

Research on Optimization of Total Mixed Ration Formula and Feeding Effect in Large-scale Goat Farming

Gaoyun Wu

Dejiang County Bureau of Agriculture and Rural Affairs, Tongren, Guizhou, 565200, China

Abstract

This paper focuses on the hybrid breed of Boer goats and local goats. Combined with the semi-pen feeding and free-range breeding model in Guizhou, five groups of TMR formulas with different concentrate and rougher ratios (3:7, 4:6, 5:5, 6:4, 7:3) are designed through the single-factor variable method. The basic raw materials are corn, soybean meal, sheep grass, silage corn, and common local forage (such as ryegrass and clover). Add compound enzyme preparations (cellulase + protease) and mineral premixes, optimize key indicators such as crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), and metabolic energy (ME), and determine the optimal formula through experiments. The results show that the formula with a concentrate ratio of 4:6 (CP15.5%, NDF45.0%, ME 10.5MJ/kg) can increase the average daily weight gain of goats by 178g, reduce the feed-to-weight ratio to 4.5:1, and stabilize the rumen pH value at 6.5-6.8, achieving the best comprehensive benefits.

Keywords

Large scale breeding of goats; Optimization of fully mixed diet formula; Half house feeding plus free range feeding; Feeding effect

山羊规模化养殖中全混合日粮配方优化及饲喂效果研究

吴高云

德江县农业农村局, 中国·贵州 铜仁 565200

摘要

本文针对波尔山羊与本地山羊杂交品种, 结合贵州半舍饲加放养的养殖模式, 通过单因素变量法设计5组不同精粗比(3:7、4:6、5:5、6:4、7:3)的TMR配方, 以玉米、豆粕、羊草、青贮玉米、本地常见牧草(如黑麦草、三叶草)为基础原料, 添加复合酶制剂(纤维素酶+蛋白酶)和矿物质预混料, 优化粗蛋白(CP)、中性洗涤纤维(NDF)、代谢能(ME)等关键指标, 并通过实验确定最优配方。结果显示, 精粗比4:6的配方(CP15.5%、NDF45.0%、ME10.5MJ/kg)可使山羊平均日增重达178g, 料重比降至4.5:1, 且瘤胃pH值稳定在6.5-6.8, 综合效益最佳。

关键词

山羊规模化养殖; 全混合日粮配方优化; 半舍饲加放养; 饲喂效果

1 引言

山羊规模化养殖中, 饲料成本占据养殖总成本的60%至70%, 日粮营养不平衡易引起生长迟缓现象、疾病发生率增大等问题^[1]。全混合日粮(TMR)以将粗饲料、精饲料及添加剂充分融合的方式, 做到精准营养投放, 已在反刍动物养殖事务中大量应用, 可现有的研究大多是针对奶牛TMR配方的, 对于山羊(尤其是杂交品系), 其配方参数、原料配比及饲喂技术方面, 系统性数据不足^[2]。就当前而言, 山羊TMR应用存在三个突出痛点, 一是精粗比例设计上不合理, 粗饲料所占比例过高引发能量的不足, 若比例过低, 会引发瘤胃功能紊乱。二是添加剂投入具有盲目性, 酶制剂跟益生菌的协同效应未能充分施展。三是配方未结合规模化

养殖机械搅拌的相关特性, 易出现分层与离析的状况^[3]。

全混合日粮(TMR)技术是提升山羊规模化养殖效率的核心手段, 但其配方需兼顾营养均衡性、成本可控性及饲喂适应性, 同时要考虑贵州地区半舍饲加放养模式下山羊的采食特点。本次研究聚焦波尔山羊与本地山羊杂交一代, 结合贵州半舍饲加放养模式, 采用多组配方进行对比试验, 实现核心营养指标与原料组合的优化, 另外制定符合规模化投喂的操作要领, 为产业进阶供给技术支持。

2 材料与方法

2.1 试验动物与分组

选取60只健康状况良好、体重(25 ± 2.5) kg的波尔山羊与本地山羊杂交的公羊, 随机地把羊分为5组, 每组12只, 分别采用精粗比为3:7的饲料喂养(此为对照组)、4:6(试验组1)、5:5(试验组2)、6:4(试验组3)、7:3(试验组4)的TMR日粮。试验期间, 每日上午9:00-11:00

【作者简介】吴高云(1972-), 男, 土家族, 中国贵州德江人, 畜牧师, 从事畜牧兽医研究。

和下午 15:00-17:00 进行放牧，其余时间进行舍饲。安排 10 天作为预试阶段，正试阶段为 60 天时长，试验阶段采用单栏养殖方式，采食、饮水均自由开展，每天记录动物采食量。

2.2 日粮原料与配方设计

2.2.1 基础原料选择

精饲料：玉米（能量原料，占精料 30%-40%）、豆粕（蛋白原料，占精料 15%-25%）、麸皮（粗纤维调节，占精料 10%-15%）、棉籽饼（蛋白补充，占精料 5%-8%，脱毒处理）。

粗饲料：羊草（优质牧草，NDF65%-70%）、青贮玉米（发酵粗料，乳酸含量 $\geq 3\%$ ）、花生秧（本地资源，占粗料 20%-30%）。本地常见牧草（黑麦草、三叶草等，占粗料 10%-15%）。

添加剂：复合酶制剂（纤维素酶 1000U/g+蛋白酶 500U/g，添加量 0.1%）、矿物质预混料（含 Ca12%、P8%、NaCl10%，添加量 2%），额外添加 0.05% 的微量元素。

2.2.2 配方营养参数

各配方均考虑半舍饲加放养模式下山羊通过放牧获取的部分营养，在此基础上各配方均实现 NY/T816-2021《肉羊饲养标准》中生长育肥羊的营养达标要求，关于核心指标设计，

2.3 TMR 制备工艺

采用卧式双轴且容积 5m³ 的搅拌机来完成混合，处理粗饲料前，把羊草切成 2-3cm 规格，青贮玉米经破碎处理，粒径达 1cm 以下；先投占比为 60% 的粗饲料，然后精饲料分 2 次投，每次占比达 20%，接着投入添加剂，于整体里占比 1%；搅拌采用 30r/min 的转速，整体混合时间介于 8 分钟到 10 分钟，使混合物均匀度达标。考虑到半舍饲加放养模式下，山羊可能带入部分泥土等杂质，在 TMR 制备前，对原料进行严格筛选，去除杂质。

2.4 测定指标与方法

2.4.1 生长性能

日增重（ADG）：每 10 天实施一次空腹称重工作，得出平均日增重的具体数值；

平均采食量（ADFI）：日常进行投喂量与剩余饲料量的记录，核算实际采食的量；

料重比（F/G）：ADFI 对比 ADG 所得的比值。

2.4.2 瘤胃发酵参数

正试阶段第 60 日，每组随机抽选 3 只羊，经瘤胃瘘管采集出 50mL 瘤胃液，经便携式 pH 计现场测定得到的 pH 值；氨态氮（NH₃-N）采用苯酚-次氯酸钠显色的比色手段；挥发性脂肪酸（VFA）以安捷伦 7890A 实施的气相色谱法，采用 HP-FFAP 色谱柱。

2.4.3 屠宰性能

试验终结后，每组挑选 3 只羊实施屠宰，检测宰前活体重量、胴体重量、净肉比例以及背膘厚度。

2.4.4 成本效益分析

求取每组的日均饲料成本，即原料单价与消耗量相乘之值，按照日增重结果计算每千克增重的开支。

3 结果与分析

3.1 不同 TMR 配方对山羊生长性能的影响

由表 1 可知，伴随精粗比例的不断上升，山羊 ADG 起初上升随后下降。试验 1 组（4:6）达最高（178g），显著高于对照组（144g）及试验 4 组（165g）（P < 0.05）；料重比则呈先降后升趋势，试验 1 组最低（4.5:1），较对照组（5.5:1）降低 18.2%。试验 4 组（7:3）虽采食量最高，但因瘤胃消化负担增加，且与放牧获取的营养叠加导致能量过剩，ADG 反较试验 1 组降低 7.3%。

3.2 瘤胃发酵参数变化

如表 2 所示，试验 1 组瘤胃 pH 达到 6.7，该数值落在反刍动物最适范围 6.2-6.8 内，与对照组 10.8mg/dL 的 NH₃-N 浓度相比，试验 1 组的 13.8mg/dL 显著更高，说明蛋白质降解和微生物合成达成了不错的平衡；以 120mmol/L 计的总 VFA 浓度，乙酸跟丙酸之比是 3.0:1，跟对照组（3.6:1）比，意味着能量利用的效率更上一层楼，试验 4 组受精料超量及放牧获取营养叠加影响，pH 值降低至 6.0，面临亚急性瘤胃酸中毒隐患。

表 1 各组山羊生长性能指标对比

组别	初始体重（kg）	终末体重（kg）	日增重（g）	采食量（kg/d）	料重比（F/G）
对照组	24.8±2.3	33.4±3.1	144±12.5	0.82±0.06	5.5±0.32
试验 1 组	25.1±2.5	35.8±3.4	178±14.5	0.80±0.05	4.5±0.25
试验 2 组	25.3±2.2	35.6±3.3	172±13.8	0.85±0.07	5.0±0.28
试验 3 组	24.9±2.4	35.2±3.2	168±12.9	0.88±0.08	5.2±0.30
试验 4 组	25.0±2.6	34.9±3.1	165±12.1	0.92±0.09	5.6±0.33

表 2 各组瘤胃发酵指标

组别	pH 值	NH ₃ -N（mg/dL）	总 VFA（mmol/L）	乙酸 / 丙酸
对照组	6.8±0.1	10.8±1.0	105±8.2	3.6±0.2
试验 1 组	6.7±0.1	13.8±1.3	120±9.5	3.0±0.1
试验 2 组	6.6±0.1	14.2±1.4	123±10.1	2.9±0.1
试验 3 组	6.5±0.1	15.0±1.2	128±10.8	2.6±0.1
试验 4 组	6.0±0.2	16.5±1.5	138±11.8	2.3±0.2

3.3 屠宰性能与成本效益

试验1组中,背膘厚至0.75cm,厚度恰到好处,合乎优质肉羊准则,试验1组每千克增重成本达17.2元,相较于试验3组的20.8元,降低了17.3%,表现为最优综合效益水平。这得益于半舍饲加放养模式下,放牧节省了部分饲料成本,同时试验1组的TMR配方与放牧获取的营养搭配合理,提高了经济效益。

4 讨论

4.1 精粗比平衡对山羊生长性能的调控机制

本研究中,针对贵州半舍饲加放养模式,精粗比4:6所对应的TMR配方呈现最优生长态势,核心机制体现为实现“营养供给-瘤胃功能-代谢效率”的三维均衡。在半舍饲加放养模式下,山羊通过放牧可获取一定量的粗饲料和蛋白质,因此TMR配方中精粗比不宜过高。

以营养输送角度去分析,粗蛋白(含量15.5%)与10.5MJ/kg代谢能的比值为1.48:1,正好吻合该养殖模式下杂交山羊育肥期“适度沉积、均衡代谢”的生理需求情况,该比例避开了试验4组由能量过剩(TMR精料过多叠加放牧获取的能量)造成的脂肪过度堆积,还克服了对照组因蛋白质不足而出现生长迟缓。

从瘤胃功能这一层面分析,要维持瘤胃健康,中性洗涤纤维(NDF)含量45.0%成关键阈值。在半舍饲加放养模式下,山羊放牧时会采食一定量的粗饲料,因此TMR中NDF含量需适当高于完全舍饲模式。NDF低于38%,类似试验4组,如产琥珀酸丝状杆菌这类纤维分解菌活性下降超过25%,引发乙酸生成量下降,由此影响反刍动物能量代谢主要路径;要是NDF处在高于50%的水平,会因为食糜通行速度变缓(滞留时间增加了15%)而使总采食量下降,引发“营养摄入欠缺-生长受抑”的恶性循环。试验1组NDF水平维持瘤胃充盈,进而刺激反刍反射,日反刍时长实现7.5小时,也为微生物发酵补充了充足底物,该现象与试验1组瘤胃pH稳定处于6.5-6.8的最适范围直接相关。

4.2 原料组合对营养利用效率的协同效应

本研究选定应用的“玉米-豆粕-羊草-青贮玉米-本地牧草”基础原料构成方式,体现“本地资源适配性”同“营养互补性”的双重积极优势,尤其适合贵州半舍饲加放养模式。以能量核心之姿的玉米,占了精料的35%,75%的淀粉糊化度,可在瘤胃中迅速进行降解,为微生物给予快速生效能量;而在配方中占18%的豆粕,过瘤胃蛋白率高达35%,可于小肠中实现高效吸收,补足瘤胃微生物蛋白合成的匮乏,两者的协同效果,令试验1组蛋白质表观消化率达70%,优于单一运用棉籽饼。

粗饲料搭配凸显了“物理特性及发酵特性”的协同关系,羊草(20%)那2-3cm的长纤维结构,可引发瘤胃蠕动的刺激,推动食糜排出,令流通速率增长12%,借助25%青贮玉米

中3.2%的乳酸含量,调节瘤胃内环境,抑制诸如大肠杆菌这类有害菌的繁殖,使其数量降低达35%。本地牧草(10%)的加入,不仅利用了本地资源,降低成本,还增加了饲料的适口性,试验1组日均采食量0.80kg(TMR部分),较单一纯羊草组增幅达18%,又避开了单一青贮导致的瘤胃pH值降低风险。

4.3 规模化饲喂工艺对配方效果的影响

TMR均匀度对规模化养殖中个体生长的一致性起到关键决定作用。本研究里“8-10分钟搅拌时间”参数的设定,存在明确实践意义,若搅拌时长少于5分钟,混合物变异系数(CV)攀升至18%,引起群体内日增重差异扩张;而若搅拌时长多于12分钟,过度粉碎会让粗饲料物理有效纤维(peNDF)含量降低,出现25%的损失,会额外增加设备能耗,每批次电耗增添15%。试验1组选用的“先粗后精、逐步投料”程序,可让精料颗粒在粗饲料空隙之间均匀地散开,最终把CV值控制到8%以内,群体日增重的变异系数下探至10%,远胜行业平均水平区间,这对半舍饲加放养模式下群体生长一致性的保障尤为重要。

5 结语

针对贵州半舍饲加放养模式,山羊规模化养殖中,精粗比4:6的TMR配方综合效益最佳,原料组成(按重量计)中,玉米35%、豆粕18%、羊草20%、青贮玉米25%、本地牧草10%、麸皮5%、棉籽饼5%、添加剂1%;营养指标中,CP15.5%、NDF45.0%、ME10.5MJ/kg、钙0.85%、磷0.65%。青贮玉米水分为65%-70%,豆粕粗蛋白含量 $\geq 43\%$,羊草的霉变占比 $\leq 5\%$,本地牧草粗纤维 $\leq 35\%$ 。卧式搅拌机按30r/min的转速工作,投放物料的次序为,先加入粗饲料,随后放入精饲料,最后添加添加剂,整体混合时间介于8-10分钟。每日放牧时间为9:00-11:00和15:00-17:00,投喂时间为08:00与18:00,要保证剩下饲料的量 $\leq 5\%$,冬季羊只饮水温度需维持在15℃及以上。按周对TMR均匀度实施检测,按月对营养成分进行抽样分析,以季度为周期校准称重设备。本研究凭借结合半舍饲加放养模式的配方改进和工艺合理规范,给出可在贵州地区山羊规模化养殖里复制的技术方案,后续能根据各地放牧地牧草资源差异做本地化创新。

参考文献

- [1] 刘金洋,钟文迪,胡长胜,等.牛羊全混合日粮的配制与利用的研究进展[J].饲料研究,2024,47(01):148-152.DOI:10.13557/j.cnki.issn1002-2813.2024.01.027.
- [2] 黄佑倩,原雪峰,程治和,等.不同精粗比全混合日粮对努比亚山羊生长性能、血清生化指标及瘤胃发酵参数的影响[J].饲料研究,2023,46(14):11-14.DOI:10.13557/j.cnki.issn1002-2813.2023.14.003.
- [3] 刘宇航,王海波,占今舜,等.不同精粗比全混合日粮对山羊肉品质的影响[J].中国饲料,2022,(13):48-51.DOI:10.15906/j.cnki.cn11-2975/s.20221309.