



补饲对藏羊生长和屠宰性能影响的Meta分析

庄万兰 高一丹 王旭 郭新羽 冉涛

Meta-analysis of effects of supplemental feeding on the growth and slaughter performance of Tibetan sheep

ZHUANG Wanlan, GAO Yidan, WANG Xu, GUO Xinyu, RAN Tao

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2023-0563>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

不同比例小麦颗粒饲料对青海藏羊屠宰性能和复胃发育的影响

Effects of different wheat granule proportions on slaughtering performance and regurgitation development of Qinghai Tibetan sheep
草业科学. 2023, 40(4): 1048 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2022-0336>

土壤有机碳组分对土地利用方式响应的Meta分析

Meta-analysis of soil organic carbon fraction response to land uses
草业科学. 2022, 39(6): 1115 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2021-0325>

棕榈粕添加水平对高原型藏羊生长发育影响

Effects of supplemental level of palm meal on the growth and development of plateau Tibetan sheep
草业科学. 2023, 40(9): 2401 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2022-0642>

乾华肉用美利奴羊与小尾寒羊和乌珠穆羊的杂交效果分析

Analysis of the effect of crossbreeding between Qianhua Mutton Merino and small-tailed Han sheep and Ujumuqin sheep
草业科学. 2024, 41(6): 1418 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2022-0906>

基于Meta分析的围栏封育和人工植被建设对北方风沙区植物土壤碳氮磷化学计量的影响

Effects of fencing enclosure and artificial vegetation construction on the stoichiometry characteristics of plant – soil carbon, nitrogen, and phosphorus in northern sandy areas based on Meta-analysis
草业科学. 2024, 41(4): 856 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2022-0999>

中国西部退化草地对不同恢复措施响应的Meta分析

The response of degraded grasslands to different types of restoration measures in western China: A Meta-analysis
草业科学. 2023, 40(12): 3048 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2022-0821>



关注微信公众号，获得更多资讯信息

DOI: 10.11829/j.issn.1001-0629.2023-0563

庄万兰, 高一丹, 王旭, 郭新羽, 冉涛. 补饲对藏羊生长和屠宰性能影响的 Meta 分析. 草业科学, 2025, 42(2): 467-481.

ZHUANG W L, GAO Y D, WANG X, GUO X Y, RAN T. Meta-analysis of effects of supplemental feeding on the growth and slaughter performance of Tibetan sheep. Pratacultural Science, 2025, 42(2): 467-481.



补饲对藏羊生长和屠宰性能影响的 Meta 分析

庄万兰, 高一丹, 王 旭, 郭新羽, 冉 涛

(兰州大学草地农业科技学院, 甘肃 兰州 730020)

摘要: 为综合评价补饲对藏羊 (*Ovis aries*) 生长性能和屠宰性能的影响, 本研究检索了 PubMed、Web of Science、ScienceDirect、中国知网、万方数据和中文科技期刊数据库等中英文数据库从建库至 2023 年 4 月期间发表的藏羊补饲随机对照试验, 利用 Meta 分析方法对符合条件的文献进行综合分析。最终从 1 689 篇文献中筛选出 28 篇纳入 Meta 分析, 结果显示: 补饲组藏羊的平均日增重、净增重、屠宰率、胴体重和胴体脂肪含量值均极显著高于未补饲组 ($P < 0.01$), 眼肌面积显著高于未补饲组 ($P < 0.05$)。亚组分析结果表明, 精料补饲提高藏羊平均日增重的效果最佳, 且提升平均日增重的效果随精料补饲水平及补饲周期的增加而升高, 随藏羊年龄的增长而降低, 6 月龄以下藏羊的补饲效果最突出。逐一剔除法敏感性分析结果显示, 补饲提高藏羊生长性能和屠宰性能的结果均较稳健。发表偏倚分析结果显示, 除平均日增重、净增重、胴体重指标存在发表偏倚 ($P < 0.05$) 外, 其余指标均无发表偏倚。本文利用 Meta 分析, 证实补饲可以改善藏羊生长性能和屠宰性能, 可为藏羊精准饲养管理提供理论基础和数据支持。

关键词: 补饲; 藏羊; Meta 分析; 文献检索; 亚组分析; 敏感性分析; 发表偏倚分析

文献标识码: A 文章编号: 1001-0629(2025)02-0467-15

Meta-analysis of effects of supplemental feeding on the growth and slaughter performance of Tibetan sheep

ZHUANG Wanlan, GAO Yidan, WANG Xu, GUO Xinyu, RAN Tao

(College of Pastoral Agriculture Science and Technology, Lanzhou University, Lanzhou 730020, Gansu, China)

Abstract: To evaluate the effects of supplemental feeding on the growth and slaughter performance of Tibetan sheep (*Ovis aries*), literature was searched on randomized controlled trials of supplementary feeding in Tibetan sheep published in Chinese and English databases, including PubMed, Web of Science, ScienceDirect, China National Knowledge Infrastructure (CNKI), Wanfang Data, and China Science and Technology Journal Database, from the time the database was created until April 2023. Following that, a Meta-analysis was conducted to merge and analyze relevant research literature. Finally, 28 articles were screened for Meta-analysis out of the 1 689 articles. The results showed that the average daily gain (ADG), net weight gain, dressing percentage, carcass weight, weight-adjusted fatness value (GR) ($P < 0.001$), and eye muscle area ($P < 0.05$) of the Tibetan sheep in the supplemental feeding group were significantly higher than those in the no supplemental feeding group. Subgroup analysis showed the best effect of concentrate supplementation on ADG of the sheep, which increased with increasing concentrate supplementation level and supplemental feeding days. In contrast, the ADG decreased with increasing age of the sheep, with the most prominent effect observed for sheep under 6 months. Sensitivity analysis using a one-by-one elimination method showed that the results of improved growth and slaughter performance of Tibetan sheep with supplementary feeding were stable. Publication bias analysis showed no publication bias ($P < 0.05$) for most of

收稿日期: 2023-10-20 接受日期: 2024-02-01

基金项目: “十四五”国家重点研发计划 (2021YFD1300504); 兰州大学“双一流”建设人才引进项目 (508000-561120213)

第一作者: 庄万兰 (2000-), 女, 甘肃古浪人, 在读硕士生, 主要从事反刍动物营养研究。E-mail: 220220902280@lzu.edu.cn

通信作者: 冉涛 (1986-), 男, 湖北利川人, 教授, 博士, 主要从事反刍动物营养生理与胃肠道微生态研究。E-mail: rant@lzu.edu.cn

<http://cykx.lzu.edu.cn>

the indicators, except ADG, net gain, and carcass weight. In the present study, using Meta-analysis, it was confirmed that supplemental feeding can improve the growth and slaughter performance of Tibetan sheep, which can provide a theoretical basis and data support for the accurate nutrition management of Tibetan sheep.

Keywords: supplementary feeding; Tibetan sheep; Meta-analysis; literature mining; subgroup analysis; Sensitivity analysis; Publication bias analysis

Corresponding author: RAN Tao E-mail: rant@lzu.edu.cn

藏羊 (*Ovis aries*) 原产于我国青藏高原, 分布于西藏、青海、甘南藏族自治州、甘孜、阿坝藏族自治州、凉山彝族自治州和云贵高原的部分地区^[1]。根据地域差异和自身差异, 藏羊可分为山谷型、欧拉型和高原型^[2]。藏羊能适应高寒牧区恶劣的生存环境, 是青藏高原数量最多的牲畜之一, 构成了青藏高原养羊业的主体, 也是我国养羊业的重要组成部分^[3]。由于高海拔牧区气候恶劣, 牧草生长期短、枯草期长, 其产量和品质具有明显的季节性差异, 无法满足放牧藏羊全年的生长和生产需求, 导致藏羊生长发育缓慢, 出现“夏肥、秋壮、冬瘦、春死亡”的现象^[3-5]。研究表明, 通过补饲对藏羊进行营养调控, 可以增加藏羊采食量, 改善藏羊生长发育, 提高藏羊屠宰率、胴体重^[4-7], 有效达到生产目的。因此, 在枯草期对藏羊进行补饲, 是改变藏羊越冬困难现状和提高养殖效益的有效手段。

当前藏羊补饲试验中, 试验动物发育阶段、补饲饲料类型、补饲水平各不相同, 导致研究结果间出现差异, 且单个研究结果可能存在试验误差。Meta 分析是一种对现有文献进行收集、评价、整理, 并综合分析多个试验结果的统计方法, 不仅能通过定量的方法汇总多个研究结果, 提高结果的可信度, 还能解释不同试验结果间的异质性, 确保结论的科学性^[8]。因此, 利用 Meta 分析, 对已有研究结果进行综合统计分析, 能够更全面、更客观地评估补饲对藏羊生长及屠宰性能的影响, 有效弥补传统文献综述的不足。

1 材料与方法

系统检索目前已发表的补饲对藏羊生长性能、屠宰性能影响的相关文献, 制订文献筛选标准, 开展 Meta 分析。

1.1 文献检索

对 PubMed、Web of Science、ScienceDirect、中国

知网、万方数据、维普等中英文数据库进行检索, 时限为建库至 2023 年 4 月 12 日。采用主题词加自由词结合的检索方式, 中文检索词包括藏羊、补饲、生长性能、消化率、采食量、屠宰性能; 英文检索词包括 Tibetan sheep, supplemental feeding, growth, growth performance, feed intake, digestibility, slaughter performance。

1.2 文献纳入和排除标准

文献纳入标准: 1) 试验动物必须为藏羊; 2) 已发表的放牧藏羊随机对照补饲试验, 以未补饲组作为对照; 3) 结果中至少包括藏羊的平均日增重、净增重、干物质采食量、营养物质消化率、屠宰率、胴体重、眼肌面积、胴体脂肪含量值中的一项指标, 且研究中给出了试验组与对照组样本量、平均值 (Mean)、标准差 (SD) 或标准误 (SE/SEM); 4) 文献的语言为中文或英文。文献排除标准: 1) 文献被重复收录、数据相同; 2) 数据有误或者数据不全的文献。

1.3 数据资料提取

从纳入文献中提取以下数据: 1) 第一作者、发表年份; 2) 研究对象、试验动物月龄; 3) 试验组动物数量、对照组动物数量、试验周期; 4) 测定指标。

1.4 文献质量评价

采用 Cochrane 系统评价方法对文献质量进行评价, 评价内容包括随机方法、分配隐藏、盲法、数据完整性、选择性报道和其他偏倚来源。使用 RevMan5.4.1 制作偏倚风险图。

1.5 统计分析

使用 Excel 2021 对原始数据进行整理归纳, 对于没有给出 SD 的数据, 通过 Excel 换算模板, 利用文献中给出的 *P* 值、SE/SEM 值、样本量进行 SD 值换算。利用 Stata15.1、Graphpad Pism9.5 绘制森林图、漏斗图等相关图形。选择标准化均数差 (standardized

mean difference, SMD) 作为效应指标, 在 95% 置信区间 (95% confidence interval, 95%CI) 的设定上, 将 0 值作为无效值, 分析结果的 95%CI 跨越无效值时, 使用 I^2 统计量和卡方检验。当 $P > 0.10$ 、 $I^2 < 50\%$ 时, 表示各研究间有统计学同质性, 采用固定效应模型; 当 $P < 0.10$ 、 $I^2 > 50\%$ 时, 表示各研究间有统计学异质性, 采用随机效应模型。当异质性较大时, 采用亚组分析探究异质性来源; 采用逐一剔除法进行敏感性分析, 评价 Meta 分析结果的稳健性; 根据漏斗图, 结合 Egger's 检验和 Begg's 检验判断是否存在发表偏倚。

2 结果

2.1 文献筛选流程及质量评估

初检共获得 1 689 篇文献, 经逐层筛选后, 最终获得有效文献 28 篇, 其中包括英文文献两篇^[9-10]、中文文献 26 篇^[4-7, 11-32] (图 1A)。对纳入文献进行质量评估 (图 1B): 在随机分配方法偏倚方面, 有 2 篇文献被定义为高风险, 有 9 篇文献因为没有明确指出分配方法, 故将这些文献定义为不明确, 其余均为低风险; 在实施参与者双盲法偏倚方面, 均为低风险; 在实施参与者双盲法偏倚方面, 均为低风险; 在结果评估盲法偏倚方面, 均为低风险; 在结

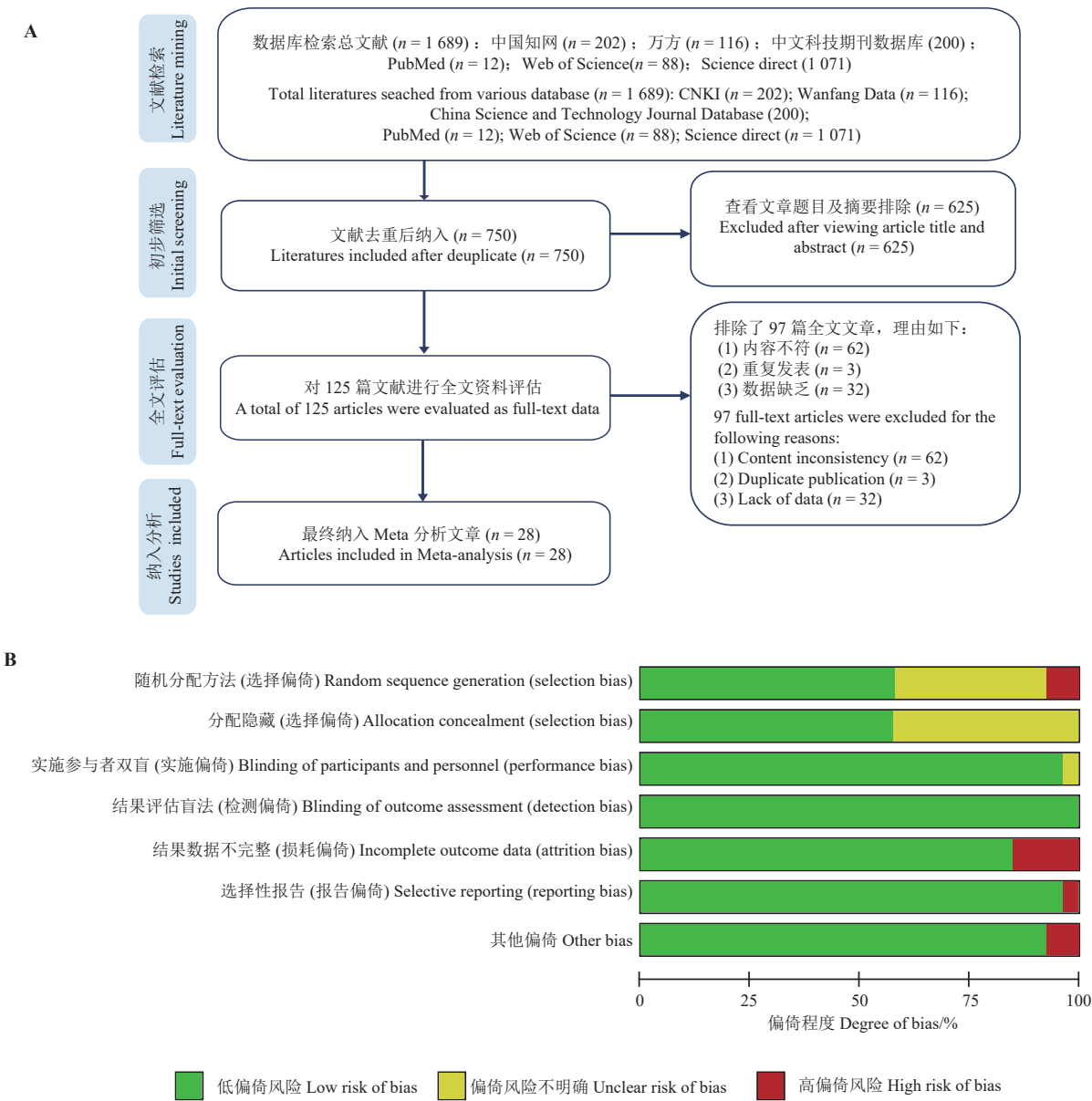


图 1 文献筛选流程及质量评估
Figure 1 Literature screening process and quality evaluation

果数据不全偏倚与选择性报道偏倚方面,有3篇文献因未以标准形式呈现某些生长性能数据而被定义为高风险,其他均为低风险;在其他偏倚方面,有2篇文献因试验动物数量较少而被定义为高风险。总体来说,纳入本研究的文献质量较高。

2.2 纳入文献的基本特征

本研究旨在综合分析补饲对藏羊生长性能和屠宰性能的影响,由于各研究间补饲饲料类型、补饲时长存在差别,故对纳入文献的补饲饲料种类及试验时间不设限。纳入文献的藏羊共1728只,其中对照组825只、试验组903只,对照组只放牧不补饲,试验组牧归后对藏羊进行补饲。纳入文献的基本特征如表1所列。

2.3 补饲对藏羊生长性能的影响

使用Stata软件进行数据分析, I^2 统计检验结果显示不同研究间的异质性较大(表2),故选择随机效应模型进行后续Meta分析。结果显示,与未补饲藏羊相比,补饲极显著提高($P < 0.01$)藏羊的平均日增重和净增重(图2A、B,表2)。通过亚组分析发现(表3),补饲精料($SMD = 7.23$)提高藏羊平均日增重的效果最好,精料+粗饲料混合补饲($SMD = 4.79$)效果次之,补饲粗饲料($SMD = 4.50$)提高藏羊平均日增重的效果与精粗料混合补饲的效果相似(图2C)。

鉴于精料补饲的效果最好,故以藏羊月龄、精料补饲水平和补饲周期作为分组依据进行亚组分析(表4)。根据纳入文献中的信息,将藏羊月龄划分为<6月龄、6月龄、9月龄及18~36月龄。结果表明,精料补饲提高<6月龄藏羊平均日增重($SMD = 15.94$)的效果最好,提高18~36月龄藏羊平均日增重($SMD = 3.88$)的效果最差,提高6月龄($SMD = 4.71$)和9月龄($SMD = 4.70$)藏羊平均日增重的效果相似。此外,精料补饲提高藏羊平均日增重的效果随着精料补饲水平及补饲周期的增加而提高,补饲效果表现为 $0.2 \sim 0.4 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1} > 0.15 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1} > 0.1 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$; $180 \sim 210 \text{ d} > 60 \sim 90 \text{ d}$ (图2D)。

Meta分析结果异质性较大($I^2 > 50\%$, $P < 0.1$),亚组分析后,大部分研究间异质性未得到明显改善,故需对分析结果的稳定性和可信度进行评价。采用Egger线性回归法及Begg线性回归法结合漏

斗图检验发表偏倚。Begg's 检验 $Z = 2.39$ ($P = 0.017$), Egger's 检验 $t = 2.88$ ($P = 0.008$),表示平均日增重这一指标存在发表偏倚(图3A); Begg's 检验 $Z = 2.56$ ($P = 0.010$), Egger's 检验 $t = 1.92$ ($P = 0.070$),表明净增重这一指标存在发表偏倚(图3B)。

采用逐一剔除法进行敏感性分析,判断所剔除的文献对总合并效应量的影响,结果显示,删除任何一篇文献对平均日增重、净增重指标的总合并效应量均未产生显著的影响,表明补饲对藏羊生长性能影响的Meta分析结果稳健性较好,合并效应量受单篇文献的影响低(图3C、D)。

2.4 补饲对藏羊屠宰性能的影响

I^2 统计检验结果显示不同研究间的异质性较大(表5),选择随机效应模型进行后续Meta分析。与未补饲组相比,补饲组置信区间落在无效线的右侧,没有与无效线相交,表明补饲组的效应量大于未补饲组(图4),即补饲极显著提高藏羊胴体重($SMD = 2.57$)、屠宰率($SMD = 1.88$)和胴体脂肪含量值($SMD = 1.65$) ($P < 0.001$),显著增加藏羊眼肌面积($SMD = 1.24$) ($P < 0.05$)。

Meta分析结果异质性较大($I^2 > 50\%$, $P < 0.1$),由于屠宰性能指标纳入文献数量过少,不宜进行亚组分析,采用Egger线性回归法及Begg线性回归法结合漏斗图检验发表偏倚。Begg's 检验 $Z = 2.81$ ($P = 0.005$), Egger's 检验 $t = 3.28$ ($P = 0.008$),表示胴体重这一指标存在发表偏倚(图5A); Begg's 检验 $Z = 0.90$ ($P = 0.368$), Egger's 检验 $t = 0.73$ ($P = 0.499$),表示屠宰率这一指标不存在发表偏倚(图5B); Begg's 检验 $Z = 0.38$ ($P = 0.707$), Egger's 检验 $t = 1.46$ ($P = 0.218$),表示胴体脂肪含量值这一指标不存在发表偏倚(图5C); Begg's 检验 $Z = 0.38$ ($P = 0.707$), Egger's 检验 $t = 0.04$ ($P = 0.973$),表示眼肌面积这一指标不存在发表偏倚(图5D)。

采用逐一剔除法进行敏感性分析,结果显示,删除任何一篇文献对屠宰性能指标的总合并效应量均未产生显著的影响,表明补饲对藏羊屠宰性能影响的Meta分析结果稳健性较好,合并效应量受单篇文献的影响低(图6)。

2.5 研究局限性

本研究存在一定局限性:1)纳入Meta分析的各

表 1 纳入文献基本特征
Table 1 Basic features of the literatures included in the Meta-analysis

第一作者 First author	发表年份 Year	试验动物 Experimental animal	动物月龄 Animal age/month	样本量 Sample size		试验时长 Experimental period/d	测定指标 Measurement
				对照组 Control group	试验组 Test group		
SU Yingying ^[10]	2022	藏公羊 Male Tibetan sheep		20	20	60	(1) (4) (5) (6)
郭嵘 ^[29] GUO Rong ^[29]	2022	藏羊 Tibetan sheep	2	62	65	151	(1) (2)
刘梦等 ^[6] LIU Meng, <i>et al</i> ^[6]	2022	无角型欧拉羊 Hornless Oula Sheep	6	6	6	70	(1) (4) (5) (6)
庄蕾等 ^[13] ZHUANG Lei, <i>et al</i> ^[13]	2021	无角型欧拉羊 Hornless Oula Sheep	6	20	20	70	(1)
周力 ^[15] ZHOU Li ^[15]	2021	藏羔羊 Tibetan lamb	5	100	100	120	(1)
王彩莲等 ^[23] WANG Cailian, <i>et al</i> ^[23]	2021	欧拉型藏羊 Oura-type of Tibetan sheep	9	10	10	210	(1)
贺钰云 ^[27] HE Yuyun ^[27]	2019	藏羊 Tibetan sheep	2~3	25	25	68	(1)
王彩莲等 ^[30] WANG Cailian, <i>et al</i> ^[30]	2018	欧拉型藏羊 Oura-type of Tibetan sheep	6	10	10	210	(1)
薛世建 ^[12] XUE Shijian ^[12]	2018	藏羊 Tibetan sheep	6	20	20	75	(1)
JING Xiaoping, <i>et al</i> ^[9]	2017	藏母羊 Female Tibetan sheep	18	6	6	60	(1)
李蕾蕾 ^[28] LI Leilei ^[28]	2017	欧拉型藏羊 Oura-type of Tibetan sheep	18	15	15	70	(1) (2) (3) (4) (5) (6)
光有英 ^[5] GUANG Youying ^[5]	2017	藏羊 Tibetan sheep		20	20	50	(1) (2)
周玉青 ^[14] ZHOU Yuqing ^[14]	2017	藏羊 Tibetan sheep	6	30	30	75	(1)
徐田伟等 ^[4] XU Tianwei, <i>et al</i> ^[4]	2017	藏羊 Tibetan sheep	12	6	6	135	(1) (2)
赵雅丽等 ^[7] ZHAO Yali, <i>et al</i> ^[7]	2017	藏羊 Tibetan sheep	6	15	15	60	(1)
徐田伟等 ^[19] XU Tianwei, <i>et al</i> ^[19]	2016	藏羊 Tibetan sheep	36	15	15	70	(1) (2)
卓玉璞等 ^[21] ZHUO Yupu, <i>et al</i> ^[21]	2016	藏羊 Tibetan sheep	12~48	10	10	166	(1) (2)
李生莲等 ^[25] LI Shenglian, <i>et al</i> ^[25]	2016	藏母羊 Female Tibetan sheep	6	30	30	105	(1) (3) (4) (5) (6)
王宏博等 ^[22] WANG Hongbo, <i>et al</i> ^[22]	2013	藏羔羊 Tibetan lamb	6	30	30	100	(1) (2) (3) (4) (5) (6)
李芳芳等 ^[24] LI Fangfang, <i>et al</i> ^[24]	2012	藏母羊 Female Tibetan sheep		175	250	45	(1) (2)
王延基 ^[20] WANG Yanji ^[20]	2012	藏羊 Tibetan sheep		30	30	60	(1)
华着等 ^[11] HUA Zhuo, <i>et al</i> ^[11]	2012	藏母羊 Female Tibetan sheep		10	10	60	(1) (2)
韩银仓等 ^[18] HAN Yincang, <i>et al</i> ^[18]	2009	藏公羊 Male Tibetan sheep	24	10	10	75	(1) (2)
余忠祥 ^[17] YU Zhongxiang ^[17]	2009	欧拉型藏羊 Oura-type of Tibetan sheep	8	5	5	50	(1) (4) (5) (6)
郑宏 ^[16] ZHENG Hong ^[16]	2008	藏羊 Tibetan sheep	18~24	50	50	30	(1) (2)
李林 ^[26] LI Lin ^[26]	2007	藏羊 Tibetan sheep	36	10	10	90	(1) (2)
余忠祥等 ^[31] YU Zhongxiang, <i>et al</i> ^[31]	1998	藏羊 Tibetan sheep	18~19	16	16	30	(1) (2)
马玉林等 ^[32] MA Yulin, <i>et al</i> ^[32]	1996	藏羔羊 Tibetan lamb	6	30	30		(4)

测定指标: (1)平均日增重; (2)净增重; (3)屠宰率; (4)胴体重; (5)眼肌面积; (6)胴体脂肪含量值。

Measurements: (1) average daily gain; (2) net weight gain; (3) dressing percentage; (4) carcass weight; (5) eye muscle area; (6) grass rate value.

表 2 补饲对藏羊生长性能影响的 Meta 分析结果
Table 2 Meta-analysis of the effects of supplemental feeding on the growth performance of Tibetan sheep

测定指标 Measurement	研究数量 Numbers of research/piece	标准化均数差 Standard mean difference			异质性检验 Heterogeneity test	
		效应量 Effect size	置信区间(95%CI) Confidence interval	P	I ² /%	P
平均日增重 Average daily gain	28	5.48	4.23~6.73	< 0.001	97.6	< 0.1
净增重 Net weight gain	23	5.50	3.88~7.13	< 0.001	98.4	< 0.1

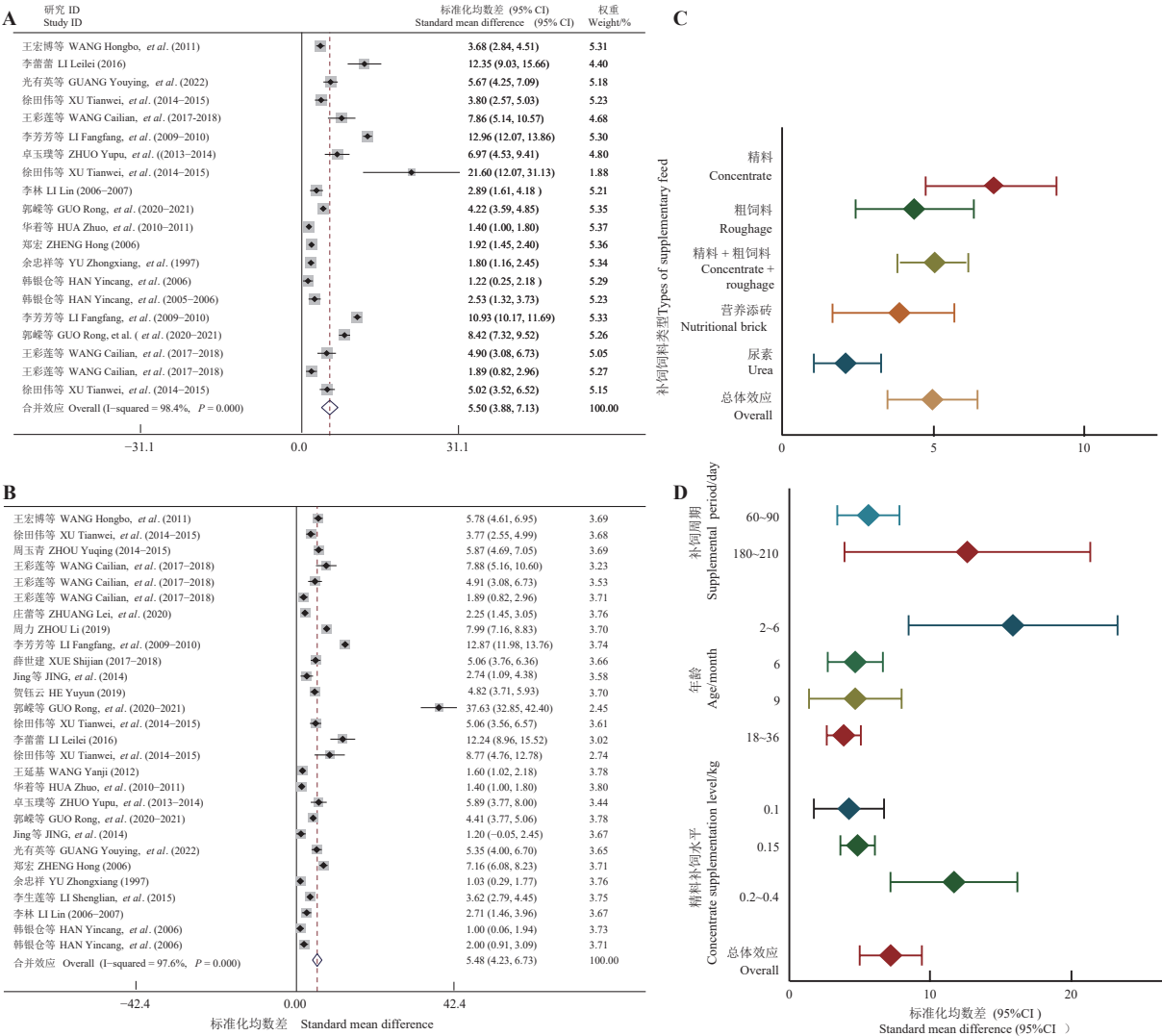


图 2 补饲对藏羊生长性能影响的森林图和亚组分析

Figure 2 Forest map and subgroup analysis of the effects of supplemental feeding on the growth performance of Tibetan Sheep

A: 平均日增重; B: 净增重; C: 补饲饲料类型对藏羊平均日增重影响的亚组分析; D: 藏羊月龄、补饲精料水平、补饲周期对藏羊平均日增重影响的亚组分析。研究 ID 表示纳入文献的第一作者及发表年份, 标准化均数差 (SMD) 表示效应量, 权重表示对应文献所占权重。图 A、B 中的 SMD = 0 的实线, 代表无效线; 线段表示 95% CI, 纳入研究的 95% CI 与无效线相交, 说明该研究没有统计学意义; 每条线段的中间都有一个黑点代表 SMD 值, 黑点的外围四边形表示权重大小; 图形最下方的菱形, 表示合并后的效应量。图 4 同。

A: average daily gain; B: net weight gain; C: effects of supplemental feed type on the average daily gain of Tibetan sheep; D: effects of monthly age, concentrate supplementation level, and supplemental feeding days on the average daily gain of Tibetan sheep. The study ID represents the first author and the year of publication of the included literature, SMD represents the magnitude of the effect, and weight represents the weight of the corresponding literature. The solid line of SMD = 0 in Figures A and B represents the invalid line, the line segment represents 95% CI, and the 95% CI of the included study intersects the invalid line, indicating that the study was not statistically significant; a black dot in the middle of each line segment represents the SMD value, and the outer quadrilateral of the black dot indicates the weight. The diamonds at the bottom of the graph represent the combined effect size. This is applicable for Figure 4 as well.

表 3 补饲饲料类型对藏羊平均日增重影响的亚组分析结果
Table 3 Results of subgroup analysis of the effects of supplemental feed types on the average daily gain of Tibetan sheep

补饲饲料类型 Types of supplementary feed	研究数量 Numbers of research/ piece	标准化均数差 Standard mean difference			异质性检验 Heterogeneity test	
		效应量 Effect size	置信区间(95%CI) Confidence interval	P	I ² /%	P
精料 Concentrate	14	7.23	5.02~9.45	< 0.001	97.8	< 0.1
粗饲料 Roughage	4	4.50	2.48~6.53	< 0.001	94.4	< 0.1
精料 + 粗饲料 Concentrate + roughage	2	4.79	3.53~6.05	< 0.001	87.1	0.192
营养舔砖 Nutritional brick	5	3.66	1.36~5.95	0.02	96.3	< 0.1
尿素补料 Urea	3	1.84	0.85~2.82	< 0.001	59.6	0.084

表 4 补饲精料对藏羊平均日增重影响的亚组分析结果
Table 4 Results of subgroup analysis of the effects of supplementing concentrate on the average daily gain in Tibetan sheep

	分组依据 Group	研究数量 Numbers of research/ piece	标准化均数差 Standard mean difference			异质性检验 Heterogeneity test	
			效应量 Effect size	置信区间(95%CI) Confidence interval	<i>P</i>	<i>I</i> ² /%	<i>P</i>
藏羊月龄 Tibetan sheep age/month	< 6	3	15.94	8.50~23.39	< 0.001	98.9	< 0.1
	6	4	4.71	2.74~6.67	< 0.001	92.3	< 0.1
	9	3	4.70	1.41~8.00	0.005	90.2	< 0.1
	18~36	3	3.88	2.67~5.10	< 0.001	52.9	0.12
精料补饲水平 Concentrate supplementation level/(kg·d ⁻¹)	0.1	3	4.26	1.76~6.76	0.001	92.6	< 0.1
	0.15	3	4.87	3.64~6.11	< 0.001	63.7	0.064
	0.2~0.4	6	11.74	7.22~16.26	< 0.001	98.3	< 0.1
补饲周期 Supplemental feeding days/d	60~90	10	5.64	3.42~7.86	< 0.001	97.6	< 0.1
	180~210	4	12.69	3.94~21.45	< 0.001	98.6	< 0.1

研究之间, 试验动物品种和年龄、放牧草地牧草种类和品质等存在差异; 2) 纳入文章数量较少, 无法对每一个指标都进行亚组分析; 3) 各研究间异质性大, 通过亚组分析仍未降低部分研究间的异质性。

3 讨论

高寒牧区藏羊养殖以传统的自然放牧管理为主, 受到高原恶劣环境及牧草物候期的严格限制^[33]。在枯草期, 由于牧草资源短缺且营养价值较低, 放牧藏羊营养摄入不足导致生产性能下降, 甚至引起品种逐渐退化^[34-35], 极大影响了高寒牧区藏羊养殖业的健康可持续发展。研究发现补饲青贮饲料可以有效地缓解冬春季藏羊掉膘, 且在冷季, 牧归后补饲精料可以提高藏羊的日增重^[4, 21]。平均日增重、净增重等是衡量动物生长性能的关键指标^[36]。全晓

毅等^[37]研究发现牧草枯黄期羔羊补饲精料, 平均日增重较对照组显著提高, 能够达到预期的育肥效果。本次 Meta 分析发现, 与传统饲养模式相比, 补饲显著提高藏羊的平均日增重和净增重, 与上述研究结果一致。补饲提高了藏羊营养物质摄入量, 且可以更好地满足其摄入营养的均衡性, 从而提高饲料转化率^[38], 有利于促进藏羊生长发育。亚组分析结果显示, 补饲精料提高藏羊平均日增重的效果最突出, 补饲效果好于精料与粗饲料混合补饲和补饲粗饲料, 这与蒋安等^[39]的研究结果一致。一方面, 藏羊在放牧时已经采食了一定量的粗饲料, 比起富含纤维的粗饲料, 牧归后的藏羊更需要富含高能高蛋白的精料。另一方面, 相比于粗饲料, 精料营养更加全面均衡, 适口性更好, 能够更好地满足藏羊的生长发育需求^[40]。

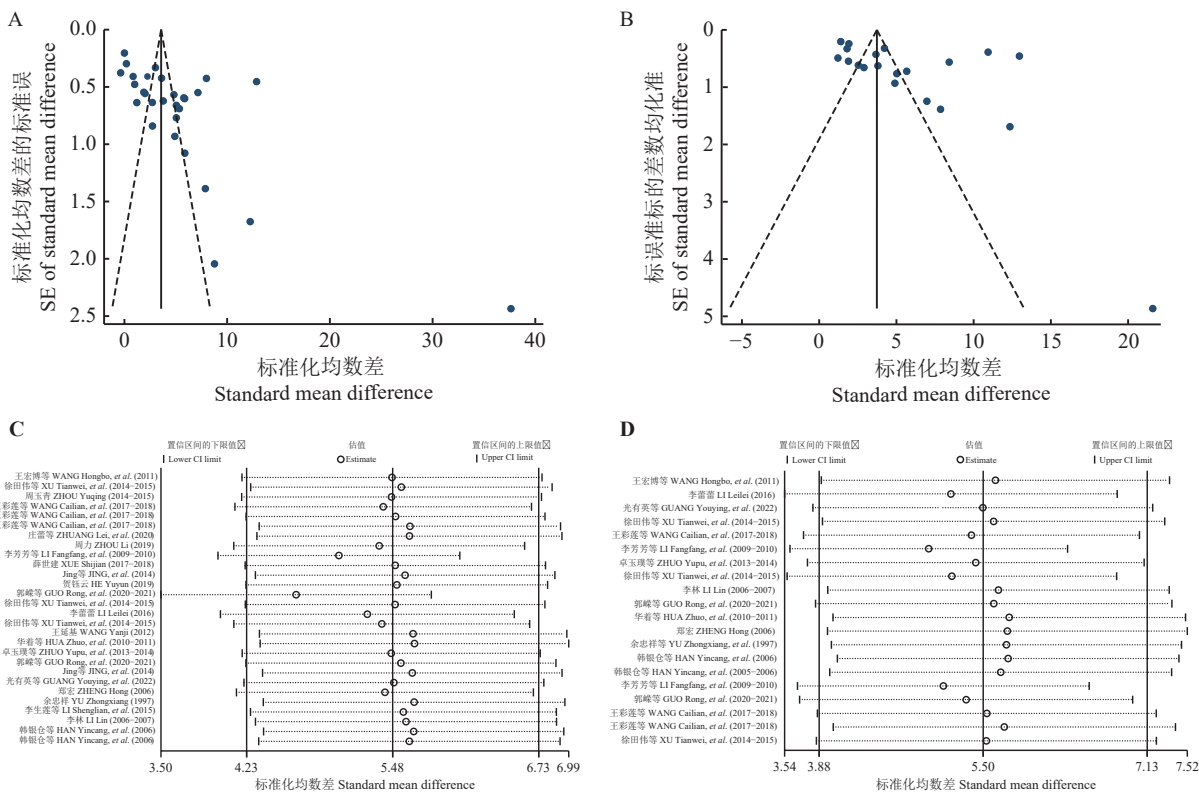


图 3 补饲对藏羊生长性能影响的漏斗图和敏感性分析

Figure 3 Funnel plot and sensitivity analysis of the effects of supplemental feeding on the growth performance of Tibetan sheep

A: 补饲对藏羊平均日增重影响的漏斗图; B: 补饲对藏羊净增重影响的漏斗图; C: 补饲对藏羊平均日增重影响的敏感性分析; D: 补饲对藏羊净增重影响的敏感性分析。图中●表示纳入的研究, 虚线表示置信区间, 中间的实线表示合并效应量; 图 5 同。估值表示剔除该项研究的合并效应量, 虚线表示 95%CI。

A: funnel plot of the effects of supplemental feeding on the average daily weight gain of Tibetan sheep; B: funnel plot of the effects of supplemental feeding on the net weight gain of Tibetan sheep; C: sensitivity analysis of the effects of supplemental feeding on the average daily weight gain in Tibetan sheep; D: sensitivity analysis of the effects of supplemental feeding on the net weight gain of Tibetan sheep. The ● in Figures indicate the included studies, the dotted line represents the confidence interval and the solid line in the middle represents the pooled effect size. This is applicable for Figures as well. Estimates represent the pooled effect sizes excluding the study, and the dotted line represents the 95%CI.

表 5 补饲对藏羊屠宰性能影响的 Meta 分析结果

Table 5 Meta-analysis of the effects of supplemental feeding on the slaughter performance of Tibetan sheep

测定指标 Measurement	研究数量 Numbers of research/piece	标准化均数差 Standard mean difference			异质性检验 Heterogeneity test	
		效应量 Effect size	置信区间(95%CI) Confidence interval	P	I ² /%	P
屠宰率 Dressing percentage	7	1.88	1.07~2.69	< 0.001	82.7	< 0.1
胴体重 Weight- adjusted fatness value	12	2.57	1.59~3.55	< 0.001	91.6	< 0.1
胴体脂肪含量值 Carcass fat content value	6	1.65	0.70~2.60	0.001	87.1	< 0.1
眼肌面积 Eye muscle area	6	1.24	0.13~2.35	0.029	91.5	< 0.1

经 Meta 分析发现, 精料补饲效果随着藏羊月龄的增长而降低, 其中 6 月龄以下藏羊精料补饲的效果最好。这与李平业^[35]的研究结果一致, 符合羔羊

6 月龄前生长发育快、饲料报酬高的特点^[41]。刁其玉和张蓉^[42]研究发现 4~6 月龄犏牛的日增重大于 6~12 月龄后备牛, 这可能是由于随着年龄的增长,

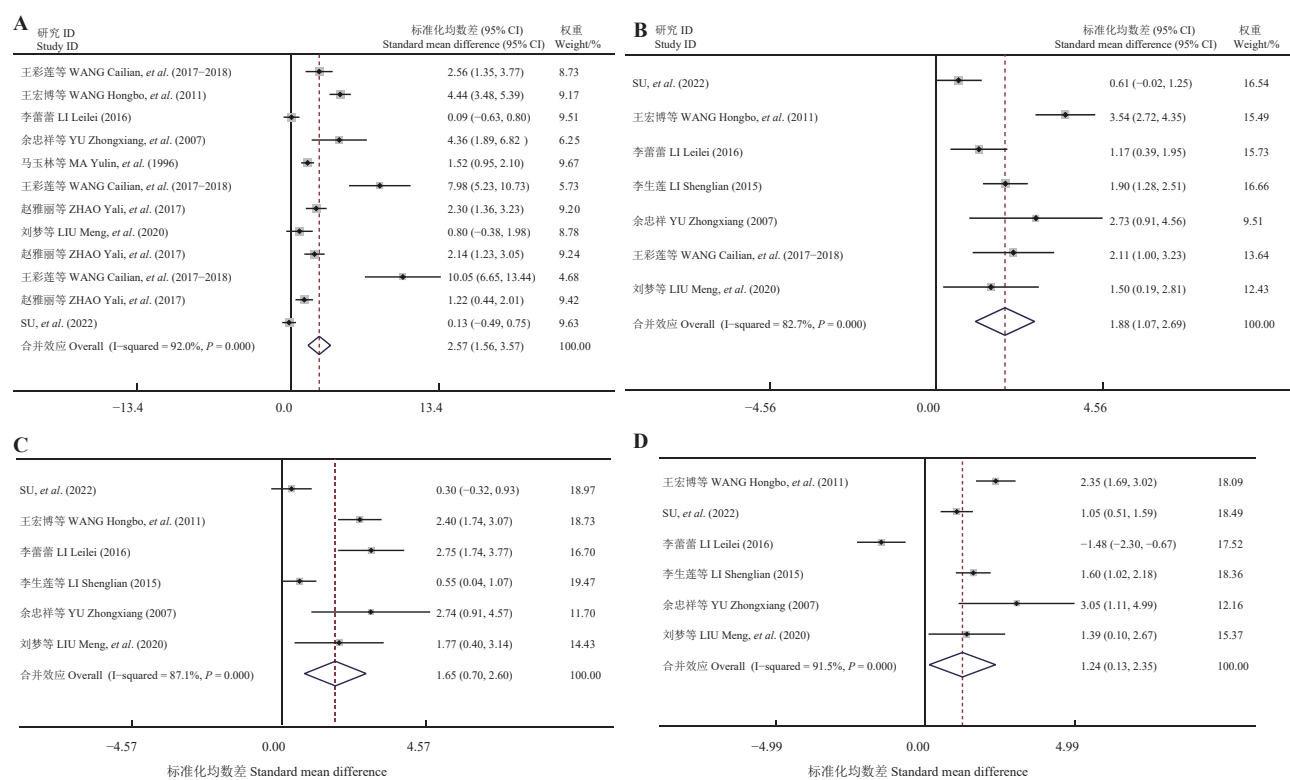


图 4 补饲对藏羊屠宰性能影响的森林图

Figure 4 Forest map of the effects of supplemental feeding on the slaughter performance of Tibetan Sheep

A: 胴体重; B: 屠宰率; C: 胴体脂肪含量值; D: 眼肌面积。
A: carcass weight; B: dressing percentage; C: gross rate value; D: eye muscle area.

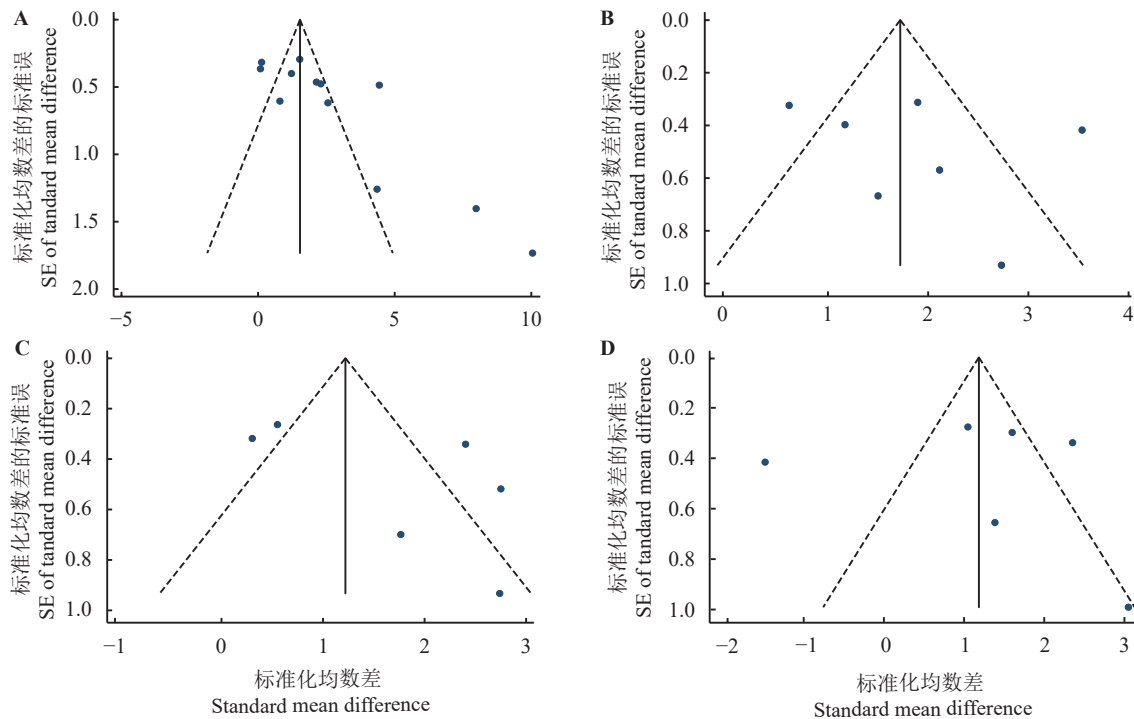


图 5 补饲对藏羊屠宰性能影响的漏斗图

Figure 5 Funnel plot of the effects of supplemental feeding on the slaughter performance of Tibetan sheep

A: 胴体重; B: 屠宰率; C: 胴体脂肪含量值; D: 眼肌面积。
A: carcass weight; B: dressing percentage; C: gross rate value; D: eye muscle area.

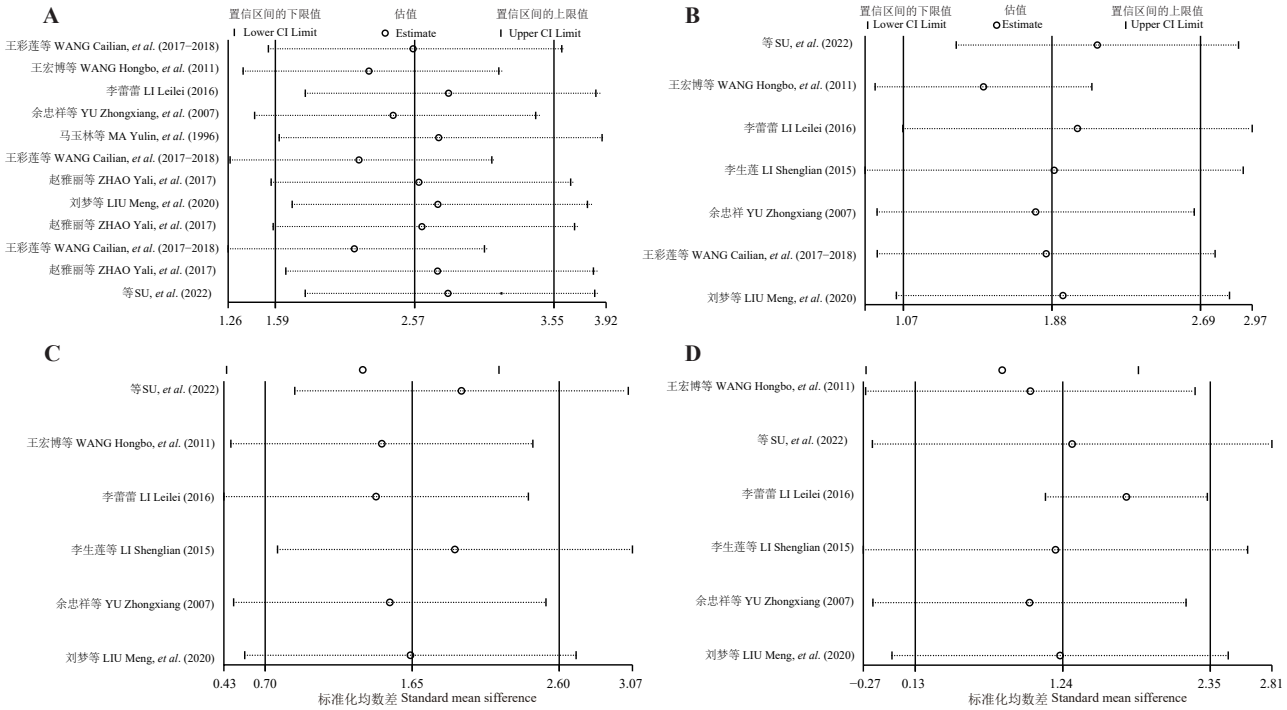


图 6 补饲对藏羊屠宰性能影响的敏感性分析

Figure 6 Sensitivity analysis of the effects of supplemental feeding on the slaughter performance of Tibetan sheep

A: 胴体重; B: 屠宰率; C: 胴体脂肪含量值; D: 眼肌面积。估值表示剔除该项研究的合并效应量, 虚线表示 95%CI。

A: carcass weight; B: dressing percentage; C: GR value; D: eye muscle area. Estimates represent the pooled effect size, excluding the study, and the dotted line represents the 95%CI.

家畜生长激素分泌减少、代谢率下降导致其饲料转化率降低^[43-45]。研究表明, 提高精料水平使日粮中可消化营养物质增加、营养水平升高, 进而能够为家畜提供更多能量, 促进蛋白质和脂肪在机体内快速沉积, 有助于肌肉发育和体重增加^[46]。戴东文等^[47]研究发现放牧牦牛补饲精料水平越高, 平均日增重越大, 经济效益越好。本研究 Meta 分析结果表明, 补饲精料提升藏羊平均日增重的效果与补饲水平及补饲时长有关, 补饲精料水平越高、补饲周期越长, 补饲效果越好, 说明放牧藏羊体重增加潜力较大, 与薛瑞等^[48]对陕北白绒山羊的研究结果一致。因此, 对放牧藏羊进行补饲时可以适当增加精料水平及补饲时长, 有利于其更好地发挥生长潜力。然而, 过量的精料补饲也可能导致瘤胃酸中毒、代谢紊乱等问题^[49]。因此, 在制定补饲计划时, 需要根据动物生长阶段、补饲周期以及补饲水平等因素进行综合考虑, 确保精料补饲水平能够取得最佳的生长效果, 同时避免不良影响。

屠宰性能可以反映家畜的生长状况及其在实际生产中的产肉能力^[50-51]。胴体重、屠宰率是衡量畜

禽屠宰性能的重要指标^[52]。眼肌面积和胴体脂肪含量值能评估家畜产肉性能及肉品质。眼肌面积是指家畜第十二胸椎和第十三胸椎处背最长肌的横切面面积, 与瘦肉率呈正相关关系, 眼肌面积越大, 表明家畜瘦肉率越高, 胴体质量越好^[53-55]。胴体脂肪含量值是指 12 肋骨距离脊柱中心 11 cm 处脂肪厚度, 是胴体脂肪含量的标志, 也是评价肉品质优劣的重要因素^[56-57]。脂肪含量对肉类的感官品质和加工特性有重要作用, 畜禽肉中脂肪的含量会影响到肉制品的质量, 适宜的脂肪能够改善肉类或肉制品的嫩度和多汁性^[55, 58]。研究表明, 冷季补饲精料可刺激器官发育, 提高藏羊屠宰性能, 且补饲复合微量元素能提高肉品质^[23, 25]。王宏博等^[22]研究发现对 6 月龄藏羔羊补饲精料, 其胴体重、屠宰率、眼肌面积等均显著提高。本研究分析发现, 补饲有助于改善藏羊的屠宰性能及肉品质。与未补饲群体相比, 补饲显著提高了藏羊的屠宰率、胴体重、胴体脂肪含量值及眼肌面积, 与上述研究结果一致。补饲提高了藏羊摄入的能量水平, 有利于营养物质沉积从而提高其屠宰性能^[52]。顾玲荣等^[59]研究表明, 放

牧 + 补饲的饲养方式可以提高合作猪的屠宰率、背膘厚和眼肌面积, 能够相对增加合作猪的产肉性能, 同时不会使脂肪过度沉积。本研究分析结果显示补饲增加了藏羊胴体脂肪含量值和眼肌面积, 说明放牧 + 补饲的饲养方式在提高藏羊屠宰性能的同时, 能防止脂肪过度沉积。这可能是因为在放牧条件下, 藏羊摄入的营养物质有限, 无法满足其能量需求, 补饲可以提高其营养物质摄入量, 增加藏羊胴体脂肪含量, 同时放牧 + 补饲的饲养方式又不会减少其必要的运动使脂肪过度沉积。放牧 + 补饲的饲养方式不仅可以提高藏羊屠宰性能, 还可以保证藏羊肉品质, 能较好地保持藏羊肉“高蛋白, 低脂肪”的特性。

试验动物品种、年龄、放牧草地牧草种类和品质、补饲饲料类型、补饲水平及试验周期差异等均可能是本研究异质性的来源, 较高的异质性并未影响本次 Meta 分析的最终结果。在进行 Meta 分析过程中, 动物试验本身特性决定了各研究间会出现较高的异质性, 不会影响分析结果的可信度^[60-61]。

本研究在 Meta 层面上分析并证实了补饲对藏羊生长性能和屠宰性能的改善作用。结果表明, 精料补饲提升藏羊平均日增重的效果最突出, 且补饲效果随藏羊月龄的增加而降低, 随精料补饲水平及补饲周期的增加而升高, 对 6 月龄以下藏羊补饲精料效果最好。分析结果可为高牧区藏羊养殖在枯草期的饲养管理提供数据支持。

参考文献 References:

- [1] 靳义超, 闫忠心, 李升升. 我国藏羊资源研究利用现状与展望.//中国畜牧兽医学会信息技术分会 2014 年学术研讨会论文集. 无锡: 中国畜牧兽医学会信息技术分会, 2014: 118-123.
JIN Y C, YAN Z X, LI S S. Current situation and prospect of research and utilization of Tibetan sheep resources in China.//Proceedings of the 2014 Academic Symposium of Information Technology Branch of Chinese Society of Animal Husbandry and Veterinary Medicine. Wuxi: Information Technology Branch of Chinese Society of Animal Science and Veterinary Medicine, 2014: 118-123.
- [2] 葛闻博. 高原甘加藏羊发情周期下丘脑 GnRH 的动态分泌及其受体在垂体和卵巢中表达. 兰州: 甘肃农业大学硕士学位论文, 2018.
GE W B. Secretion of hypothalamus GnRH and the expression of GnRHR in the pituitary and ovary during the estrus cycle of Ganjia Tibetan sheep. Master Thesis. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2018.
- [3] 佟瑛. 精料补饲水平对藏系绵羊育肥效果及瘤胃内环境参数的影响. 兰州: 甘肃农业大学硕士学位论文, 2004.
TONG Y. Effects of concentrate supplementing level on performance and ruminal environmental parameters of fattening Tibetan Sheep. Master Thesis. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2004.
- [4] 徐田伟, 吉汉忠, 刘宏金, 徐世晓. 牧归后补饲精料对冷季藏系绵羊生长性能的影响. *西北农业学报*, 2016, 25(8): 1132-1136.
XU T W, JI H Z, LIU H J, XU S X. Effects of concentrate supplementation after grazing on growth performance of Tibetan sheep in cold season. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2016, 25(8): 1132-1136.
- [5] 光有英. 尿素糖浆营养舔砖对放牧牦牛和藏羊的补饲效果. *中兽医学杂志*, 2022(9): 12-14.
GUANG Y Y. Effects of urea syrup nutrition lick block on supplementation of grazing yak and Tibetan sheep. *Chinese Journal of Traditional Veterinary Science*, 2022(9): 12-14.
- [6] 刘梦, 阎明毅, 余忠祥, 张强龙, 吴森. 补饲对无角欧拉羊屠宰性能的影响. *中国草食动物科学*, 2022, 42(5): 75-79.
LIU M, YAN M Y, YU Z X, ZHANG Q L, WU S. Effects of supplementary feeding on slaughter performance of Hornless Oula Sheep. *China Herbivore Science*, 2022, 42(5): 75-79.
- [7] 赵雅丽, 卓玉璞, 苏红锦, 杨永萍. 不同补饲水平对藏羊短期育肥效果的影响. *中国草食动物科学*, 2020, 40(5): 84-5.
ZHAO Y L, ZHUO Y P, SU H J, YANG Y P. Effects of different supplemental levels on short-term fattening effect of Tibetan sheep. *Chinese Herbivore Science*, 2020, 40(5): 84-5.
- [8] 孔晨先, 肖波, 柳全文, 王晓洁. 山药多糖对动物机体免疫调节作用的 Meta 分析. *食品研究与开发*, 2021, 42(19): 206-213.
KONG C X, XIAO B, LIU Q W, WANG X J. Meta-analysis of the immunomodulatory effect of Chinese Yam (*Dioscorea Opposita*

- Rhizoma*) polysaccharides on the animal body. *Food Research and Development*, 2021, 42(19): 206-213.
- [9] JING X, PENG Q, HU R, WANG H Z, YU X Q, ALLAN D, ZOU H W, BAO S K, ZHAO S N, WANG Z S. Effect of supplements during the cold season on the reproductive system in prepubertal Tibetan sheep ewes. *Animal Science Journal*, 2017, 88(9): 1269-1278.
- [10] SU Y Y, SUN X, ZHAO S, HU M L, LI D F, QI S L, JIAO X L, SUN Y, WANG C Z, ZHU X Y, LI Z T, SHI Y H. Dietary alfalfa powder supplementation improves growth and development, body health, and meat quality of Tibetan sheep. *Food Chemistry*, 2022, 396: 45-58.
- [11] 华着, 保善科, 赵索南. 妊娠后期放牧藏羊青贮燕麦草补饲试验. 黑龙江畜牧兽医, 2012(22): 68-69.
HUA Z, BAO S K, ZHAO S N. Supplementary feeding experiment of Tibetan sheep silage in late gestation period. *Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine*, 2012(22): 68-69.
- [12] 薛世建. 冷季饲养模式和藏羊经济效益的关联性. 中国饲料, 2018(18): 91-93.
XUE S J. Cold season feeding mode and economic benefit correlation of Tibetan sheep. *China Feed*, 2018(18): 91-93.
- [13] 庄蕾, 刘梦, 阎明毅, 余忠祥, 韩翠, 张强龙, 唐燕花, 多杰才让, 唐燕青, 吴森. 枯草期补饲对青海放牧无角型欧拉羊生长性能及血清生化指标的影响. 畜牧与兽医, 2021, 53(11): 37-41.
ZHUANG L, LIU M, YAN M Y, YU Z X, HAN C, ZHANG Q L, TANG Y H, Duojiecairang, TANG Y Q, WU S. Impact of dead weed period supplementary feeding on the growth performance and serum biochemical indexes of Qinghai grazing hornless Oula sheep. *Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 2021, 53(11): 37-41.
- [14] 周玉青. 冷季不同饲养模式对藏羊增重及经济效益的影响. 黑龙江畜牧兽医, 2017(14): 92-94.
ZHOU Y Q. Effects of different feeding patterns on weight gain and economic benefits of Tibetan sheep in cold season. *Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine*, 2017(14): 92-94.
- [15] 周力, 马博妍, 高占红, 姚有莉, 王志有, 桂林生. 精料补充料补饲对藏羔羊生长发育及瘤胃菌群组成的影响. 四川农业大学学报, 2021, 39(1): 101-107.
ZHOU L, MA B Y, GAO Z H, YAO Y L, WANG Z Y, GUI L S. Effects of concentrate supplement on growth performance and rumen bacteria composition of Tibetan lambs. *Journal of Sichuan Agricultural University*, 2021, 39(1): 101-107.
- [16] 郑宏. 补饲尿素糖蜜舔砖对育肥藏羊增重的影响. 上海畜牧兽医通讯, 2008(4): 65.
ZHENG H. Effects of urea molasses lick block supplementation on weight gain of fattening Tibetan sheep. *Shanghai Journal of Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 2008(4): 65.
- [17] 余忠祥. 高寒牧区牧草枯黄期欧拉型藏羊羔羊补饲育肥试验. 畜牧与饲料科学, 2009, 30(6): 105-106.
YU Z X. Supplementary feeding and fattening experiment of Euler type Tibetan lambs in the yellow stage of herbage in alpine grazing area. *Animal Husbandry and Feed Science*, 2009, 30(6): 105-106.
- [18] 韩银仓, 靳义超, 薛白. 补饲控释尿素对放牧牦牛和藏羊日增重的影响. 中国草食动物, 2009, 29(6): 13-14.
HAN Y C, JIN Y C, XUE B. Effects of controlled release urea supplementation on daily gain of grazing yaks and Tibetan sheep. *Chinese Herbivores*, 2009, 29(6): 13-14.
- [19] 徐田伟, 胡林勇, 赵娜, 徐世晓. 补饲燕麦青干草对牦牛和藏系绵羊冷季生长性能的影响. 西南农业学报, 2017, 30(1): 205-208.
XU T W, HU L Y, ZHAO N, XU S X. Effect of oats hay supplementing on growth performance of yaks and Tibetan Sheep during cold season. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2017, 30(1): 205-208.
- [20] 王延基. 补饲苜蓿干草对青海藏系羊育肥效果的影响. 养殖与饲料, 2012(1): 21-22.
WANG Y J. Effects of alfalfa hay supplementation on fattening effect of Tibetan sheep in Qinghai Province. *Animals Breeding and Feed*, 2012(1): 21-22.
- [21] 卓玉璞, 刘青山, 田旦增, 王庆华. 高寒牧区冬春季不同补饲方式对藏羊生产效益的影响. 畜牧兽医杂志, 2016, 35(2): 13-15, 19.
ZHUO Y P, LIU Q S, TIAN D Z, WANG Q H. Effect of different supplementary feeding method on Tibetan sheep production efficiency in alpine pasture winter-spring. *Journal of Animal Science and Veterinary Medicine*, 2016, 35(2): 13-15, 19.
- [22] 王宏博, 梁春年, 丁学智, 郭宪, 包鹏甲, 褚敏, 阎萍. 夏季放牧补饲对欧拉型藏羊羔羊育肥效果的研究. 安徽农业科学, 2014, 42(25): 8619-8622, 8624.

- WANG H B, LIANG C N, DING X Z, GUO X, BAO P J, CHU M, YAN P. Study on the fattening performance of Oula Tibetan Sheep lamb with grazing and supplementary feeding in summer. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2014, 42(25): 8619-8622, 8624.
- [23] 王彩莲, 吴建平, 刘立山, 郎侠, 宋淑珍, 王斐. 精料补饲水平对藏羊屠宰性能和器官发育的影响. *草业科学*, 2021, 38(2): 348-357.
WANG C L, WU J P, LIU L S, LANG X, SONG S Z, WANG F. Effects of concentrate supplementation amount on slaughter performance and organ development of Tibetan sheep. *Pratacultural Science*, 2021, 38(2): 348-357.
- [24] 李芳芳, 侯生珍, 王志有, 吕凯. 高寒放牧藏母羊关键繁殖期的补饲效果研究. *安徽农业科学*, 2012, 40(32): 15732-15733, 15736.
LI F F, HOU S Z, WANG Z Y, LYU K. Study on the supplemental feeding effect on the alpine grazing Tibetan ewe in the key breeding season. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2012, 40(32): 15732-15733, 15736.
- [25] 李生莲, 戴源森, 保善科, 周玉青. 复合微量元素对藏羊生长性能、屠宰性能和肉品质的影响. *黑龙江畜牧兽医*, 2016(20): 91-93.
LI S L, DAI Y S, BAO S K, ZHOU Y Q. Effects of complex trace elements on growth performance, slaughter performance and meat quality of Tibetan sheep. *Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine*, 2016(20): 91-93.
- [26] 李林. 控释尿素产品的补饲效果及其对瘤胃微生物蛋白质合成的影响. 西宁: 青海大学硕士学位论文, 2007.
LI L. Effect of supplementation control-releasing urea and compose MCP in rumen. Master Thesis. Xining: Qinghai University, 2007.
- [27] 贺钰云. 冷季精饲对放牧藏羊生长性能、瘤胃发酵及血清生化指标的影响. *饲料研究*, 2022, 45(16): 14-17.
HE Y Y. Effect of intensive feeding in cold season on growth performance, rumen fermentation and serum biochemical indexes of grazing Tibetan sheep. *Feed Research*, 2022, 45(16): 14-17.
- [28] 李蕾蕾. 青南牧区混播饲草青贮和对欧拉型藏羊补饲效果的研究. 北京: 中国农业科学院博士学位论文, 2017.
LI L L. The effects of different mixture sowing and baled-silage modes on forages' quality and supplemental feeding to Oula-type of Tibetan Sheep in pastoral area of southern Qinghai. PhD Thesis. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2017.
- [29] 郭嵘, 王淑芳, 王福财, 闫海全, 刘占经, 何金桂, 牛静勇. 妊娠后期补饲和早期育肥对藏羊生产性能的影响. *甘肃畜牧兽医*, 2022, 52(11): 33-36.
GUO R, WANG S F, WANG F C, YAN H Q, LIU Z J, HE J G, NIU J Y. Effects of late pregnancy supplementary feeding and early fattening on performance of Tibetan sheep. *Gansu Animal Husbandry and Veterinary*, 2022, 52(11): 33-36.
- [30] 王彩莲, 郎侠, 宋淑珍, 王斐, 刘立山, 宫旭胤. 冷季补饲对欧拉型藏羊生产性能的影响. *中国草食动物科学*, 2018, 38(6): 24-29.
WANG C L, LANG X, SONG S Z, WANG F, LIU L S, GONG X Y. Effects of supplementation in cold season on the production performance of ouler type Tibetan Sheep. *China Herbivore Science*, 2018, 38(6): 24-29.
- [31] 余忠祥, 陈一耕, 冯宇哲. 补饲尿素糖蜜舔砖对秋季放牧育肥藏羊增重的影响. *青海畜牧兽医杂志*, 1998(5): 2-3.
YU Z X, CHEN Y G, FENG Y Z. Effect of supplementary feeding lick-block contained urea and molasses on gain of fattening Tibetan Sheep in autumn grazing. *Chinese Qinghai Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 1998(5): 2-3.
- [32] 马玉林, 张纪元, 焦海祖, 包生彪. 补饲、放牧、微贮秸秆对6月龄藏羊羯羔增重效果的观察. *中国养羊*, 1996(3): 21-22.
MA Y L, ZHANG J Y, JIAO H Z, BAO S B. Observation on effect of straw supplement, grazing and microstorage on weight gain of 6-month-old Tibetan Capricorn lamb. *Chinese Sheep Breeding*, 1996(3): 21-22.
- [33] 郭鹏辉. 高寒牧区藏绵羊消化代谢与肠道甲烷排放特征. 兰州: 兰州大学博士学位论文, 2020.
GUO P H. The characteristics of digestion, metabolism and enteric methane emission of Tibetan sheep in the alpine pastoral area. PhD Thesis. Lanzhou: Lanzhou University, 2020.
- [34] 马力, 王晓彤. 贵南县不同物候期高寒草甸牧草营养成分研究. *青海草业*, 2020, 29(2): 2-5.
MA L, WANG X T. Study on nutrient composition of alpine meadow grasses in different phenological periods in Guinan County. *Qinghai Prataculture*, 2020, 29(2): 2-5.
- [35] 李平业. 浅谈补饲精料对放牧牦牛藏羊的增重影响. *今日畜牧兽医*, 2021, 37(12): 59.
LI Y P. Effects of concentrate supplementation on weight gain of grazing yaks and Tibetan sheep. *Today Animal Husbandry and Veterinary Science*, 2021, 37(12): 59.
- [36] 张艳, 孙武, 马世科, 金夏阳, 马玉红, 李升升, 王树祥. 抗菌肽饲料添加剂对育肥猪生长性能的 Meta 分析. *现代畜牧兽医*,

- 2023(3): 61-64.
- ZHANG Y, SUN W, MA S K, JIN X Y, MA Y H, LI S S, WANG S X. Meta-analysis of antimicrobial peptides feed additives on growth performance of finishing pigs. *Modern Journal of Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 2023(3): 61-64.
- [37] 全晓毅, 常明华, 李昕, 王小红, 陈彩英, 旦正措, 余忠祥, 阎明毅, 雷良煜. 青海省贵南县高寒牧区枯草期欧拉型藏羊羔羊补饲育肥试验研究. *畜牧与饲料科学*, 2013, 34(10): 1-2.
- QUAN X Y, CHANG M H, LI X, WANG X H, CHEN C Y, Danzhengcuo, YU Z X, YAN M Y, LEI L Y. Supplementary fattening experiment on Oula type of Tibetan Sheep Lamb in Guinan alpine region of Qinghai during grass withering period. *Animal Husbandry and Feed Science*, 2013, 34(10): 1-2.
- [38] 王书祥, 戴东文, 杨英魁, 王迅, 柴沙陀. 补饲精料对冷季放牧牦牛生长性能、瘤胃发酵及菌群结构的影响. *动物营养学报*, 2021, 33(11): 6266-6276.
- WANG S X, DAI D W, YANG Y K, WANG X, CHAI S T. Effects of concentrate supplementation on growth performance, rumen fermentation and microbial community structure of grazing yaks in cold season. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2021, 33(11): 6266-6276.
- [39] 蒋安, 高立芳, 陈静, 王琳, 邢豫川. 放牧涪陵水牛的补饲育肥研究. *黑龙江畜牧兽医*, 2013(11): 72-74.
- JIANG A, GAO L F, CHEN J, WANG L, XING Y C. Study on supplementary feeding and fattening of grazing Fuling buffalo. *Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine*, 2013(11): 72-74.
- [40] 杨帆, 李晓斌, 陈开旭, 黄新新, 马晨. 补饲精料补充料对育肥驴体重增加、血液生化指标影响. *新疆农业科学*, 2023, 60(6): 1548-1554.
- YANG F, LI X B, CHEN K X, HUANG X X, MA C. Effects of concentrate supplementation on growth performance, rumen fermentation and microbial community structure of grazing yaks in cold season. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2023, 60(6): 1548-1554.
- [41] 索南措. 青海都兰县藏羊高效养殖技术推广现状与发展思路. *养殖与饲料*, 2017(7): 105-106.
- Suonancuo. Current situation and development thinking of Tibetan sheep efficient breeding technology promotion in Dulan County. *Animals Breeding and Feed*, 2017(7): 105-106.
- [42] 刁其玉, 张蓉. 我国幼龄反刍动物生长与消化生理发育特点. *中国畜牧杂志*, 2017, 53(7): 4-8.
- DIAO Q Y, ZHANG R. Growth and digestive physiology characteristics of young ruminants in China. *Chinese Journal of Animal Science*, 2017, 53(7): 4-8.
- [43] OWENS F N, DUBESKI P, HANSON C F. Factors that alter the growth and development of ruminants. *Journal of Animal Science*, 1993, 71(11): 3138-3150.
- [44] BUYSE J, DECUYPERE E. The role of the somatotrophic axis in the metabolism of the chicken. *Domest Anim Endocrinol*, 1999, 17(2-3): 245-255.
- [45] BOURGON S L, de AMORIM M D, MILLER S P, MONTANHOLIA Y R. Associations of blood parameters with age, feed efficiency and sampling routine in young beef bulls. *Livestock Science*, 2017, 195: 27-37.
- [46] 许贵善, 冯昕炜, 赵亮, 陈钊铭. 精料补饲量对卡拉库尔羊育肥效果的影响. *饲料广角*, 2010(13): 24-25.
- XU G S, FENG X Y, ZHAO L, CHEN Z M. Effect of concentrate supplement on fattening effect of Karakul sheep. *Feed China*, 2010(13): 24-25.
- [47] 戴东文, 王书祥, 王迅, 杨英魁, 柴沙陀. 冷季精料补饲水平对牦牛生长性能和血清生化指标的影响. *饲料研究*, 2020, 43(9): 1-3.
- DAI D W, WANG S X, WANG X, YANG Y K, CHAI S T. Effect of supplementary feed levels on growth performance and serum biochemical indicators of yak in cold season. *Feed Research*, 2020, 43(9): 1-3.
- [48] 薛瑞, 边治堂, 高兴业, 袁具生, 毛新峰. 不同精料补饲量对舍饲陕北白绒山羊生产性能的影响.//《2011 中国羊业进展》论文集. 简阳: 第八届中国羊业发展大会, 2011.
- XUE R, BIAN Y T, GAO X Y, YUAN J S, MAO X F. Effects of different concentrate supplementation on performance of Shanbei White Cashmere goats fed in full house.// Proceedings of 2011 Progress of Chinese Sheep Industry. Jianyang: The 8th China Sheep Industry Development Conference, 2011.

- [49] ALPÍZAR-NARANJO A, ARECE-GARCÍA J, ESPERANCE M, LÓPEZ Y, MOLINA M, GONZÁLEZ -GARCÍA E. Partial or total replacement of commercial concentrate with on-farm-grown mulberry forage: Effects on lamb growth and feeding costs. *Tropical Animal Health and Production*, 2017, 49(3): 537-546.
- [50] 彭超, 李自健, 王虎成, 冯强, 沈禹颖. 黄土高原丘陵沟壑区放牧补饲和舍饲肉羊的屠宰与肉质性能比较研究. *草业学报*, 2023, 32(2): 140-147.
- PENG C, LI Z J, WANG H C, FENG Q, SHEN Y Y. A comparative study of slaughter and meat quality for sheep fed indoors or grazed with supplementary feed in the hill and gully region of the Loess Plateau. *Acta Prataculturae Sinica*, 2023, 32(2): 140-147.
- [51] 马学录, 德庆卓嘎, 万亚君. 不同饲养方式对欧拉羊屠宰性能与肉品质特性的影响. *甘肃农业大学学报*, 2022, 57(4): 40-48.
- MA X L, Deqingzhuoga, WAN Y J. Effects of different feeding modes on slaughter performance and meat quality characteristics of Oula sheep. *Journal of Gansu Agricultural University*, 2022, 57(4): 40-48.
- [52] 王晓彤. 不同饲养方式对苏尼特羊屠宰性能和肉品质的影响. 呼和浩特: 内蒙古农业大学硕士学位论文, 2022.
- WANG X T. Effects of feeding regimens on slaughter performance and meat quality of Sunit sheep. Master Thesis. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2022.
- [53] 罗春彦, 于丽娟, 张恺. 三种测定哈萨克羊眼肌面积的方法比. *草食家畜*, 2023(4): 16-21.
- LUO C Y, YU L J, ZHANG K. Comparison of three methods for measuring eye muscle area of Kazakh sheep. *Grass-Feeding Livestock*, 2023(4): 16-21.
- [54] 吕雪峰, 高维明, 郑文新, 宫平, 张廷虎. B超活体测定羊眼肌面积及其与瘦肉率的相关性. *畜牧与兽医*, 2012, 44(7): 56-57.
- LYU X F, GAO W M, ZHENG W X, GONG P, ZHANG T H. The correlation between eye muscle area and lean meat percentage of sheep by B-ultrasonography. *Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 2012, 44(7): 56-57.
- [55] 侯鹏霞. 滩羊羔羊早期补饲以及不同体重阶段羊肉品质的研究. 银川: 宁夏大学硕士学位论文, 2014.
- HOU P X. Studies on the early supplement of lamb and mutton quality of different stages of weight in Tan Sheep. Master Thesis. Yinchuan: Ningxia University, 2014.
- [56] 张俊丽, 马青, 马乐天, 王天新. 不同年龄滩羊胴体质量分级指标的筛选与建立研究. *黑龙江畜牧兽医*, 2013(21): 81-83.
- ZHANG J L, MA Q, MA L T, WANG T X. Study on screening and establishment of grading indexes of carcass quality of Tan sheep at different ages. *Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine*, 2013(21): 81-83.
- [57] 谭义洲, 丁考仁青, 黄纯敏, 郭宪, 马晓明, 包鹏甲, 梁春年. 盘羊 × 欧拉羊杂交 F₁ 与欧拉羊屠宰性能及肉品质对比研究. *西北农业学报*, 2022, 31(9): 1102-1111.
- TAN Y Z, Dingkaorenqing, HUANG C M, GUO X, MA X M, BAO P J, LIANG C N. Comparative study on slaughter performance and meat quality of Argali × Oula Hybrid F₁ and Oula Tibetan Sheep. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2022, 31(9): 1102-1111.
- [58] 刘波. 放牧补饲育肥肉牛屠宰性能及脂肪代谢相关指标的研究. 呼和浩特: 内蒙古农业大学硕士学位论文, 2019.
- LIU B. Study on slaughter performance and fat metabolism related indexes of grazing supplemented fattening beef cattle. Master Thesis. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2019.
- [59] 顾玲荣, 张治龙, 杨天良, 杨巧丽, 沙玉柱. 放牧和舍饲条件下合作猪屠宰性能及肉品质差异. *家畜生态学报*, 2022, 43(1): 81-85.
- GU L R, ZHANG Z L, YANG T L, YANG Q L, SHA Y Z. Differences in slaughter performance and meat quality of Hezuo Pigs under grazing and house feeding conditions. *Journal of Domestic Animal Ecology*, 2022, 43(1): 81-85.
- [60] 杨玄, 程林丽. 植物精油对断奶仔猪生长性能影响的Meta分析. *中兽医医药杂志*, 2023, 42(2): 26-33.
- YANG X, CHENG L L. Meta-analysis on the effect of essential oil on growth performance of weaned piglets. *Journal of Traditional Chinese Veterinary Medicine*, 2023, 42(2): 26-33.
- [61] 苏亚北, 许欣纯, 林楚晓, 唐盈盈, 陆子涛, 罗成龙. 益生菌对肉鸡生长性能影响的Meta分析. *饲料工业*, 2023, 5(2): 1-14.
- SU Y B, XU X C, LIN C X, TANG Y Y, LU Z T, LUO C L. Meta-analysis of the effect of probiotics on the growth performance of broilers. *Feed Industry*, 2019, 5(2): 1-14.

(责任编辑 魏晓燕)