

王博, 哈尼克孜·吐拉甫, 黄俊成, 等. 澳洲白羊与杜湖羊三元杂交 F1 代澳杜湖公羔育肥期生长发育与饲料效率的研究 [J]. 畜牧与兽医, 2025, 57 (5): 9-14.

WANG B, Hanikzi Tulafu, HUANG J C, et al. Growth and development and feed efficiency of Australian white sheep and Duhu sheep ternary hybrid F1 generation of AuDuhu male lambs in fattening period [J]. Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2025, 57 (5): 9-14.

澳洲白羊与杜湖羊三元杂交 F1 代澳杜湖公羔育肥期 生长发育与饲料效率的研究

王博¹, 哈尼克孜·吐拉甫², 黄俊成², 王许¹, 李鹏飞¹, 吴伟伟^{2*}, 依明·苏来曼^{1*}

(1. 新疆农业大学动物科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830052;

2. 新疆畜牧科学院畜牧研究所, 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘要: 旨在探究澳洲白羊与杜湖羊三元杂交 F1 代 (澳杜湖) 公羔在育肥期的生长发育与饲料效率之间的关系。以杜泊羊与湖羊杂交一代为母本, 澳洲白羊为父本进行杂交, 选取 99 只澳杜湖公羔 (80~180 日龄) 进行育肥期生长发育性状与饲料效率性状的测定。结果: 澳杜湖公羔 80~180 日龄, 体重呈递增态势; 经统计分析发现, 澳杜湖公羔不同日龄阶段体重与体尺指标整体呈显著正相关 ($P<0.05$), 澳杜湖公羔平均日增重为 (0.30 ± 0.03) kg, 平均日采食量为 (1.91 ± 0.16) kg, 剩余采食量为 (0.00 ± 0.14) kg, 饲料转化率为 5.41 ± 0.67 。研究表明, 澳杜湖公羔在 120~180 日龄为增长高峰期, 体重与体尺指标呈显著正相关且与胸围的相关系数最高, 剩余采食量与饲料效率性状相关, 与生长性状不相关, 而饲料转化率与生长性状和饲料效率性状显著相关。

关键词: 生长发育; 饲料效率; 相关性; 澳杜湖羊三元杂交 F1 代

中图分类号: S826.92 文献标志码: A 文章编号: 0529-5130(2025)05-0009-06

Growth and development and feed efficiency of Australian white sheep and Duhu sheep ternary hybrid F1 generation of AuDuhu male lambs in fattening period

WANG Bo¹, Hanikzi Tulafu², HUANG Juncheng², WANG Xu¹, LI Pengfei¹,

WU Weiwei^{2*}, Yiming Sulaiman^{1*}

(1. College of Animal Sciences, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China;

2. Institute of Animal Husbandry, Xinjiang Academy of Animal Husbandry Sciences, Urumqi 830000, China)

Abstract: The aim of this study was to explore the relationship between growth and development and feed efficiency of Australian white sheep and Duhu sheep ternary hybrid F1 generation (AuDuhu) male lamb in the fattening period. Taking the first generation of Dorper sheep and Hu sheep as the female parent and Australian white sheep as the male parent for hybridization, 99 AuDuhu male lambs (80-180 days old) were selected to determine the growth and development traits and feed efficiency traits during the fattening. The results were as follows: The body weight of the AuDuhu male lambs showed an increasing trend from 80 to 180 days of age. The statistical analysis showed that there was a significant positive correlation between the body weight and the body size index at different days of age in the AuDuhu male lambs ($P<0.05$). The daily gain of the AuDuhu male lambs was (0.30 ± 0.03) kg, their daily feed intake was (1.91 ± 0.16) kg, their residual feed intake was (0.00 ± 0.14) kg, and their feed conversion rate was 5.41 ± 0.67 . These results showed that the growth peak of the AuDuhu male lambs was at 120-180 days of age. There was a significant positive correlation between their body weight and body size index, and the correlation coefficient between their body weight and chest circumference was the highest. The remaining feed intake was related to the feed efficiency traits but not to the growth traits, while the feed conversion rate was significantly correlated with the growth traits and feed efficiency traits.

Keywords: growth and development; feed efficiency; correlation; ternary hybrid F1 generation AuDuhu sheep

收稿日期: 2024-05-22; 修回日期: 2025-03-03

基金项目: 科技 2030 生物育种重大专项 (2022ZD040130205)

第一作者: 王博, 男, 硕士研究生

* 通信作者: 依明·苏来曼, 博士, 教授, 研究方向为动物遗传育种与繁殖, E-mail: ysulaiman@xjau.edu.cn; 吴伟伟, 博士, 研究员, 研究方向为动物育种与繁殖、分子生物育种, E-mail: wuweiveigp@foxmail.com。

为了适应我国畜牧养殖业的发展,适应市场的需求,采用杂交种的方法已在全国范围内推广。通过选择合适的组合,可使各品种的优异特性得以充分发挥,从而达到提高肉羊产量、提高经济效益的目的。杜泊羊与地方绵羊品种杂交产生的杂交子代具有生长快、产肉多、肉质好等优越性^[1]。蔡树东等^[2]的研究表明,杜泊羊与国内其他绵羊品种杂交培育出的杂交 F1 代羔羊通常具有生长速度快、初生个体大等特点,其生长性能优于本地绵羊品种。

澳洲白羊是澳大利亚专家利用现代基因测定手段培育的品种,以其生长速度快、肉质细嫩、屠宰率高而著称,它能够在短时间内达到理想的体重,为养殖户带来可观的经济效益。此外,澳洲白羊对寒冷和潮湿的气候有很好的适应性,适合在广泛的地区饲养^[2-3]。杜泊羊是一种生长速度快、适应性强、耐粗饲的肉用绵羊品种。它的肉质鲜美、产肉率高,是理想的肉羊品种之一^[4-5]。湖羊是中国特有的肉用绵羊品种,以其肉质细嫩、味道鲜美、生长速度快、繁殖能力强而著称,它能够在不同的气候和环境中生存,具有适应性强、耐粗饲等特点^[6]。本试验以澳洲白羊为父本,杜泊羊与湖羊杂交一代^[7]为母本进行杂交,探究其子代三元杂交 F1 代(澳杜湖)公羔的生长性能与饲料效率。

1 材料与方法

1.1 试验动物与设计

试验动物均由新疆阿克苏地区柯坪县天下牧业有限公司提供。选取 99 只具有详细系谱信息、出生日期相近且健康状况良好的澳洲白羊与杜湖羊三元杂交 F1 代公羔进行试验。正式饲养前按照羊场的流程进行免疫和驱虫,试验羊只 56 日龄断奶,转入 1 m×1.5 m 单栏内,后进入 14 d 的过渡期,过渡期内每日添加 7% 的全价颗粒饲料直至替换全部为全价颗粒饲料,预饲期 10 d。从 80 日龄开始正式饲养,所有羔羊饲喂一致的全价颗粒饲料,确保每只羊自由采食,自由饮水,以 20 d 为周期,共 5 期,饲养至 180 日龄。

1.2 试验方法

1.2.1 试验数据采集及饲料效率性状的计算

饲喂试验正式开始后,每 20 d 对澳杜湖羔羊进行生长性能测定(体重、体长、体高、胸围、管围、胸深、胸宽、腰角宽、睾丸围),记录饲料消耗量,计算平均日采食量,平均日增重,饲料转化率(平均日采食量和平均日增重的比值),中期代谢重,采

食代谢体重比,剩余采食量,相对增长率,克氏比(平均日增重和中期代谢体重的比值)。

1.2.2 饲料效率相关性性状表型相关分析

使用 R Studio 4.3.2 软件中的 ggplot 2 和 corrplot 对体尺和饲料效率的相关性进行绘图。饲料成分如表 1 所示。

表 1 饲料成分信息

成分	含量
干物质/%	89.00
粗蛋白/%	15.00
粗脂肪/%	2.11
灰分/%	7.40
中性洗涤纤维/%	33.00
酸性洗涤纤维/%	14.50
淀粉/%	27.00
钙/%	1.04
磷/%	0.38
盐/%	0.49
总消化能/(MJ·kg ⁻¹)	11.67
可消化能/(MJ·kg ⁻¹)	9.73
粗灰分/%	10.90
总可消化养分/%	64.10
赖氨酸/%	0.61

1.3 数据统计与分析

使用 Excel 2010 进行生长发育指标计算,绘制曲线图。使用 SPSS 25.0 软件进行统计分析,利用相关性分析(Pearson 相关系数)检验变量间的相关性,采用方差分析(ANOVA)评估不同变量之间的显著性差异。采用相关性热图直观呈现变量间的相关性。数据以“平均值±标准差”表示。

2 结果与分析

2.1 育肥期澳杜湖公羔体重和体尺的发育变化

由表 2 和表 3 可知,澳杜湖公羔在 80~180 日龄期间体重和体尺逐渐增加,其中 120~180 日龄的增长速度最快。澳杜湖公羔各阶段生长发育呈阶段性,随着日龄的增长,澳杜湖公羔的体重和体尺指数均有

所下降,说明其生长并非线性。随着日龄的增加,澳杜湖公羔个体间的体尺波动较小,而其80~180日龄体重的变异系数在11.55%~23.01%之间,并随日龄增长而降低,表明澳杜湖公羔体重在个体间存在较大变异,具有较大的选择潜力。

澳杜湖公羔从80到180日龄,体重呈递增态势。经统计分析发现,80日龄体重集中于20.0~25.0 kg,100日龄体重集中于25.0~29.5 kg,120日龄体重集中于29.5~37.5 kg,140日龄体重集中于37.5~44.0 kg,160日龄体重集中于44.0~49.0 kg,180日龄体重集中于49.0~56.0 kg。澳杜湖公羔120~180日龄处于生长高峰期,其中120~140日龄增重最为

显著。

表2 80~180日龄澳杜湖公羔体重变化

日龄	体重/kg	变异系数/%
80	23.20±5.34	23.01
100	28.33±5.18	18.30
120	32.26±5.45	16.88
140	40.49±5.72	14.14
160	47.46±5.57	11.74
180	53.30±6.15	11.55

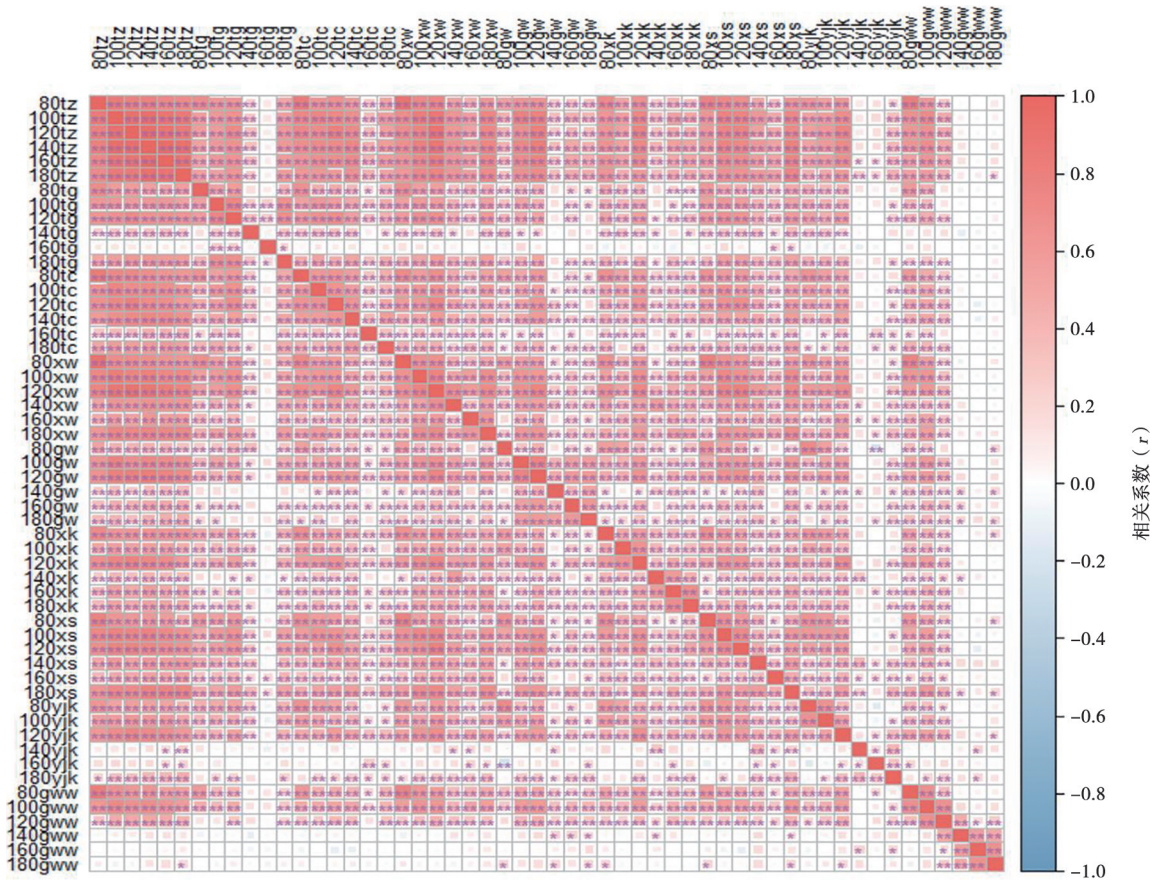
表3 80~180日龄澳杜湖公羔体尺变化

项目		日龄					
		80	100	120	140	160	180
体高	测量值/cm	55.24±3.53	57.54±3.71	59.47±3.44	64.10±4.11	65.83±3.42	67.77±3.29
	变异系数/%	6.40	6.44	5.79	6.41	5.20	4.86
体长	测量值/cm	53.82±4.41	57.93±4.01	58.82±3.62	66.26±4.06	69.93±4.27	73.42±4.32
	变异系数/%	8.19	6.91	6.16	6.13	6.10	5.89
胸围	测量值/cm	65.97±5.18	70.52±5.21	73.43±4.74	82.58±5.23	87.35±5.68	92.93±5.06
	变异系数/%	7.87	7.40	6.45	6.33	6.50	5.44
管围	测量值/cm	7.14±0.72	7.61±0.54	7.82±0.54	8.28±0.69	9.40±0.61	9.83±0.63
	变异系数/%	10.10	7.07	6.96	8.36	6.50	6.37
胸宽	测量值/cm	14.06±2.40	16.36±1.98	18.08±2.02	22.59±1.58	24.96±1.81	26.87±1.81
	变异系数/%	17.05	12.10	11.16	7.00	7.25	6.73
胸深	测量值/cm	20.91±2.49	22.02±2.22	23.29±2.24	28.50±2.07	31.46±1.96	32.93±1.85
	变异系数/%	11.90	10.10	9.62	7.27	6.23	5.63
腰角宽	测量值/cm	14.96±1.90	17.07±1.45	17.68±1.53	21.74±1.79	24.15±2.01	26.03±1.85
	变异系数/%	12.72	8.52	8.62	8.23	8.34	7.11
睾丸围	测量值/cm	18.25±3.58	21.65±3.80	26.10±3.47	28.10±3.17	27.98±4.05	28.51±4.13
	变异系数/%	19.63	17.56	13.31	11.27	14.48	14.49

2.2 澳杜湖公羔体重与体尺各阶段相关性分析

通过分析澳杜湖公羔各日龄阶段的体重与体尺相关性,发现各阶段的体重与体尺指标整体呈显著正相关(图1)。80日龄后各阶段体重与体高、体长、胸围等指标呈极显著正相关($P<0.01$)。此外,80日龄后体长与胸围也呈极显著正相关($P<0.01$)。随着

日龄的增加,140日龄后各性状之间的相关性有所减弱。然而,睾丸与各体尺指标的相关性在不同日龄阶段表现出差异,且随着日龄的增加,睾丸与各体尺间的相关性减弱。统计分析表明,体重与胸围的相关系数最高,同时体重与胸深、胸宽、体长、体高、管围和腰角宽也呈显著正相关($P<0.05$)。



tz. 体重; tg. 体高; tc. 体长; xw. 胸围; gw. 管围; xk. 胸宽; xs. 胸深; yjk. 腰角宽; gww. 睾丸围。字母前数字 80~180 为对应日龄。

图 1 80~180 日龄各体尺性状相关性分析

2.3 澳杜湖公羔饲料效率相关性状统计分析

澳杜湖公羔的平均日增重、平均日采食量、采食代谢体重比、中期代谢重、剩余采食量、饲料转化率、克氏比及相对生长率见表 4。平均日采食量的变异系数最低，为 9.64%。

2.4 澳杜湖公羔饲料效率相关性状的表型相关性分析

澳杜湖公羔饲料效率相关性状间表型相关性分析结果如图 2 所示。饲料转化率与初始体重 ($r = 0.39$)、中期代谢重 ($r = 0.06$)、平均日采食量 ($r = 0.28$) 呈正相关 ($P < 0.01$)，与平均日增重 ($r = -0.83$)、克氏比 ($r = -0.84$)、相对生长率 ($r = -0.07$) 呈负相关 ($P < 0.01$)。此外，平均日采食量与平均日增重 ($r = 0.25$)、中期代谢重 ($r = 0.40$)、初始体重 ($r = 0.29$)、末期体重 ($r = 0.43$) 呈正相

关 ($P < 0.01$)。平均日增重和末期体重 ($r = 0.51$)、中期代谢重 ($r = 0.18$)、平均日采食量 ($r = 0.25$) 呈正相关 ($P < 0.01$)。

表 4 澳杜湖公羔饲料效率相关性状统计

项目	测量值	变异系数/%
中期代谢重/kg	15.35±1.64	12.40
平均日增重/kg	0.30±0.03	11.40
平均日采食量/kg	1.91±0.16	9.64
采食代谢体重比/%	10.58±1.23	11.64
剩余采食量/kg	0.00±0.14	/
饲料转化率	5.41±0.67	12.40
相对生长率/%	29.84±3.69	12.35
克氏比	0.02±0.00	12.73

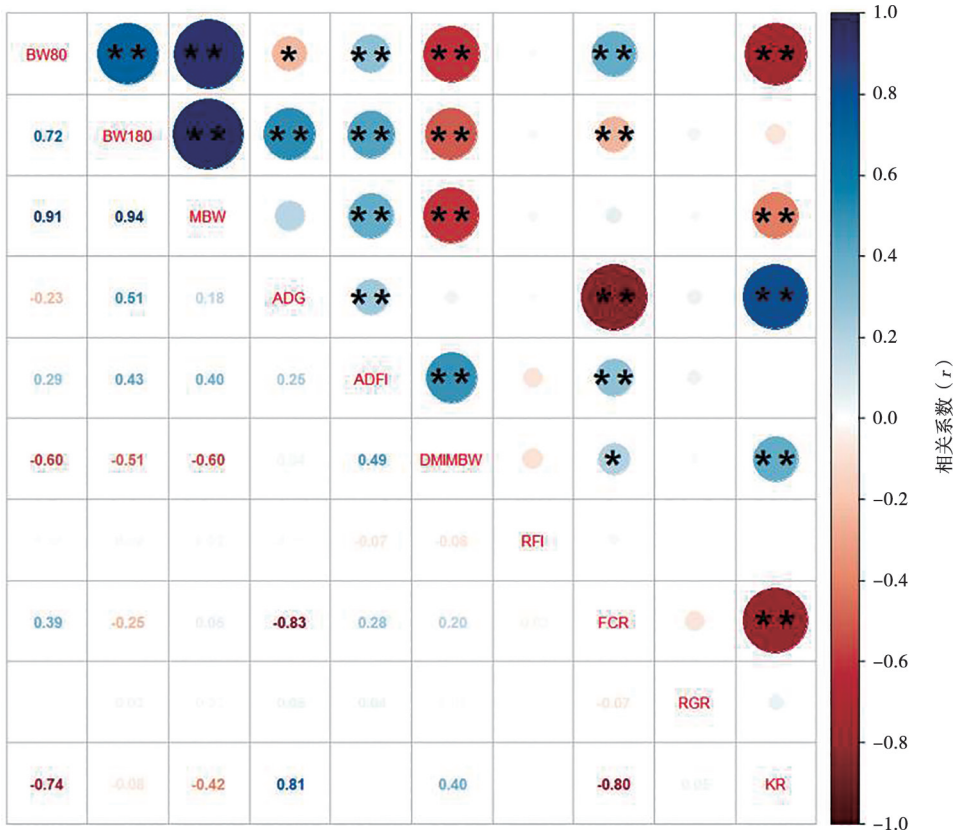


图2 澳杜湖公羔饲料效率相关性状间的表型相关系数比较

3 讨论

体重是一项重要的生长发育指标。从本试验结果可以看出，澳杜湖公羔在 120~160 日龄期间体重增长较快，而在 160 日龄后增速明显减缓，累积生长曲线呈平缓上升。通过澳杜湖公羔各日龄阶段体重与体尺的相关分析发现，澳杜湖公羔不同日龄阶段体重与体尺指标整体呈显著正相关，而睾丸在不同日龄阶段与各体尺指标相关性不同，随着日龄的增加，睾丸与各体尺间的相关性减弱，表明睾丸的发育逐渐趋于稳定。各阶段胸围与体重的相关系数最高，其次为胸深、体长、体高和管围。李昕俞等^[8]、赵勤涛等^[9]研究发现，体尺性状均与体重呈极显著的正相关，胸围与体重的相关系数最大。韩燕国等^[10]对湖北乌山羊的体尺与体重进行了研究，发现体长与体重的相关系数最大，胸围次之，其他依次为体斜长、管围、体高。

本试验结果显示，剩余采食量与平均日增重之间无显著相关，剩余采食量与平均日采食量的相关系数为-0.07，饲料转化率与平均日增重、平均日采食量

的相关系数为-0.83 和 0.28。不同研究结果表明，剩余采食量与动物生长速度和体型无关。生长性状和剩余采食量之间的遗传和表型相关性的评估证实了这种独立性^[11]。研究发现平均日采食量和剩余采食量的相关系数为 0.89^[12-13]。蔡飞翔等^[14]研究表明，饲料转化率与平均日采食量的相关系数为 0.55。本试验的剩余采食量与平均日采食量、平均日增重，饲料转化率与平均日采食量之间的相关系数均低于上述学者的研究结果，造成这种差异的原因有可能是试验动物、环境因素和饲料成分之间的差异及样本含量不同导致的。以上结果均显示，采食量是影响饲料效率的重要指标。剩余采食量与平均日采食量呈显著强负相关，对绵羊进行剩余采食量性状的选择，将导致采食量的极显著降低，减少饲料浪费。

综上所述，澳杜湖公羔 80~180 日龄体重和体尺随日龄增长而增加，呈非线性的阶段性发育。体重与体尺指标呈显著正相关，其中体重与胸围的相关系数最高，其次为胸深、胸宽、体长、体高、管围和腰角宽，而与睾丸的相关性随着日龄的增加而降低。剩余采食量与饲料效率性状相关，与生长性状不相关，而

饲料转化率与生长性状和饲料效率性状显著相关。用剩余采食量作为选择指标进行选育时,能够更纯粹地反映动物在达到相同生产目标时所需的饲料量差异,而不受生长速度或生产性能水平的影响,可以减少对其他重要经济性状(如生长速度、繁殖性能等)的负面影响。因此,将剩余采食量作为一个选择指标,能够帮助优化饲料效率的同时提升整体生产性能。

参考文献:

- [1] 高晓娟,薛久洲,罗国洋,等. 杜湖杂交 F1 代羔羊与湖羊生产性能比较研究 [J]. 中国畜牧杂志, 2024, 60 (2): 169-172.
- [2] 蔡树东,赵龙飞,李文,等. 杜泊羊、萨福克羊与国内绵羊二元杂交生产利用研究进展 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2023 (22): 25-30.
- [3] 徐天琪. 澳洲白羊生长曲线拟合分析与模型优化 [D]. 天津: 天津农学院, 2023.
- [4] 汤继顺,朱德建,陈胜,等. 澳洲白绵羊与小尾寒羊杂交 F1 代生产性能分析 [J]. 畜牧与兽医, 2016, 48 (9): 58-61.
- [5] 李昕俞,乔程,李楨,等. 杜泊羊与湖羊杂交羔羊生长发育规律研究 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2019 (2): 25-55.
- [6] 贾超,李佳蓉,姜怀志. 国内杜泊羊的利用状况分析研究进展 [J]. 中国畜牧兽医, 2017, 44 (11): 3257-3263.
- [7] 宣智宏,王笑语,施心雨,等. 优质生长性能湖羊的选择 [J]. 现代畜牧兽医, 2023 (8): 25-28.
- [8] 赵勤涛,刘桂琼,姜勋平,等. 杜湖杂交 F 代羔羊体重与体尺关系的研究 [J]. 畜牧与兽医, 2014, 46 (8): 32-35.
- [9] 李昕俞,乔程,李楨,等. 杜泊羊与湖羊杂交羔羊生长发育规律研究 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2019 (2): 25-55.
- [10] 韩燕国,王党伟,何春波,等. 湖北乌羊体尺与体重的关系研究 [J]. 中国草食动物科学, 2012 (S1): 366-369.
- [11] CAI W, CASEY D S, DEKKERS J C M. Selection response and genetic parameters for residual feed intake in Yorkshire swine [J]. J Anim Sci, 2008, 86 (2): 287-298.
- [12] BAREA R, DUBOIS S, GILBERT H, et al. Energy utilization in pigs selected for high and low residual feed intake [J]. J Anim Sci, 2010, 88 (6): 2062-2072.
- [13] BASSO B, BORDAS A, DUBOS F, et al. Feed efficiency in the laying duck; appropriate measurements and genetic parameters [J]. Poult Sci, 2012, 91 (5): 1065-1073.
- [14] 蔡飞翔,王大力,白春艳,等. 提高猪饲料效率的测定与选择 [J]. 养猪, 2014 (2): 55-56.