

# 肉牛精准营养调控与生长性能提升技术研究

热哈地力·伊布拉音

**摘要：**反刍动物营养代谢时间序列异质性和市场需求刚性需求间的紧张关系，使得“精准营养”成为推动肉牛产业技术升级的核心杠杆。传统的日粮制备以平均体质量和静态营养标准为主，忽略了个体瘤胃发酵动力学、氨基酸微循环和后肠营养流动的差异，造成蛋白质能量错位和甲烷排放强度升高，难以实现日增重和肌肉脂肪沉积的协同优化。而通过活体近红外活体成分扫描、瘤胃胶囊传感和血浆代谢组学技术的快速渗透，实现对采食量、营养消化率和组织合成效率的实时解析，为构建“个体—时间—营养”三者耦合的智能饲养模式奠定基础。

**关键词：**肉牛；精准营养调控；生长性能提升；技术研究

“精准营养调控”理论本质是把肉牛看作“多腔胃发酵生物反应器—肌蛋白合成”复合体系，将饲料化学特征、消化动力学和内分泌信号转化为可执行的饲料决策，实现由“群体均值”到“个体最优”的范式转换。可围绕“温室气体同步抑制”、“可代谢蛋白质—净能同步平衡”、“支链氨基酸—类胰岛素轴协同放大”、“脂代谢重构诱导肌间脂肪选择性沉积”三个环节展开研究。将围绕营养感应信号途径（mTOR、AMPK、SIRT1）与瘤胃菌群功能模块之间的交互作用机理进行深入研究，以期实现肌生长效率跳跃式提高，同时减少氮、磷排放和温室气体排放。

## 一、新疆地区肉牛养殖的营养制约因素与精准调控需求

### （一）核心营养制约因素

新疆肉牛养殖业营养限制因子与地域特性紧密相联，其首要问题是饲料资源时空分布不均匀和营养品质差异。新疆北部草原地区夏季天然牧草粗蛋白含量高（12%—15%），但粗纤维含量高（28%—32%），冬季枯草阶段粗蛋白含量仅为4%—6%，适口性差，消化率低。南疆绿洲区以玉米秸秆和棉秆为主，棉秆粗纤维含量高达45%，而肉牛消化率不到50%。东疆戈壁地区牧草资源稀缺，需要长途运输，饲料成本高，营养损失大。

其次，对肉牛品种和生长发育阶段营养需求的差异没有引起足够的重视。新疆肉牛养殖业主要有西门塔尔、新疆褐牛和安格斯牛三种，新疆褐牛耐粗饲但生长缓慢，西门塔尔杂交牛则有较高的蛋白质和能量需求，传统的

“统一配方”很难满足各品种的营养需要（不同品种营养需求差异显著，如表1所示）<sup>[1]</sup>。同时，犍牛、肥前期和肥后期的营养需求存在明显差异，如肥育期后期需要较高的能量来促进肌肉脂沉积，但传统的饲料配方调整相对滞后，限制了肉牛的生长发育。

最终，极端气候条件下肉牛的营养代谢异常增加其调控难度。新疆冬季气温偏低（新疆北部部分地区-30℃），使肉牛饲养成本提高20%—30%，夏季高温（南疆部分地区40℃）导致采食量下降，营养物质消化吸收效率下降，传统养殖模式缺乏针对性的营养调控措施，进一步放大气候因子对肉牛生长发育的不利影响。

表1 不同品种营养需求差异

品种	耐粗饲性	日增重潜力 (kg)	粗蛋白需求 (%)	能量需求 (MJ/kg)
新疆褐牛	强	0.5-0.7	10-12	9.5-10.5
西门塔尔杂交牛	中	0.8-1.1	12-14	11.0-12.0
安格斯牛	中强	0.7-1.0	11-13	10.5-11.5

### （二）精准营养调控的核心需求

针对以上制约因素，新疆肉牛精准营养调控需满足三个核心需求：（1）饲料资源高效利用需求，通过营养配比和预处理技术，提高低品质饲草（如棉秆、冬枯草）消化效率，降低对优质牧草的依赖性。（2）针对个体差异化营养供给需求，实现“品种—日龄—生理状态”的精准匹配，解决因群喂饲而造成的营养浪费和供给不足的问题。（3）针对极端环境动态调节需求，根据季节、气候等因素，实时调整营养配方，保证肉牛生长性能的稳定性。在此基础上，结合新疆“双碳”战略需求，在精准养分调控的基础上，兼顾温室气体（甲烷）减排与氮磷高效利用，实现生态友好养殖。

**作者简介：**热哈地力·伊布拉音（1975—4）男，哈萨克族，本科，中级兽医师，研究方向：畜牧兽医。

## 二、新疆地区肉牛精准营养调控核心技术应用

### (一) 活体监测技术：实时捕捉营养代谢动态

在体监测技术是实现肉牛营养精准调控的基础，能够无损伤地获取肉牛的生理和营养代谢数据，为调控决策提供依据。活体近红外组分扫描、瘤胃囊传感和血浆代谢组检测等技术已在新疆规模化肉牛养殖中逐步推广应用。

利用活体近红外成分扫描技术，可以在30秒内对肉牛的体脂率、肌率和体况评分进行快速检测，准确率大于92%。前期可利用该技术对新疆一家西门塔尔杂交牛育肥场体成分进行每周监测，发现6-8月龄脂肪含量增长较慢的个体瘤胃消化率较对照低15%-20%，据此调整营养配方可提高35%的体脂率<sup>[2]</sup>。如申请人前期研究发现，新疆褐牛冬季枯草期瘤胃pH易低于5.5（酸中毒临界值），及时调节精粗比，使瘤胃pH稳定于6.0-6.5，营养消化率提高18%，但其作用机制尚不清楚。

而血浆代谢组学检测技术通过分析血浆中代谢产物（如氨基酸、脂肪酸等）的含量，精确判定营养的供需平衡状况。有课题组前期研究发现，用棉秆饲喂的肉牛，其支链氨基酸（亮氨酸、异亮氨酸）含量比玉米秸秆饲喂组降低22%，南疆绿洲肉牛养殖场饲喂过瘤胃氨基酸后，日增重提高0.21kg/天<sup>[4]</sup>。

### (二) 饲草资源精准配伍与预处理技术

针对新疆低质粗饲料的现状，精准配伍及预处理是提高粗饲料养分利用率的关键。在物理预处理方面，推广棉秆、玉米秆的粉碎-揉碎-贮黄一体化工艺，将棉秆2-3cm粉碎后，在黄贮条件下加入复合微生物制剂（乳酸菌+纤维素酶），使粗纤维含量降低12%-15%，粗蛋白提高3%-5%，肉牛消化率由48%提高到65%。以新疆北部某草地牧场为研究对象，通过将枯草和玉米秸秆混合黄贮技术，以7:3比例混合发酵，使黄贮饲料的粗蛋白含量稳定在8%-10%，较单一干草消化率提高20%左右，降低冬季补饲成本。

在营养搭配上，根据不同地区的饲料特性，构建差异化的饲料配方体系。新疆北部草原地区夏季以天然牧草为主要原料，配合20%-30%玉米青贮和5%-8%精饲料（玉米+豆粕），补充过瘤胃维生素和矿物质，满足肉牛生长需要。冬季饲养黄贮料，将精饲料的比例提高到15%~20%，并加入带保护的脂肪，以增加能量供应。南疆绿洲区采用棉秆黄贮+玉米青贮，在精料中添加3%-5%棉籽蛋白，替代部分豆粕，降低饲料成本，添加纤维素酶和酵母菌，提高粗纤维消化效率。东疆戈壁

采用“异地饲草料本地化预处理”模式，即从新疆运来的玉米秸秆和苜蓿草按6:4比例混配，并加入复合酶制剂，实现养分均衡供给。

### (三) 个体差异化精准饲喂技术

个体差异化精准饲养技术以“个体画像-动态配方-智能喂养”为目标，实现营养供应和个体需要的精准匹配。以新疆大型肉牛养殖场为研究对象，引入智能饲喂站和个体识别系统，利用耳标RFID技术对肉牛进行识别，结合前期监测数据（体组成、瘤胃代谢等），构建个体营养需求模型。如新疆褐牛耐粗饲、生长缓慢等特点，在配方中添加5-8%发酵大豆粉，以补充可发酵蛋白；根据西门塔尔牛生长潜力大的特点，在精饲料中增加玉米比例，增加瘤胃赖氨酸和蛋氨酸，促进肌肉生长，从而提高肉牛的生长速度。

针对犊牛（0-6月龄），采用易消化的苜蓿草+玉米青贮为主要原料，添加乳清粉和益生菌，提高免疫力和生长速率，达到0.7-0.9kg；育肥前期（7-12个月龄），将精料比例提高到15%~20%，侧重于蛋白质和矿物质的补充，促进骨骼和肌肉的发育；在肥育期（13-18月龄）增加能量供应，将精饲料比例提高到25%-30%，并通过添加共轭亚油酸（CLA）促进肌肉脂肪沉积，改善牛肉品质。新疆安格斯牛育肥场采用此项技术后，育肥后期肉牛的日常增重由0.85kg提高到1.1kg，肌肉脂肪由3.2%提高到4.5%，达到优质牛肉的标准。

### (四) 极端环境下的动态营养调控技术

构建新疆极端气候条件下的“气候-生理-养分”联动调控机制。本项目拟采用两种方式提高冬季低温时的能量供应：1) 添加5-8%的rumen-protected脂肪，使每千克饲料增加2.5MJ/kg的净能，以满足维持需求。2) 采取“热饲”方式，即粗饲料和精饲料混配，加温至40℃左右饲喂，可使采食量增加10%~15%；在新疆北部阿勒泰地区的一个牧场，冬季采用该技术可使肉牛的日常增重保持在0.75kg以上，比常规饲养提高25%左右。

夏季高温条件下，饲料配方和饲喂时间的优化主要体现在，减少精饲料中玉米的比例，提高优质粗饲料（苜蓿草和甜菜粕）的比例，降低饲料的热量消耗。将喂饲时间调整到早上6点以前和晚上8点以后，避免高温天气。为减轻热应激，可在饮水中加入电解质和维生素C，在新疆南疆喀什地区的一家肉牛养殖场，夏季采用本方案后，肉牛的采食量由20%降低到5%，消化率维持在68%以上，并具有良好的经济效益。

### 三、新疆地区肉牛精准营养调控技术应用案例与成效

#### (一) 北疆草原地区：低质饲草高效利用案例

新疆北部塔城地区一家规模较大的肉牛养殖场（存栏1200头西门塔杂牛），传统饲养方式为冬季干草和玉米秸秆，每天增重0.65kg，饲料成本3.2元/kg。采用营养精准调控技术，以“枯草+玉米秸秆+苜蓿草”黄贮（6:3:1）为原料，添加纤维素酶和乳酸菌，黄贮饲料的粗蛋白质含量提高到9.2%，粗纤维下降到26.5%。在此基础上，利用瘤胃胶囊传感技术，实时监测瘤胃代谢状况，动态调整粗饲料配比（15%–18%），并对过瘤胃氨基酸和矿物质进行补充。

实施半年后，肉牛平均日增重提高到0.95kg，比常规饲养提高46.2%，饲料成本降低到2.3元/kg，每头肉牛在肥育期（12月）净收益1860元，项目实施后，温室气体排放强度降低28%，氮磷资源利用率提高35%，经济效益和生态效益显著提高。

#### (二) 南疆绿洲地区：棉花秸秆资源化利用案例

新疆南疆阿克苏地区的一家肉牛养殖合作社（存栏800头新疆褐牛），传统饲养方式是以棉秆为主的粗饲料，日重0.55kg，棉秆消化率低于50%。在此基础上，采用“棉秆碾磨-黄贮发酵-营养配伍”集成技术，将棉秆粉碎至2cm以下，添加20%玉米粉和5%甜菜粕，接种乳酸菌+酵母+纤维素酶，进行黄贮发酵，使其粗蛋白含量由6.8%提高到10.5%，纤维降低到32%，消化率提高到68%。

同时，根据血浆代谢组的检测结果，添加棉籽蛋白3%，过瘤胃脂肪2%，补充支链氨基酸和维生素D。经过12个月的推广，新疆褐牛日均增重提高到0.8kg，比常规饲养提高45.5%；棉秆利用率由60%提高到90%，每头肉牛可节省1200元优质饲料成本，牛肉品质有明显的提高，粗脂肪含量提高到3.8%，大理石纹由二级提高到三级，产品价格提高15–20%。

#### (三) 东疆戈壁地区：智能精准饲喂案例

东疆哈密地区一座现代化的肉牛繁育场（存栏600

头安格斯牛）面临着饲料资源短缺和气候波动剧烈等难题。在此基础上，构建“活体监控-智能配方-自动投喂”体系：利用活体近红外扫描技术，每周监测肉牛体内成分，并与环境传感器进行温度、湿度等数据进行智能决策，形成个性化营养配方。智能饲喂站通过对肉牛耳标RFID的识别，自动投喂相应的配方饲料，达到“一牛一配方”的目的。

根据东疆地区夏热冬冷的特点，系统自动调节养分供应：夏季减少精饲料能密度，增加青绿饲料（甜菜叶和苜蓿草）所占比例，并补充电解质；在冬季，应增加精饲料中的脂肪含量，增加维生素A和矿物质的供应。经过八个月的实施，安格斯牛平均日增重达到1.05kg，比常规饲养提高了31%，饲料转化率由原来的5.8:1提高到4.2:1，肉牛发病率由8%下降到2%，饲养效率明显提高。

### 结束语

综上所述，肉牛精准营养调控与生长性能提升技术研究，可实现肉牛精准营养调控，实现实时生理监测、动态饲喂算法和组织代谢靶向干预，为实现肉牛高效生产和低碳养殖同步提供可扩展的技术框架。将突破传统静态营养基准边际效果递减的局限，通过数据驱动精细化决策重构养殖利润模式，推动我国饲料业向低蛋白饲料、区域性原料替代和功能添加剂的创新发展。

### 参考文献

- [1] 王宝庆, 代雪瑶, 赵冬辉, 李那何芽, 呼和. 肉牛养殖技术及饲料喂养管理方法研究[J]. 粮油与饲料科技, 2025, (10): 191–193.
- [2] 李凤霞. 浅析肉牛养殖技术要点与管理方法[J]. 吉林畜牧兽医, 2023, 44(12): 13–14.
- [3] 乌云塔娜, 吕龙, 刘维, 张晓峰. 肉牛养殖关键技术要点[J]. 北方牧业, 2023, (23): 22.
- [4] 刘天柱. 规模化肉牛养殖TMR饲喂和管理技术探讨[J]. 河南农业, 2021, (17): 36–37.