

成果编号：

## 2025 年度齐鲁农业科技奖

### 科技进步奖推荐书

成 果 名 称：肉牛节本增效与精准营养调控关键技术  
研究及应用

申 报 单 位：山东省农业科学院畜牧兽医研究所

推 荐 单 位：山东省农业科学院畜牧兽医研究所

成果第一完成人：姜富贵

齐鲁农业科技奖奖励委员会办公室制

年 月 日填

## 一、成果基本情况

成果名称 (不超过 30 字)		肉牛节本增效与精准营养调控关键技术研究及应用			
主要完成人 (不超过 12 人)		姜富贵、游伟、董瑞兰、张燕、张德敏、宋恩亮、宋华民、胡鑫、宋磊、朱清玉、张同锋、孙志刚			
主要完成单位 (不超过 5 个)		山东省农业科学院畜牧兽医研究所、山东省农业科学院、青岛农业大学、山东省畜牧总站、格润富德农牧科技股份有限公司			
推荐单位	山东省农业科学院畜牧兽医研究所	申报单位联系人	姓名	姜富贵	
			手机	15820098906	
			固定电话	0531-66655139	
			电子信箱	fgjiang2017@163.com	
项目开始时间		2017.01		项目结束时间	2022.12
二级学科分类		动物营养与饲料科学		三级学科分类	肉牛营养与饲料科学
授权发明专利(件)		15		授权的其他知识产权(项)	71
任务来源		省部计划		成果密级	非密
<p>具体计划、基金的名称和编号(不超过 300 字):</p> <p>国家自然科学基金面上项目, 黄芪甲苷对犊牛小肠黏膜免疫屏障功能影响及其信号通路研究, 31672450, 2017.01-2020.12, 立项经费 60 万元; 山东省自然科学基金博士基金, 亚急性瘤胃酸中毒对瘤胃上皮屏障功能的影响及其机制研究, 2019.07-2022.06, 立项经费 10 万元; 山东省科普示范工程项目, 肉牛生态养殖技术科普团队, 2021.07-2021.12, 立项经费 6 万元; 农业技术试验示范与服务支持项目, 131821301064072018-2, 2018.01-2018.12, 立项经费 50 万元; 山东省农业科学院农业科技创新工程项目, 地源性饲料资源开发利用, 2022.01-2022.12, 立项经费 60 万元。</p>					

### 三、成果简介

(不超过 1200 字)

肉牛产业是构建多元化食物供给体系、保障国家粮食安全的重要支柱。其产业链条长、带动性强，对推动农业结构调整、促进乡村振兴战略实施至关重要。发展现代肉牛产业，是践行“大食物观”、实现畜牧业现代化与农业强国目标的关键路径。我国肉牛养殖业存在养殖成本高、营养供给不均、生产效率低等诸多问题。饲料成本约占养殖成本 70%，受国外养殖模式的影响，我国肉牛养殖仍以玉米豆粕型日粮为主，豆粕进口依赖度超过 80%，养殖成本约是国外的 2 倍。此外，精准饲喂与营养调控技术体系不健全，肉牛生产效率较发达国家低 20% 以上。推动肉牛业节粮降耗是促进肉牛养殖业降本增效、保障国家粮食安全和促进肉牛产业可持续高质量发展的必经之路。

本项目以产业需求为引领，按照“提高效率是根本，精准营养是关键，降低成本是途径，集成示范是样板”的总体思路，聚焦肉牛养殖“原料优选-品质提升-科学配方-精准饲喂-营养调控”五大环节，通过“产、学、研、企”协同攻关，在饲料资源开发、精粗饲料高值化利用、精准饲喂与营养调控等方面取得重大突破，采用“科研院校+推广机构+企业+养殖户”的成果转化与推广模式，成效显著。

1. 建立了以我国特色非粮饲料资源为核心饲料营养价值数据库及其信息共享平台，丰富了饲料来源，实现了玉米豆粕等大宗饲料的国产化替代。

2. 建立了全株玉米为主的优质饲草青贮生产技术和以杂粮杂粕为主的生物发酵饲料生产技术体系，实现地源性饲料资源的高值化利用。

3. 细化了肉牛育肥阶段划分，形成了杂粮杂粕型多元化日粮技术模式和饲粮精准配制技术模式，构建了分阶段精准饲喂技术体系，降低了养殖成本，提高了生产效率。

本成果获发明专利 19 件，实用新型专利 32 件，软件著作权 24 项；制定国家标准 1 项、团体标准 14 项；发表论文 90 篇，其中 SCI 论文 49 篇；出版图书 10 部；入选山东省农业主推技术 3 项。采用“科研院校+推广机构+企业+养殖户”的成果转化与推广模式，社会效益和生态效益显著。

## 四、主要科技创新

1. 主要科技创新（不超过 5 页，请勿修改边框，要求字体使用宋体，字号小四号字，行距 18 磅，图表格式设置为上下型环绕。）

项目围绕肉牛业降本增效产业需求，在农业技术试验示范与服务支持项目、山东省科普示范工程项目和国家自然科学基金项目的支持下，重点开展地源性饲料资源开发与高值化利用、低玉米豆粕多元化日粮配制、精准饲喂与营养调控等关键技术研究，集成建立了“原料优选-品质提升-科学配方-精准饲喂-营养调控”一体化的高效生产技术体系，显著降低养殖成本和提高生产效率。

### （一）主要技术创新

**1. 创新点一：完善了肉牛饲料原料营养价值基础数据，建立了以我国特色非粮饲料资源为核心饲料营养价值数据库及其信息共享平台，拓宽了饲料来源；综合饲料原料营养成分及其瘤胃降解参数，筛选出可替代玉米豆粕的饲料原料 6 种，实现了玉米豆粕等饲料的国产化替代，降低养殖成本。**

#### （1）地源性饲料营养价值评定及数据库构建

完成 45 种山东省肉牛饲料原料的营养价值评定，饲料种类包括农作物秸秆、青贮饲料、粗饲料、谷实类、饼粕类饲料、糟渣类等，测定指标包括常规营养成分、蛋白组分、碳水化合物组分、预测能值 4 大类共 24 个指标，建立了肉牛饲料营养成分数据库及其信息共享平台（<http://39.106.67.7:24135/admin/login>）。（所属学科：饲料学；支撑材料：附件 1）

序号	样品名称	样品类型	DM%(干物质)	NDF%(中性洗涤纤维)	ADF%(酸性洗涤纤维)	CP%(粗蛋白)	Ash%(灰分)	EE%(粗脂肪)	ADL%(木质素)	WSC%(水溶性碳水化合物)	Starch%(淀粉)
1	糠糟粕	能量饲料	91.25	64.84	40.62	14.66	4.23	9.34	11.05	1.41	0.01
2	甜菜粕	蛋白饲料	89.08	35.57	20.61	7.09	2.75	0.54	1.67	5.37	0.01
3	空糠籽	蛋白饲料	91.58	50.49	42.75	22.57	3.86	14.83	16.96	1.47	0.01
4	酒糟	蛋白饲料	91.62	29.21	17.4	33.77	1.25	8.94	10.92	6.33	14.26
5	芝麻饼	蛋白饲料	99.69	16.68	12.21	24.96	8.02	15.94	15.50	1.71	0.84
6	黄芩	干草	95.53	67.96	35.81	5.59	7.96	1.54	6.39	0.77	2.81
7	麸皮	能量饲料	88.54	43.21	12.08	16	6.06	2.83	3.13	6.08	12.52

图 1 肉牛饲料营养价值数据库及其信息共享平台

#### （2）不同蛋白质饲料营养成分及其瘤胃降解特性研究

基于 NRC 和 CNCPS 模型，测定分析 10 种蛋白质饲料的营养成分，并利用瘤胃尼龙袋法测定 DM、CP、NDF 和 ADF 的瘤胃降解率，利用隶属函数法综合评价营养价值由高到低依次为：味精渣、豆粕、棉籽粕、DDGS、牡丹籽粕、啤酒糟、豆渣、葵花粕和棕榈粕。

表 1 不同蛋白质饲料营养成分及其瘤胃降解特性

原料名称	TDN	CP	NDF	ADF	DMD	CPD	综合排序
豆粕	76.96	51.54	10.53	4.68	65.14	59.43	2
棉籽粕	65.96	51.73	22.37	12.52	45.23	78.82	3
棕榈粕	69.44	19.92	60.27	18.86	35.89	30.62	10

啤酒糟	74.27	26.03	47.83	20.91	41.09	34.73	7
豆渣	78.17	18.21	33.58	18.92	27.15	48	8
味精渣	84.83	83.47	2.42	2.29	89.7	52.49	1
玉米酒精糟	85.93	29.56	29.94	6.68	44.3	46.88	4
牡丹籽粕	82.98	19.8	20.13	14.72	40.56	64.44	5
芝麻饼粕	81.04	53.41	18.48	5.32	33.39	28.85	6
葵花粕	57.12	38.15	37.52	25.85	50.39	45.23	9

### (3) 不同能量饲料营养成分及其瘤胃降解特性研究

基于 NRC 和 CNCPS 模型，测定分析 11 种能量饲料的营养成分，并利用瘤胃尼龙袋法测定 DM、CP、NDF 和 ADF 的瘤胃降解率，利用隶属函数法综合评价营养价值由高到低依次为：麸皮、次粉、小麦、米糠、玉米、高粱、大麦、大豆皮、稻谷、米糠粕、糙米。

表 2 不同能量饲料营养成分及其瘤胃降解特性

原料名称	TDN	CP	NDF	ADF	DMD	CPD	综合排序
玉米	85.51	8.37	6.21	1.48	54.03	43.37	5
次粉	78.25	18.84	23.1	5.17	72.93	73.41	2
麸皮	75.98	21.05	25.33	6.12	74.87	73.61	1
大豆皮	70.08	14.84	52.98	39.7	50.4	48.08	8
高粱	84.83	11.84	7.62	1.36	33.68	26.45	6
小麦	79.61	15.2	12.96	1.54	73.15	73.52	3
大麦	80.06	11.67	16.11	5.95	44.87	67.59	7
米糠	83.69	13.74	22.72	11.95	53.98	40.53	4
米糠粕	62.37	17.78	18.33	9.22	57.07	39.93	10
稻谷	74.39	7.63	16.76	12.42	48.55	44.87	9
糙米	73.94	9.79	18.37	1.52	40.29	42.87	11

2. 创新点二：基于山东省全株玉米青贮生产与利用现状，制定了全株玉米青贮饲喂肉牛技术规程，提高了全株玉米青贮生产质量和应用效果；基于蛋白桑、杂交构树、大蒜秸秆的营养特性，建立了青贮饲料生产技术体系，提升了青贮发酵品质；采用菌酶协同发酵的方式，优化了棕榈粕发酵饲料生产技术参数，提高了饲料转化效率。

#### (1) 全株玉米青贮生产技术

通过调研山东省内 44 个县(市) 130 家养殖场的全株玉米青贮生产加工现状发现，山东省青贮生产以地上式窖贮为主，平均干物质含量为 31.63%，淀粉含量为 28.14%，pH 值为 3.74，平均单产 2.94 吨/亩，感官质量评定为优级和良好级的比例为 53.08%。针对全株玉米青贮生产的收获期、添加剂使用及其添加量等关键环节，优化全株玉米青贮生产技术参数。

表 3 优质全株玉米青贮生产技术参数

关键环节	技术参数
收获期	干物质 28%–35%，蜡熟期 3/4 乳线时期（35%）品质最优
留茬高度	留茬高度 20cm 以上，留茬高度越高品质越高但产量越低
切割长度	DM 含量 ≥ 30%，长度 1.0–1.5cm；DM 含量 ≤ 30%，长度 1.5–2cm

压窖密度	压窖密度大于 750kg/m <sup>3</sup> ,压窖密度越高品质越高
青贮添加剂	乳酸菌 ≥ 1 × 10 <sup>9</sup> cfu/kg; 氯化铵 9g/kg (鲜重); 有机酸 6mL/kg (甲酸:乙酸:丙酸=7:1:2) 9g/kg (鲜重)
封窖	厌氧膜+黑白膜

### (2) 杂交构树青贮生产技术

开展了糖蜜添加量对杂交构树青贮营养价值、发酵品质和微生物多样性的影响研究,添加糖蜜对杂交构树青贮中的营养价值和发酵品质均有不同程度的提升作用,并可增加乳杆菌属的丰度,同时降低 *Clostridium-sensu-stricto-12* 和肠杆菌属有害微生物的数量。添加 20g/kg 糖蜜杂交构树青贮的营养价值和发酵品质最优。

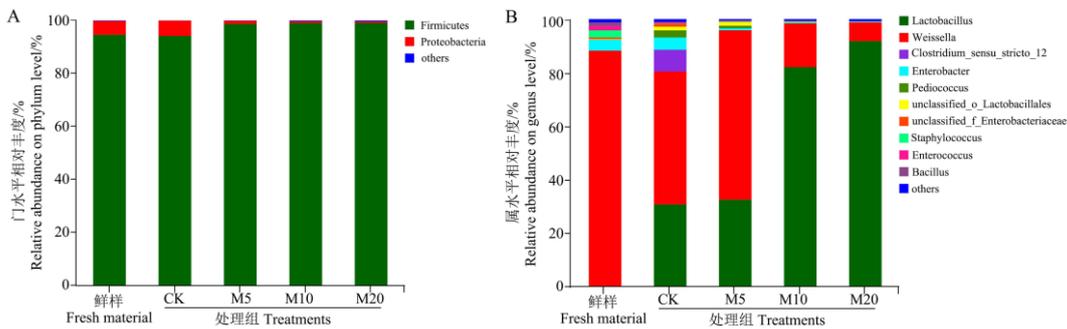


图 2 糖蜜添加量对杂交构树青贮微生物群落组成的影响

### (3) 蛋白桑青贮生产技术

开展了不同青贮添加剂(植物乳酸杆菌+布氏乳杆菌、苯丙酸钾+山梨酸钾、葡萄糖、甲酸)及其组合对蛋白桑青贮发酵品质和微生物多样性的影响研究,不同添加剂可降低蛋白桑青贮的 pH,增加乳酸含量和抑制有害微生物的数量。添加甲酸(5mL/kg)及其组合(5mL/kg 甲酸+20g/kg 葡萄糖)蛋白桑青贮的营养价值和发酵品质最优。

表 4 不同青贮添加剂对蛋白桑青贮营养价值和发酵品质的影响

项目	不同处理组								SEM	P 值
	C	G	L	A	S	GL	GA	GS		
DM	38.93 <sup>d</sup>	39.46 <sup>cd</sup>	39.39 <sup>cd</sup>	40.16 <sup>ab</sup>	39.85 <sup>bc</sup>	39.54 <sup>bcd</sup>	40.16 <sup>ab</sup>	40.60 <sup>a</sup>	0.11	<0.001
CP	15.39	15.50	15.77	15.93	14.74	15.41	15.73	14.70	0.18	0.649
NDF	39.72	39.36	39.30	40.06	40.61	39.09	38.99	38.92	0.42	0.983
ADF	18.81	17.69	17.57	18.12	17.91	17.54	17.45	17.53	0.17	0.538
pH	4.43 <sup>a</sup>	4.31 <sup>c</sup>	4.28 <sup>cd</sup>	4.23 <sup>e</sup>	4.35 <sup>b</sup>	4.25 <sup>de</sup>	4.23 <sup>e</sup>	4.30 <sup>c</sup>	0.01	<0.001
乳酸	53.27 <sup>d</sup>	60.15 <sup>bcd</sup>	64.17 <sup>abc</sup>	69.14 <sup>a</sup>	58.90 <sup>cd</sup>	66.88 <sup>ab</sup>	70.99 <sup>a</sup>	63.68 <sup>abc</sup>	1.23	<0.001
乙酸	10.81 <sup>bcd</sup>	11.47 <sup>ab</sup>	11.18 <sup>abc</sup>	11.62 <sup>a</sup>	10.63 <sup>cd</sup>	11.19 <sup>abc</sup>	11.23 <sup>abc</sup>	10.37 <sup>d</sup>	0.10	0.017
丙酸	0.80 <sup>a</sup>	0.73 <sup>b</sup>	0.71 <sup>b</sup>	0.33 <sup>e</sup>	0.38 <sup>d</sup>	0.39 <sup>d</sup>	0.33 <sup>e</sup>	0.49 <sup>c</sup>	0.03	<0.001

### (4) 大蒜秸秆青贮生产技术

从大蒜秸秆中分离出天然附着乳酸菌 15 株,比较分析其生物学特性、生长与产酸速率、耐酸和抑菌性能,筛选出 2 株(乳酸片球菌和干酪乳杆菌)性能优良的乳酸菌,进一步开展大蒜秸秆与枣粉混合青贮试验,研究发现单独添加乳酸菌组或乳酸菌+10%枣粉组的发酵品质较高。

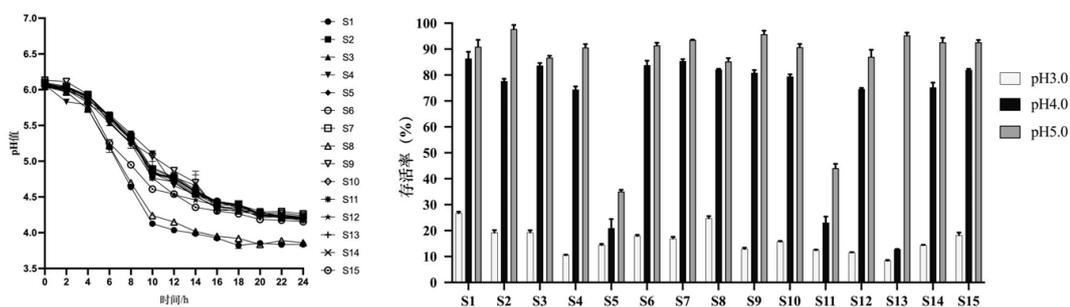


图 3 大蒜秸秆分离菌株产酸曲线和在不同 pH 条件下生长情况

(5) 棕榈粕发酵饲料生产技术

从棕榈粕中分离获得 20 株乳酸菌菌株，比较分析其生物学特性、生长与产酸速率、耐酸和抑菌性能，筛选出 4 株（植物乳杆菌、戊糖片球菌、酸鱼乳杆菌和凝结芽孢杆菌）性能优良的乳酸菌，并进一步开展单一菌种与复合酶和复合菌种与复合酶的棕榈粕发酵试验，经发酵品质和营养成分测定分析，筛选出最优条件：65%棕榈粕+33%水+2%糖蜜+ $6 \times 10^6$  cfu/g 乳酸菌（植物乳杆菌:戊糖片球菌=1:1）+0.3 g/kg 复合酶（酸性-β-甘露聚糖酶:中性-β-甘露聚糖酶:纤维素酶=1:1:1）。

表 4 发酵棕榈粕饲料生产配方表

原料种类	添加比例	备注
棕榈粕	65%	风干样基础，制作前原料需进行粉碎
水	35%	自来水需晾晒 6 h 以上
糖蜜	2%	风干样基础
复合乳酸菌	$\geq 6 \times 10^6$ cfu/g	风干样基础
复合酶	0.3 g/kg	风干样基础

3. 创新点三：依据肉牛生长发育规律和营养需要量，明确了育肥牛阶段划分，形成了饲料原料提效加工精准配制技术模式和杂粮杂粕型多元化日粮技术模式，构建了育肥牛分阶段精准饲喂技术体系，降低了养殖成本，提高了生产效率。

(1) 杂粮杂粕替代玉米应用技术

试验选取体况良好、体重相近的渤海黑牛 42 头，采用随机区组设计，随机分为三组，每组 14 头，开展为期 60 天的饲养试验。三组日粮分别为：对照组、10%杂粮杂粕组、20%杂粮杂粕组。结果表明：杂粮杂粕（7%小麦次粉+8.2%大豆皮+6%米糠+1.8%过瘤胃脂肪粉），同时玉米添加量由 62%降低至 42%，对育肥牛的日增重、干物质采食量和料重比无显著影响，养殖效益提高 1.92 元/d/头。

表 5 杂粮杂粕替代玉米对育肥牛生产性能的影响

项目	对照组	10%组	20%组	P 值
初始体重 (kg)	521.17±53.48	517.45±71.17	450.2±25.6	0.182
终末体重 (kg)	578.81±54	572±70	517.24±40	0.182

日增重 (kg)	0.93±0.23	0.91±0.19	1.12±0.58	0.457
干物质采食量 (kg/d)	13.24±0.89	11.26±0.64	14.28±0.48	0.432
料重比	13.99±0.12	14.04±0.10	14.06±0.21	0.351

### (2) 杂粮杂粕替代豆粕应用技术

试验选取体况良好、体重相近的渤海黑牛 36 头, 采用随机区组设计, 随机分为三组, 每组 12 头, 开展为期 60 天的饲养试验。三组日粮分别为: 对照组、5%杂粮杂粕组、10%杂粮杂粕组。结果表明: 杂粮杂粕 (2%棉籽粕+1.8%DDGS+1.5%味精渣) 在育肥牛精补料中的添加量为 5%, 同时豆粕添加量由 16%降低至 11%, 对育肥牛的日常增重和干物质采食量无显著影响; 5%组的料重比较对照组降低, 养殖效益提高 0.54 元/d/头。

表 6 杂粮杂粕替代豆粕对育肥牛生产性能的影响

项目	对照组	5%组	10%组	P 值
初始体重 (kg)	249.50±15.21	251.59±10.50	251.79±13.42	0.893
终末体重 (kg)	298.12±14.97	301.32±11.45	300.14±15.11	0.846
日增重 (kg)	0.81±0.02	0.83±0.03	0.80±0.01	0.438
干物质采食量 (kg/d)	14.50±0.25	14.68±0.39	14.54±0.29	0.771
料重比	17.90±0.01 <sup>b</sup>	17.71±0.01 <sup>a</sup>	18.05±0.01 <sup>c</sup>	<0.001

### (3) 棕榈粕发酵饲料饲喂肉牛应用技术

试验选取体况良好、体重相近的西门塔尔杂交牛 30 头, 采用随机区组设计, 随机分为三组, 每组 12 头, 开展为期 42 天的饲养试验。三组日粮分别为: 对照组、3%发酵棕榈粕组、6%发酵棕榈粕组。结果表明: 日粮中添加发酵棕榈粕对肉牛日增重、采食量、料重比和屠宰性能无显著影响, 但一定程度上能提高肉牛机体的抗氧化和免疫能力; 日粮添加 6%发酵棕榈粕经济效益最高, 较对照组增加 2.49 元/d/头。

表 7 日粮添加发酵棕榈粕对育肥牛生产性能的影响

项目	对照组	5%组	10%组	SEM	P 值
初始体重 (kg)	606.20	596.60	607.30	23.200	0.938
终末体重 (kg)	651.00	643.50	653.50	22.800	0.950
日增重 (kg)	1.07	1.12	1.10	0.026	0.405
干物质采食量 (kg/d)	15.92	16.05	15.31	0.333	0.258
料重比	15.00	14.61	14.27	0.571	0.637

### (4) 新型功能性添加剂营养调控技术

以提高肉牛饲料转化率、改善瘤胃内环境和增强机体免疫能力为目标, 筛选出新型功能性添加剂 3 种, 其中辣椒素可通过影响瘤胃细菌群落组成改善瘤胃内环境, 对高精料引发的瘤胃酸中毒具有缓解作用; 饲料添加米曲霉培养物可提高育肥牛的 DMI 和 ADG, 降低料重比, 提高 DM、NDF 和 ADF 的表观消化率, 同时增强机体的抗氧化功能; 碱性矿物质复合物可提高育肥牛的 ADG, 降低料重比, 增强机体的抗氧化能力和免疫功能。

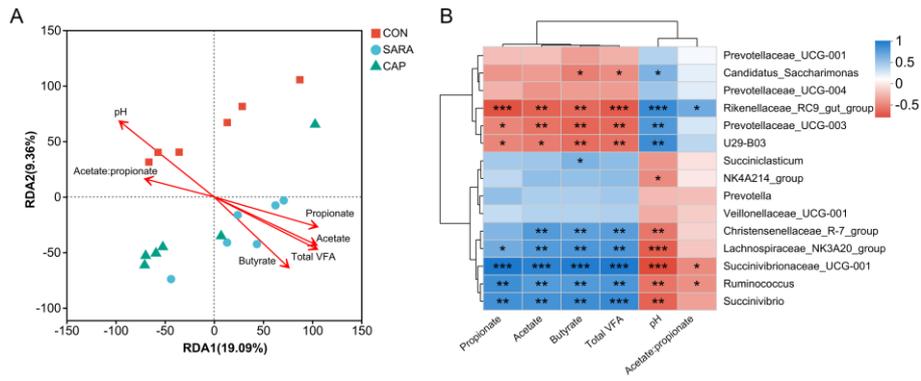


图 4 瘤胃细菌群落组成与瘤胃发酵参数相关性分析

(5) “牧光互补” 绿色低碳肉牛养殖技术

采用“牧光互补”新能源经济模式，将太阳能光伏发电和肉牛养殖技术相结合，在棚顶架设光伏组件生产绿色电能，光伏电池组件采用 535Wp 单晶电池组件，采用倾角为 13° 固定安装在牛棚支架上，光伏组件最低点离地不小于 2.8 米，正南朝向，有效减少肉牛养殖过程中常规能源尤其是燃油资源的消耗，减少二氧化碳温室气体的排放量，实现肉牛绿色低碳养殖，保护生态环境。



图 4 “牧光互补” 绿色低碳肉牛养殖技术

## 2. 科技局限性（不超过1页）

（1）由于地源性饲料资源的种类繁多，加之各类农副产品的饲用价值与其原料来源和加工工艺密切相关，应持续完善非常规饲料资源营养价值数据库，为肉牛养殖开源节粮提供基础数据。

（2）由于我国肉牛品种多且性能不一，过分依赖国外营养需要量标准和玉米豆粕型饲粮结构，易造成养分过或不足。尽管本项目建立了杂粮杂粕型多元化日粮技术模式，但应在此基础上进一步建立适用于我国肉牛的低蛋白氨基酸平衡日粮技术体系，提升饲料蛋白利用效率。

（3）本项目应加强相关技术促进肉牛养殖降本增效的调控机制研究，为技术推广提供理论支撑。此外，进一步加强与智能化养殖工艺与设备融合，适应肉牛养殖集约化、装备智慧化、绿色标准化的发展要求，使创新技术发挥更大实效。

## 五、客观评价

### 1. 曾获科技奖励情况（不超过 10 项）

成果名称	获奖时间	奖项名称	奖励等级	所有获奖人 (本成果完成人姓名后加“*”)	授奖单位	获奖类别
肉牛节本增效养殖与肉品质提升关键技术研究及应用	2026.01	山东省农业技术推广成果优选计划项目单项类	二等奖	宋恩亮*, 张一敏, 姜富贵*, 胡洪杰, 董瑞兰*, 张燕*, 周广晖, 孙志刚, 钱占宇, 冷波, 孟晓静, 卜梦林, 周青, 褚仁忠, 刘玉华, 孟德坤, 宋华民*, 商志恒, 高清波, 李强, 姜晓东, 吕金刚, 王富贵, 徐颖慧, 贾成立	山东省农业农村厅	
肉牛“种-养-加”全产业链关键技术研发及应用	2026.02	山东省农业科学院科技进步奖	一等奖	宋恩亮*, 杨磊, 姜富贵*, 张一敏, 曹爱智, 张燕*, 成海建, 杜斌, 游伟*, 胡鑫*, 刘昫阁	山东省农业科学院	

## 2. 省级及省级以上社会组织出具的科技成果评价

2025年6月21日，山东农学会组织专家，对山东省农业科学院畜牧兽医研究所等单位完成的“肉牛节本增效养殖与肉品质提升关键技术研究及应用”科技成果进行了第三方评价。评审专家为中国农科院饲料研究所马莹研究员、中国农科院北京畜牧兽医研究所卜登攀研究员、中国农业大学苏华维教授、吉林省农科院赵玉民研究员、河南农业大学赵改名教授、江西农业大学瞿明仁教授、河北农业大学李秋凤教授、山东省畜牧总站孔雷正高级畜牧师、山东农业大学林雪彦教授。马莹研究员任专家组长、卜登攀研究员、赵玉民研究员任副组长。

成果综合评分 95.22 分，其中技术创新程度 24 分（满分 25 分）、技术经济指标的先进程度 18.89（满分 20 分）、技术难度和复杂程度 9.22 分（满分 10 分）、技术重现性和成熟度 14.33 分（满分 15 分）、技术创新对推动科技进步和提高市场竞争能力的作用 9.67 分（满分 10 分）、经济或社会效益 19.11 分（满分 20 分）。

专家组形成了 3 条评价意见，结论为：该成果整体达到国际先进水平，其中非粮饲料资源的高值化利用、宰中电刺激嫩化、宰后护色保鲜等技术达到国际领先水平。

## 3. 国家法定查新机构出具的查新报告

委托山东省农业科学院科技文献信息中心对项目成果进行了科技查新咨询。向委托方出具了查新项目科学技术要点，提出了查新内容与查新要求，经对国内外数据库的检索，证实以下 3 个方面的创新国内外未见与查新点相同的文献报道：

(1) 开发出甲酸与葡萄糖复合添加剂协同提升全株蛋白桑青贮饲料发酵品质及抑制有害微生物技术。

(2) 发现了应用辣椒素调控亚急性瘤胃酸中毒肉牛瘤胃菌群改善瘤胃内环境的新策略。

(3) 建立了利用三层反向传播神经网络算法预测肉牛瘤胃发酵甲烷排放量的人工智能模型。

## 4. 国家相关部门检测报告

无。

## 5. 其他

项目成果入选山东省农业主推技术 3 项，相关技术培训和推广工作成效在中国科技网、山东农科频道、齐鲁晚报、农村大众报等省级以上媒体报道 10 次。

## 七、主要知识产权和标准规范等目录（不超过 10 件）

知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态
团体标准	全株玉米青贮饲喂肉牛技术规程	中国	T/SAI A 008-2021	2021.12.20	山东省农业产业促进会	山东省农业科学院畜牧兽医研究所、山东省畜牧总站、阳信县畜牧兽医服务中心等	姜富贵、宋恩亮、成海建、游伟、李强、宋磊、朱炳海、杨保兰、杨振刚、杨北京、崔光军、杨立波、苏晓轶、王春蕾、魏一华、邓体文、季海良、高付明、宋华民	有效
团体标准	健康肉全产业链绿色生产技术规范 肉牛：日粮精准配制技术	中国	T/SDJ KR 001-2024	2024.06.15	山东健康产业联合会	山东省畜牧总站、山东省农业科学院畜牧兽医研究所、山东福安清真食品集团股份有限公司等	战汪涛、姜富贵、宋恩亮、张伟、成海建、游伟、胡鑫、李强、张德敏、杨金华、马宗瑞、李本科、孙志刚、杜斌、邓体文、王春蕾、颜瑞娟、颜瑞萍、宋华民、白福恒、杨占刚、杨蕾、季海良。	有效
国际发明专利	A nutritional additive for	南非	2022/13913	2023.03.29	南非知识产权局	山东省农业科学院畜	姜富贵、宋恩亮、游伟、成	有效

	alleviating subacute rumen acidosis					牧兽医研究所	海建、胡鑫	
国际发明专利	A feedstuff for improving growth performance of beef cattle and preparation method thereof	南非	2024/00018	2024.07.31	南非知识产权局	山东省农业科学院畜牧兽医研究所	游伟、姜富贵、宋恩亮、海建、胡鑫	有效
国家发明专利	一株植物乳植杆菌SQ6及其应用	中国	ZL202310534227.3	2024.04.30	国家知识产权局	山东省农业科学院	张燕、岳寿松、姜富贵、宋恩亮、吴艳秋、蒋文博、成海建、游伟、胡鑫、于金慧、边斐	有效
国家发明专利	一种发酵饲料用发酵装置	中国	ZL202211567940.X	2023.03.17	国家知识产权局	山东省农业科学院畜牧兽医研究所	姜富贵;宋恩亮;游伟;成海建;张燕	有效
论文	Treatment of whole-plant corn silage with lactic acid bacteria and organic acid enhances quality by elevating acid content, reducing pH, and inhibiting undesirable microorganisms	瑞士	—	2020.12.04	Frontiers in Microbiology	山东省农业科学院畜牧兽医研究所	Fugui Jiang, Haijian Cheng, Dong Liu, Chen Wei, Wenjuan An, Yafang Wang, Haitao Sun, Enliang Song*	—

论文	Fermented palm kernel cake improves the rumen microbiota and metabolome of beef cattle	瑞士	---	2024.10.26	Animals	山东省农业科学院畜牧兽医研究所	Wenbo Jiang, Yan Zhang, Haijian Cheng, Xin Hu, Wei You, Enliang Song, Zhiyong Hu, Fugui Jiang*	---
论文	不同收获期对全株玉米青贮营养价值、发酵品质和瘤胃降解率的影响	中国	---	2019.03.01	动物营养学报	山东省农业科学院畜牧兽医研究所	姜富贵, 成海建, 刘栋, 胡明, 苏文政, 安文娟, 孔淑慧, 王亚芳, 刘方圆, 宋恩亮*	---
论文	糖蜜添加量对杂交构树青贮发酵品质和微生物多样性的影响	中国	---	2021.09.29	生物技术通报	山东省农业科学院畜牧兽医研究所	姜富贵, 成海建, 魏晨, 张召坤, 苏文政, 时光, 宋恩亮	---

**承诺:** 上述知识产权用于推荐齐鲁农业科技奖的情况, 已征得未列入成果主要完成人的权利人(发明专利指发明人)的同意, 并填写同意知情函。

第一完成人签字:

## 八、主要完成人汇总表

排名	姓名	性别	身份证号码	职称	参加项目时的工作单位	单位性质
1	姜富贵	男		副研究员	山东省农业科学院畜牧兽医研究所	科研单位
2	游伟	男		助理研究员	山东省农业科学院畜牧兽医研究所	科研单位
3	董瑞兰	女		副教授	青岛农业大学	大专院校
4	张 燕	女		副研究员	山东省农业科学院	科研单位
5	张德敏	男		高级兽医师	山东省畜牧总站	推广单位
6	宋恩亮	男		研究员	山东省农业科学院畜牧兽医研究所	科研单位
7	宋华民	男		兽医师	德州市陵城区农业农村局	推广单位
8	胡鑫	女		助理研究员	山东省农业科学院畜牧兽医研究所	科研单位
9	宋磊	男		畜牧师	山东省畜牧总站	推广单位
10	朱清玉	男		助理研究员	山东省农业科学院畜牧兽医研究所	科研单位
11	张同峰	男		高级兽医师	郓城县行政审批踏勘评审中心	推广单位
12	孙志刚	男		总经理	格润富德农牧科技股份有限公司	企业

## 九、主要完成单位汇总表

排名	单位全称	单位性质	单位所属层级	备注
1	山东省农业科学院畜牧兽医研究所	科研单位	省属	
2	山东省农业科学院	科研单位	省属	
3	青岛农业大学	大专院校	省属	
4	山东省畜牧总站	推广单位	省属	
5	格润富德农牧科技股份有限公司	企业	县属	