 明确动物排除标准 ①病情严重，濒临死亡；②已使用过其他药物进行治疗；③曾患有口蹄疫、布氏杆菌病等人兽共患病。
- 从确诊患产褥热的 40 头产后母猪中，随机化筛选出 20 头分别分为基础治疗组和柴胡口服液组 2 组。
- 基础治疗组肌注阿莫西林钠 10 mg/kg 体重，一日 2 次，连用 5 天，进行基础治疗。
- 柴胡口服液组在基础治疗的基础上给予柴胡口服液 0.1 ml/kg 体重进行辅助治疗，一日 1 次，连用 5 天。

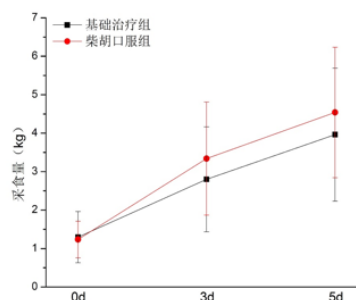
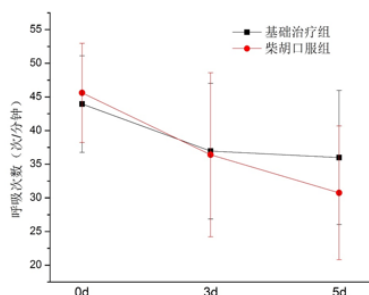


## 治疗效果

- 第三天柴胡口服液组母猪体温明显降低，炎症反应明显减轻。



第三天柴胡口服液组母猪体温明显降低。提示柴胡口服液能帮助抗生素快速减轻产褥热母猪的发热症状。



柴胡口服液作为辅助治疗，不仅降低了产褥热母猪的呼吸率，而且提高了母猪的采食量。

血常规检测					
组别	白细胞 $\times 10^9/L$	红细胞 $\times 10^{12}/l$	血红蛋白 $g/L$	红细胞压积%	血小板 $\times 10^9/L$
正常治疗组0d	16.64 $\pm$ 4.24	5.915 $\pm$ 1.288	115.0 $\pm$ 34.8	37.53 $\pm$ 6.57	254.2 $\pm$ 44.6
柴胡口服液组0d	17.67 $\pm$ 4.40	5.352 $\pm$ 1.032	93.5 $\pm$ 15.6	32.11 $\pm$ 5.29	232.7 $\pm$ 60.8
正常治疗组5d	14.96 $\pm$ 2.22	5.564 $\pm$ 0.717	110.3 $\pm$ 13.1	37.13 $\pm$ 3.97	253.4 $\pm$ 79.1
柴胡口服液组5d	14.01 $\pm$ 2.17	5.798 $\pm$ 0.884	115.9 $\pm$ 18.9	38.79 $\pm$ 6.28	215.9 $\pm$ 56.8

柴胡口服液组与正常治疗组相比，在第5天时白细胞数明显降低，有利于减轻炎症反应

## 提示

- 提示柴胡口服液能帮助抗生素快速减轻产褥热母猪的发热症状。

## 有用的信息

- 项目（YS2017YFGH000712）课题四的年度科技报告和汇报材料。

## 18 基于动物肠道免疫保护的发酵黄芪添加剂

### 畜禽健康

在动物饲料中使用抗微生物药物会导致抗微生物药物耐药性的出现和广泛传播，进而影响到人和动物一旦真正传染上传染病时没有安全有效的药物使用。**畜禽健康**是政府间国际科技创新合作重点专项项目（YS2017YFGH000712）的核心目标，旨在通过改善动物的健康和福利来寻找减少畜禽使用抗微生物药物的方法。

### 精准用药的必要性

精准用药是精准兽医学的重要组成。除了为动物提供更具针对性和有效性的诊断治疗措施外，需要从更深入、更精准的角度，促进合理用药，并发挥中兽药辨证施治、祛邪扶正、消炎解毒等的独特作用，促进动物机体产生特异和非特异免疫功能，增强细胞和体液的免疫力，实现保健、预防疾病和和治疗疾病的一体化有机链接，达到标本兼治、提升治疗效果的目的，同时有望减少抗生素的使用和细菌抗药性的产生。

### 中兽药在动物上的应用

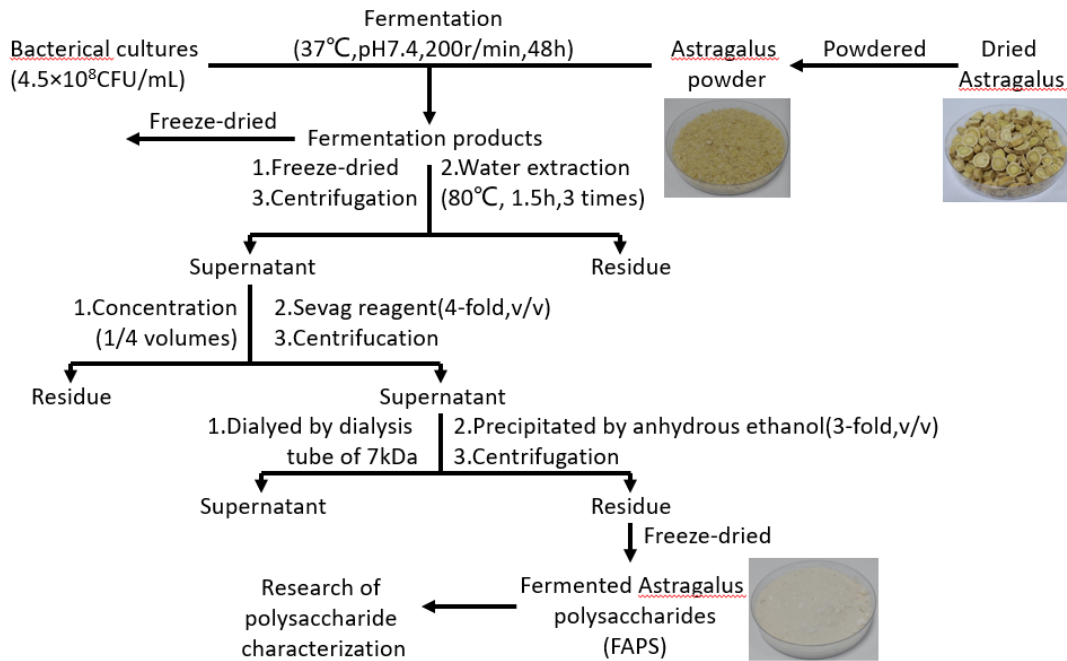
在兽药研发中，中兽药已被评价能产生免疫刺激作用，改善动物体内微生物群的平衡，消除有害病原体繁殖，减少动物感染病原和患病风险，扩大治疗用药的选择性，减少预防或治疗性抗生素的使用。由此带来一系列好处，如增强胃肠道、呼吸等系统功能，提高机体免疫力，改善健康状况。这些有益效应对动物整体生产性能和农场盈利能力产生积极影响。

### 研发研究

- 通过原料粉碎、细菌发酵、冻干、水提、离心、浓缩等步骤制取发酵黄芪添加剂（FAPS）。
- 以小鼠为实验动物，连续 3 d 腹腔注射 60 mg/kg 环磷酰胺（CY），建

立肠道黏膜免疫抑制模型 (M)，连续 10 d 灌胃 200、400、600 mg/kg FAPS，开展 FAPS 作用机制研究。

- 在鸡饲料中添加 1% 发酵黄芪添加剂，开展使用效果验证。

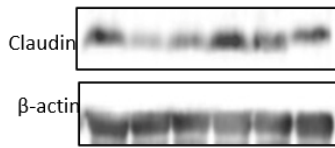
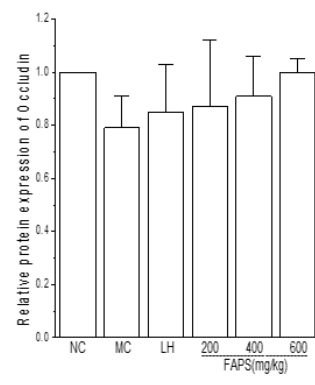
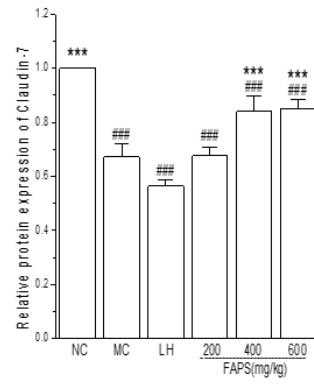
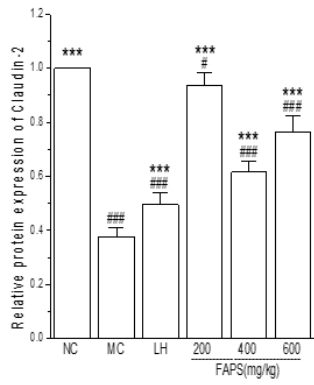


## 结果

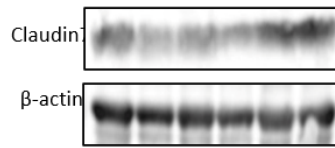
- 灌胃 400、600 mg/kg FAPS 后，可恢复小鼠体重、免疫器官指数、白细胞计数、肠道组织形态，促进 SIgA 分泌，可促进 E-cadherin、Occludin、ZO-1、ZO-2、ZO-3、Cingulin、Claudin-2 的基因表达，也可促进 ZO-1、E-cadherin、Claudin-2、Claudin-7 的蛋白表达。
- 1% 发酵黄芪添加剂能够促进鸡的免疫器官发育，促进免疫细胞增殖，促进鸡的生产性能，减少料肉比。

## 提示

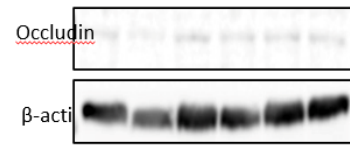
- 中、高剂量发酵黄芪多糖可通过调节肠上皮细胞屏障功能，保护和维持 TJ/AJ 蛋白的表达和完整性，改善环磷酸胺引起的肠粘膜损伤。
- 发酵黄芪多糖添加剂可以促进动物肠道健康和免疫功能。



Effects of FAPS on intestinal Claudin-2 protein expression



Effects of FAPS on intestinal Claudin-7 protein expression



Effects of FAPS on intestinal Occludin protein expression

## 有用的信息

- 项目（YS2017YFGH000712）课题四的年度科技报告和汇报材料。