



种养循环农业助力 “碳达峰碳中和”

印 遇 龙

汇报提纲

CONTENTS

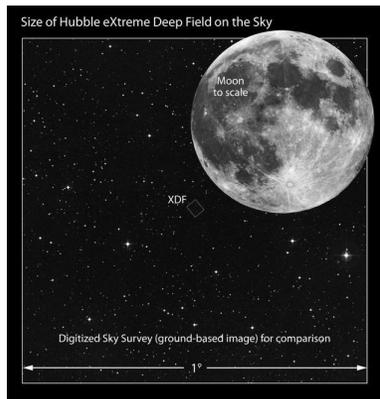
- 一 背景与意义
- 二 畜牧业碳达峰碳中和策略
- 三 未来设想与目标

背景与意义

- ◆ 从太空上看地球，地球正在逐渐变暗，失去光泽。科学家通过分析和研究就发现，地球变暗的根本原因可能与地球的气候变化有关系。



上世纪70年代



现在

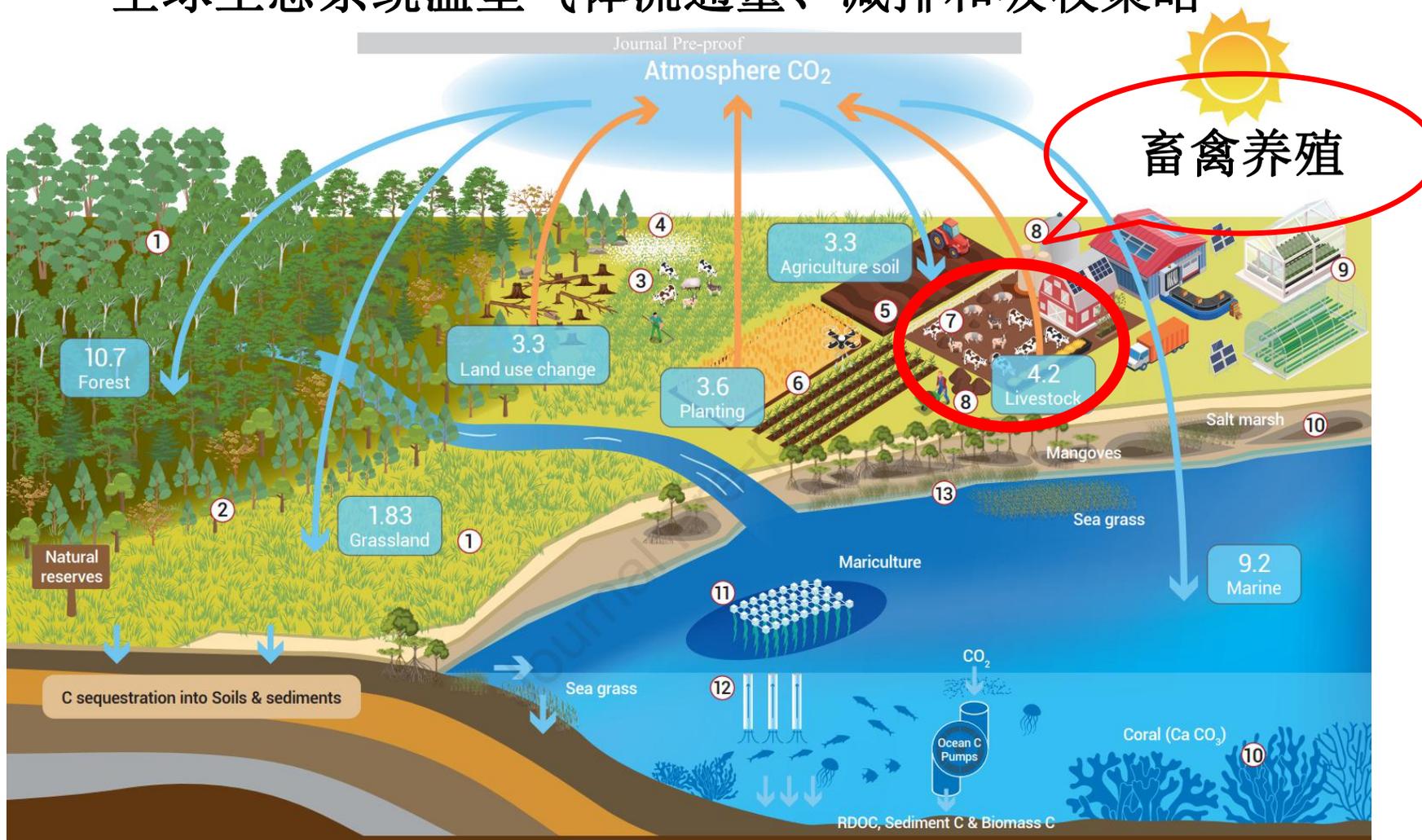


In Geophysical Research Letters, 2021

碳减排需要我们“斤斤”计较！

背景与意义

全球生态系统温室气体流通量、减排和吸收策略

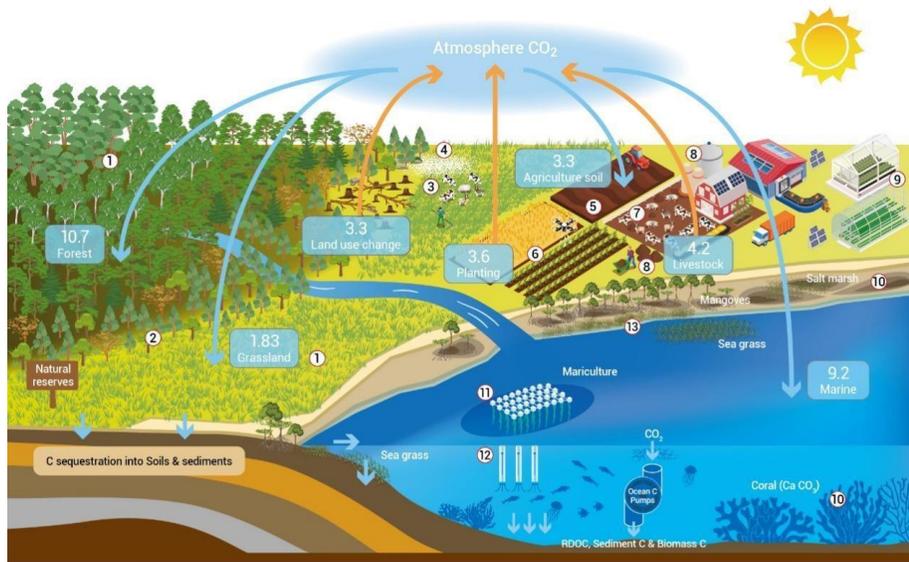


等,

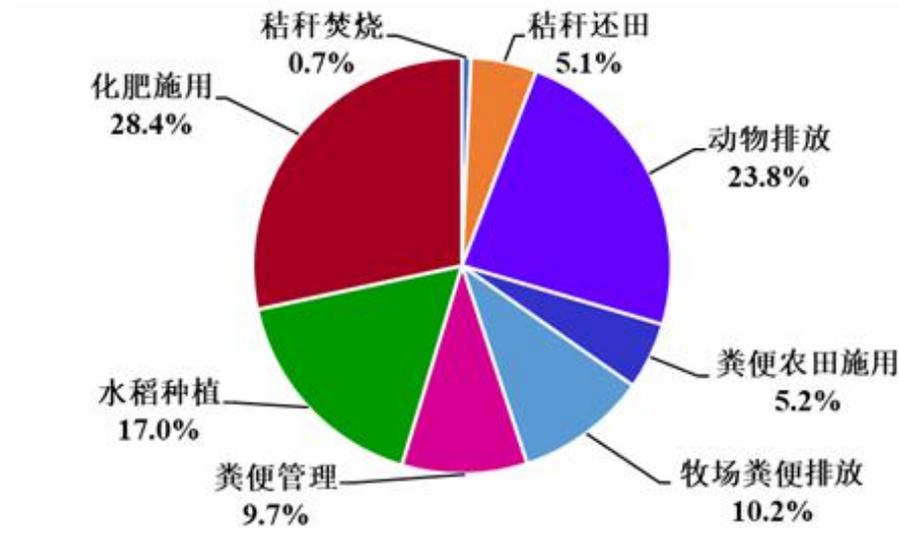
,

背景与意义

- 全球畜牧业温室气体排放4.2GtCO₂-eq/yr：胃肠道发酵、粪便和放牧管理
- 中国畜牧业温室气体排放：0.4Gt CO₂-eq/yr，占到农业总排放的49%
 - ✓ 胃肠道CH₄占66.6%，粪便N₂O占18.2%，粪便CH₄占15.2%
 - ✓ 反刍动物占72.4%，猪占19.2%，家禽占6.8%，其它占1.6%



Wang et al, The Innovation (2021)



中国农业温室气体排放来源(FAO, 2021)

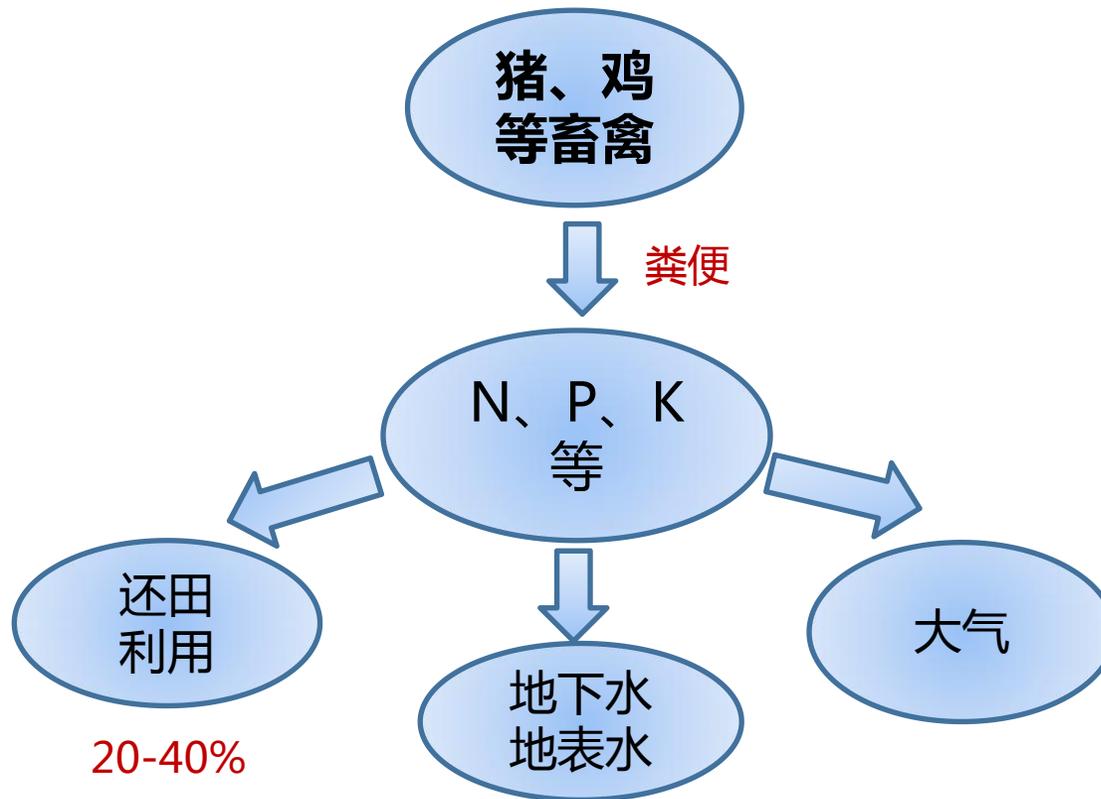
背景与意义

粪便中N、P的流动

全世界每年畜禽N排泄量80-130百万吨，其中只有20-40%被还田利用。

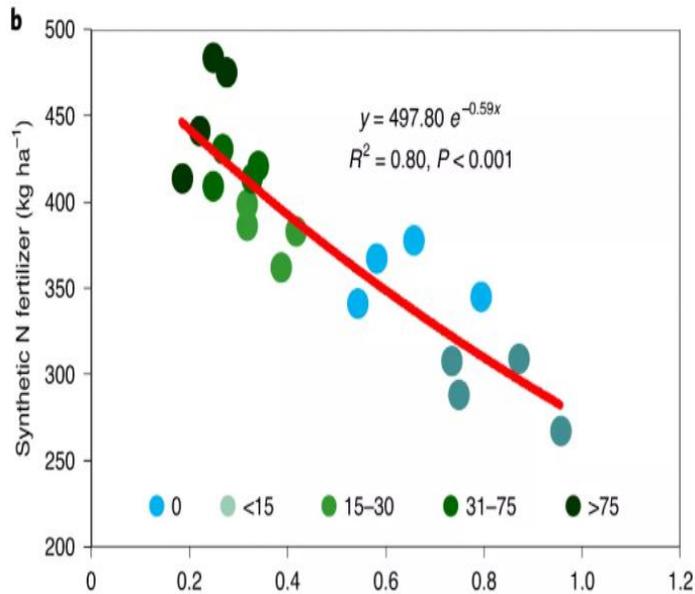


大量畜禽粪污

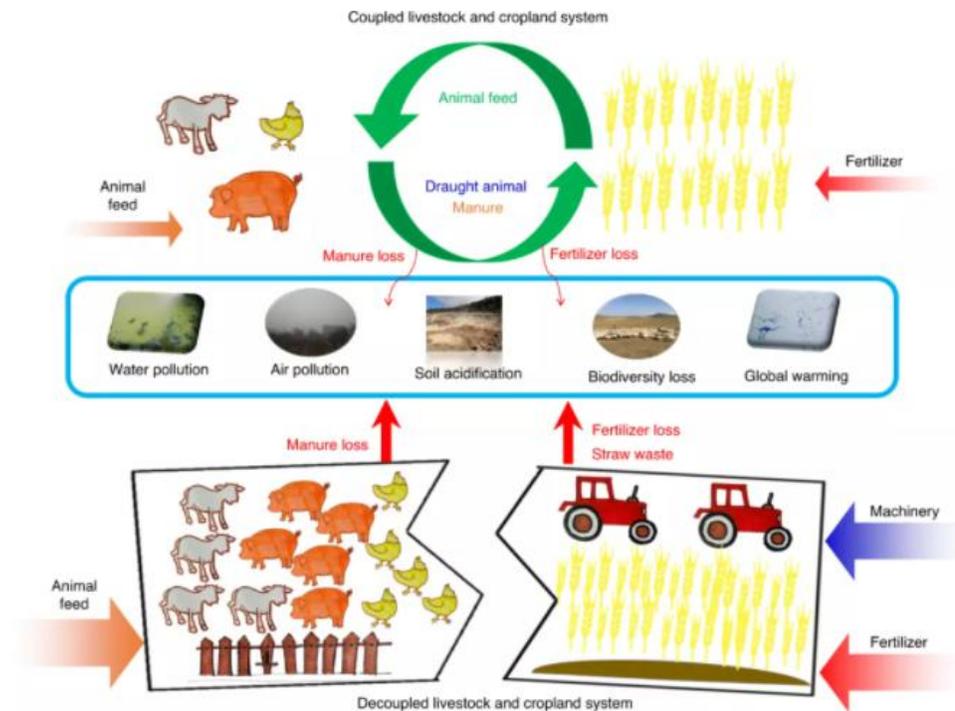


背景与意义

在传统农耕系统中，动物粪便曾是补充土壤养分的主要来源，对于保持土壤肥力和作物产量至关重要。然而，集约化养殖其越来越不能被回收利用，浪费了重要的资源，且破坏了环境。



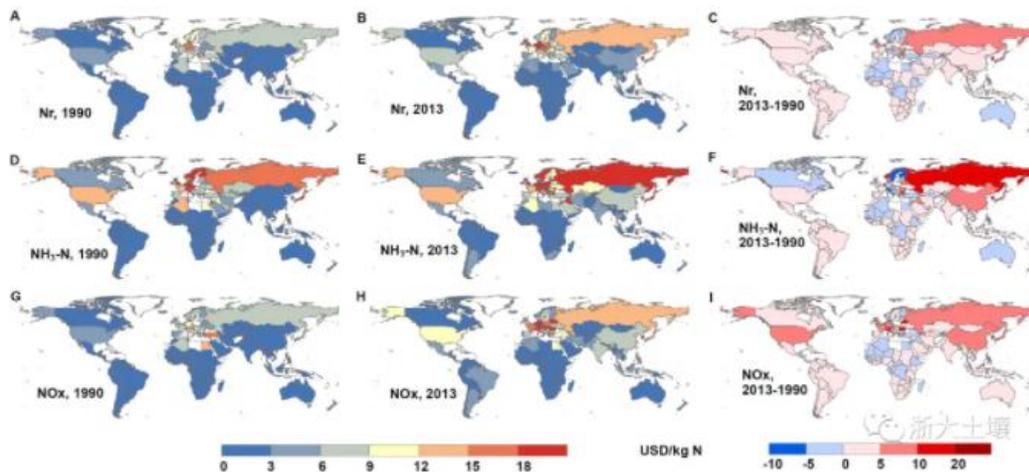
家畜饲养密度和化学氮肥使用



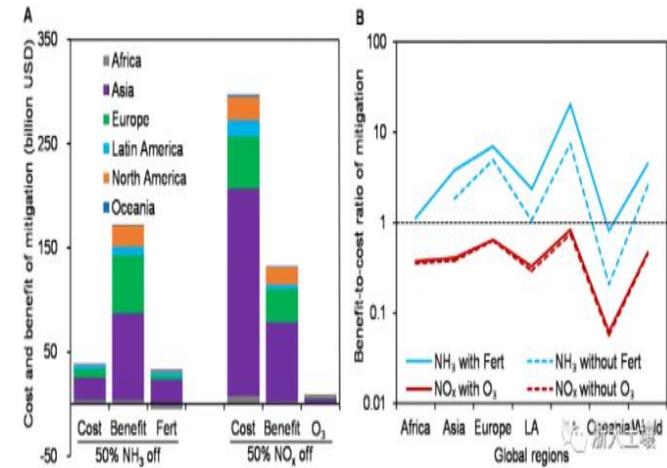
家畜粪循环农耕模式

背景与意义

全球氮排放对PM_{2.5}的贡献从1990年到2013年期间呈增加趋势，其中NH₃排放对PM_{2.5}的贡献高于NO_x。2013年，NH₃排放估计造成2330万年的生命损失，相当于每年因过早死亡带4200亿美元福利损失。中国的“十三五”规划(2016-2020年)已经开始关注农业NH₃的减排问题，畜牧业减排尤为重要。



年氮排放导致的污染健康效应变化



降低全球和排放的成本和收益

背景与意义

种养结合是助力畜牧业碳达峰和碳中和的关键

狭义：种养结合模式是养殖场（小区）采用干清粪或水泡粪等清粪方式，液体废弃物进行厌氧发酵或多级氧化塘处理后，就近应用于蔬菜、果园、茶园、林木、大田作物等生产。



粪污处理是种养结合的关键！

背景与意义

种养结合是助力畜牧业碳达峰和碳中和的关键

广义：种植业和养殖业相结合的一种生态模式。

绿色、优质、生态、环保、可持续发展的现代化种养结合模式



种养结合，建立生态、环保、循环的可持续发展农牧业，形成人与作物、家畜、土壤的良好循环互作关系。

背景与意义

养殖业降低料肉比是对减排最大贡献



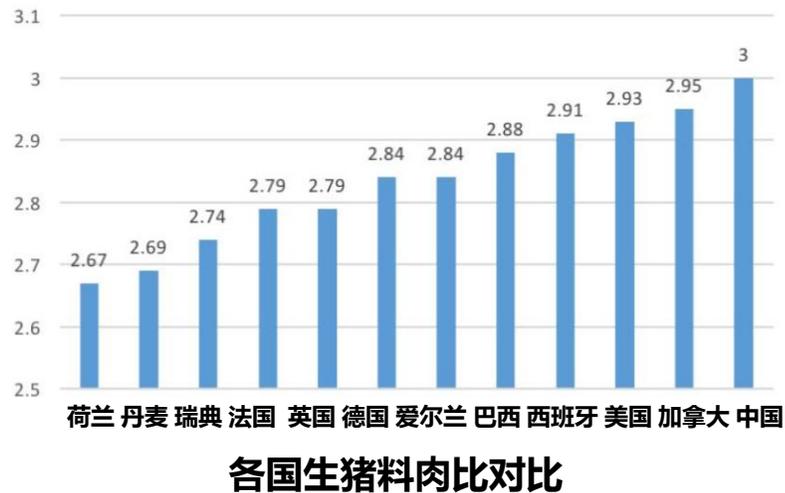
新希望集团董事长刘永好谈碳中和

- **碳减排不单单是发电厂的事，炼钢厂的事，建筑行业的事，对农业领域也极端重要。**
- **“希望通过生物科技、数字科技、育种科技能力和管理水平的提升，对碳排放达标做农业企业应有的贡献。”**
- **养殖都是靠粮食的，减少每产一斤猪肉对粮食的消耗，就是对碳排放最大的贡献。**

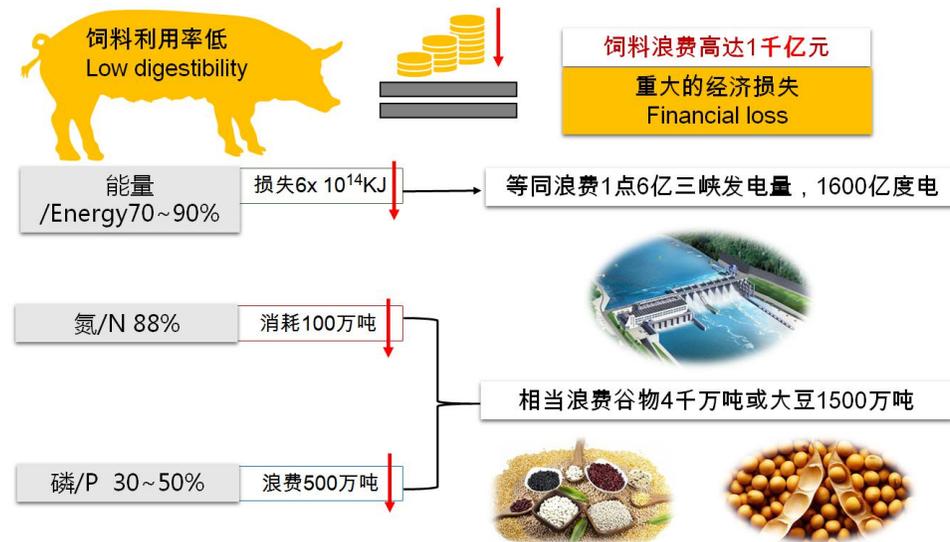
畜牧业碳达峰碳中和策略

(一) 饲料源头减排技术

饲料资源短缺，利用率低，料肉比高



饲料消化率与经济效益的关系

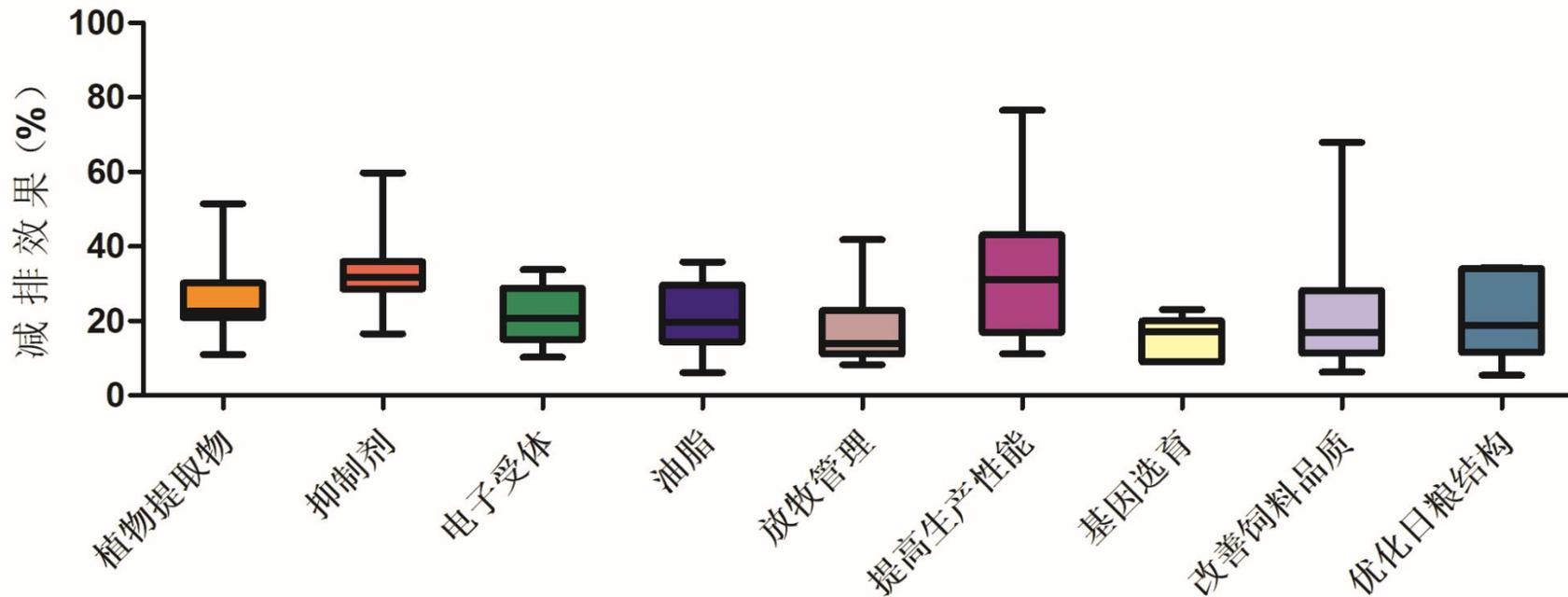


Slide provided courtesy of 陈代文教授, 2017

畜牧业碳达峰碳中和策略

1. 反刍家畜胃肠道甲烷减排策略及潜力

植物提取物（11.0-51.4%）；抑制剂（18.1-59.7%）；电子受体（10.2-33.7%）；油脂（6.1-35.8%）；放牧管理（9.3-41.8%）；提高生产性能（11.2-76.5%）；基因选育（9-23%）；改善饲料品质（6.2-67.9%）；优化日粮结构（5.4-34.2%）等。

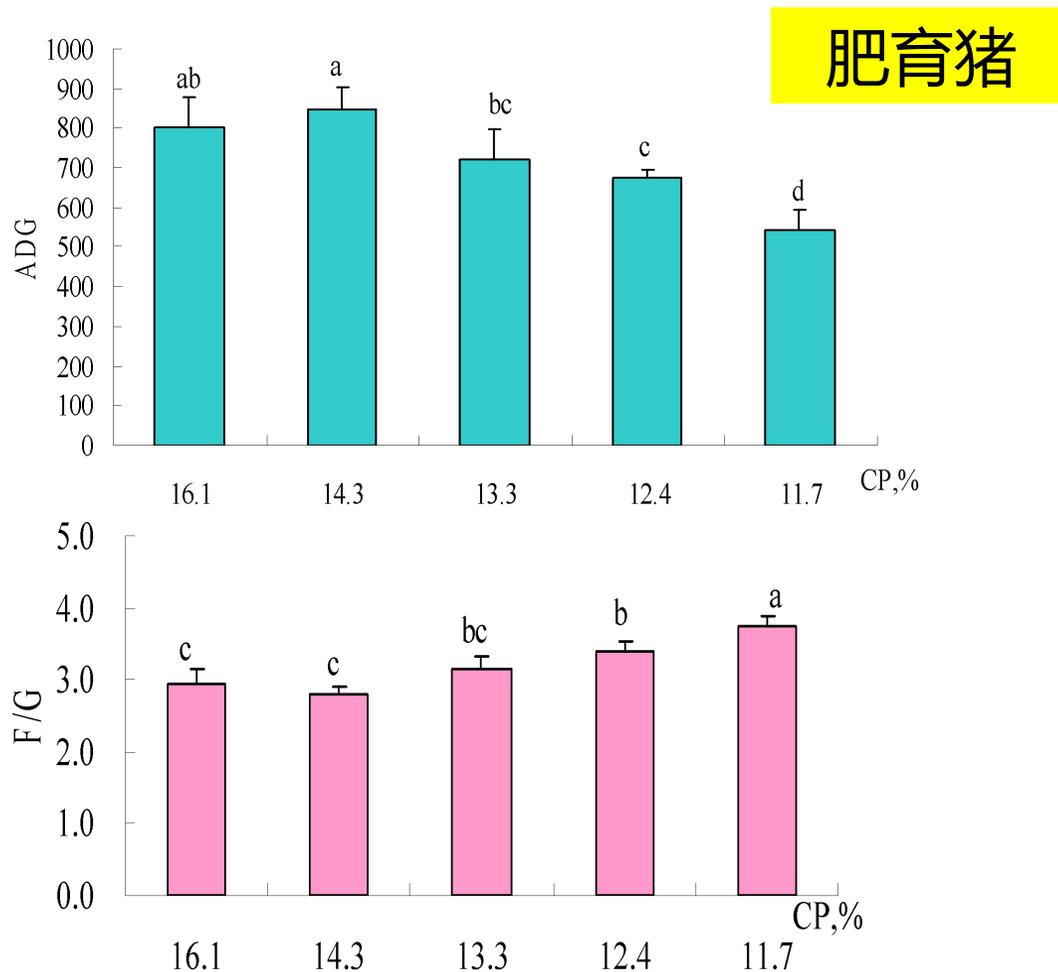


畜牧业碳达峰碳中和策略

2. 低蛋白日粮技术

低蛋白质饲料配方技术

饲料蛋白质从16.1%降到13.3%不影响生产性能



畜牧业碳达峰碳中和策略

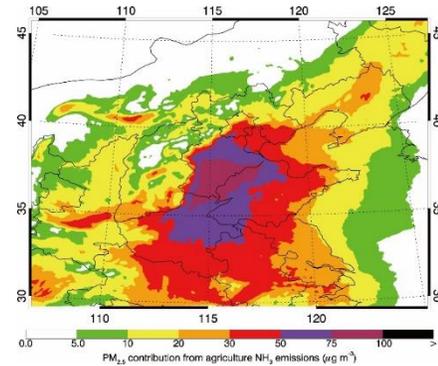
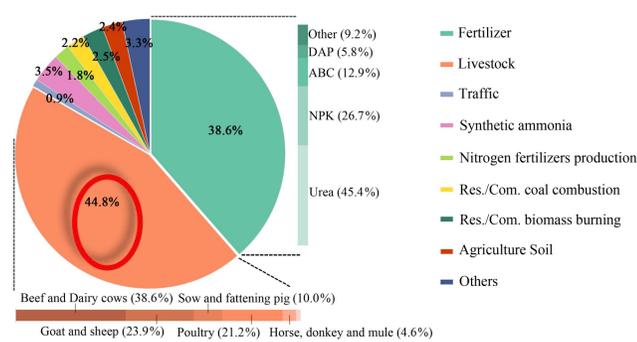
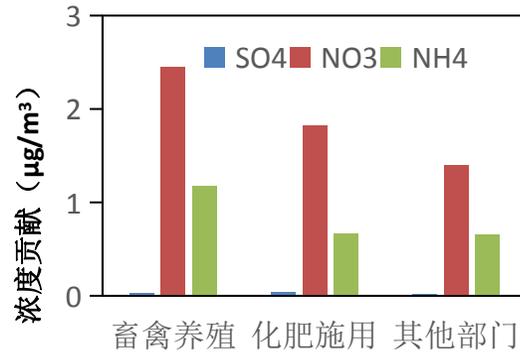
饲料中蛋白质从16%降到13%，总氮排泄量降低30%。

| | 日粮蛋白水平 (%) | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | 16.1 | 14.3 | 13.3 | 12.4 | 11.7 |
| 干物质采食量 kg/d | 1.84±0.12 | 1.88±0.11 | 1.87±0.06 | 1.86±0.07 | 1.83±0.05 |
| 粪干物质排出量, g/d | 283.29±8.77 ^a | 281.17±12.25 ^a | 265.16±13.45 ^b | 244.66±13.17 ^c | 221.42±14.27 ^d |
| 摄入氮, g/d | 47.54±3.13 ^a | 42.62±2.57 ^b | 40.72±1.41 ^c | 36.43±1.38 ^d | 33.68±0.90 ^e |
| 粪氮, g/d | 7.17±0.48 ^a | 6.38±0.16 ^b | 6.07±0.64 ^b | 5.41±0.11 ^c | 4.81±0.30 ^d |
| 尿氮, g/d | 13.75±1.13 ^a | 11.11±1.72 ^b | 9.92±1.17 ^b | 8.61±0.84 ^c | 7.85±0.62 ^c |
| 总氮排出量, g/d | 20.92±1.15^a | 17.50±1.66^b | 16.00±1.42^c | 14.02±0.86^d | 12.67±0.63^d |
| 吸收氮, g/d | 44.41±1.76 ^a | 36.24±1.99 ^b | 34.65±0.55 ^c | 31.02±0.83 ^d | 28.87±0.88 ^e |
| 沉积氮, g/d | 26.62±2.32 ^a | 25.12±1.43 ^{ab} | 24.72±2.03 ^b | 22.41±1.73 ^c | 21.01±1.10 ^c |
| 沉积氮/摄入氮, % | 55.95±1.74 ^b | 58.99±2.13 ^a | 60.68±3.82 ^a | 61.46±2.97 ^a | 62.38±1.27 ^a |
| 表观生物学价值, % | 65.92±1.71 ^b | 69.44±3.02 ^a | 71.32±3.46 ^a | 72.19±3.15 ^a | 72.79±1.78 ^a |

畜牧业碳达峰碳中和策略

2. 低蛋白日粮技术

农田和畜禽养殖氨排放对重点地区的PM_{2.5}污染有重要贡献



农业氨排放对京津冀城市PM_{2.5}浓度的贡献
超过10%

畜牧业对我国氨排放源贡献接近50%

以2015年12月为例，重雾霾期间农业氨排放对华北地区PM_{2.5}的贡献平均接近25%

(Li et al., ACP, 2021)

- 对于生猪养殖而言，日粮粗蛋白水平每降低**1%**，粪便中总氮和铵氮含量分别降低**8.5%和10%**，氨挥发减少**10%**。
- 控制二氧化硫和氮氧化物的同时**控制氨排放**对控制大气PM_{2.5}具有事半功倍的效果，**低蛋白日粮**是控制大气PM_{2.5}的重要手段。

畜牧业碳达峰碳中和策略

2. 低蛋白日粮技术

对腹泻指数的影响

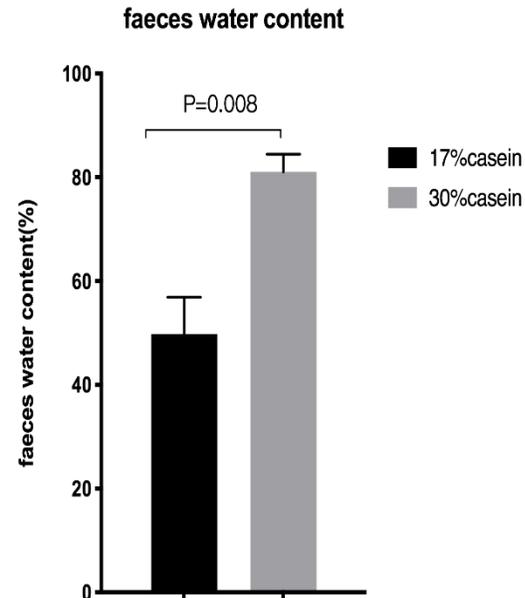
| Index | 17%CP | 27%CP | SEM | P value |
|----------------|----------------|--------------------|------|----------|
| Diarrhea ratio | 0 ^b | 14.07 ^a | 1.48 | p < 0.01 |



17%蛋白



30%蛋白



与17%CP相比，
27%CP显著增加了断奶仔猪粪便含水量以及腹泻率。

畜牧业碳达峰碳中和策略

对血清生化指标的影响

27%CP显著改变了仔猪的生化指标

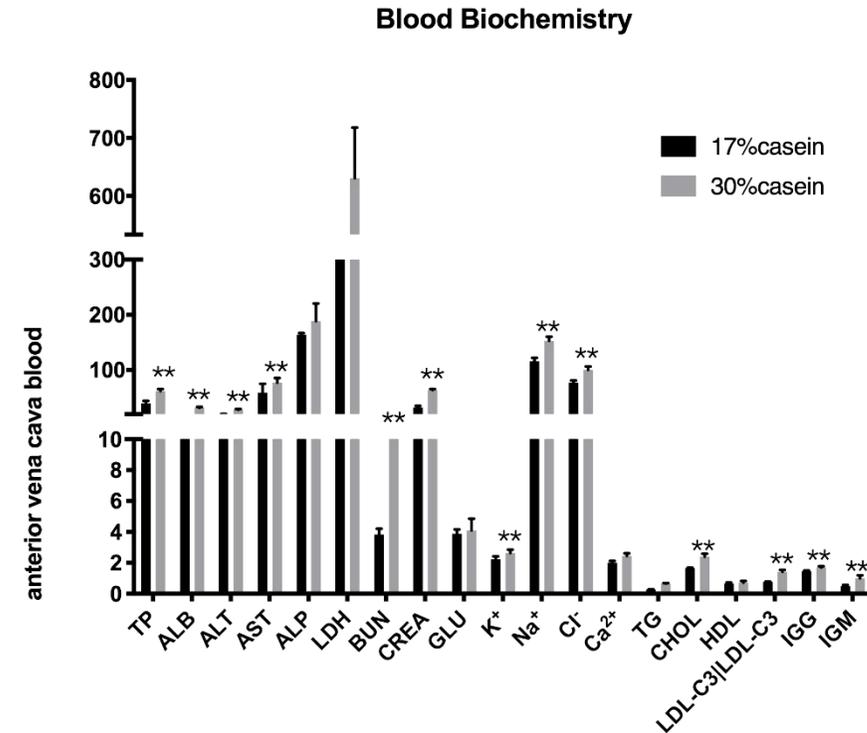
免疫球蛋白：IgG和IgM

渗透压：K⁺、Na⁺和Cl⁻

肾脏功能：BUN和CREA

肝脏功能：ALT、AST、LDL和CHOL

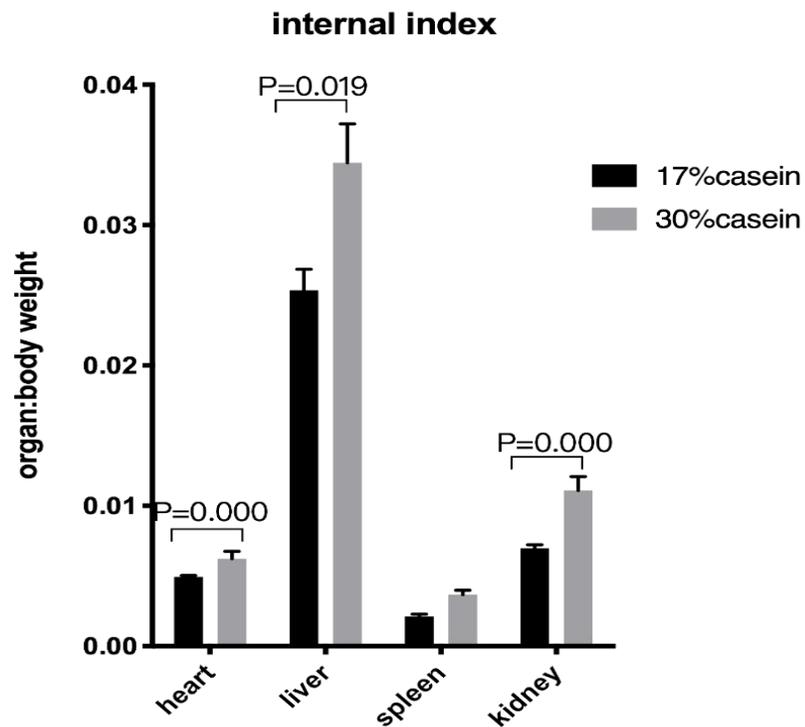
血液失水：TP和ALB



提示：饲喂断奶仔猪30%CP日粮，可造成肝脏和肾脏的损伤，使其出现免疫应答，进而影响了氮的代谢和水的重吸收作用，也导致仔猪体内渗透压失衡。

畜牧业碳达峰碳中和策略

对脏器指数的影响



与17%CP相比，27%CP显著增加了断奶仔猪心脏，肝脏和肾脏的相对重量。提示饲喂断奶仔猪27%CP日粮，对其心脏，肝脏和肾脏功能将产生影响。

畜牧业碳达峰碳中和策略

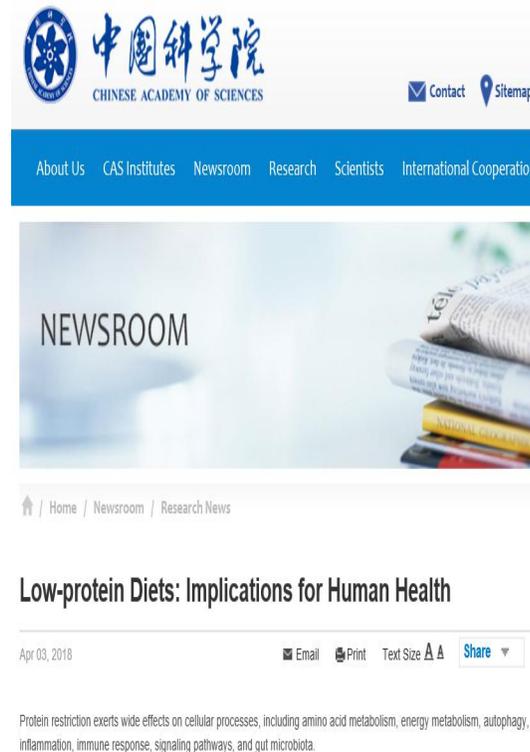
低蛋白研究热度

● 实验室前期关于低蛋白的研究论文被广泛引用

- Supplementing l-leucine to a low-protein diet increases tissue protein synthesis in weanling pigs被引用144次
- Impaired translation initiation activation and reduced protein synthesis in weaned piglets fed a low-protein diet被引用77次
- 其他数篇关于低蛋白文章均被引用超过30次以上

● 约稿撰写综述

由于前期大量低蛋白研究基础，我们团队与国际著名期刊BBA - Reviews on Cancer（IF：8.5）讨论撰写发表关于低蛋白综述性文章。同时，中国科学院网站对低蛋白项目成果进行了专题报道。



畜牧业碳达峰碳中和策略

3. 原料创新技术



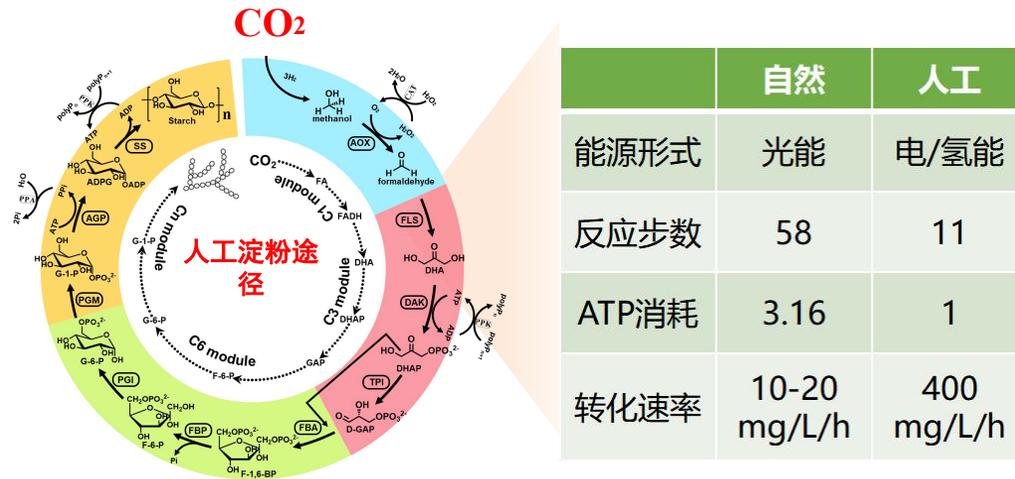
1. 工农业副产物饲料蛋白生产关键技术研发与示范。
2. 一碳原料饲料蛋白生产关键技术研发与示范。
3. 新型菌体蛋白及菌体培养物高效创制关键技术研发与示范。
4. 非粮蛋白饲料加工与利用关键技术研发与示范。
5. 主要饲用氨基酸及其衍生物研发与示范。
6. 畜禽低豆粕型日粮配制与应用关键技术。

畜牧业碳达峰碳中和策略

3. 原料创新技术

人工合成淀粉是潜在的饲料主料供给技术

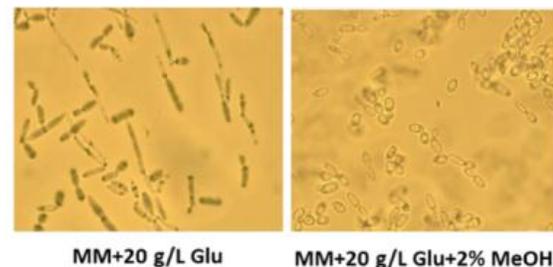
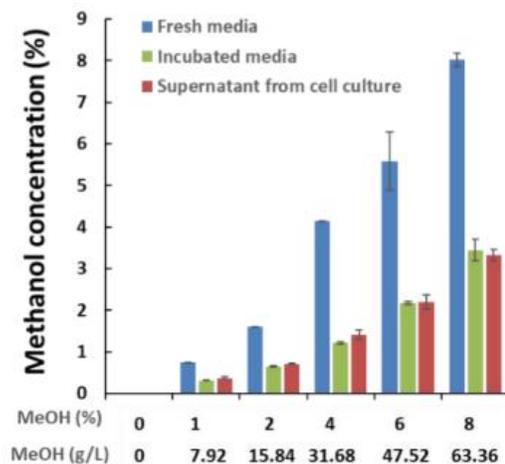
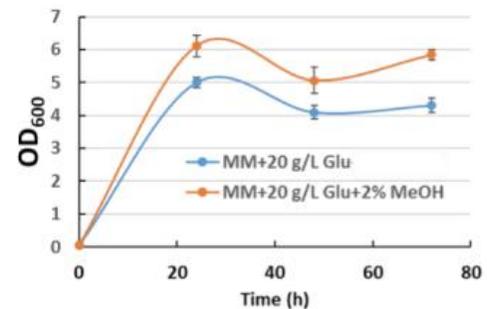
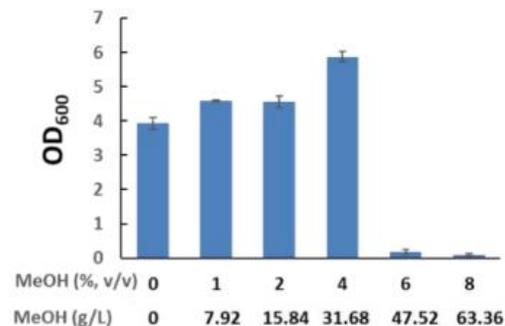
耦合电催化与酶催化，实现二氧化碳向淀粉的人工高效合成



3吨发酵罐
相当于1公
顷土地的玉
米淀粉产量

若该合成过程能够放大，生产成本降至具有竞争力，该技术将具有替代饲料主料的巨大潜力

畜牧业碳达峰碳中和策略

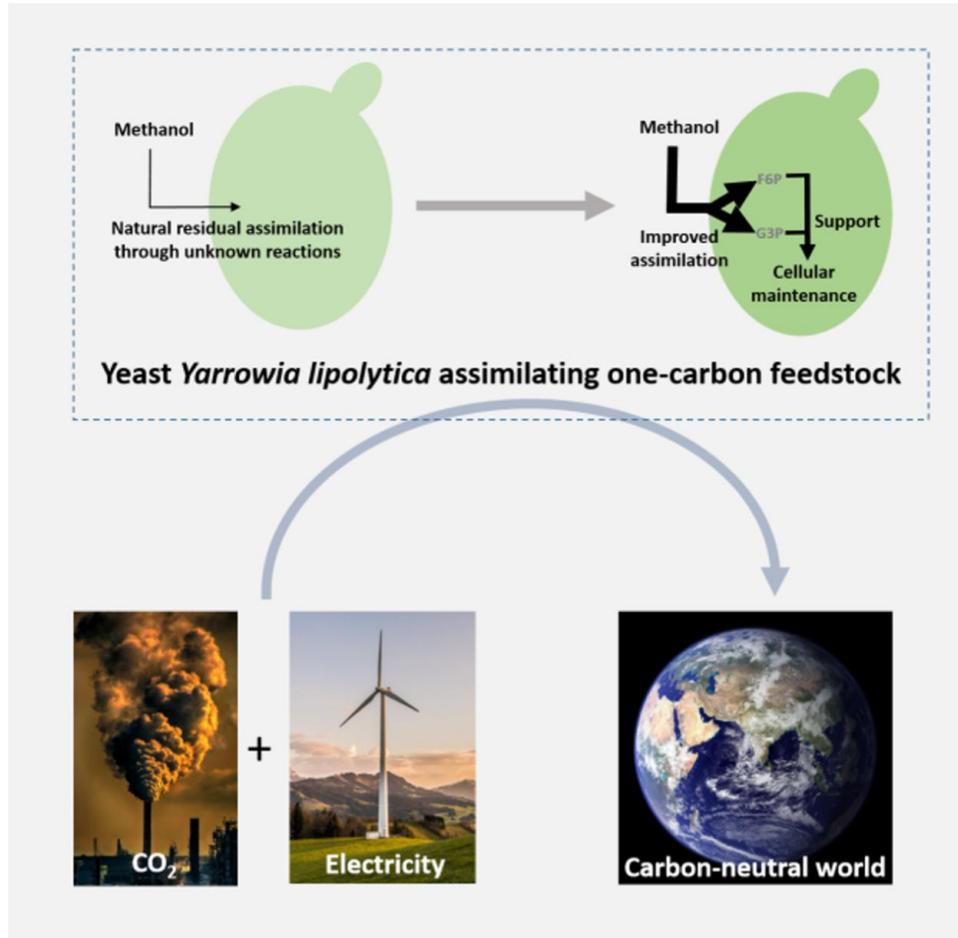


Wang等, ACS Synthetic Biology, 2021

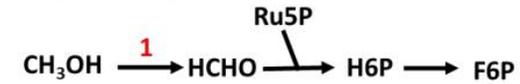
二氧化碳及其电催化衍生物（甲酸、甲醇等）的生物转化是发展碳中和社会的一个重要组成方案。改造重要的工业微生物以同化甲醇，进行甲醇高效生物转化，近年来成为了一个研究重点。

畜牧业碳达峰碳中和策略

系统改造解脂耶氏酵母同化甲醇，为碳中和发展打下基础



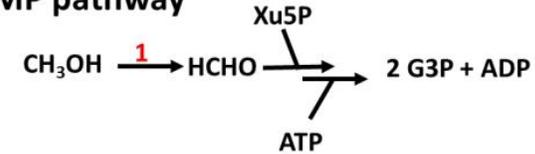
RuMP pathway



Reaction 1: $\Delta rG'^{\circ} = 42.9 \pm 6.5 \text{ kJ/mol}$

The whole pathway: $-22.5 \leq -\Delta rG' \leq -18.5 \text{ kJ/mol}$

XuMP pathway



Reaction 1: $\Delta rG'^{\circ} = -99.2 \pm 10.4 \text{ kJ/mol}$

The whole pathway: $120.5 \leq -\Delta rG' \leq 142.9 \text{ kJ/mol}$

该研究系统地探索了解脂耶氏酵母同化甲醇的应用，为创建合成甲基营养型酵母菌以实现高效甲醇生物转化打下基础。

Wang等, ACS Synthetic Biology, 2021

2030年生物制造有望为我国CO₂排放总量减排5%

工业生物制造技术以新的生产方式替代以**化石原料**为基础的传统工业制造，将渗透到能源、材料、医药、食品、环境等多个国民支柱产业

| 生物技术 | 计算依据 | 规模 | 减排CO ₂ 当量 (亿吨/年) |
|---------------------|------------------------------|-----------------|-----------------------------|
| CO ₂ 制淀粉 | 1万吨淀粉固定1.6万吨CO ₂ | 转化淀粉0.5-0.8亿吨/年 | 0.8-1.3 |
| 生物燃料 | 1亿吨乙醇相当于0.66亿吨汽油 | 乙醇0.8-1亿吨/年 | 0.9-1.5 |
| 人造蛋白 | 1吨蛋白可以固定1.83吨CO ₂ | 饲料蛋白0.5-0.6亿吨/年 | 0.9-4.1 (畜牧业间接减排3亿吨) |
| 总量 | | | 4-6.9 |

重点实验室的核心任务是围绕双碳目标开展**低碳生物制造前沿研究**将成为支撑生物制造领域实现减排约5亿吨/年目标的**原始创新策源地**

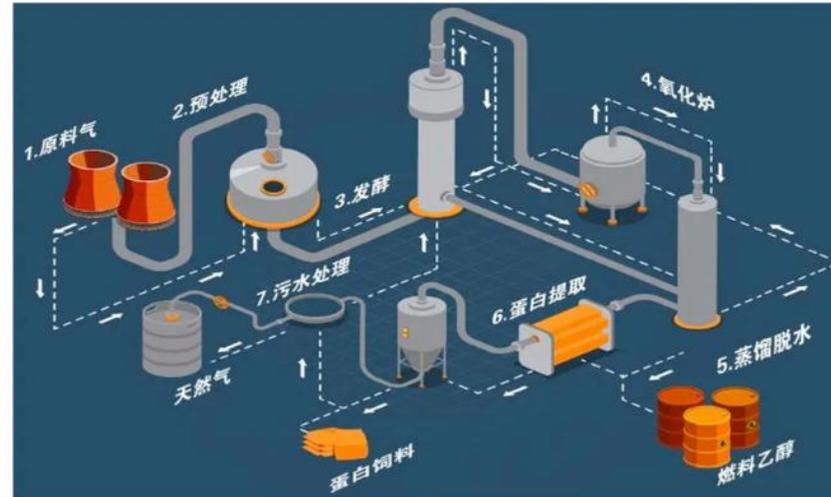
畜牧业碳达峰碳中和策略

3. 原料创新技术

以乙醇梭菌蛋白为例



饲料原料新产品证书 首钢朗泽供图



蛋白饲料生产工艺流程图 饲料所、首钢朗泽供图

首朗生物以钢厂尾气中的CO为碳源、氨水为氮源，经优化的厌氧发酵工艺，高效产出乙醇和乙醇梭菌蛋白，实现了无机物向有机物的一步转化

乙醇梭菌蛋白的粗蛋白质含量可高达80%以上，18种氨基酸占蛋白质比例达到94%；10种必需氨基酸含量及其结构比例接近鱼粉，远优于豆粕

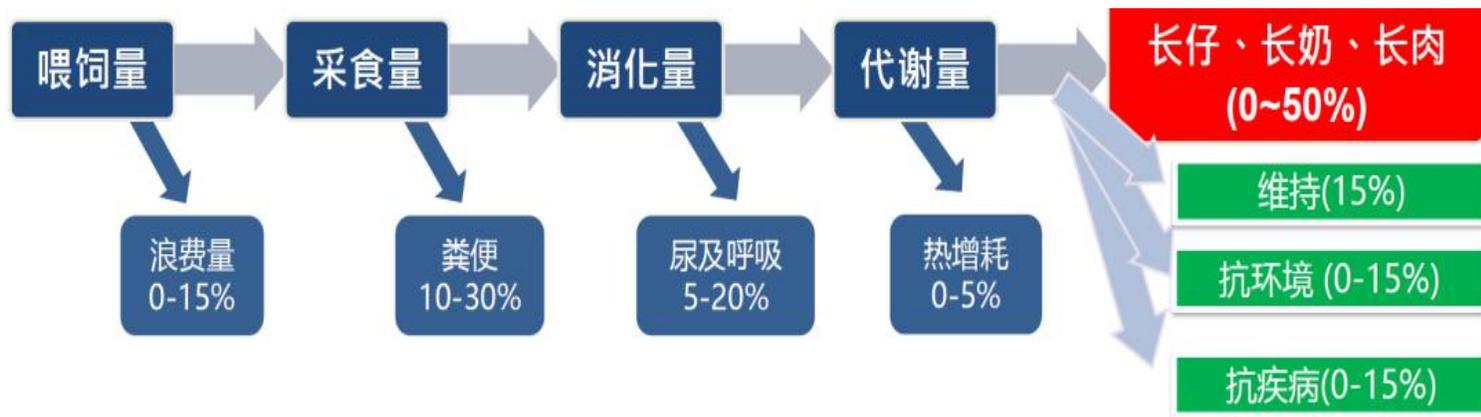
2021年10月30日，饲料所与首钢朗泽举办新闻发布会，宣布联手攻关取得的突破性进展：

在国际上首次实现从一氧化碳（CO）到蛋白质的合成，并形成万吨级的工业生产能力。

饲料所、首钢朗泽供图

畜牧业碳达峰碳中和策略

(二) 精准营养技术



精准营养目标：

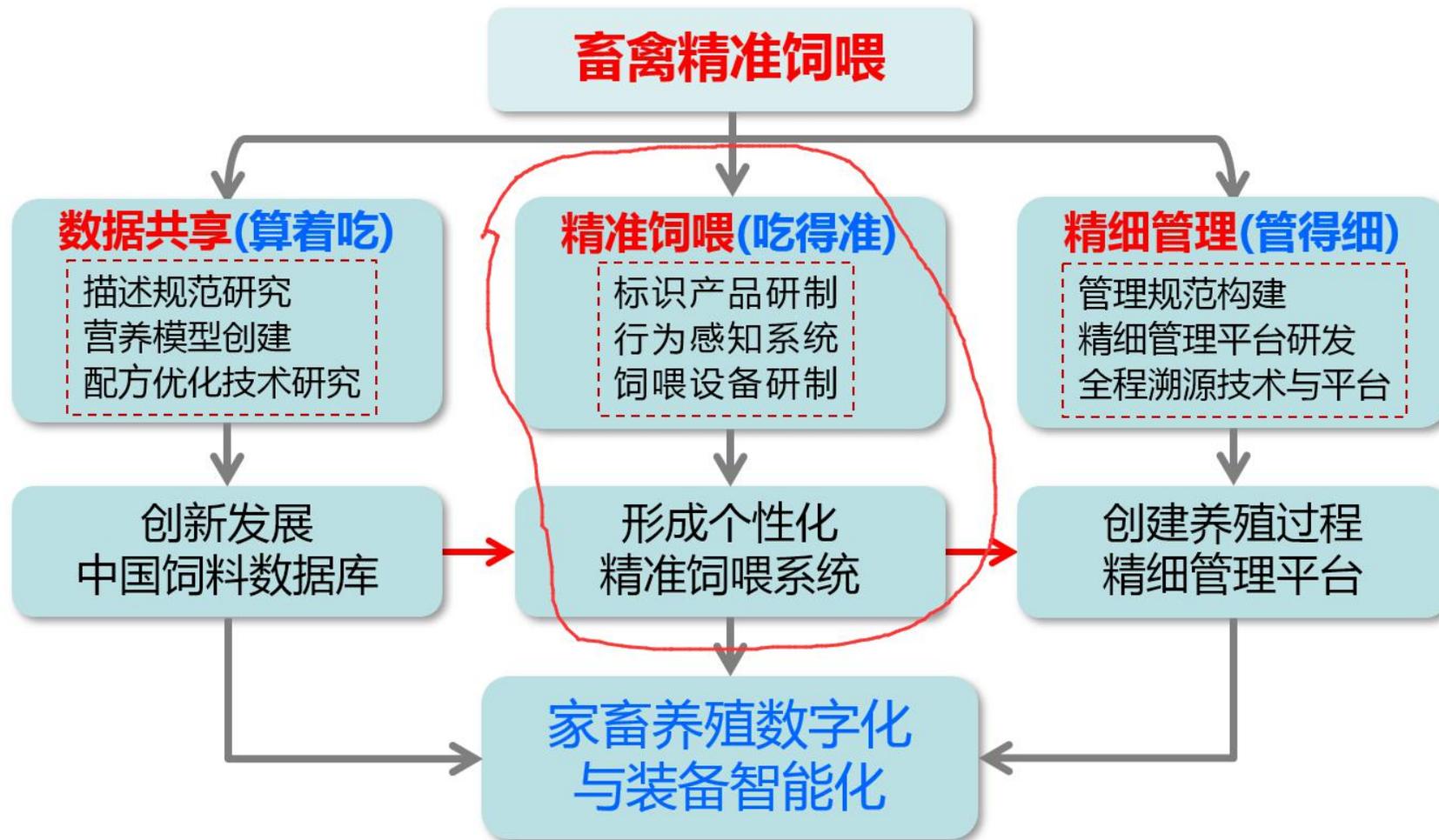
- 最大效率
- 最低碳排放
- 最低盐
- 最低硫
- 最低金属排放

对策：

$$\text{改善管理} + \text{精准配方: 消化率、平衡、有效、抗应激} + \text{好环境、好健康} = \text{发挥品种遗传潜力}$$

畜牧业碳达峰碳中和策略

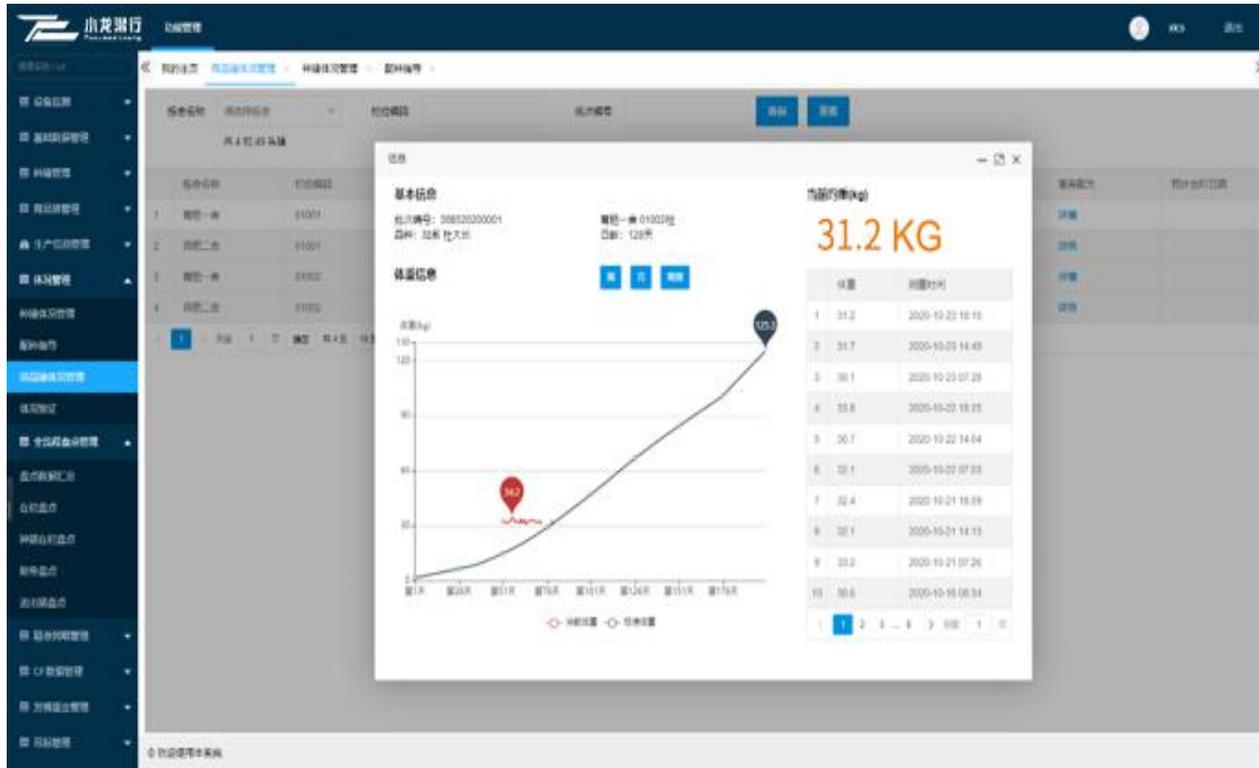
(二) 精准营养技术



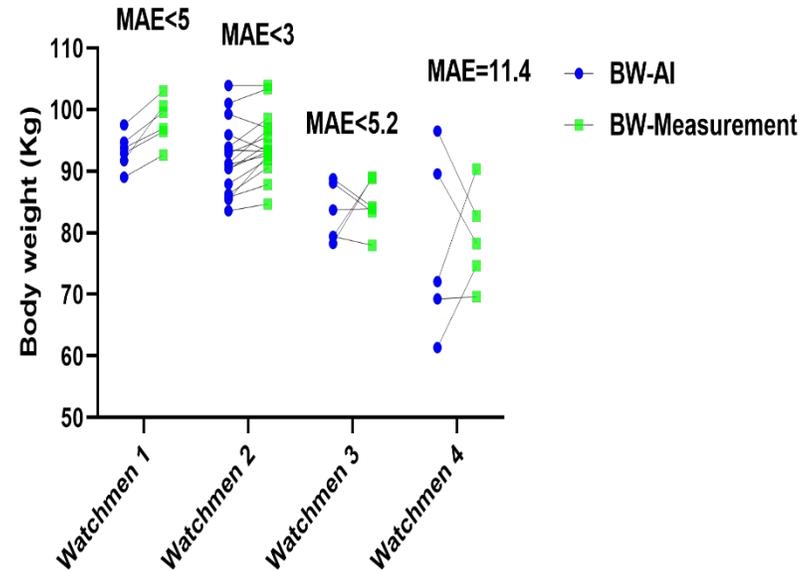
畜牧业碳达峰碳中和策略

(二) 精准营养技术

基于猪群实时增重需要，调控采食量供给及日采食饲料的营养浓度，实现猪群动态营养需求。



猪群实时生长体增重检测



人工智能扫描活体生猪体重的准确率为**95.5%**。生猪体重低于**100Kg**的平均绝对误差为**5.1 Kg/头**，高于**100Kg**的平均误差为**2.9 Kg/头**。

畜牧业碳达峰碳中和策略

(二) 精准营养技术

猪场智能饲喂设备



智能饲喂料槽





猪场智能饲喂设备



猪场智能饲喂设备

| 测重日期 | 客户名称 | 栋舍 | 守望者编号 | 栏位编号 | AI均重 kg | 实际总重 kg | 实际头数 | 实际均重 kg | 绝对误差 kg | 准确率 |
|------------|-------|------|--------------|-------|---------|---------|------|---------|---------|---------|
| 2021.11.8 | 唐人神庄田 | 3C4 | d41243a01aa2 | 2 | 97.50 | 2678 | 26 | 103.000 | 5.50 | 94.66% |
| | | | | 5 | 92.90 | 2410 | 25 | 96.400 | 3.50 | 96.37% |
| | | | | 6 | 91.70 | 2918 | 29 | 100.621 | 8.92 | 91.13% |
| | | | | 7 | 94.70 | 2689 | 27 | 99.593 | 4.89 | 95.09% |
| | | | | 9 | 89.00 | 2594 | 28 | 92.643 | 3.64 | 96.07% |
| | | | | 11 | 93.80 | 2520 | 26 | 96.923 | 3.12 | 96.78% |
| 2021.11.10 | 唐人神庄田 | 3D4 | d412439fedf8 | 2 | 103.90 | 2702 | 26 | 103.92 | 0.02 | 99.98% |
| | | | | 3 | 93.90 | 2070 | 21 | 98.57 | 4.67 | 95.26% |
| | | | | 4 | 93.40 | 2330 | 25 | 93.20 | 0.20 | 99.79% |
| | | | | 5 | 85.80 | 2108 | 24 | 87.83 | 2.03 | 97.69% |
| | | | | 6 | 101.00 | 2894 | 28 | 103.36 | 2.36 | 97.72% |
| | | | | 7 | 99.30 | 2716 | 28 | 97.00 | 2.30 | 97.63% |
| | | | | 8 | 92.90 | 2389 | 25 | 95.56 | 2.66 | 97.22% |
| | | | | 9 | 83.60 | 2032 | 24 | 84.67 | 1.07 | 98.74% |
| | | | | 11 | 86.30 | 2355 | 26 | 90.58 | 4.28 | 95.28% |
| | | | | 12 | 95.90 | 2520 | 27 | 93.33 | 2.57 | 97.25% |
| | | | | 13 | 90.40 | 2515 | 27 | 93.15 | 2.75 | 97.05% |
| | | | | 14 | 87.90 | 2113 | 23 | 91.87 | 3.97 | 95.68% |
| | | | | 15 | 91.10 | 2222 | 24 | 92.58 | 1.48 | 98.40% |
| | | | | 18 | 85.40 | 2777 | 30 | 92.57 | 7.17 | 92.26% |
| 19 | 91.30 | 2707 | 28 | 96.68 | 5.38 | 94.44% | | | | |
| 20 | 90.30 | 2641 | 28 | 94.32 | 4.02 | 95.74% | | | | |
| 2021.11.12 | 唐人神庄田 | 2C1 | d412439fe50c | 2 | 88.80 | 2441 | 29 | 84.17 | 4.63 | 94.50% |
| | | | | 4 | 78.30 | 2404 | 27 | 89.04 | 10.74 | 87.94% |
| | | | | 6 | 83.70 | 2433 | 29 | 83.90 | 0.20 | 99.77% |
| | | | | 7 | 79.40 | 2339 | 30 | 77.97 | 1.43 | 98.16% |
| | | | | 16 | 79.40 | 3021 | 34 | 88.85 | 9.45 | 89.36% |
| | | | | 18 | 88.10 | 2669 | 32 | 83.41 | 4.69 | 94.37% |
| 2021.11.12 | 唐人神庄田 | 2C2 | d412439fee52 | 3 | 89.60 | 2505 | 32 | 78.28 | 11.32 | 85.54% |
| | | | | 5 | 96.50 | 2481 | 30 | 82.70 | 13.80 | 83.31% |
| | | | | 13 | 61.40 | 2389 | 32 | 74.66 | 13.26 | 82.24% |
| | | | | 14 | 69.30 | 2158 | 31 | 69.61 | 0.31 | 99.55% |
| | | | | 17 | 72.10 | 2168 | 24 | 90.33 | 18.23 | 79.82% |
| | | | | | | | | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! |

| 日期 | 编号 | 重量1(kg) | 重量2(kg) | 总重KG | 头数 | 均重 (kg) | 盘点均重 (kg) | 差异率% | 准确率% |
|----------|----------|---------|---------|------|-------|---------|-----------|-------|-------|
| 11.12号 | C I -2 | 1197 | 1244 | 2441 | 29 | 84.17 | 75.90 | 9.83 | 90.17 |
| | C I -4 | 1265 | 1139 | 2404 | 27 | 89.04 | 76.30 | 14.31 | 85.69 |
| | C I -6 | 1145 | 1288 | 2433 | 29 | 83.90 | 76.80 | 8.46 | 91.54 |
| | C I -7 | 986 | 1353 | 2339 | 30 | 77.97 | 69.50 | 10.86 | 89.14 |
| | C I -16 | 1498 | 1523 | 3021 | 34 | 88.85 | 79.40 | 10.64 | 89.36 |
| | C I -17 | 1339 | 1330 | 2669 | 32 | 83.41 | 73.80 | 11.52 | 88.48 |
| | C II -3 | 1235 | 1270 | 2505 | 32 | 78.28 | 76.90 | 1.76 | 98.24 |
| | C II -5 | 1163 | 1318 | 2481 | 30 | 82.70 | 82.10 | 0.73 | 99.27 |
| | C II -13 | 1438 | 951 | 2389 | 32 | 74.66 | 71.50 | 4.23 | 95.77 |
| | C II -14 | 1097 | 1061 | 2158 | 31 | 69.61 | 69.80 | 0.27 | 99.73 |
| C II -17 | 1016 | 1152 | 2168 | 24 | 90.33 | 89.60 | 0.81 | 99.19 | |
| | | | | | | | | | |
| 日期 | 编号 | 重量1(kg) | 重量2(kg) | 总重KG | 头数 | 均重 (kg) | 盘点均重 (kg) | 差异率% | 准确率% |
| 11.14号 | C II -1 | 1410 | 1008 | 2418 | 29 | 83.38 | 81.9 | 1.77 | 98.23 |
| | C II -2 | 914 | 1383 | 2297 | 28 | 82.04 | 79.5 | 3.09 | 96.91 |
| | C II -4 | 1249 | 1349 | 2598 | 33 | 78.73 | 75.4 | 4.23 | 95.77 |
| | C II -6 | 1151 | 1091 | 2242 | 29 | 77.31 | 72.2 | 6.61 | 93.39 |
| | C II -7 | 1320 | 1171 | 2491 | 33 | 75.48 | 69 | 8.59 | 91.41 |
| | C II -15 | 985 | 1109 | 2094 | 24 | 87.25 | 84.6 | 3.04 | 96.96 |
| | C II -16 | 961 | 1054 | 2015 | 21 | 95.95 | 97.3 | 1.40 | 98.60 |
| | C II -18 | 748 | 1081 | 1829 | 20 | 91.45 | 93.4 | 2.13 | 97.87 |
| | C II -19 | 963 | 1464 | 2427 | 25 | 97.08 | 90.7 | 6.57 | 93.43 |
| | C II -20 | 744 | 1263 | 2007 | 21 | 95.57 | 92.6 | 3.11 | 96.89 |

| 日期 | 编号 | 均重 (kg) | 盘点均重 (kg) | 准确率% |
|-------|-------|---------|-----------|-------|
| 11.18 | D6-11 | 81.07 | 80.4 | 99.18 |
| | D6-12 | 83.96 | 84.2 | 99.72 |
| | D6-13 | 59.90 | 61.3 | 97.67 |
| | D6-14 | 90.64 | 91.9 | 98.61 |
| | D6-15 | 91.94 | 92.2 | 99.71 |
| | D6-16 | 90.45 | 86.8 | 95.97 |
| | D6-17 | 94.00 | 94.4 | 99.57 |
| | D6-18 | 100.85 | 98.6 | 97.77 |
| | D6-19 | 99.27 | 101.7 | 97.55 |
| | D6-20 | 101.00 | 98.1 | 97.13 |

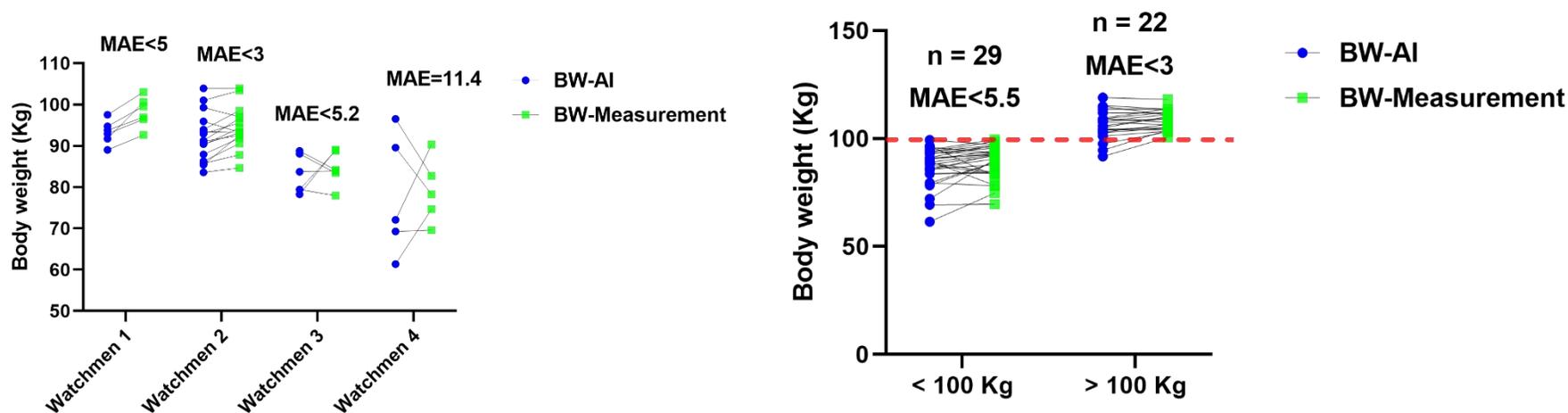
| 日期 | 编号 | 均重(kg) | 22号盘点均重 (kg) | 准确率% |
|--------|-------|--------|--------------|-------|
| 11月23号 | C6-1 | 118.04 | 118.9 | 99.27 |
| | C6-2 | 109.57 | 105.8 | 96.56 |
| | C6-3 | 112.17 | 109 | 97.17 |
| | C6-4 | 113.73 | 109.4 | 96.19 |
| | C6-5 | 111.04 | 108.1 | 97.35 |
| | C6-6 | 106.33 | 107.1 | 98.71 |
| | C6-7 | 113.58 | 113.6 | 99.98 |
| | C6-8 | 104.76 | 102.7 | 98.03 |
| | C6-9 | 107.63 | 109.1 | 98.63 |
| | C6-11 | 103.89 | 94.6 | 91.06 |
| | C6-12 | 110.19 | 104.9 | 95.20 |
| | C6-13 | 113.48 | 115.3 | 98.40 |
| | C6-14 | 108.93 | 108.3 | 99.43 |
| | C6-15 | 104.8 | 104.3 | 99.52 |
| | C6-16 | 106.64 | 102.9 | 96.49 |
| | C6-17 | 105.04 | 104.1 | 99.11 |
| | C6-18 | 111.84 | 111.9 | 99.95 |
| | C6-19 | 110.76 | 114.9 | 96.26 |

23号下午机器离线，数据不全，使用的是22号盘点数据

畜牧业碳达峰碳中和策略

(二) 精准营养技术

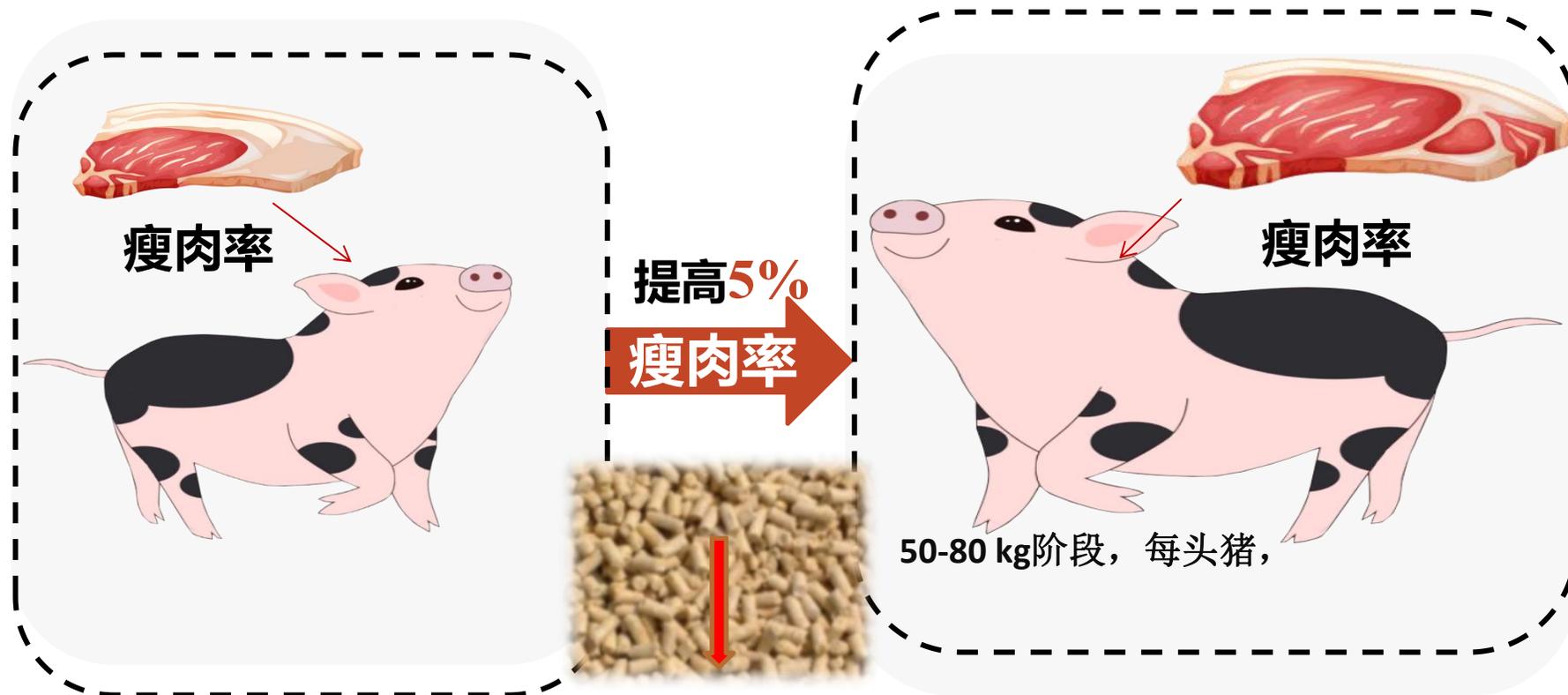
人工智能扫描活体生猪体重的准确率为95.5%。生猪体重低于100Kg的平均绝对误差为5.1 Kg/头，高于100Kg的平均误差为2.9 Kg/头。



(二) 精准营养技术

精准营养提高地方猪瘦肉率、降低脂肪沉积

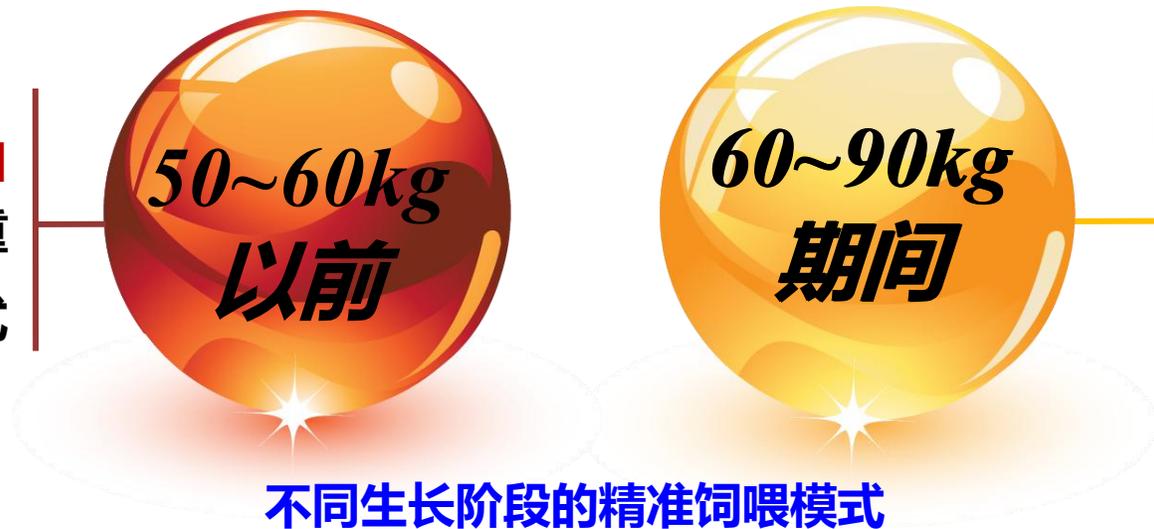
以宁乡花猪为例，瘦肉率每提高5%，参照韦良开等（2017）和2020版中国《猪营养需要》相应数据参数，得出50-80 kg阶段，每头宁乡猪可节省总的净能约82.04MJ，总的饲粮约8.63kg，料肉比降低约6%；利润增加300元/头。1度电=3.6MJ,节约82.04MJ相当于节约22.79度电。



精准营养提高地方猪瘦肉率、降低脂肪沉积

- ✓ 为了兼顾生猪胴体瘦肉率和生长速度，**精准营养**是提高瘦肉率和猪肉品质的重要手段。

- 供给**高能量、高蛋白**的饲料，以保证增重
- **自由采食**的饲喂方式

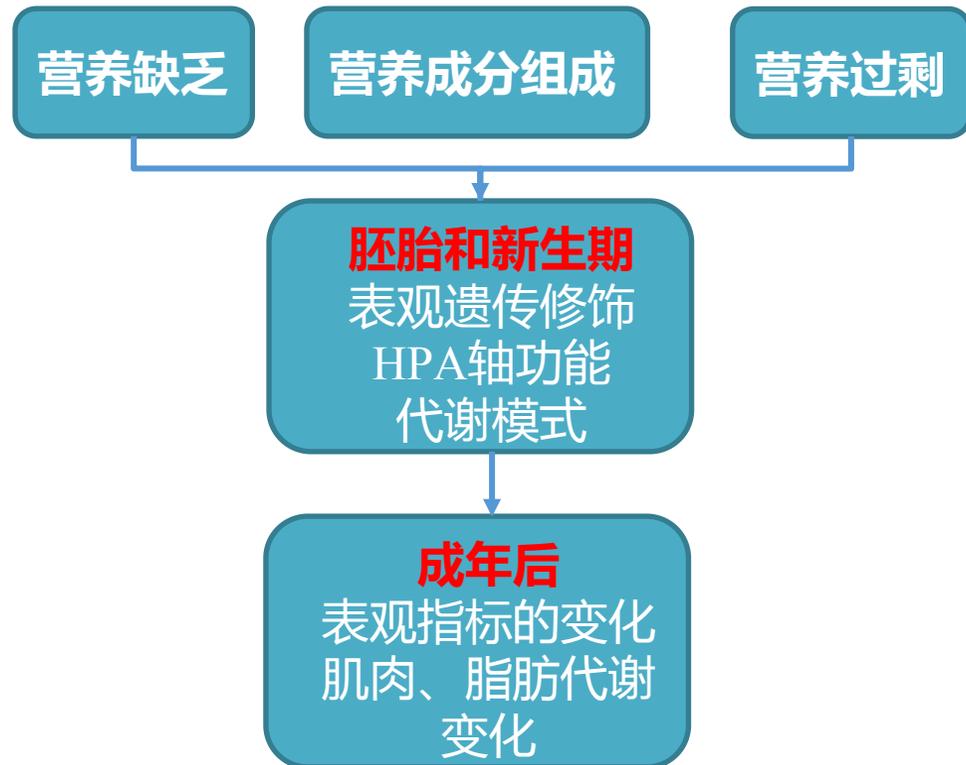


- **降低能量**水平的供给
- **限制喂养**的饲喂方式

- ✓ 此外，要注意控制饲养密度，合理组群，**合理的饲养密度**有利于猪的生长和休息；
- ✓ **温度**也会影响猪采食量和存活率，适于蛋白质沉积的环境温度是**18~20℃**

精准营养提高地方猪瘦肉率、降低脂肪沉积

- ✓ 出生前的精准营养：**母子一体化**
- ✓ 胚胎期和新生期是调控猪肌细胞和脂肪细胞增殖和分化的关键时期，而胚胎期和新生期的营养供应主要来自母猪。



精准营养提高地方猪瘦肉率、降低脂肪沉积

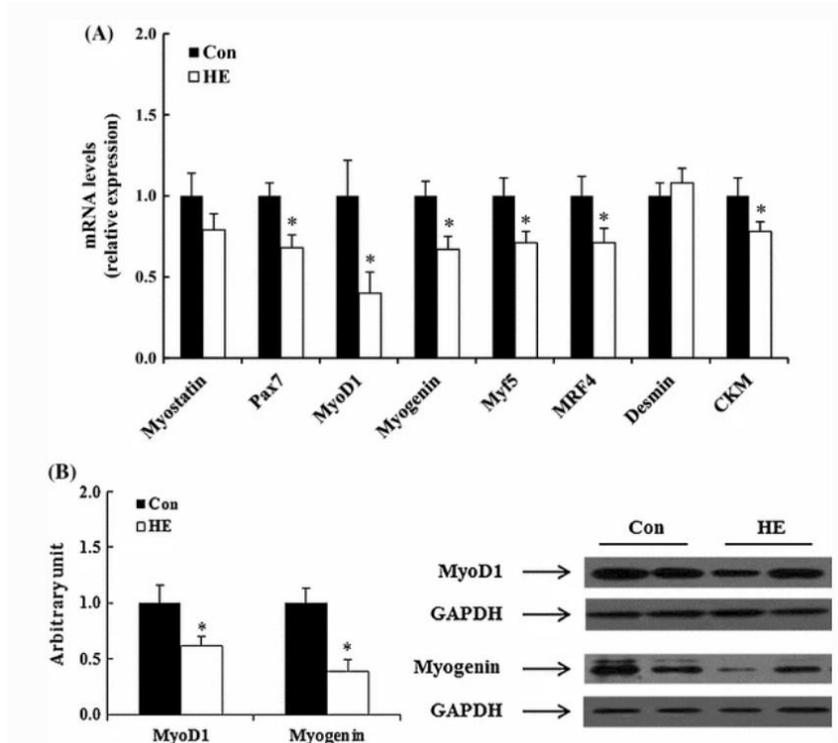
妊娠1-90天提高母体能量水平会延缓胎儿骨骼肌分化和成熟

- ✓ 高能组胎儿背最长肌的肌纤维密度、蛋白质浓度和乳酸脱氢酶活力显著降低，肌肉生长相关基因表达量显著降低，但对肌纤维横截面积无显著影响。

| Item | Con | HE | SEM | P value |
|--|--------|-------|------|---------|
| Muscle fibre density | 3887 | 3343 | 191 | 0.048 |
| MCSA (μm^2) | 90.23 | 94.80 | 5.79 | 0.576 |
| Protein (mg/g) | 57.8 | 53.3 | 1.5 | 0.046 |
| DNA ($\mu\text{g/g}$) | 1971 | 1908 | 88 | 0.621 |
| DNA/protein ($\mu\text{g/mg}$) | 34.5 | 36.2 | 1.8 | 0.519 |
| CK (U/mg protein) | 3.86 | 3.56 | 0.10 | 0.048 |
| LDH (U/mg protein) | 1.62 | 1.40 | 0.04 | 0.001 |
| ICDH ($\mu\text{mol/min/g protein}$) | 103.85 | 92.62 | 4.28 | 0.083 |
| CS ($\mu\text{mol/min/g protein}$) | 14.88 | 13.32 | 0.78 | 0.151 |

试验动物：妊娠1-90天的初产大白母猪

日粮处理: (Con, 30.96 MJ DE/day) VS (HE, 34.15 MJ DE/day).

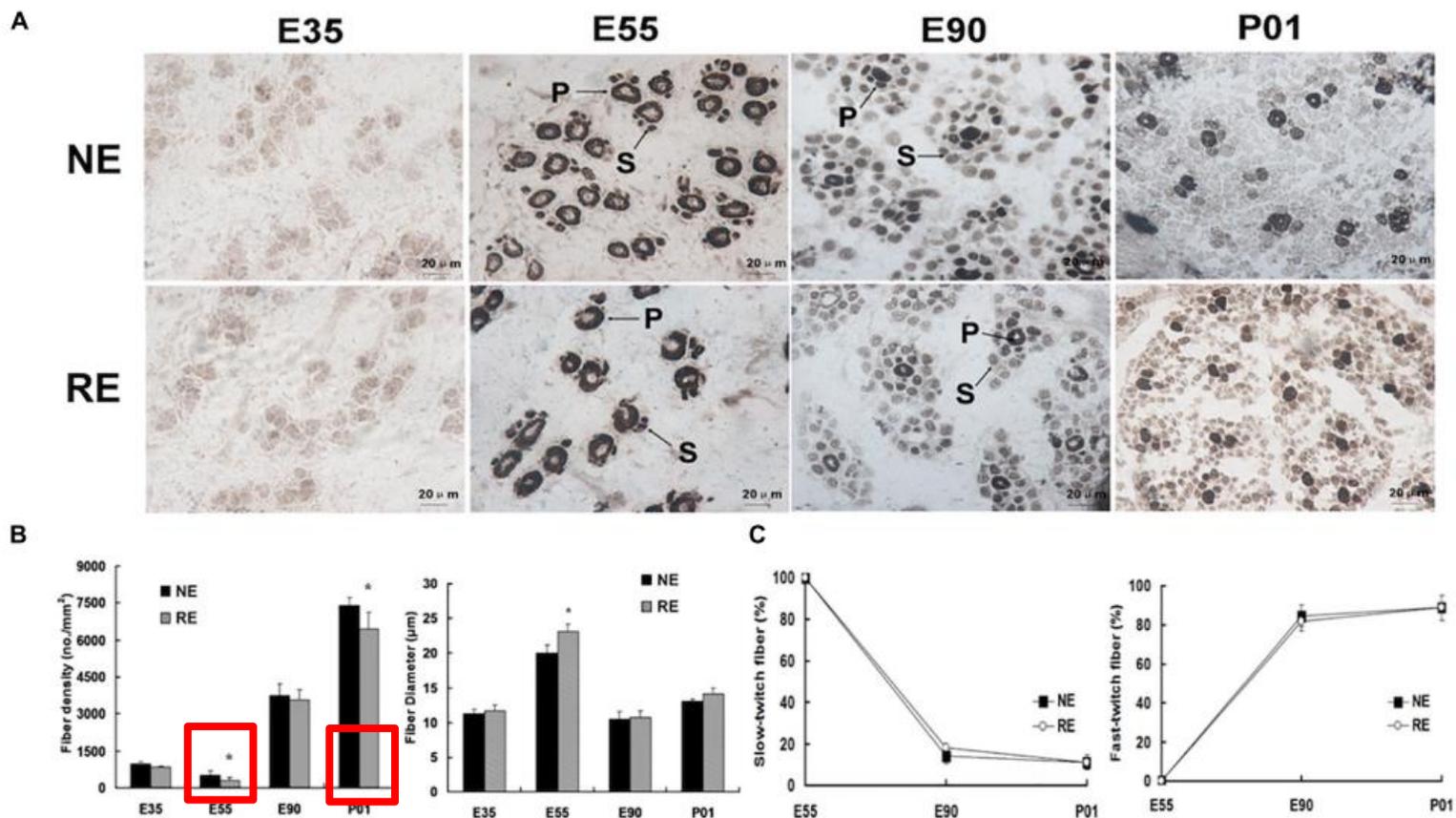


(Tiande Zou et al., 2020)

精准营养提高地方猪瘦肉率、降低脂肪沉积

限制母体能量摄入损害胎儿原发性肌纤维的形成

- ✓ 通过收集妊娠33、55、90天和新生仔猪的背最长肌，限制母体能量摄入降低G55和新生仔猪的初级纤维的密度，并导致出生重的降低。



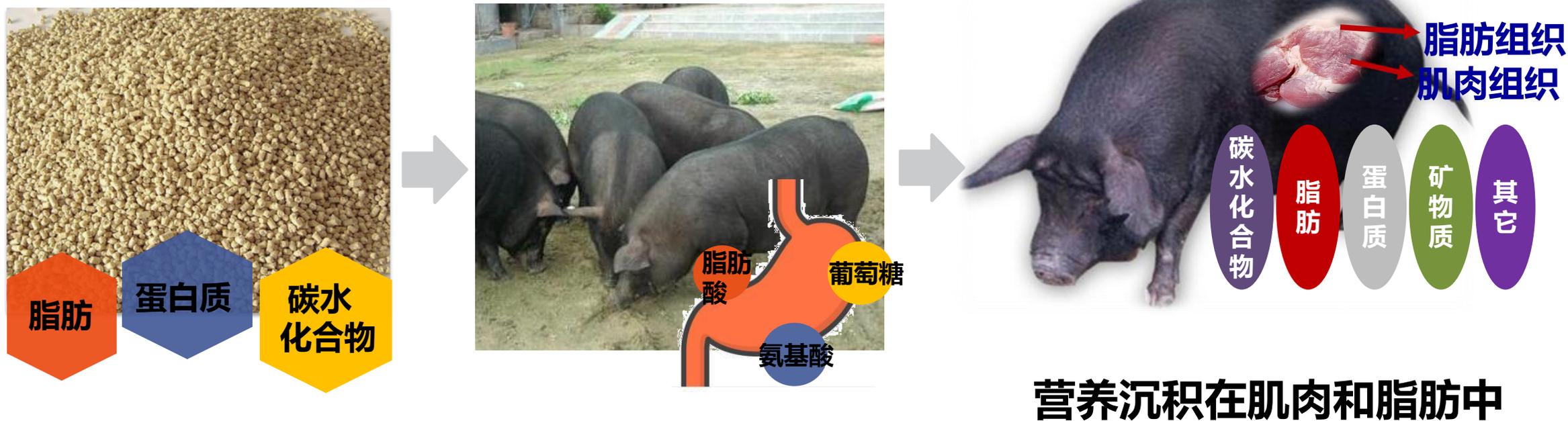
日粮处理：(3.4 kcal/kg, NE) vs (3.0 kcal/kg, RE)

(Jun He et al., 2020)

精准营养提高地方猪瘦肉率、降低脂肪沉积

仔猪出生后各阶段营养干预

✓ 出生后的饲料营养直接影响着地方猪的生长发育及生产性能



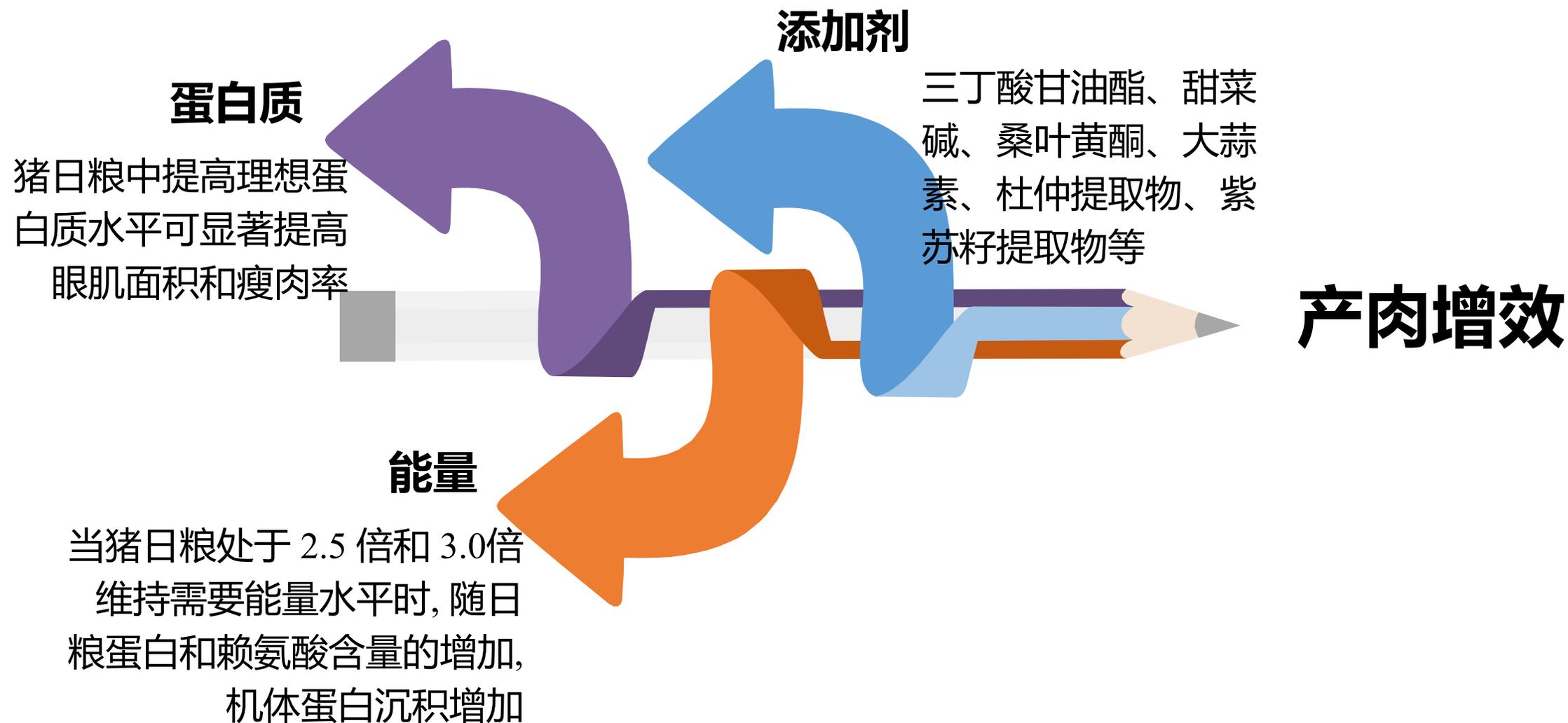
饲料营养

消化吸收

影响瘦肉率
背膘厚等

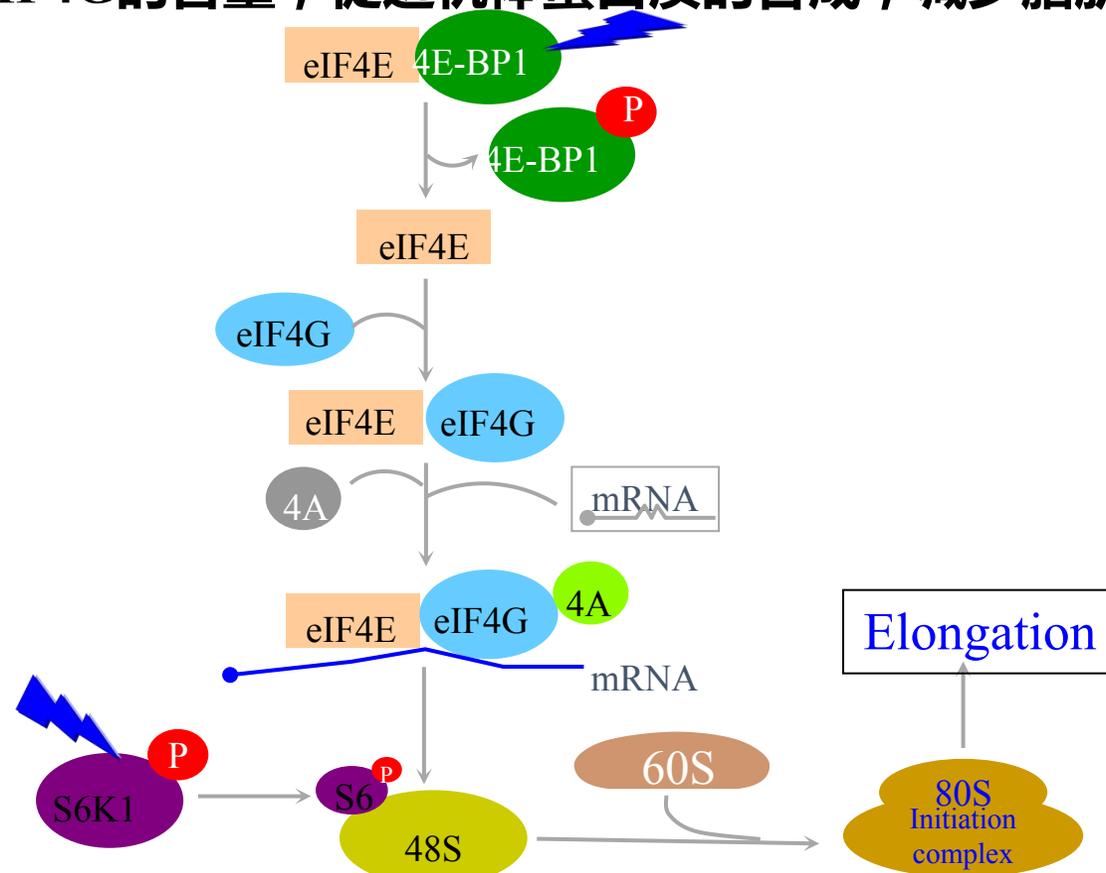
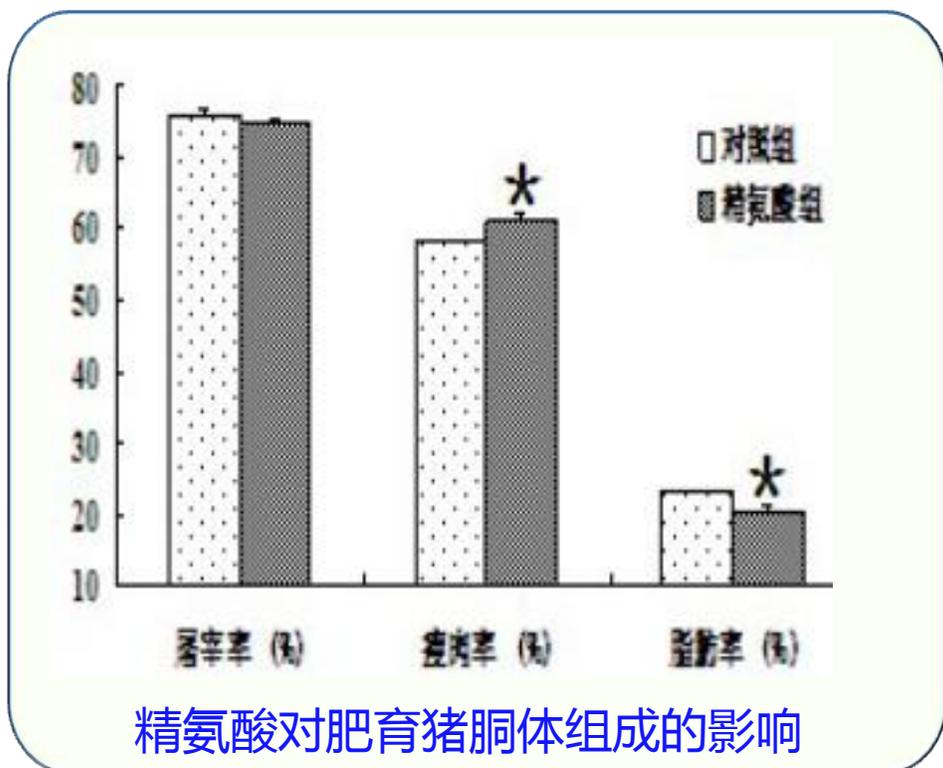
精准营养提高地方猪瘦肉率、降低脂肪沉积

仔猪出生后各阶段营养干预



精准营养提高地方猪瘦肉率、降低脂肪沉积

日粮添加**精氨酸**，可提高**肥育猪胴体瘦肉率**，降低**脂肪率**，改善猪肉品质性状，提高肌肉组织4E-BP1、rpS6和eIF4E的磷酸化水平，降低总eIF4G的含量，促进机体蛋白质的合成，减少脂肪的沉积。



精准营养提高地方猪瘦肉率、降低脂肪沉积

- ✓ **“冲淡日粮” 饲养**：即用粗纤维含量高的部分原料“稀释”日粮，即增加日粮的粗纤维含量，降低日粮的能量浓度，有利于胴体瘦肉率的提高。
- ✓ 在肥育期适当提高日粮粗纤维水平（4%-8%），并替代传统能量原料，可以提高地方猪的瘦肉率，但**添加量不宜超过10%**。

| | 添加NDF水平（%） | | | | | | 显著水平 | |
|----------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| | 0 | | 10 | | 20 | | 猪 种 | NDF水平 |
| | 民猪 | 杂种猪 | 民猪 | 杂种猪 | 民猪 | 杂种猪 | | |
| 最终活体重 (kg) | 85.4 | 83.0 | 83.7 | 85.8 | 82.9 | 83.7 | NS | NS |
| 空 体 重 (kg) | 81.93 | 78.62 | 78.20 | 79.72 | 77.35 | 76.74 | NS | ** |
| 日 增 重 (kg) | 0.499 | 0.583 | 0.372 | 0.400 | 0.343 | 0.378 | ** | ** |
| 饲 养 天 数 | 108.3 | 90.1 | 143.7 | 118.7 | 153.6 | 135.6 | ** | ** |
| 干物质采食量 (kg/日) | 1.74 | 2.04 | 1.74 | 2.14 | 1.75 | 2.10 | ** | NS |
| 消化能采食量(Mcal/日) | 6.96 | 8.74 | 6.67 | 7.94 | 6.68 | 7.27 | ** | * |
| 饲 料 / 增 重 | 3.69 | 3.9 | 5.11 | 5.08 | 5.54 | 6.08 | NS | ** |
| 膘厚度* (cm) | 13.85 | 13.02 | 10.53 | 12.29 | 9.6 | 10.21 | NS | ** |

稻壳和米糠可提高日粮纤维含量, 显著降低背膘厚度 (P<0.01)

(霍贵成, 1991)

精准营养提高猪地方猪瘦肉率、降低脂肪沉积

| 项目 | 甜菜碱 | | 能值 | | 性别 | |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| | 0% | 0.1% | 13.49 MJ/kg | 13.28 MJ/kg | 小母猪 | 阉割公猪 |
| 屠宰头数 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 胴体性状 | | | | | | |
| 平均背膘厚(cm) | 2.26±0.38 | 1.71±0.30 | 2.06±0.48 | 1.91±0.40 | 2.03±0.46 | 2.07±0.39 |
| 胴体重(kg) | 75.70±4.10 | 74.13±4.50 | 75.53±3.32 | 74.30±5.16 | 75.98±3.20 | 74.08±4.30 |
| 屠宰率(%) | 75.62±1.75 | 75.55±1.19 | 75.99±0.56 | 75.13±2.04 | 75.97±1.90 | 75.81±0.97 |
| 胴体瘦肉率(%) | 63.09±2.44 | 65.51±4.31 | 64.18±3.26 | 64.43±4.15 | 63.79±3.57 | 64.34±3.67 |
| 眼肌面积(cm ²) | 44.89±6.93 | 40.61±6.07 | 45.49±5.93 | 39.93±6.63 | 42.17±6.06 | 43.90±7.72 |
| 肥瘦比 | 0.267±0.053 | 0.276±0.066 | 0.247±0.068 | 0.246±0.058 | 0.256±0.067 | 0.254±0.062 |
| 胴体长(cm) | 96.25±3.58 | 98.88±4.02 | 97.38±3.66 | 97.75±4.40 | 98.60±4.14 ^a | 95.80±2.46 ^b |
| 小肠重(kg) | 1.47±0.24 | 1.71±0.32 | 1.72±0.33 | 1.46±0.20 | 1.52±0.29 | 1.66±0.33 |
| 花油率(%) | 2.01±0.41 | 1.75±0.38 | 1.97±0.42 | 1.75±0.37 | 1.88±0.46 | 1.77±0.28 |
| 肉质性状 | | | | | | |
| pH值(45 min) | 6.44±0.05 | 6.42±0.07 | 6.44±0.07 | 6.42±0.05 | 6.42±0.04 | 6.41±0.08 |
| 肉色 | 18.31±1.10 | 18.36±1.14 | 18.19±1.36 | 18.50±0.71 | 18.60±0.94 | 18.44±1.21 |
| 大理石纹评分 | 3.44±0.18 | 3.25±0.27 | 3.38±0.23 | 3.31±0.26 | 3.35±0.34 | 3.30±0.26 |
| 滴水损失(%) | 1.64±0.93 | 1.53±0.50 | 1.49±0.99 | 1.70±0.32 | 1.80±0.60 ^a | 1.21±0.65 ^b |
| 肌内脂肪(%) | 3.00±0.35 | 2.94±0.25 | 2.98±0.36 | 2.97±0.25 | 2.87±0.27 | 2.96±0.35 |
| 小肠张力(N) | 13.71±1.93 | 14.72±2.03 | 13.89±3.94 | 14.55±3.57 | 15.22±4.10 | 12.35±3.21 |
| 超声波活体测定 | | | | | | |
| A点活体背膘厚(cm) | 1.52±0.29 | 1.46±0.31 | 1.53±0.34 | 1.45±0.25 | 1.46±0.30 | 1.60±0.32 |
| B点活体背膘厚(cm) | 1.23±0.18 | 1.22±0.26 | 1.24±0.27 | 1.21±0.16 | 1.16±0.20 ^a | 1.30±0.25 ^a |
| 估测瘦肉率(%) | 57.3±2.03 | 57.53±2.75 | 57.35±2.94 | 57.47±1.76 | 58.05±2.33 ^a | 56.45±2.61 ^b |

| 项目 Items | 对照组 | LD组 | LD+XOS组 | SEM | P值 P-value |
|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|---------------|
| | Control group | LD group | LD+XOS group | | |
| 第28天 Day 28 | | | | | |
| 宰前活重 Slaughter weight/kg | 14.97 | 14.62 | 15.84 | 0.472 | 0.196 |
| 胴体重 Carcass weight/kg | 8.04 | 7.53 | 8.15 | 0.373 | 0.470 |
| 屠宰率 Dressing rate/% | 53.99 | 51.48 | 51.47 | 0.991 | 0.141 |
| 眼肌面积 Loin eye area/cm ² | 5.88 ^b | 6.13 ^b | 7.63 ^a | 0.392 | 0.009 |
| 皮厚 Skin thickness/mm | 1.79 | 1.82 | 1.85 | 0.076 | 0.846 |
| 背膘厚 Backfat thickness/mm | 12.81 ^a | 9.83 ^b | 12.00 ^a | 0.477 | 0.001 |
| 瘦肉率 Lean meat rate/% | 35.98 | 37.81 | 40.16 | 1.158 | 0.058 |
| 脂肪率 Fat rate/% | 20.76 | 21.24 | 22.74 | 1.210 | 0.493 |
| 第56天 Day 56 | | | | | |
| 宰前活重 Slaughter weight/kg | 28.57 | 27.14 | 27.50 | 0.690 | 0.330 |
| 胴体重 Carcass weight/kg | 16.67 | 16.12 | 15.18 | 0.497 | 0.127 |
| 屠宰率 Dressing rate/% | 58.20 | 58.15 | 55.21 | 1.165 | 0.141 |
| 眼肌面积 Loin eye area/cm ² | 6.90 | 7.02 | 6.64 | 0.222 | 0.472 |
| 皮厚 Skin thickness/mm | 3.22 | 2.47 | 2.62 | 0.234 | 0.080 |
| 背膘厚 Backfat thickness/mm | 21.88 | 20.65 | 21.80 | 0.501 | 0.176 |
| 瘦肉率 Lean meat rate/% | 33.62 | 34.88 | 32.27 | 1.425 | 0.445 |
| 脂肪率 Fat rate/% | 31.20 | 27.99 | 31.31 | 1.495 | 0.227 |
| 第84天 Day 84 | | | | | |
| 宰前活重 Slaughter weight/kg | 40.70 | 40.66 | 39.63 | 1.380 | 0.825 |
| 胴体重 Carcass weight/kg | 24.45 | 23.72 | 24.34 | 0.919 | 0.835 |
| 屠宰率 Dressing rate/% | 59.32 | 58.35 | 61.47 | 1.056 | 0.126 |
| 眼肌面积 Loin eye area/cm ² | 10.08 | 13.69 | 12.04 | 1.015 | 0.063 |
| 皮厚 Skin thickness/mm | 4.91 ^a | 2.75 ^b | 2.43 ^b | 0.213 | <0.001 |
| 背膘厚 Backfat thickness/mm | 27.42 ^b | 28.91 ^b | 34.62 ^a | 0.454 | <0.001 |
| 瘦肉率 Lean meat rate/% | 29.69 | 32.36 | 32.21 | 0.978 | 0.120 |
| 脂肪率 Fat rate/% | 35.06 ^b | 33.84 ^b | 35.68 ^a | 0.386 | 0.009 |

✓ 日粮中添加0.1%甜菜碱可以降低试验猪的背膘厚 (2.26 cm vs 1.71 cm) 和肥瘦比 (0.267 vs 0.276) ;

✓ 研究发现, 德氏乳杆菌 (LD)、德氏乳杆菌 (LD) +低聚木糖 (XOS) 具有提高环江香猪瘦肉率的趋势 (P=0.058) 。

彭健等(2009);
Kong et al,2020

精准营养提高地方猪瘦肉率、降低脂肪沉积

- ✓ 以藏巴猪（藏猪×巴马香猪）为例，瘦肉率每提高5%，参照Yan等（2021）和2020版中国《猪营养需要》相应数据参数，得出30-50 kg阶段，每头藏巴猪可节省总的净能（NE）约40.14MJ，总的饲粮约4.08kg，料肉比降低约5.3%。1度电=3.6MJ,节约40.14MJ相当于节约11.15度电。

饲粮添加茶粉对藏巴猪胴体性状的影响

| Effect of dietary supplements with tea powder on carcass characteristics of the pigs | | | | | | | |
|--|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|------|----------------|
| 项目 Item | I | II | III | IV | V | SEM | P 值 P-value |
| 屠宰率% Slaughter rate | 68.25 | 66.36 | 68.09 | 67.45 | 65.88 | 1.39 | 0.35 |
| 板油重 kg Abdominal fat | 1.40 ^a | 1.36 ^a | 1.10 ^b | 1.08 ^b | 1.25 ^{ab} | 0.12 | 0.03 |
| 胴体直长 cm Carcass length | 72.17 | 75.80 | 76.40 | 73.10 | 74.57 | 1.65 | 0.06 |
| 皮厚 mm Skin thickness | 2.88 | 2.61 | 2.64 | 2.82 | 2.80 | 0.22 | 0.67 |
| 背膘厚 mm Fat thickness | 34.56 ^a | 32.01 ^a | 32.98 ^a | 26.14 ^b | 30.53 ^a | 2.01 | <0.01 |
| 眼肌面积 cm ² Eye muscle area | 9.60 | 10.37 | 10.70 | 9.40 | 10.27 | 0.54 | 0.10 |
| 瘦肉率% Total muscle | 40.13 ^b | 39.88 ^b | 41.70 ^{ab} | 42.62 ^a | 40.87 ^{ab} | 0.92 | 0.03 |
| 脂肪率% Total fat | 32.00 ^a | 31.25 ^{ab} | 27.86 ^c | 26.27 ^c | 28.45 ^{bc} | 1.57 | <0.01 |

- 2%、4%茶粉组较对照组可显著降低板油重（ $P<0.05$ ）；4%茶粉组可显著降低背膘厚（ $P<0.05$ ）；其他试验组也表现出降低的趋势；
- 2%、4%、6%茶粉组脂肪率均显著下降（ $P<0.05$ ）。



屠宰后4%茶粉组胴体



屠宰后对照组胴体

4%茶粉组显著提高了胴体瘦肉率（ $P<0.05$ ）

精准营养提高地方猪瘦肉率、降低脂肪沉积

桑叶替代麦麸对湘村黑猪胴体性状的影响

| 项目 | 对照组 | 3% | 6% | 9% | SEM | P值 |
|-------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|------|---------|
| 背膘厚 (mm) | 34.09 ^a | 27.26 ^b | 26.85 ^b | 25.64 ^b | 2.19 | <0.01 |
| 眼肌面积 (cm ²) | 23.46 ^b | 26.89 ^{ab} | 27.78 ^{ab} | 30.67 ^a | 1.61 | 0.01 |
| 肌苷酸 (mg/g) | 2.22 ^b | 1.67 ^c | 1.79 ^c | 2.59 ^a | 0.12 | <0.0001 |
| SOD1基因 | 1.06 ^{ab} | 1.12 ^{ab} | 1.22 ^a | 0.97 ^{ab} | 0.10 | 0.07 |

Liu YY et al. J Anim Physiol Anim Nutr, 2019

这是日本岩手县的一家旅馆，以杜仲猪肉吸引旅客

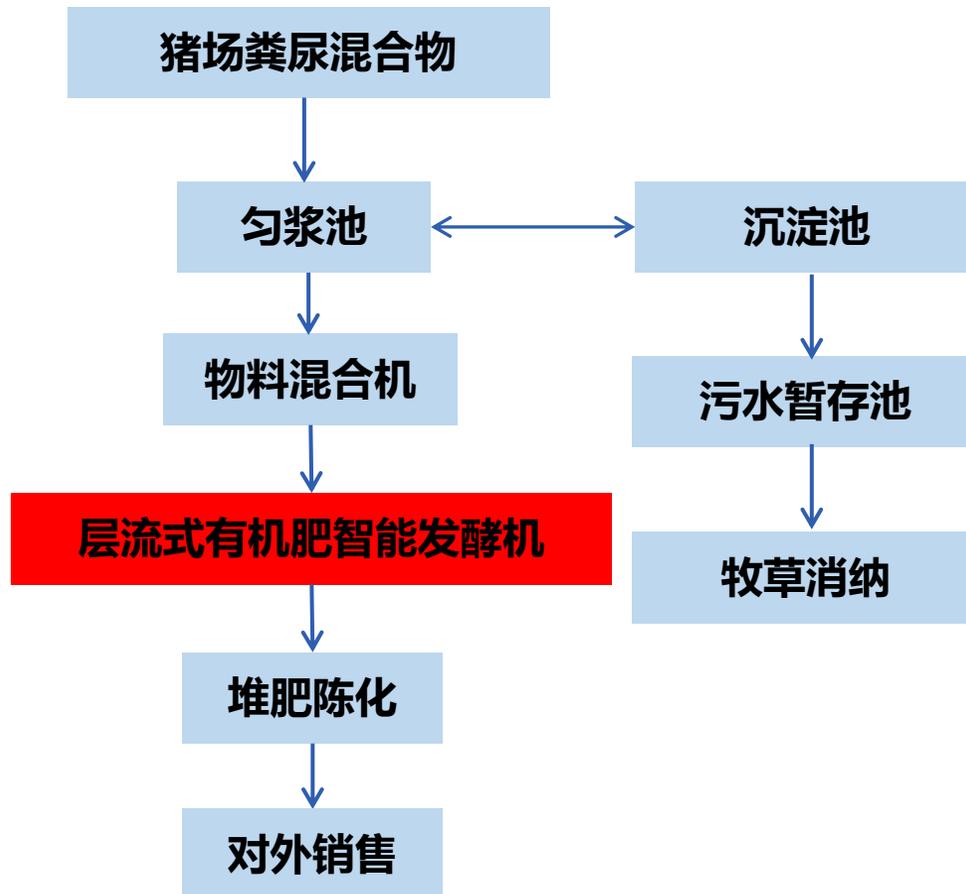


畜牧业碳达峰碳中和策略

(三) 养殖废弃物减排技术

“源头减排+层流式有机肥智能发酵”

环保处理流程示意图



畜牧业碳达峰碳中和策略

规模育肥猪场粪污源头减排工艺



机械自动清粪粪道



地沟风道

水泡粪工艺中，粪污长期积淀于猪舍底部厌氧发酵，产生大量甲烷；而机械自动清粪做到日产日清，结合后续的高温好氧发酵工艺，可以减少90%以上的甲烷产生量

畜牧业碳达峰碳中和策略

(三) 养殖废弃物减排技术

粪水排泄物减排新方法



实心地板

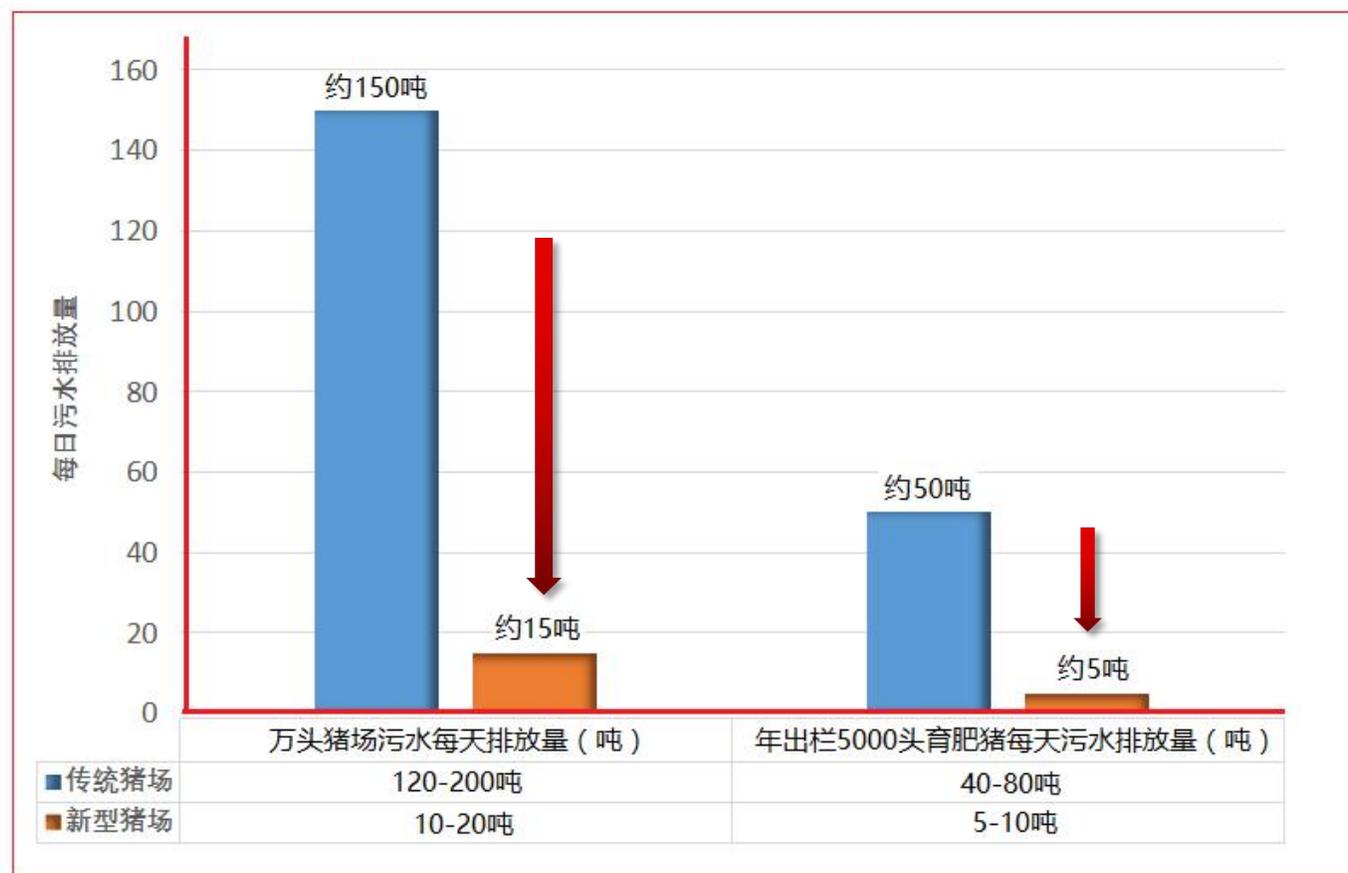
冲栏用水



半漏缝地板

畜牧业碳达峰碳中和策略

(三) 养殖废弃物减排技术

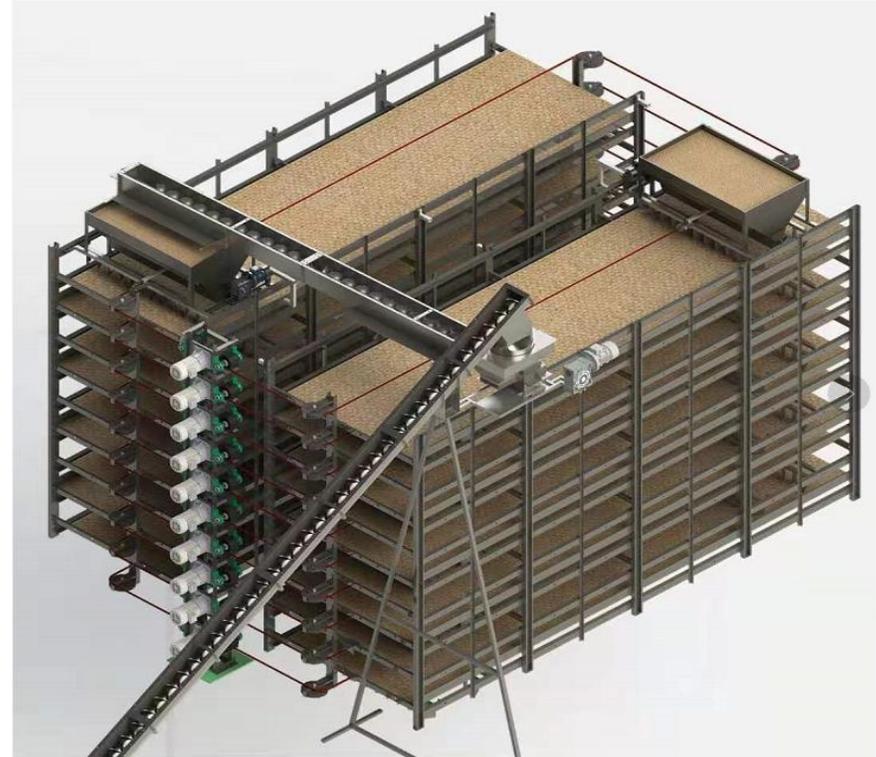


畜牧业碳达峰碳中和策略

层流式有机肥智能发酵系统

层流式有机肥发酵设备既融合了异位发酵床、发酵塔等多种技术的优点，又避免了这些技术的不足。物料在设备内分层流动，逐层下落，具有发酵速度快，处理量大、全封闭，全自动，能耗低，生物安全性高的显著优势。

避免了发酵塔和异位发酵床经常出现的因水分蒸发慢，氧气不足而造成的死床的问题。综合能耗只有发酵塔的十分之一。**每处理1吨含水率70%的粪污生产为有机肥，能耗从120度电降低到12度。**



畜牧业碳达峰碳中和策略

层流式有机肥智能发酵



层流式有机肥智能发酵设备

畜牧业碳达峰碳中和策略

层流式有机肥智能发酵



层流式有机肥智能发酵设备研发团队

畜牧业碳达峰碳中和策略

(四) 种养结合循环农业模式

创新发展绿色、优质、环保、可持续发展的现代化种养结合模式，
解决土壤修复、养殖业转型升级的关键问题

- 养殖业在农业生态系统中具有**资源转换**和**维持生态平衡**的重要功能。
- 种养脱节会导致化肥农药大量使用、水土污染严重、土壤板结、农产品品质下降；同时养殖业粪污处理成本高，养殖场周边环境问题严峻。
- 发展种养一体化功能农业的优势在于**通过生物发酵农业废弃物、生活湿垃圾等有机资源**，制造出**安全、营养、对环境友好的微生物肥料和饲料**，打通种养一体化产业链条，从根本上降低环保支出和饲料成本，少施或不施农药化肥、抗生素，产出**安全、绿色、有机的生态农产品**，建立人与作物、家畜、土壤良好循环互利关系。

畜牧业碳达峰碳中和策略

(四) 种养结合循环农业模式

经典案例

水生植物利用

“猪-沼-水生植物”模式



- ❑ 绿狐尾藻高效去除COD和氮磷
- ❑ 农业面源污染、养殖和分散型污水治理模式
- ❑ 污水COD和氮磷去除率 > 90%
- ❑ 成本低、效果好、可持续



已在湖南、浙江、湖北、广西、重庆、江西建立技术推广示范点 72 个



处理前(mg/L)

| 氨氮 | 总磷 | COD |
|-----|------|------|
| 564 | 36.2 | 3524 |



处理后(mg/L)

| 氨氮 | 总磷 | COD |
|------|------|-----|
| 3.52 | 0.94 | 115 |

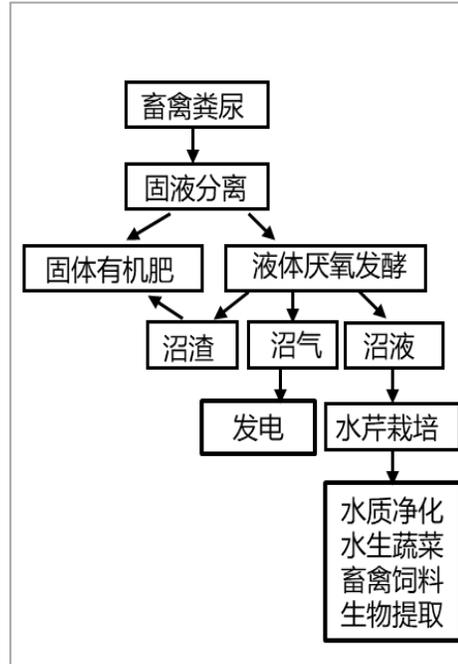
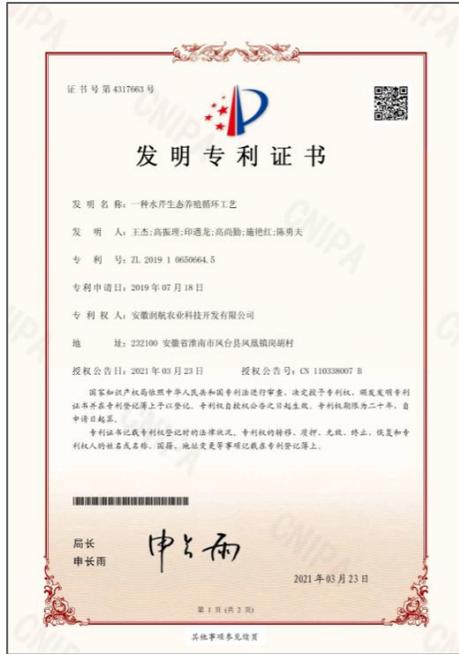


(四) 种养结合循环农业模式

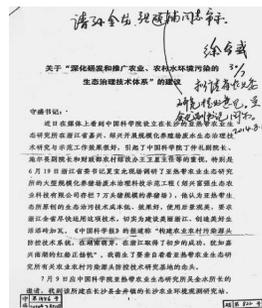
水生植物利用

“猪-沼-水生植物”模式

“猪-沼-水芹”技术体系



院专报信息



湖南省省委书记批示



国务院综改办、浙江省省委书记等领导多次视察

(四) 种养结合循环农业模式

经典案例

陆地应用 “猪-废弃物(有机肥)-种植-饲料” 模式

滴灌技术



(四) 种养结合循环农业模式

经典案例：

“猪-废弃物-牧草种植一体”模式



牧草种植

饲料生产

生猪养殖

生猪屠宰

肉品加工



牧草种植
与加工



年产100万吨的
饲料厂



十余座生猪规模
化养殖场



年百万头屠宰
的产能



“歪脖脖”系列
熏腊制品

(四) 种养结合循环农业模式

经典案例

“粪水-无土栽培”模式：水上种植的蔬菜根系不会吸收泥土中长期沉淀的重金属和有害残留物，避免了土壤污染带来的食品问题

池塘养殖水体原位生物净化技术推广花卉鱼螺模式



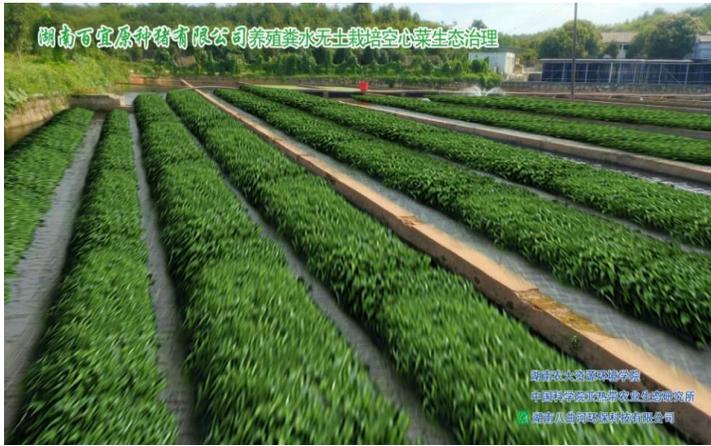
(四) 种养结合循环农业模式

经典案例：

“粪水-无土栽培”模式：水上种植的蔬菜根系不会吸收泥土中长期沉淀的重金属和有害残留物，避免了土壤污染带来的食品问题

2020

湖南百宜原种猪有限公司
养殖粪水无土栽培生态治理



八曲河傅珍检相关新闻报道

江西卫视、北京卫视、湖南卫视、新华网、凤凰网、长沙晚报、潇湘晨报、湖南日报和2018年5月中央电视台科技苑“臭水塘变成聚宝盆”专题报道



2012年9月12日江西卫视深度观察栏目
组报道别墅养猪回乡创业的传奇故事



2013年中央电视台《新闻直播间》
报道长沙市望城回乡创业的新型农民

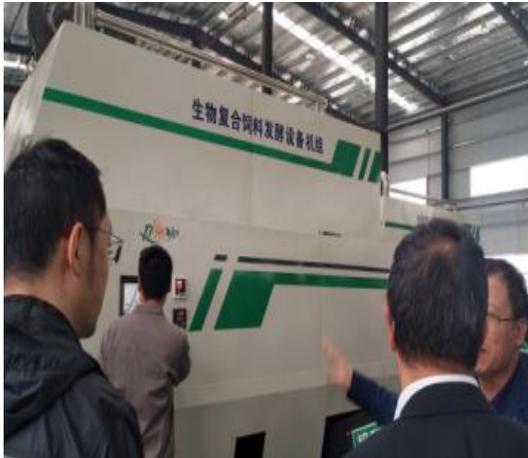


(四) 种养结合循环农业模式



构树全株发酵前后常规营养成分含量比较

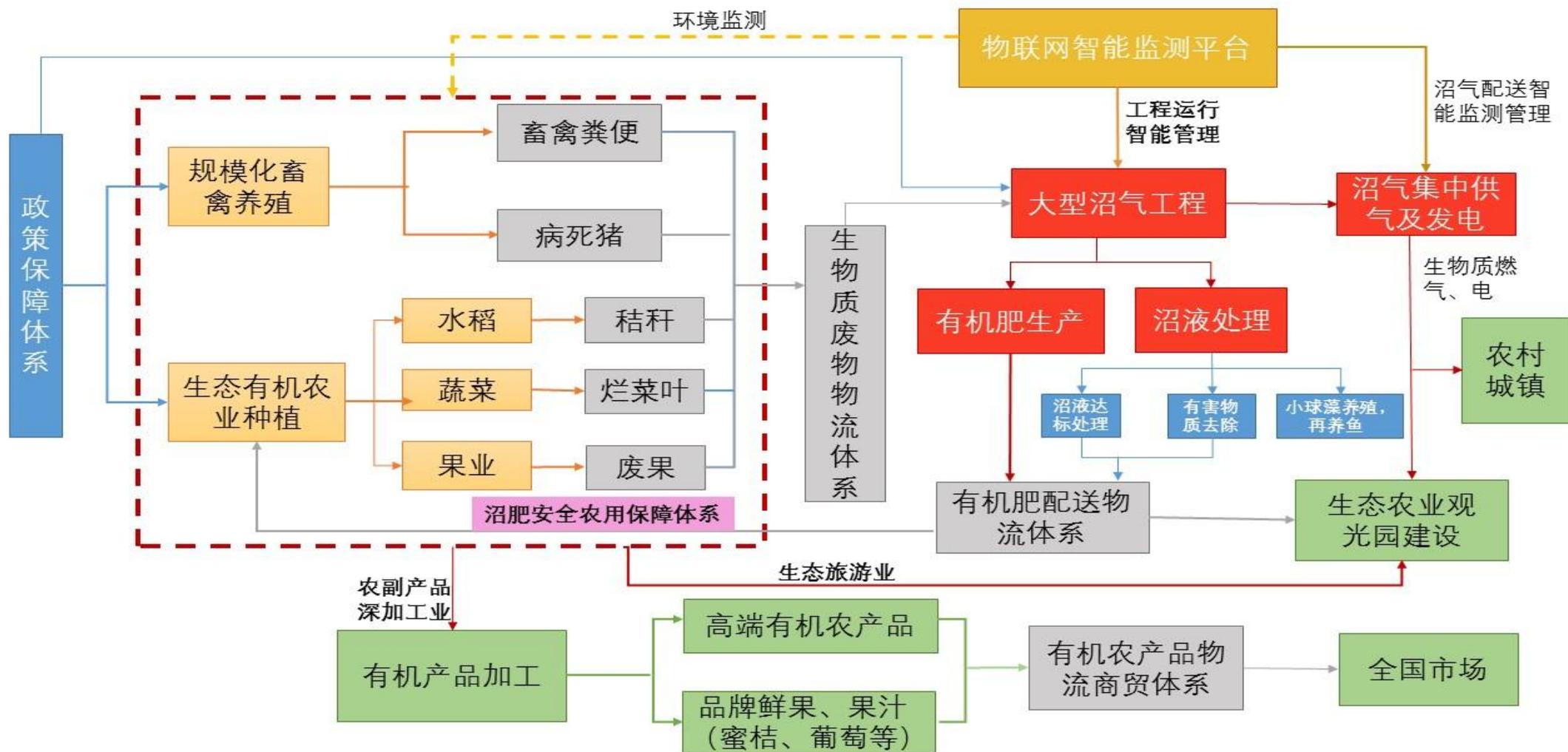
| 项目, % | 新鲜构树 | 发酵构树 |
|-------|-------------|-------------|
| 干物质 | 22.00 | 50.86 |
| 总 能 | 17.75 MJ/kg | 16.22 MJ/kg |
| 粗蛋白 | 13.20 | 10.28 |
| 粗脂肪 | 3.94 | 4.10 |
| 粗纤维 | 25.92 | 15.05 |
| 钙 | 1.03 | 1.20 |
| 磷 | 0.24 | 0.24 |
| 灰分 | 6.10 | 12.19 |



(四) 种养结合循环农业模式

经典案例

“N2N” 循环农业产业模式：以县域为范围，以农业废弃物处理中心和有机肥生产中心为核心，联动上游N家养殖企业和下游N家种植企业构建的生态循环农业园。



（四）种养结合循环农业模式



江西正合生态农业有限公司在新余罗坊镇投资的南英沼气站。

一方面，解决新余市渝水区东部乡镇年出栏60万头生猪产生的粪污和新余市区域产生的病死畜禽；

另一方面，产生的沼气用于集中供户和沼气发电，产生的有机肥用于水果和蔬菜种植等，沼液用来种植牧草用于发展草食畜牧业。

在渝水区范围，构建起种养平衡的循环农业体系。

新余市渝水区南英垦殖场规模化沼气发电工程项目



畜牧业碳达峰碳中和策略

(四) 种养结合循环农业模式

经典案例：“生姜叶养羊”模式



2020年9月16日，习总书记询问湖南省久品环保科技有限公司合作基地郴州汝城文明瑶族乡“生姜叶养羊模式”种植户



畜牧业碳达峰碳中和策略

(四) 种养结合循环农业模式

创新发展种养一体化功能农业，培育功能农产品品牌，从源头解决食品安全问题、助力乡村振兴、促进生态文明

- 提升农牧产品的功能价值，比如通过提升风味物质的沉积效率，减少胆固醇等对人体有害成分，增加硒、锌、卵磷脂、不饱和脂肪酸等有益成分，满足人民群众对健康食品、生态食品的需求。



富硒茶



富硒樱桃



中药玫瑰茄干

畜牧业碳达峰碳中和策略

(四) 种养结合循环农业模式

创新发展“中医农业”产业，实现中医药种植与土地生产力的可持续循环

- “中医农业”是将功能农业与中医学融合起来发展，可为人民群众提供药食同源食品、保健食品、特殊医学食品。
- 发展“中医农业”产业有利于农产品产地水、土、气立体污染的综合防控，促进动植物健康生长，是促进当代农业生态转型、加快功能农业发展的有效路径。

畜牧业碳达峰碳中和策略

(四) 种养结合循环农业模式

经典案例：“种中草药养畜模式便于粪污的持续性消纳”模式

- 一般作物的季节性强，收割期窗口小，能施肥的时段很有限，而畜禽粪污消纳需常年进行，这是种植业消纳粪污有限的原因之一
- 多年生牧草一年可以收割几茬，合理安排收割时间，可连续收割、施肥，保证粪污持续消纳



- ✓ 优选适合于种养平衡的**中草药**，创新地方特色的种养平衡模式
- ✓ 优选了适合于种养平衡的**桑叶、苕麻、巨苋草、构树**等饲用作物，替代常规饲料缓解饲料原料短缺问题

畜牧业碳达峰碳中和策略

(四) 种养结合循环农业模式

经典案例：

“种中草药养畜模式便于粪污的持续性消纳”模式

丰富的植物资源

饲用植物：
桑叶、苕麻、巨苋草、构树
、甜象草



功能性成份亟待开发

药用植物：
山银花
杜仲、连翘



消纳畜禽有机肥

畜禽废弃物：
资源化
有机肥

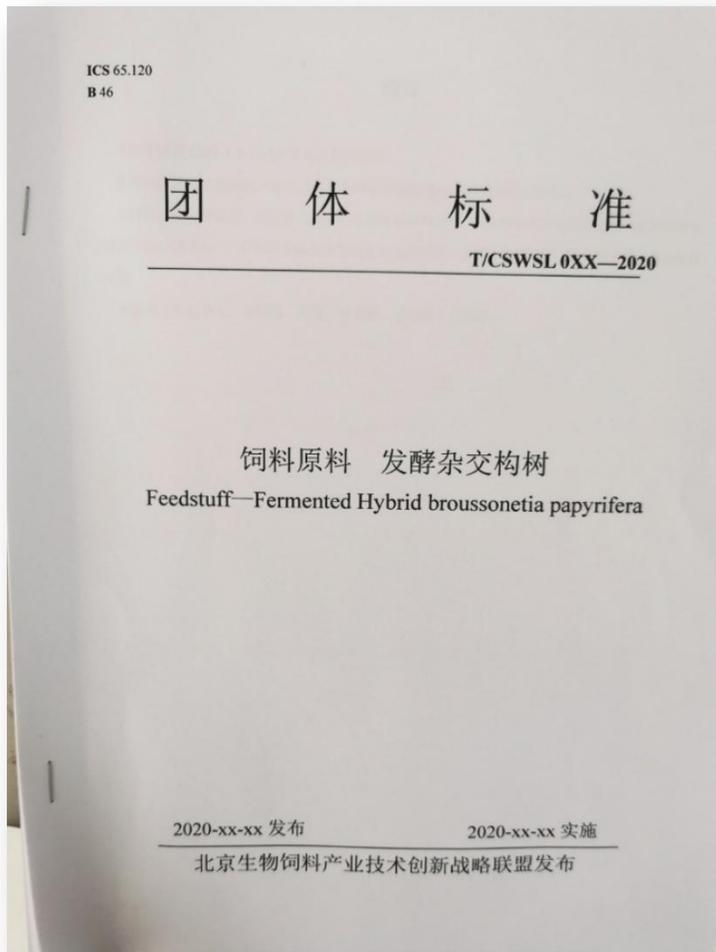


畜牧业碳达峰碳中和策略

(四) 种养结合循环农业模式

经典案例：

“种中草药养畜模式便于粪污的持续性消纳”模式



畜牧业碳达峰碳中和策略

(四) 种养结合循环农业模式

经典案例：

“种中草药养畜模式便于粪污的持续性消纳”模式

集成基于“种养结合”改善猪肉品质和生态环境的养殖技术



Effects of dietary ramie powder at various levels on carcass traits and meat quality in finishing pigs
Yinghai Li^{1,2,3,4}, Yingying Liu^{1,2,3,4}, Fengen Li^{1,2,3,4}, Qian Liu^{1,2,3,4}, Qizhong Dai^{1,2,3,4}, Jianhong Sun^{1,2,3,4}, Xingqiao Huang^{1,2,3,4}, Xiao'an Chen^{1,2,3,4}, Yulong Yin^{1,2,3,4}



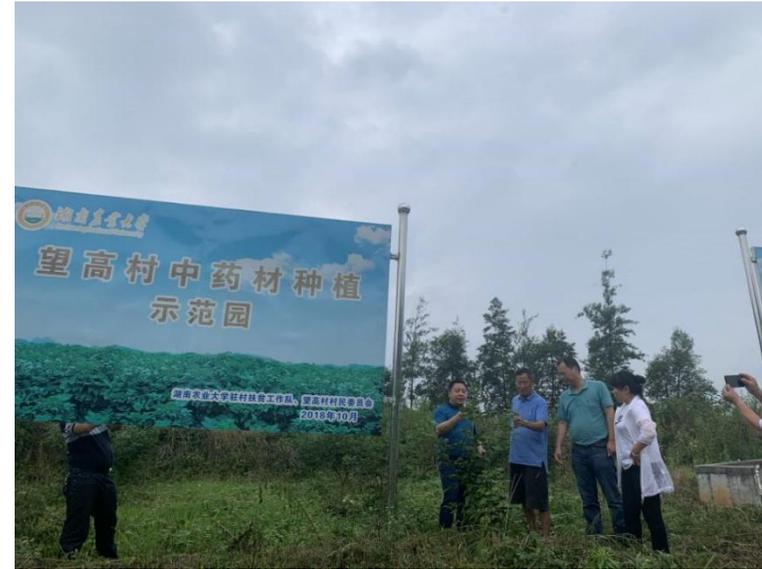
该项技术先后在福建、湖南、河南、山东、安徽和黑龙江等地区推广应用

畜牧业碳达峰碳中和策略

中医药助乡村振兴绿水青山 美丽乡村

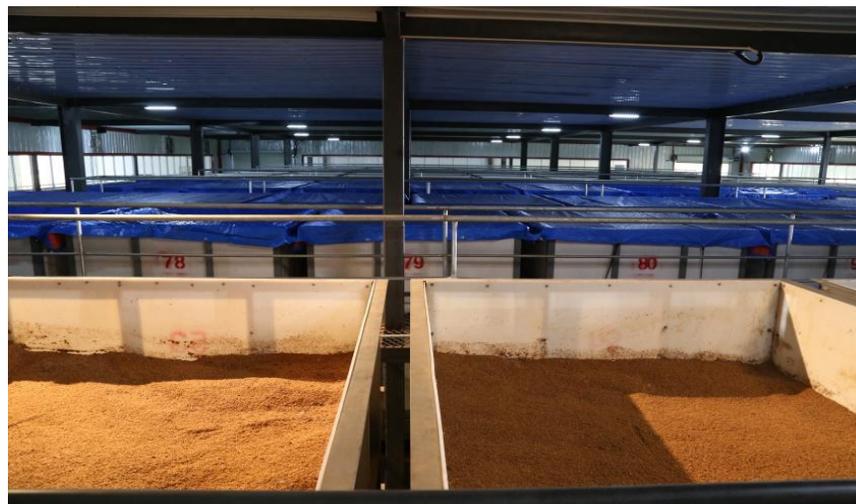
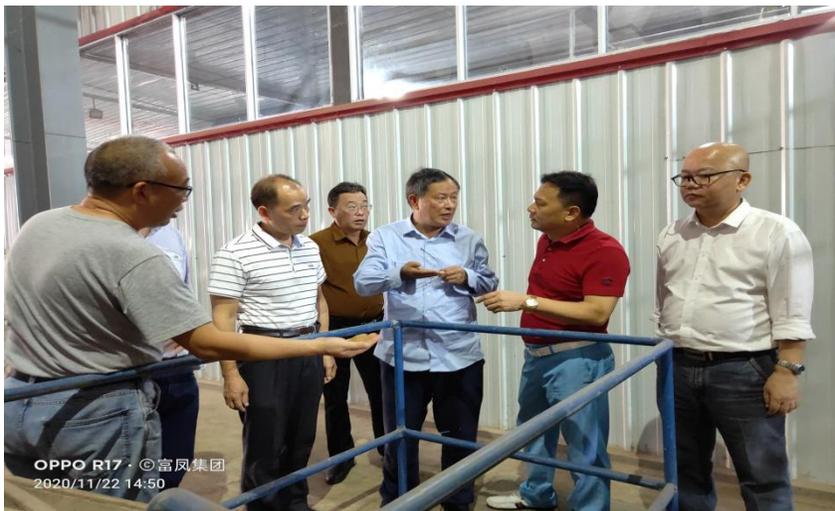


畜牧业碳达峰碳中和策略



畜牧业碳达峰碳中和策略

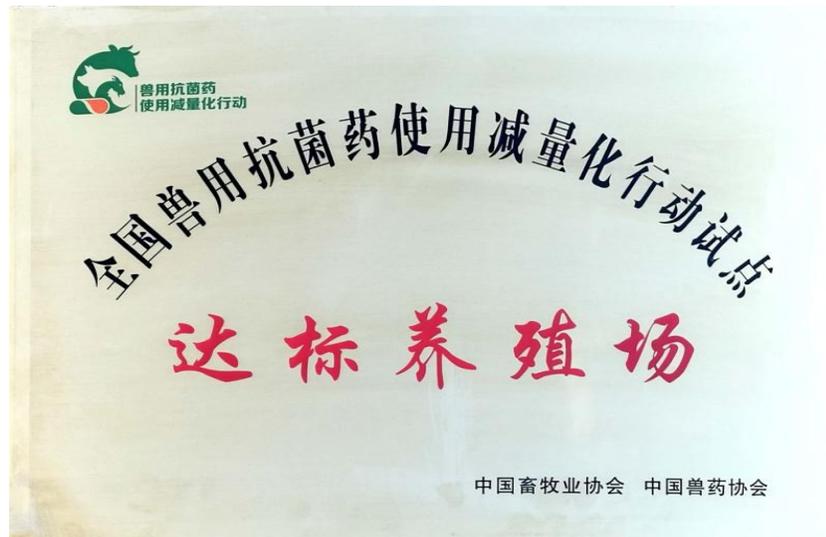
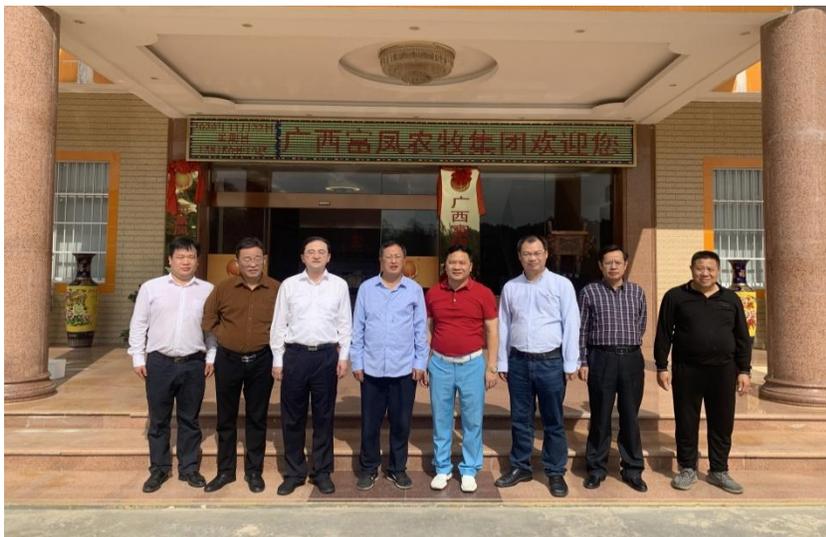
广西富凤农牧集团生物发酵饲料运用



富凤集团生物发酵车间

畜牧业碳达峰碳中和策略

广西富凤农牧集团生物发酵饲料运用



富凤集团荣获全国减抗达标养殖场

未来设想与目标

设想：一棵树



生态绿化、治污防霾——青山绿山（固碳固氮）

营养饲料（中草药）、连伐刈割（绿色再生）

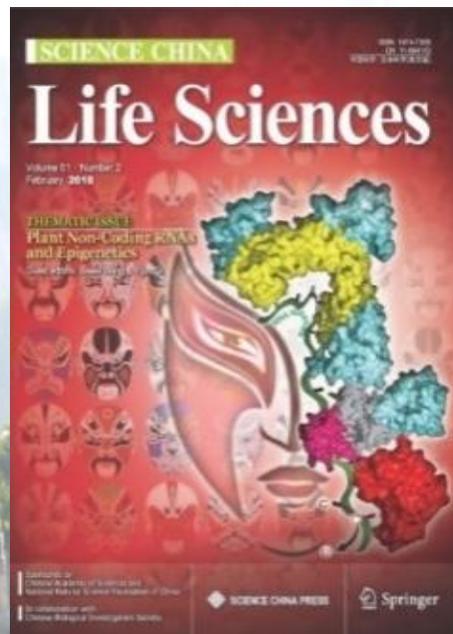
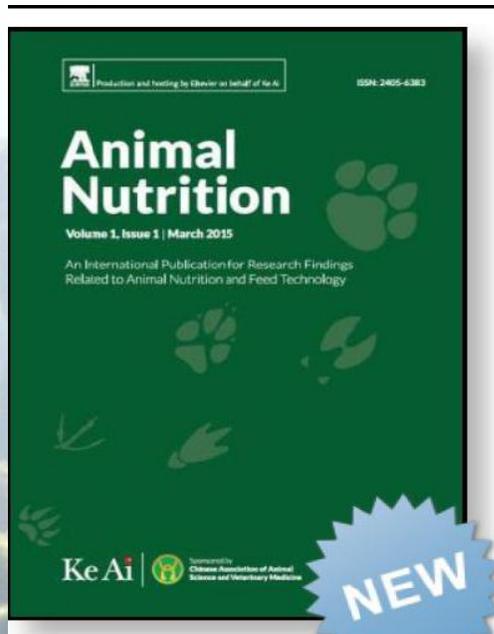
精准脱贫、快速致富——持续循环



未来设想与目标

发展对策

- 制定扶持政策，推进种养一体化生态养殖模式的实施；改善生态环境，促进产业的发展
- 开发农业碳减排新技术，减少农业领域甲烷等非碳温室气体排放
- 选育优质功能农业新品种资源，开发利用地方种养殖的优良种质资源
- “种养相结合” 创新链、产业链中功能成分的研究与挖掘
- 加强复合型人才培养



Thanks