

补饲自配代乳粉对羔羊生长性能的影响

刘张韵¹, 朱莹¹, 郑昕晨², 周天星³, 徐小恒³, 唐文俊^{3, 4}, 孙嘉豪^{3, 4*}

(1 莲都区碧湖镇农业农村综合服务中心, 浙江丽水 323000; 2 华南农业大学动物科学学院, 广东广州 510642; 3 丽水市农林科学研究院, 浙江丽水 323000; 4 南京农业大学动物科技学院, 江苏南京 210095)

摘要: [目的] 在羔羊哺乳阶段实施早期断奶, 并补饲营养充足且易消化的代乳粉是提高羔羊生长性能的重要手段。[方法] 本研究选取20日龄健康公羔23只, 随机分为母乳组(母羊自然哺乳)、商品代乳粉组(饲喂商品代乳粉)、自配代乳粉组(饲喂以平衡营养和经济效益为目标配制的代乳粉)。[结果] 自配代乳粉组和商品代乳粉组羔羊60日龄断奶体重均显著高于母乳组($P<0.05$); 平均日增重在50~60日龄和20~60日龄阶段也显著高于母乳组($P<0.05$)。自配代乳粉组代乳粉采食量在各日龄均显著高于商品代乳粉组($P<0.05$), 且自配代乳粉组羔羊腹泻率较商品代乳粉组降低9.13%, 较母乳组升高5.13%。各组羔羊体长和胸围各时期无显著差异($P>0.05$), 但自配代乳粉组羔羊40日龄的体高和管围显著高于商品代乳粉组和母乳组($P<0.05$)。[结论] 经济效益分析表明, 自配代乳粉组经济效益最高。补饲自配代乳粉可显著提高羔羊生长性能, 降低腹泻率, 满足羔羊生长发育营养需求, 且经济效益良好, 为羔羊早期断奶技术的优化提供有效参考。

关键词: 早期断奶; 自配代乳粉; 生长性能

文章编号: 1671-4393 (2026) 05-0030-06 DOI:10.12377/1671-4393.26.05.05

Effects of Supplementing Self-formulated Milk Replacer Powder on Growth Performance of Lambs

LIU Zhangyun¹, ZHU Ying¹, ZHENG Xincheng², ZHOU Tianxing³, XU Xiaoheng³,
TANG Wenjun^{3, 4}, SUN Jiahao^{3, 4*}

(1. Agricultural and Rural Comprehensive Service Center of Bihu Town, Liandu District, Lishui City, Lishui Zhejiang 323000; 2. College of Animal Science, South China Agricultural University, Guangzhou Guangdong 510642; 3. Lishui Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Lishui Zhejiang 323000; 4. College of Animal Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing Jiangsu 210095)

基金项目: 丽水市重点研发计划项目 (2023zdyf10)

作者简介: 刘张韵 (1992-), 女, 浙江丽水人, 本科, 畜牧师, 研究方向为畜禽养殖技术推广;
朱莹 (1988-), 女, 浙江丽水人, 高级兽医师, 研究方向为畜禽养殖技术推广;
郑昕晨 (2004-), 女, 浙江丽水人, 本科, 研究方向为动物遗传育种与繁殖和营养调控;
周天星 (1967-), 男, 浙江丽水人, 副研究员, 研究方向为畜牧养殖新技术应用和动物营养调控;
徐小恒 (1993-), 男, 浙江丽水人, 硕士, 助理研究员, 研究方向为动物营养调控;
唐文俊 (2000-), 男, 安徽合肥人, 硕士, 实习研究员, 研究方向为畜禽遗传育种与繁殖等。

***通信作者:** 孙嘉豪 (1994-), 男, 浙江丽水人, 硕士, 助理研究员, 研究方向为畜禽遗传育种与繁殖等。

Abstract: [Objective] Early weaning during the lamb suckling stage combined with supplementation of nutritionally adequate and easily digestible milk replacer powder is an important technical approach to improving lamb growth performance. [Method] In this study, 23 healthy male lambs aged 20 days were randomly divided into three groups: the mother's milk group (naturally suckled by ewes), the commercial milk replacer powder group (fed with commercial milk replacer powder), and the self-formulated milk replacer powder group (fed with self-formulated milk replacer powder). [Result] The weaning weights at 60 days of age in both the self-formulated milk replacer powder group and the commercial milk replacer powder group were significantly higher than that in the mother's milk group ($P<0.05$). The average daily weight gains during the periods of 50~60 days of age and 20~60 days of age were also significantly higher than those in the mother's milk group ($P<0.05$). The intake of milk replacer powder in the self-formulated milk replacer powder group was significantly higher than that in the commercial milk replacer powder group at all ages ($P<0.05$). The diarrhea rate of lambs in the self-formulated milk replacer powder group was 9.13% lower than that in the commercial milk replacer powder group and 5.13% higher than that in the mother's milk group. There were no significant differences in body length and chest circumference among the groups at any stage ($P>0.05$); however, the body height and cannon circumference of lambs in the self-formulated milk replacer powder group at 40 days of age were significantly higher than those in the commercial milk replacer powder group and the mother's milk group ($P<0.05$). [Conclusion] Economic benefit analysis showed that the self-formulated milk replacer powder group had the highest economic returns. Supplementation with self-formulated milk replacer powder can significantly improve lamb growth performance, reduce diarrhea rates, meet the nutritional requirements for lamb growth and development, and provide good economic benefits, offering an effective reference for optimizing early weaning techniques in lambs.

Keywords: early weaning; self-formulated milk replacer powder; growth performance

羔羊早期断奶技术是集约化养羊生产体系的关键环节,通过缩短母羊产羔间隔、优化羔羊营养供给,可提升母羊繁殖效率、减少羔羊断奶应激^[1]。母羊泌乳30 d后,乳中蛋白、脂肪、酸度、可溶性固形物含量逐渐下降,泌乳量同步降低,难以满足羔羊后期生长营养需求^[2~5]。因此,代乳粉是羔羊早期断奶的核心配套物料。目前市售代乳粉存在营养配比不均、品质不稳、成本偏高等问题,限制其规模化应用。自配代乳粉因配方可控、经济便捷,逐渐被养殖户采用。近年来,羔羊代乳粉研究集中于生产性状和健康的影响方面。研究表明,早期断奶并补饲代乳粉虽会暂时降低羔羊哺乳期的生长表现,但可显著提高育肥前期的日增重,且对育肥后期生长、消化及肉品质无显著负面影响^[6]。饲喂代

乳粉可短期提高羔羊日增重,但会抑制开口料采食量,并对瘤胃乳头发育及纤维降解菌群丰度产生不利影响^[7]。在蛋白质来源方面,乳源蛋白配方在生长和健康指标上优于植物蛋白,但成本较高限制了其推广^[8]。断奶应激研究发现,羔羊早期断奶存在明显的应激反应窗口期^[9]。因此,本研究同步比较母乳、商品代乳粉与自配代乳粉对羔羊生长性能、腹泻率及经济效益的影响,以系统评估三种方案的差异并量化自配代乳粉的经济效益,从而为羔羊早期断奶中代乳粉的合理选用提供实践依据。

1 材料与方法

1.1 试验动物与分组

试验羔羊由浙江牧歌生态农业开发有限公司提

供，选取健康无病、发育正常、体重相近的20 日龄公羔23 只，均来自经产双羔母羊。随机分为3 组：母乳组7 只、商品代乳粉 8 只、自配代乳粉组8 只。母乳组实行母羊自然哺乳（4 只母羊），商品代乳粉组饲喂商品代乳粉，自配代乳粉组饲喂自配代乳粉。所有羔羊按场方免疫程序接种疫苗。

1.2 饲料营养

商品代乳粉为养殖场常规采购产品；自配代乳粉由丽水市农林科学研究院配制，原料包括大豆蛋白粉、浓缩乳清粉、椰子油、葡萄糖及复合添加剂等。开口料主要成分为玉米、豆粕、麸皮、氯化钠、维生素与微量元素。采集30、40、50、60 日龄母乳混合样检测营养成分。羊乳、商品代乳粉、自配代乳粉及开口料营养水平见表1。

表 1 羊乳、商品代乳粉、自配代乳粉及开口料营养水平（干基，%）

Table 1 Nutritional Levels of Goat Milk, Commercial Milk Replacer Powder, Self-Formulated Milk Replacer Powder, and Starter Feed (Dry Basis, %)				
营养成分	羊乳	商品代乳粉	自配代乳粉	开口料
粗脂肪	50.42	17.74	16.82	5.00
粗蛋白	28.11	25.75	22.20	18.00
粗纤维	-	-	-	9.00
粗灰分	5.22	5.10	5.15	12.00
总磷	0.76	0.43	0.45	0.40
总钙	0.97	0.15	0.51	0.81

1.3 饲养管理

试验羔羊分栏佩戴耳标，使用羔羊补饲器补饲开口料。母乳组羔羊与母羊同圈饲养，仅记录开口料采食量；商品代乳粉组与自配代乳粉组人工奶瓶预饲5 d。其中，25~35 日龄：代乳粉每日饲喂3 次（07：30、13：30、17：30），水粉比5：1；35~60 日龄：代乳粉每日饲喂2 次（08：30、16：30），水粉比7：1。试验期开口料自由采食、每日补料2 次，保证料槽不断料；正试期40 d，准确记录每日代乳粉与开口料采食量；羔羊自由饮水。

1.4 指标测定

每日观察羔羊健康与腹泻情况，早晨空腹测定体重、体高、体长、胸围、管围。分批次采集母乳

与代乳粉检测营养成分，所有指标按《GB 13078—2017饲料卫生标准》测定。

计算公式：平均日增重=总增重/试验天数；平均采食量=总采食量/试验天数；腹泻率 = 腹泻羔羊头数/（试验总头数×试验天数）×100%

1.5 数据分析

数据用Excel 2016整理，SPSS 22.0进行单因素方差分析， $P<0.05$ 为差异显著， $P<0.01$ 为差异极显著，结果以“平均值±标准误（Mean±SEM）”表示，GraphPad Prism 10绘图。

2 结果与分析

2.1 代乳粉对羔羊健康状况的影响

试验期间自配代乳粉组出现1 头僵羊，予以剔除。羔羊腹泻情况见表2。自配代乳粉组腹泻率（8.75%）介于商品代乳粉组（14.38%）与母乳组（1.43%）之间，较前者降低了39.15%，但仍高出后者5.12倍。随日龄增加，商品代乳粉组与自配代乳粉组腹泻数逐渐下降，45~50 日龄略有回升，提示该阶段羔羊瘤胃功能逐步完善，对代乳粉消化吸收产生阶段性影响。

表 2 各组羔羊腹泻情况统计

Table 2 Statistics of Diarrhea Incidence in Lambs of Each Group			
日龄段（d）	母乳组	商品代乳粉组	自配代乳粉组
20~25	0	9	10
25~30	4	0	3
30~35	0	5	3
35~40	0	6	1
40~45	0	5	2
45~50	0	9	4
50~55	0	7	2
55~60	0	5	3
腹泻率（%）	1.43	14.38	8.75

2.2 代乳粉对羔羊采食量和体重的影响

羔羊体重和采食量具体情况见表3。各组羔羊体重均呈上升趋势，自配代乳粉组与商品代乳粉组60 日龄断奶重显著高于母乳组（ $P<0.05$ ）。平均日增重呈波动上升，自配代乳粉组与商品代乳粉组在50~60 日龄、20~60 日龄平均日增重显著高于母乳组（ $P<0.05$ ），自配代乳粉组后期生长速度更快。

表 3 羔羊体重与采食量
Table 3 Lamb Weight and Feed Intake

项目	日龄（d）	母乳组	商品代乳粉组	自配代乳粉组
体重（kg）	20	5.10±0.39	6.11±0.70	6.76±0.52
	30	6.93±0.61	7.41±0.75	8.09±0.78
	40	8.11±1.00	9.11±0.90	10.30±0.89
	50	9.92±1.00	10.75±0.95	12.41±1.25
	60	10.60±1.52 ^b	13.64±0.90 ^{ab}	15.49±1.33 ^a
平均日增重（g）	20~30	183±28	130±14	133±45
	30~40	118±43	170±31	222±22
	40~50	181±25	164±21	211±52
	50~60	59±50 ^b	289±20 ^a	307±26 ^a
	20~60	550±107 ^b	753±37 ^a	873±106 ^a
代乳粉平均日采食量（mL/d）	20~30	-	332.48±11.13 ^b	541.69±24.16 ^a
	30~40	-	464.00±26.58 ^b	1050.00±70.10 ^a
	40~50	-	531.00±28.57 ^b	1332.57±48.11 ^a
	50~60	-	720.21±45.19 ^b	1622.92±60.30 ^a
	20~60	-	504.52±21.86 ^b	1118.29±42.41 ^a
开口料平均采食量（g/d） open-mouthed feed	20~30	127.70±3.32	122.50±25.26	84.38±14.41
	30~40	323.30±33.59 ^a	308.75±11.49 ^a	193.75±17.10 ^b
	40~50	484.00±15.22 ^a	405.00±11.21 ^b	288.75±13.75 ^c
	50~60	584.00±10.67 ^a	466.25±8.75 ^b	306.25±18.47 ^c
	20~60	379.75±12.41 ^a	325.63±10.74 ^b	218.28±10.92 ^c

注：同列数据肩标不同小写字母表示差异显著（*P*<0.05），相同字母或无字母表示差异不显著（*P*>0.05），下同

代乳粉采食量持续上升，自配代乳粉组各日龄采食量显著高于商品代乳粉组（*P*<0.05），适口性更优。开口料采食量整体上升，自配代乳粉组30日龄后采食量显著低于母乳组与商品代乳粉组（*P*<0.05），商品代乳粉组40日龄后显著低于母乳组（*P*<0.05）。

2.3 代乳粉对羔羊体尺的影响

各组羔羊体长、胸围各日龄无显著差异（*P*>0.05）；自配代乳粉组40日龄体高、管围显著高于商品代乳粉组与母乳组（*P*<0.05），60日龄各组体尺无显著差异（*P*>0.05），说明自配代乳粉可满足羔羊骨骼发育营养需求。

2.4 代乳粉对经济效益的影响

按母乳组哺乳双羔、羔羊活重售价35元/kg、人工哺乳工资30元/只·月计算，经济效益见表5。自配代乳粉组增重效果最优，单只经济效益75.85元，显

著高于商品代乳粉组与母乳组。

3 讨论

3.1 羔羊腹泻发生的饲料诱因与代乳粉采食量差异分析

在试验过程中，排除僵羊影响后，母乳组的腹泻数量除25~30日龄外，其余时期均少于其他组。这是由于该时期瘤胃功能尚未发育健全，消化吸收主要依赖皱胃和肠道^[10]，其中肠道健康对营养代谢、免疫功能、生长发育至关重要^[11]。羔羊瘤胃非反刍阶段约在3周龄结束^[12, 13]，该时期瘤胃微生物群落不稳定，导致采食母乳的羔羊出现腹泻现象。

饲喂代乳粉的羔羊在试验全程均出现腹泻，但自配代乳粉组腹泻率较商品代乳粉组降低39.15%。这或许由于自配粉含有更多的动物蛋白源，从而减

表 4 代乳粉对羔羊体尺的影响（cm）
Table 4 Effects of Milk Replacer on Lamb Body Measurements（cm）

项目	日龄（d）	母乳组	商品代乳粉组	自配代乳粉组
体高	20	44.79±0.71	44.60±1.18	46.49±1.56
	30	45.00±0.79	45.41±1.03	45.69±1.60
	40	47.97±1.19 ^{ab}	45.70±1.40 ^b	49.71±1.11 ^a
	50	50.47±0.87	52.18±0.89	53.92±1.67
	60	52.77±1.87	53.11±1.27	54.39±1.83
体长	20	44.14±0.67	46.05±1.31	48.26±1.44
	30	46.77±1.53	48.18±1.32	49.49±1.76
	40	49.50±1.87	49.63±1.33	51.57±1.62
	50	51.93±1.21	53.10±2.09	55.34±1.65
	60	56.00±1.70	56.75±1.03	59.43±1.63
胸围	20	43.34±1.88	42.85±1.54	44.20±1.30
	30	44.49±1.40	45.15±1.46	46.43±1.44
	40	49.06±1.76	48.78±1.67	52.86±1.60
	50	52.66±2.13	50.65±1.63	55.14±2.12
	60	53.14±1.99	55.11±1.39	58.26±2.02
管围	20	5.23±0.17	5.25±0.17	5.37±0.10
	30	5.29±0.15	5.33±0.18	5.51±0.13
	40	5.40±0.25 ^b	5.58±0.19 ^{ab}	6.01±0.14 ^a
	50	5.60±0.25	5.85±0.21	6.09±0.15
	60	5.70±0.16	5.98±0.18	6.19±0.14

表 5 各组羔羊经济效益对比
Table 5 Comparison of Economic Benefits of Lambs in Each Group

组别	自配代乳粉(元/kg)	商品代乳粉(元/kg)	开口料(元/kg)	代乳粉成本(元/只)	母羊补饲成本(元/只)	开口料成本(元/只)	人工工资(元/只)	羔羊增重(kg/只)	羔羊售价(元/kg)	经济效益(元/只)
母乳组	-	-	5.8	-	64	88.10	-	5.50	35	40.40
商品代乳粉组	-	35	5.8	95.43	-	75.55	30	7.53	35	62.57
自配代乳粉组	25	-	5.8	149.06	-	50.65	30	8.73	35	75.85

少植物蛋白源引起的过敏性腹泻^[14, 15]。自配代乳粉组羔羊的代乳粉采食量平均占到体重的11.75%，远超商品代乳粉组的6.06%，更佳的适口性和更低的腹泻率展现自配代乳粉的消化吸收效果更理想^[2]，这和羔羊的生长发育趋势匹配。

3.2 代乳粉对羔羊生长性能及体尺发育的影响

各组羔羊的体重增长趋势总体呈现一致性，

但是母乳组羔羊的断奶体重明显低于其他两组（ $P<0.05$ ），并且其日增重波动幅度较大。具体表现为该组羔羊在哺乳早期的生长速度较快，可随着时间推移，哺乳后期的生长速度逐渐减缓，体现母乳在哺乳后期难以满足羔羊的营养需求，进而对羔羊的生长速度和健康情况等多方面产生不利影响^[16, 17]。商品代乳粉组和自配代乳粉组羔羊的生长速度趋势相

近,在40~50日龄阶段有减缓的趋势,母乳组的转折点则在30~40日龄,这提示饲喂代乳粉会对羔羊瘤胃发育有一定影响,从而延迟羔羊非反刍阶段引起的生长应激时机,出现后期增重逐渐加快的结果^[18]。

从体尺发育看,各组体尺发育趋势接近。自配代乳粉组羔羊仅在40日龄时,体高和管围显著高于商品代乳粉组和母乳组($P<0.05$),而断奶时各组无显著差异,表明自配粉能对骨骼发育提早发挥促进作用。这可能与自配粉含有更多动物蛋白源有关,其含有种类更齐全且比例适当的必需氨基酸如赖氨酸、蛋氨酸等,这些氨基酸作为合成骨骼胶原蛋白的重要原料,在早期对羔羊的骨骼发育起促进作用。

3.3 自配代乳粉方案的投入产出效率及生产应用前景

从经济效益看,自配代乳粉组的经济效益最高,具体表现在较高的羔羊增重水平和较低的开口料成本。母乳组虽然无需额外购买代乳粉和增加人工哺乳工资,但是开口料成本增加,羔羊增重水平较低,经济效益受到明显限制。商品代乳粉组同样受开口料成本与羔羊增重水平影响,无法获得可观的经济效益。因此,建议在实际生产中,尤其是母乳资源有限或母羊体况较差时,可优先选择自配代乳粉饲喂方案,获得更高经济效益。

4 结语

本研究仅以公羔为研究对象,并且未追踪育肥期的生长性能,自配代乳粉对羔羊生长发育的持续效应评价有待完善。未来研究应扩大样本量,纳入多品种、公母对照及育肥全程追踪,并可通过结合瘤胃微生物组学与血清代谢组学,深入阐明自配代乳粉促生长的分子机制,为代乳粉配方的精准优化与规模化推广提供更充分的科学依据。

参考文献

- [1] 魏景亮,郑美欣,李馥霞,等.沂蒙黑山羊生长屠宰性能及饲喂技术研究进展[J].山东畜牧兽医,2024,45(6):91-92,95.
- [2] 江喜春,范恒功,圣大荣,等.羔羊早期断母乳技术研究应用的进展[J].安徽农学通报,2022,28(6):88-91.
- [3] 马友记,董琪利,李发弟,等.舍饲绵羊产后30天产奶量及

- 乳成分变化规律[J].草业学报,2013,22(5):287-293.
- [4] 沈雨菲,张艳,同芬芬,等.不同泌乳期绵羊乳理化指标与酸度变化关联度[J].乳业科学与技术,2024,47(6):8-14.
- [5] 李真真,张昌吉,刘庆华,等.杜湖F1母羊产后0~9周泌乳量及乳成分变化规律[J].西北农业学报,2024,33(7):1202-1207.
- [6] 黄文琴,庄一民,高帆,等.早期断奶并补饲代乳粉对羔羊生长性能、消化性能、血清生化指标及肉品质的持续影响[J].动物营养学报,2020,32(5):2251-2262.
- [7] Huang X, Wang J, Li C, et al. Effects of milk replacer feeding level on growth performance, rumen development and the ruminal bacterial community in lambs[J]. Frontiers in Microbiology, 2023, 13: 1069964.
- [8] McCoard S, Hea R, Knol F W, et al. Comparison of milk replacer composition and effects on growth and health of preruminant lambs and health-associated costs of artificial rearing[J]. Applied Animal Science, 2021, 37(2):203-212.
- [9] 占今舜,江浩筠,王海波,等.羔羊断奶前后血清生化指标、抗氧化和免疫性能的变化[J].草业学报,2025,34(5):202-211.
- [10] Liu T, Li F, Wang W, et al. Early feeding strategies in lambs affect rumen development and growth performance, with advantages persisting for two weeks after the transition to fattening diets[J]. Frontiers in Veterinary Science, 2022, 9: 925649.
- [11] Li C, Xu Y, Jia J, et al. Impacts of early weaning on lamb gut health and immune function: short-term and long-term effects[J]. Animals, 2025, 15(14):2135.
- [12] McCoard S A, Cristobal-Carballo O, Knol F W, et al. Impact of early weaning on small intestine, metabolic, immune and endocrine system development, growth and body composition in artificially reared lambs[J]. Journal of Animal Science, 2020, 98(1):skz356.
- [13] 张紫阳,张佩华.羔羊早期断奶技术研究进展[J].饲料博览,2020(7):48-51.
- [14] 王博瑶,郑晨旭,韦雨杭,等.大豆蛋白抗原性及其对幼龄动物影响的研究进展[J].黑龙江畜牧兽医,2022,(19):27-30,140.
- [15] 武美杉,何晓叶,李璇,等.动植物蛋白结构表征与功能特性研究进展[J].食品工业科技,2023,44(21):442-449.
- [16] 李永亮,宋连杰,赵心念,等.植物发酵剂对育肥羔羊消化性能和瘤胃菌群结构的影响[J].饲料研究,2024,47(5):7-11.
- [17] 黄文琴,吕小康,庄一民,等.早期断奶和育肥期饲粮NDF水平对湖羊生长性能和消化代谢的影响[J].中国农业科学,2021,54(10):2217-2228.
- [18] 王海超,张乃锋,柴建民,等.人工哺育代乳粉对湖羊双胎羔羊生长发育、营养物质消化和血清学指标的影响[J].动物营养学报,2015,27(2):436-447.