

DOI:10.11686/cyxb2024085

http://cyxb.magtech.com.cn

靳生伟, 韩银仓, 孙永刚, 等. 冷季不同饲养方式对牦牛生长性能及血液生理生化指标的影响. 草业学报, 2025, 34(1): 215—225.

JIN Sheng-wei, HAN Yin-cang, SUN Yong-gang, *et al.* Effects of different feeding methods on growth performance and blood physiological and biochemical indexes of yaks. *Acta Prataculturae Sinica*, 2025, 34(1): 215—225.

冷季不同饲养方式对牦牛生长性能及血液生理生化指标的影响

靳生伟^{1,2}, 韩银仓^{1,2*}, 孙永刚^{1,2}, 丁维芹^{1,2}, 刘亚倩^{1,2}, 祁增源^{1,2}, 周建强^{1,2}

(1. 青海大学畜牧兽医科学院, 青海 西宁 810016; 2. 青海省高原家畜遗传资源保护与创新利用重点实验室, 青海 西宁 810016)

摘要: 试验旨在研究冷季不同饲养方式对青海高原型牦牛生长及生理适应等特性的影响。选取320头18月龄自然放牧体重无显著差异的公牦牛[(142.45±2.65) kg]分为两组, 一组在原群体自然放牧, 另一组低海拔全舍饲养6个月。试验结束后随机屠宰育肥组和放牧组牦牛各3头, 进行生长性能、屠宰性能以及血液生理生化等指标的测定。经过6个月冷季不同饲养方式饲养, 育肥组牦牛体重、体斜长、胸围均极显著高于放牧组($P<0.01$)。育肥组牦牛的宰前活重、肉重、骨重、蹄重、皮重、肉骨比、屠宰率、净肉率、心重、肺重和皮占体重极显著高于放牧组($P<0.01$); 育肥组牦牛的头重、胴体产肉率、肝重、脾重和肾重显著高于放牧组($P<0.05$)。育肥组牦牛的红细胞数目(RBC)、血红蛋白浓度(HGB)显著高于放牧组($P<0.05$); 放牧组的平均血红蛋白含量(MCH)显著高于育肥组($P<0.05$)。育肥组的总胆固醇(TC)含量显著高于放牧组($P<0.05$); 育肥组的钙(Ca)、磷(P)含量显著高于放牧组($P<0.05$)。育肥组经济效益极显著高于放牧组($P<0.01$)。冷季低海拔异地舍饲养能够提升牦牛的生长性能、营养代谢, 优化血清生化指标, 增加了牦牛的养殖效益。

关键词: 高原型牦牛; 异地育肥; 生长性能; 血液生理生化指标

Effects of different feeding methods on growth performance and blood physiological and biochemical indexes of yaks

JIN Sheng-wei^{1,2}, HAN Yin-cang^{1,2*}, SUN Yong-gang^{1,2}, DING Wei-qin^{1,2}, LIU Ya-qian^{1,2}, QI Zeng-yuan^{1,2}, ZHOU Jian-qi^{1,2}

1. Academy of Animal Science and Veterinary Medicine, Qinghai University, Xining 810016, China; 2. Plateau Livestock Genetic Resources Protection and Innovative Utilization key Laboratory of Qinghai Province, Xining 810016, China

Abstract: This experiment studied the effects of different feeding methods in the cold season on the growth and physiological adaptation of Qinghai Plateau-type yaks. Three hundred and twenty male yaks of 18 months of age with no significant difference in natural body weight [(142.45±2.65) kg] were selected and divided into two groups. One group was naturally grazed in the original conditions, and the other group was fattened for six months in full housing at low altitude. At the end of the experiment, three yaks from each group were randomly chosen and slaughtered to determine of growth performance, slaughter performance, and blood physiology and biochemistry. After 6 months in the different feeding regimes during the cold season, the weight, body length and chest circumference of yaks in the fattening group were higher than those in the grazing group, with high statistical

收稿日期: 2024-03-18; 改回日期: 2024-04-26

基金项目: 青海省科技厅项目(2023-NK-X02, 2023-NK-P50, 2024-NK-109)资助。

作者简介: 靳生伟(2000—), 男, 青海海北人, 在读硕士。E-mail: j13619704954@163.com

* 通信作者 Corresponding author. E-mail: hyc-99101121@163.com

significance ($P < 0.01$). Similarly, the pre-slaughter live weight, meat weight, bone weight, hoof weight, skin weight, meat:bone ratio, slaughter rate, net meat yield, heart weight, lung weight and skin:body weight of yaks in the fattening group were all higher than those of the grazing group, with high statistical significance ($P < 0.01$). Meanwhile, the head weight, carcass meat yield, liver weight, spleen weight and kidney weight of yaks in the fattening group were higher than those of the grazing group, but at a lower level of statistical significance ($P < 0.05$). The number of red blood cells and haemoglobin concentration of yaks in the fattening group were significantly higher than those in the grazing group ($P < 0.05$); the mean haemoglobin content of yaks in the grazing group was significantly higher than that of the fattening group ($P < 0.05$). Total cholesterol levels were significantly higher in the fattening group than in the grazing group ($P < 0.05$); calcium and phosphorus content was significantly higher in the fattening group than in the grazing group ($P < 0.05$). The economic benefits of the fattening group were higher than those of the grazing group, with high significance ($P < 0.01$). In conclusion, cold-season low altitude ex-situ fattening enhanced growth performance, nutritional metabolism, and optimized serum biochemical indices of yaks, which increased the economic efficiency of yak farming.

Key words: plateau yak; off-site fattening; growth performance; blood physiological indexes

牦牛是青藏高原及其毗邻地不可缺少的特种役畜。在传统的饲养方式下,牦牛肉是季节性供应的,生产周期长,品质不稳定,产量低,冷季掉膘严重是制约牦牛产业发展的重要因素^[1-3]。近年来,为保护生态和满足市场需求,牦牛养殖从传统放牧逐渐向舍饲育肥模式发展。前期大量研究已经证明,通过给牦牛饲喂高精料饲粮可以显著提高其生产性能^[4]。综上,为确定传统自然放牧方式与低海拔异地舍饲育肥对牦牛生长及生理适应等特性的影响,本试验通过对冷季自然放牧和低海拔异地舍饲育肥牦牛的生长性能、血液生理生化指标进行比较研究,以期对牦牛异地育肥产业发展提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 试验动物与试验设计

本试验从青海省海北藏族自治州祁连县边麻梅龙掌合作社选取320头18月龄自然放牧体重无显著差异的公牦牛 $[(142.45 \pm 2.65) \text{ kg}]$ 分两组,一组在原群体自然放牧(青海祁连县,海拔3500 m),一组低海拔异地舍饲育肥(甘肃民乐县,海拔2200 m),两组均饲养至24月龄。试验时间为2020年10月1日至2021年4月1日,试验期180 d,其中预试期10 d,正试期170 d。

1.2 试验日粮与饲养管理

放牧组牦牛在同一草场放牧,每天7:00—18:00进行放牧,放牧期间自由采食,自由饮水。育肥组牦牛采用全混合日粮(total mixed ration)模式饲喂,于7:00和17:00各饲喂一次,自由饮水。本试验育肥组所用精料为颗粒状,基础饲粮组成及营养水平见表1。放牧组饲草的营养水平见表2(青草期采集时间为2020年9月,枯草期为2021年3月)。

1.3 样品采集

在24月龄时随机挑选育肥组和放牧组牦牛各3头采集血样,试验前空腹12 h,颈静脉采血,分两组,一组装入抗凝管中,采集后将管缓慢颠倒混合均匀,用于血常规分析;另一组转入普通采血管静置30 min后,将采血管置于离心机(Allegra V-15R,美国贝克曼库尔特)内离心10 min($3500 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$),取上清液备用。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 生长性能 试验开始前和结束后对试验牦牛进行空腹称重,记录试验牛体重,依据初重和末重计算总增重及平均日增重。用软皮尺测量试验牛体斜长、体高、胸围和管围。

表 1 基础饲料组成及营养水平(风干基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of basal diets (air-dry basis)

原料 Material	比例 Proportion (%)	营养水平 Nutritional levels	含量 Content
玉米 Corn	43.71	综合净能 Combined net energy (MJ·kg ⁻¹)	4.28
浓缩料 Concentrate	10.93	粗蛋白 Crude protein (%)	16.63
油菜籽粕 Rapeseed meal	3.00	粗脂肪 Ether extract (%)	5.49
豆粕 Soybean meal	3.00	粗纤维 Crude fiber (%)	21.17
燕麦干草 Oat hay	10.93	酸性洗涤纤维 Acid detergent fiber (%)	28.61
青贮燕麦 Oat silage	27.33	中性洗涤纤维 Neutral detergent fiber (%)	46.09
食盐 Salt	0.55	钙 Calcium (%)	0.36
小苏打 NaHCO ₃	0.55	总磷 Total phosphorus (%)	0.16
合计 Total	100.00		

浓缩料为每 kg 饲料提供维生素 A 3000 IU, 维生素 D 800 IU, 维生素 E 40 IU, 铜 15 mg, 铁 50 mg, 钴 0.4 mg, 锌 30 mg, 锰 40 mg, 硒 0.3 mg, 碘 0.4 mg。营养成分均为实测值。Concentrate feed provided the following per kg of diet vitamin A 3000 IU, vitamin D 800 IU, vitamin E 40 IU, copper 15 mg, iron 50 mg, cobalt 0.4 mg, zinc 30 mg, manganese 40 mg, selenium 0.3 mg, iodine 0.4 mg. All the nutrients were the actual test values. 下同 The same below.

表 2 饲草营养水平

Table 2 Forage grass nutrition level (%)

项目 Item	干物质 Dry matter	粗蛋白 Crude protein	粗脂肪 Ether extract	粗灰分 Crude ash	粗纤维 Crude fiber	酸性洗涤纤维 Acid detergent fiber	中性洗涤纤维 Neutral detergent fiber	钙 Ca	磷 P
青草期 Grass period	73.99	9.96	2.55	15.79	29.75	34.81	46.35	2.82	0.14
枯草期 Withered period	88.84	7.06	1.33	21.77	38.25	53.31	66.47	1.10	0.04

营养成分均为实测值。All the nutrients were the actual test values.

1.4.2 屠宰性能 试验牦牛禁食 24 h, 禁水 2 h 后屠宰, 参照陈幼春^[5]的方法测定屠宰性能, 测定指标包括宰前活重、肉重、骨重、头重、蹄重、皮重、肉骨比、屠宰率、净肉率、胴体产肉率、心重、肝重、脾重、肺重、肾重、头占体重、蹄占体重、皮占体重。并计算屠宰率、净肉率、胴体产肉率和肉骨比。计算公式如下:

$$\text{屠宰率}(\%) = \text{胴体重} / \text{宰前活重} \times 100$$

$$\text{净肉率}(\%) = \text{净肉重} / \text{宰前活重} \times 100$$

$$\text{胴体产肉率}(\%) = \text{净肉重} / \text{胴体重} \times 100$$

$$\text{肉骨比} = \text{净肉重} / \text{骨质量}$$

1.4.3 血液生理指标 将采集后的抗凝血立即送至北京华英生物研究所, 使用日本 XE-800i 血液分析仪(日本希森美康公司), 测定 22 项血液生理指标, 测定指标包括: 白细胞数目(white blood cell count, WBC)、红细胞数目(red blood cell count, RBC)、血红蛋白浓度(hemoglobin concentration, HGB)、平均红细胞体积(mean corpuscular volume, MCV)、平均红细胞血红蛋白含量(mean corpuscular hemoglobin, MCH)、平均红细胞血红蛋白浓度(mean corpuscular hemoglobin concentration, MCHC)、血小板数目(platelet count, PLT)、红细胞体积分布宽度(red cell distribution width, RDW-SD)、红细胞体积分布宽度变异系数(coefficient of variation of red blood cell volume distribution width, RDW-CV)、血小板体积分布宽度(platelet distribution width, PDW)、平均血小板体积(mean platelet volume, MPV)、大血小板比率(large platelet ratio, P-LCR)、血小板压积(plateletcrit, PCT)、中性粒细胞绝对值(absolute neutrophil count, NEUT#)、淋巴细胞绝对值(lymphocytes absolute count, LYMPH#)、单核细胞绝对值(monocyte absolute count, NONO#)、嗜酸性粒细胞绝对值(eosinophil absolute count, EO#)、嗜碱性粒细胞绝对值(basophil absolute count, BASO#)、中性粒细胞百分比(percentage of neutrophils, NEUT%)、单核细胞百分比(percentage of monocytes, NONO%)、嗜酸性粒细胞百分比(percentage of eosinophils, EO%)和嗜碱性粒细胞百分比(percentage of basophils, BASO%)。

1.4.4 血清生化指标 将采集好的血清送至北京华英生物研究所,使用迈瑞BS-420全自动生化仪(深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司),测定总蛋白(total protein, TP)、白蛋白(albumin, ALB)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglycerides, TG)、高密度脂蛋白(high-density lipoprotein, HDL)、低密度脂蛋白(low-density lipoprotein, LDL)、钙(calcium, Ca)和磷(phosphorus, P)含量。

1.4.5 经济效益计算 本试验对18月龄的青海高原型牦牛进行为期180 d的饲喂试验,因此只考虑短期饲养成本。育肥组的饲养成本包括饲料成本、运输成本和人工成本,而由于放牧组在天然草场自然放牧,所以其饲养成本只计算放牧人员人工费用及日常管理费用。计算公式如下:

$$\text{总成本} = \text{人工成本} + \text{饲料成本} + \text{运输成本} + \text{日常管理费用}$$

$$\text{收益} = \text{牛肉价格} \times \text{带骨肉重}$$

$$\text{经济效益} = \text{收益} - \text{总成本}$$

1.5 数据处理

采用Excel 2019软件对数据进行初步处理,所有数据采用SPSS 26.0软件进行单因素方差分析(one-way ANOVA),并通过Duncan氏法进行组间多重比较。试验结果以平均值±标准差表示。 $P < 0.05$ 表示差异显著, $P < 0.01$ 表示差异极显著。

2 结果与分析

2.1 不同饲养方式下牦牛生长性能

两组牦牛初始体重差异不显著($P > 0.05$),经过6个月的不同饲养后,育肥组牦牛的体重、总增重和平均日增重均极显著高于放牧组($P < 0.01$,表3)。

表3 不同饲养方式下牦牛的体重变化

Table 3 Body weight changes of yak under different feeding methods

项目 Items	初重 Initial body weight (kg)	末重 Final body weight (kg)	总增重 Total weight gain (kg)	平均日增重 Average daily gain ($\text{g} \cdot \text{d}^{-1}$)
放牧组 Grazing group	142.43±2.56	144.00±1.00	1.57±2.64	8.70±14.64
育肥组 Fattening group	143.37±2.95	215.00±3.00	71.63±2.85	397.96±15.83
P值 P-value	0.70	<0.01	<0.01	<0.01

试验开始时2组牦牛的体尺各项指标无显著差异($P > 0.05$),在不同饲养方式下经过6个月的饲喂,育肥组牦牛的体高、体斜长、胸围、管围均极显著高于放牧组($P < 0.01$,表4)。

2.2 不同饲养方式下牦牛屠宰性能

育肥组牦牛的宰前活重、肉重、骨重、蹄重、皮重、肉骨比、屠宰率和净肉率均极显著高于放牧组($P < 0.01$,表5),较放牧组分别提高了48.6%、86.6%、33.2%、49.7%、186.2%、47.6%、25.0%和31.8%。育肥组牦牛的头

表4 不同饲养方式下牦牛的体尺变化

Table 4 Changes of body size of yak under different feeding methods (cm)

项目 Items	体高 Body height		体斜长 Body length		胸围 Chest circumference		管围 Pipe circumference	
	18月龄	24月龄	18月龄	24月龄	18月龄	24月龄	18月龄	24月龄
	18 months of age	24 months of age	18 months of age	24 months of age	18 months of age	24 months of age	18 months of age	24 months of age
放牧组 Grazing group	98.00±1.89	100.30±1.57	101.60±2.32	105.70±0.95	136.33±1.52	142.33±2.08	15.50±0.53	17.20±1.34
育肥组 Fattening group	99.20±2.44	108.50±1.78	101.10±1.37	119.20±1.03	137.12±1.03	169.67±4.51	15.60±0.84	19.80±1.32
P值 P-value	0.23	<0.01	0.56	<0.01	0.56	<0.01	0.75	<0.01

重和胴体产肉率显著高于放牧组($P<0.05$)。育肥组牦牛的心、肺重和皮占体重均极显著高于放牧组($P<0.01$),较放牧组分别提高了 41.6%、35.4% 和 92.0%;育肥组牦牛的肝、脾和肾重显著高于放牧组($P<0.01$);蹄占体重在两组之间差异不显著($P>0.05$);放牧组的头占体重显著高于育肥组($P<0.05$)。

表 5 不同饲养方式对牦牛屠宰性能的影响

Table 5 Effects of different feeding methods on the slaughtering performance of yak

项目 Items	放牧组 Grazing group	育肥组 Fattening group
宰前活重 Live weight (kg)	144.70±1.06B	215.00±3.00A
肉重 Meat weight (kg)	67.35±1.23B	125.70±4.76A
骨重 Bone weight (kg)	16.69±0.86B	22.23±0.65A
头重 Head weight (kg)	8.83±0.99b	12.52±1.48a
蹄重 Hoof weight (kg)	3.62±0.38B	5.42±0.29A
皮重 Skin weight (kg)	10.28±0.55B	29.42±2.25A
肉骨比 Meat-bone ratio	3.17±0.09B	4.68±0.20A
屠宰率 Slaughter rate (%)	46.77±0.86B	58.45±1.42A
净肉率 Pure meat percentage (%)	36.71±0.71B	48.39±0.15A
胴体产肉率 Carcass production ratio (%)	78.49±0.95b	82.81±2.06a
心重 Heart weight (kg)	0.73±0.08B	1.45±0.18A
肝重 Liver weight (kg)	2.67±0.20b	2.78±0.10a
脾重 Spleen weight (kg)	0.33±0.03b	0.45±0.05a
肺重 Lung weight (kg)	2.12±0.16B	2.87±0.13A
肾重 Kinney weight (kg)	0.40±0.05b	0.70±0.17a
头占体重 Head weight/live weight (%)	6.14±0.71a	5.82±0.61b
蹄占体重 Hoof weight/live weight (%)	2.51±0.26	2.52±0.11
皮占体重 Skin weight/live weight (%)	7.13±0.36B	13.69±1.22A

注:同行不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$),无字母表示差异不显著($P>0.05$)。下同。

Note: In the same row, different lowercase letters mean significant difference ($P<0.05$), different capital letters mean extremely significant difference ($P<0.01$), no letter means no significant difference ($P>0.05$). The same below.

2.3 不同饲养方式下牦牛血液生理生化指标

2.3.1 牦牛血液生理指标 育肥组的 RBC 和 HGB 显著高于放牧组($P<0.05$);放牧组的 MCH、NEUT#、NONO#、BASO#和 BASO% 均显著高于育肥组($P<0.05$);其他血液生理指标在各组之间差异不显著($P>0.05$,表 6)。

2.3.2 牦牛血清生化指标 育肥组的 TC、HDL 和 ALB 以及 Ca、P 含量均显著高于放牧组($P<0.05$);TP、TG 和 LDL 在两组间差异不显著($P>0.05$,表 7)。

2.4 不同饲养方式对高原型牦牛经济效益的影响

经调查,异地育肥组牦牛的牛场人均管理牛只为 100 头,其工作人员月工资为 5000 CNY·person⁻¹,平均每头牛的人工劳务费为 300 CNY·head⁻¹;异地育肥组牦牛每头牛饲喂饲料一年花费 3500 元,则饲喂 180 d,饲料成本为 1750 CNY·head⁻¹;运输成本为 50 CNY·head⁻¹;当地牦牛带骨肉价格为 40 CNY·kg⁻¹。放牧组在天然草场放牧,饲料成本为 0 元,工作人员人均管理牛只 100 头,月工资为 3000 CNY·person⁻¹,每头的人工劳务费为 180 元。异地育肥组终末体重和经济效益极显著高于放牧组($P<0.01$,表 8),异地育肥组每头牛的总成本比放牧组高 1945 元,但在经过 6 个月不同饲养方式的饲喂异地育肥组每头牛比放牧组多盈利 96.16 元。

表6 不同饲养方式对牦牛血液生理指标的影响

Table 6 Effects of different feeding methods on blood physiological indexes of yaks

项目 Items	放牧组 Grazing group	育肥组 Fattening group
白细胞数目 WBC ($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	4.78 \pm 0.46	4.25 \pm 0.15
红细胞数目 RBC ($\times 10^{12} \cdot L^{-1}$)	4.04 \pm 0.89b	5.48 \pm 0.27a
血红蛋白浓度 HGB ($g \cdot L^{-1}$)	150.33 \pm 13.20b	162.00 \pm 7.21a
平均红细胞体积 MCV (fL)	49.43 \pm 4.09	54.13 \pm 10.20
平均血红蛋白含量 MCH (Pg)	48.63 \pm 13.93a	29.63 \pm 2.21b
平均血红蛋白浓度 MCHC ($g \cdot L^{-1}$)	319.33 \pm 13.80	319.00 \pm 14.80
血小板数目 PLT ($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	376.00 \pm 35.09	343.00 \pm 28.51
红细胞体积分布宽度 RDW-SD (fL)	43.97 \pm 3.04	46.67 \pm 1.55
红细胞分布宽度变异系数 RDW-CV (%)	13.63 \pm 0.61	13.50 \pm 0.36
血小板体积分布宽度 PDW (fL)	15.30 \pm 0.20	15.43 \pm 0.32
平均血小板体积 MPV (fL)	11.07 \pm 0.90	10.40 \pm 0.10
大血小板比率 P-LCR (%)	39.63 \pm 1.25	38.03 \pm 2.43
血小板压积 PCT (%)	0.31 \pm 0.10	0.32 \pm 0.03
中性粒细胞绝对值 NEUT# ($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	0.38 \pm 0.04a	0.28 \pm 0.03b
淋巴细胞绝对值 LYMPH# ($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	3.71 \pm 0.45	3.51 \pm 0.21
单核细胞绝对值 MONO# ($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	0.31 \pm 0.06a	0.22 \pm 0.02b
嗜酸性粒细胞绝对值 EO# ($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	0.08 \pm 0.03	0.04 \pm 0.03
嗜碱性粒细胞绝对值 BASO# ($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	0.31 \pm 0.09a	0.20 \pm 0.01b
中性粒细胞百分比 NEUT% (%)	7.90 \pm 0.56	6.53 \pm 0.85
单核细胞百分比 MONO% (%)	6.37 \pm 0.61	5.20 \pm 0.62
嗜酸性粒细胞百分比 EO% (%)	1.67 \pm 0.38	1.03 \pm 0.55
嗜碱性粒细胞百分比 BASO% (%)	6.60 \pm 2.31a	4.70 \pm 0.36b

3 讨论

3.1 不同饲养方式对高原型牦牛生长性能的影响

日粮营养水平是影响牦牛生长性能的主要因素^[6],日增重随着饲料能量或蛋白质水平的增加而显著增加^[7-8]。张晓玲等^[9]在探究饲粮营养水平对牦牛生长性能的研究中发现,舍饲日粮的高能量高蛋白,在一定程度上促进了牦牛的生长发育,影响了牦牛增重。姚喜喜等^[10]研究发现,与传统放牧相比,冷季舍饲提高了牦牛平均日增重和屠宰性能。孙光明等^[11]研究表明,饲粮能量的提高,显著提高了牦牛的生长性能,促进了其骨骼和肌肉的生长发育。Dai等^[12]研究表明,增加精料饲喂量,可有效提高育肥牛的生长性能和饲料利用效率。为研究自然放牧和低海拔异

地舍饲育肥对青海高原型牦牛生长性能的影响,本试验测定了不同饲养方式下两组牦牛体重变化和体尺变化。结果表明,相比自然放牧,异地舍饲育肥显著提高了牦牛的生长性能。由于冷季放牧不能满足牦牛每日的营养需要,使得牦牛每月的体重和体尺变化不明显。相比放牧组,育肥牦牛一直在规定时间和规定地点采食和饮水,生长发育迅速。

表7 不同饲养方式对牦牛血清生化指标的影响

Table 7 Effects of different feeding methods on serum biochemical indices of yak

项目 Items	放牧组 Grazing group	育肥组 Fattening group
总蛋白 TP ($g \cdot L^{-1}$)	63.78 \pm 4.59	70.25 \pm 4.04
白蛋白 ALB ($g \cdot L^{-1}$)	31.26 \pm 2.07b	36.55 \pm 2.07a
总胆固醇 TC ($mmol \cdot L^{-1}$)	1.75 \pm 0.29b	2.09 \pm 0.65a
甘油三酯 TG ($mmol \cdot L^{-1}$)	0.19 \pm 0.01	0.21 \pm 0.05
高密度脂蛋白 HDL ($mmol \cdot L^{-1}$)	1.33 \pm 0.16b	1.55 \pm 0.24a
低密度脂蛋白 LDL ($mmol \cdot L^{-1}$)	0.67 \pm 0.05	0.60 \pm 0.28
钙 Ca ($mmol \cdot L^{-1}$)	1.84 \pm 0.09b	2.18 \pm 0.12a
磷 P ($mmol \cdot L^{-1}$)	3.28 \pm 0.46b	4.52 \pm 0.26a

表 8 不同饲养方式下牦牛经济效益分析

Table 8 Analysis of economic benefits of yak in different feeding methods

项目 Items	育肥组 Fattening group	放牧组 Grazing group
人工劳务 Manual labor (CNY·head ⁻¹)	300.00	180.00
劳动物资 Labor supply (CNY·head ⁻¹)	100.00	100.00
兽药 Veterinary medicine (CNY·head ⁻¹)	200.00	200.00
人员住房 Staff housing (CNY·head ⁻¹)	10.00	10.00
草料房与库房 Forage house and storage (CNY·head ⁻¹)	15.00	0.00
圈舍电、取暖费 Electricity and heating for pens (CNY·head ⁻¹)	10.00	0.00
饲料成本 Feed cost (CNY·head ⁻¹)	1750.00	0.00
运输成本 Transportation cost (CNY·head ⁻¹)	50.00	0.00
总成本 Total cost (CNY·head ⁻¹)	2435.00	490.00
终末体重 Final body weigh (kg)	215.00±3.00A	144.00±1.00B
屠宰率 Slaughter rate (%)	58.45	46.77
带骨肉价格 Price of bone-in meat (CNY·kg ⁻¹)	35.00	35.00
收益 Profits (CNY·head ⁻¹)	4398.36	2357.20
经济效益 Benefit (CNY·head ⁻¹)	1963.36A	1867.20B

3.2 不同饲养方式对高原型牦牛屠宰性能的影响

屠宰性能通常是动物经济价值的直观表现,也是判断动物生长发育的主要依据,宰前活重、屠宰率、净肉率和肉骨比是衡量动物产肉性能的重要指标,其能够直接决定动物经济效益^[13]。动物宰前活重、胴体重和净肉重受日粮中有效能量高低的影响,而舍饲育肥的饲养方式能够有效地提供动物所需能量^[14]。胴体产肉率能够直接反映动物产肉性能的高低。本试验中,育肥组牦牛的胴体产肉率显著高于放牧组牦牛,说明育肥组的产肉性能优于放牧组,育肥组的宰前活重、胴体重、屠宰率和肉骨比均显著高于放牧组($P < 0.05$)。姚喜喜等^[10]研究发现,舍饲组牦牛的胴体重、屠宰率、净肉重、骨重和肉骨比较放牧组牦牛分别增加了 59.11%、24.44%、68.32%、9.01% 和 54.11%。杨小林等^[15]研究发现,4.5 岁舍饲牦牛的头、皮和脾重显著高于放牧牦牛,本试验研究结果与此一致,但育肥组牦牛的心、肝重显著低于放牧组牦牛,两组的肾和肺重无显著差异,本研究结果与此有所偏差,出现这一偏差的原因一方面可能是由于两个试验所选牦牛年龄不同,另一方面是试验地海拔不同导致,形成原因还有待进一步研究。研究表明,头占体重比例与牦牛屠宰性能的胴体重和屠宰率呈负相关^[16]。本研究中,放牧组牦牛的头占体重比例显著高于舍饲组,但胴体重和屠宰率显著低于舍饲组,这与岳萌萌等^[17]的研究结果一致。因此,经过两种不同饲养方式的对比,可以看出低海拔舍饲育肥能显著提高牦牛的屠宰性能,提升牦牛的产出。

3.3 不同饲养方式对高原型牦牛血液生理指标的影响

血液直接参与机体的物质代谢,能量转换和一系列复杂的生化过程^[18]。血液生理指标能够直接反映机体的内环境状态,是判断机体健康状态、生长发育快慢的重要依据^[19]。王琪等^[20]研究发现,高海拔地区的牦牛血液中 RBC、HCT 和 HGB 含量明显高于低海拔牦牛。张春梅等^[21]研究表明,湖羊进入高海拔地区后血液 RBC、HGB、HCT、MCV 显著高于中海拔地区,说明湖羊会通过增加 RBC 和 HGB 来提升运输氧气的的能力,从而适应高海拔环境。本试验结果与此有所偏差,导致这一结果的原因可能是低海拔舍饲育肥的养殖密度高,加快了动物机体氧气的消耗,而运输氧气和转换二氧化碳主要依靠血红蛋白和红细胞,导致异地育肥牦牛的 HGB 和 RBC 高于自然放牧牦牛^[22-23]。肝脏是动物机体中新陈代谢的主要场所,而血小板与肝脏的凝血因子紧密相关^[24-25],本试验中,舍饲牦牛和放牧牦牛的 PLT、MPV、P-LCR 和 PCT 无显著差异($P > 0.05$)。以上试验结果表明通过异地舍饲育肥可以提升牦牛运氧能力和机体健康状态,但对动物机体的新陈代谢影响不大。

3.4 不同饲养方式对高原型牦牛血清生化指标的影响

血清生化指标可以反映动物机体的健康状况和营养水平,同时在一定水平上可以反映动物对饲料的利用效率和组织代谢状况^[26]。TP与ALB在一定程度上能够反映饲料中的蛋白营养水平和动物对其的消化吸收程度,TC则反映机体能量平衡状况和脂肪酸代谢水平^[27-28]。不同饲料的营养水平会对血清生化指标产生影响^[29],白雪等^[30]研究发现,饲喂复合微生态制剂和甘露寡糖可促进蛋白质合成,增加反刍动物可用蛋白质水平,提高反刍动物血清中总蛋白的含量。本试验中,舍饲牦牛的TC和HDL显著高于放牧牦牛,说明通过低海拔异地舍饲育肥能够提高牦牛肝脏合成和脂肪酸代谢功能。TG影响动物机体能量的储存和脂肪的消化吸收,血清中的TG下降会妨碍机体的新陈代谢和生长发育^[31]。本试验中,育肥组牦牛在精料的饲喂下TG指标明显高于放牧组,说明冷季放牧不足以满足牦牛的营养需要。赵晓东^[32]研究发现,舍饲能够明显提高ALB、TP、Ca和P的含量,本试验结果与此一致。李潇等^[33]研究发现,牦牛从高海拔迁移至低海拔后,会影响血清皮质醇激素等指标的含量以适应低海拔富氧环境。因此,可以通过异地育肥的方式来改善牦牛血清生化指标的含量,达到促进牦牛机体生长发育的效果。

3.5 不同饲养方式对高原型牦牛经济效益的影响

养殖生产中决定养殖经济效益的因素主要包括平均日增重、市场价格、饲料成本^[34]。王万邦等^[35]采用16头2~4岁家养牦牛在春秋进行精料补饲与传统放牧对照研究,发现精料补饲组牦牛的减重率和总增重比传统放牧组的牦牛高2.15%、7.09 kg,研究还发现通过补饲能够明显提高牦牛的经济效益,补饲组比自然放牧组盈余95.08元,其结果表明在对放牧牦牛补饲精料可以增加其生长速度和经济收益。黄文植等^[36]在冷季对14头体重接近的4月龄高原型牦牛进行90 d的自由放牧和补饲精料对照试验,其试验结果显示补饲组的总增重和日增重比自然放牧组分别高9.2 kg、102.22 g,表明对牦牛进行补饲育肥,可以在冷季显著提高其生长速度和增重效果。邓由飞等^[37]运用燕麦(*Avena sativa*)干草加当地精料(占干物重50%)和玉米(*Zea mays*)秸秆加精料(占干物重55%)作为处理组牦牛的添加饲料与自然放牧组牦牛比较,发现当地饲料组其日增重为409 g,复合营养组其日增重为605 g,自然放牧组的日增重为3 g;对其进行经济效益计算发现自然放牧组牦牛每kg增重的养殖成本为73.33元,比当地饲料组和复合营养组分别高47.18、56.02元,其试验结果表明通过补饲可以降低牦牛养殖成本,增加养殖效益。本试验中从经济效益来看,在相同市场价格下,低海拔异地育肥组平均日增重显著高于放牧组,且异地育肥组比放牧组每头牛多盈利96.16元,说明冷季舍饲育肥可以提升牦牛的养殖经济效益。

4 结论

冷季低海拔异地舍饲育肥相比于自然放牧可以提升牦牛的生长性能、营养代谢,优化血清生化指标,增加牦牛的养殖效益。

参考文献 References:

- [1] Liu J. Investigation and analysis of yak germplasm resources on Qinghai Plateau type. *Animals Breeding and Feed*, 2011(12): 65-67.
刘军. 青海高原型牦牛种质资源调查与分析. *养殖与饲料*, 2011(12): 65-67.
- [2] Fan Y G. Conservation and utilisation of yak genetic resources in Qinghai. *Chinese Qinghai Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 2021, 51(3): 62-66.
方有贵. 青海牦牛遗传资源的保护和利用. *青海畜牧兽医杂志*, 2021, 51(3): 62-66.
- [3] Ba S C M. Status and countermeasures of yak breeding. *Graziery Veterinary Sciences (Electronic Version)*, 2020(9): 70-71.
巴桑措姆. 牦牛养殖发展现状及对策. *畜牧兽医科学(电子版)*, 2020(9): 70-71.
- [4] Xue B, Zhao X Q, Zhang Y S. Weight and body composition dynamic changes of yaks grazing on nature grassland in Qinghai-Tibetan Plateau. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2005, 17(2): 54-57.
薛白, 赵新全, 张耀生. 青藏高原天然草场放牧牦牛体重和体成分变化动态. *动物营养学报*, 2005, 17(2): 54-57.
- [5] Chen Y C. *Modern beef cattle production (The 2nd Edition)*. Beijing: China Agriculture Press, 1999: 150-152.
陈幼春. *现代肉牛生产(2版)*. 北京: 中国农业出版社, 1999: 150-152.

- [6] Shen F, Wang S X, Chai S T, *et al.* Effect of different feeding methods on growth performance and serum biochemical index of yak calf. *Feed Research*, 2021, 44(19): 16–20.
沈芳, 王书祥, 柴沙驼, 等. 不同饲养方式对犏牛生长性能及血清生化指标的影响. *饲料研究*, 2021, 44(19): 16–20.
- [7] Zhao Y G, Hu Z R, Xie P, *et al.* The impact of concentrate feed with different nutritional levels on the production performance and digestibility of Sanen dairy goats. *Feed Industry*, 2013, 34(23): 53–57.
赵彦光, 胡钟仁, 谢萍, 等. 不同营养水平精饲料对萨能奶山羊生产性能及消化率的影响. *饲料工业*, 2013, 34(23): 53–57.
- [8] Tang P, Wang Y Y, Wang G J, *et al.* Effects of dietary energy and protein levels on growth performance, serum biochemical indices, slaughter performance and meat quality of Shanbei white cashmere goats. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2018, 30(6): 2194–2201.
唐鹏, 王尧悦, 王国军, 等. 饲料能量和蛋白质水平对陕北白绒山羊生长性能、血清生化指标、屠宰性能和肉品质的影响. *动物营养学报*, 2018, 30(6): 2194–2201.
- [9] Zhang X L, Xu T W, Zhang Q, *et al.* Effect of dietary protein levels on growth performance and ruminal fungal community structure of yaks. *Feed Research*, 2023, 46(11): 12–15.
张晓玲, 徐田伟, 张骞, 等. 饲料蛋白水平对牦牛生长性能及瘤胃真菌菌群结构的影响. *饲料研究*, 2023, 46(11): 12–15.
- [10] Yao X X, Wang W, Xu C T, *et al.* Effects of grazing and barn feeding on growth performance, rumen fermentation parameters, slaughter performance and meat quality of Datong yaks (*Bos grunniens*). *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2022, 34(6): 3768–3776.
姚喜喜, 王伟, 徐成体, 等. 放牧与舍饲对大通牦牛生长性能、瘤胃发酵参数、屠宰性能及肉品质的影响. *动物营养学报*, 2022, 34(6): 3768–3776.
- [11] Sun G M, Luo S D Z, Ba S W D, *et al.* Effects of dietary energy level on growth performance, body size increasement and serum biochemical and endocrine hormone parameters of fattening yaks under stall-feeding. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2021, 33(8): 4511–4519.
孙光明, 洛桑顿珠, 巴桑旺堆, 等. 饲料能量水平对舍饲育肥牦牛生长性能、体尺增长及血清生化和内分泌激素指标的影响. *动物营养学报*, 2021, 33(8): 4511–4519.
- [12] Dai D, Pang K, Liu S, *et al.* Effects of concentrate supplementation on growth performance, rumen fermentation, and bacterial community composition in grazing yaks during the warm season. *Animals*, 2022, 12(11): 1398.
- [13] Xie B, Zhang N F, Cui K, *et al.* Effects of different levels of dietary neutral detergent fiber on growth performance, serum parameters, slaughter performance and tissue and organ development of early-weaned Hu lambs. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2018, 30(3): 963–972.
解彪, 张乃锋, 崔凯, 等. 不同中性洗涤纤维水平饲料对早期断奶羔羊生长性能、血清指标、屠宰性能和组织器官发育的影响. *动物营养学报*, 2018, 30(3): 963–972.
- [14] McCurdy M P, Krehbiel C R, Horn G W, *et al.* Effects of winter growing program on visceral organ mass, composition, and oxygen consumption of beef steers during growing and finishing. *Animal Science*, 2010, 88(4): 1554–1563.
- [15] Yang X L, Chen Y, Zhu Y J, *et al.* Comparative analysis of carcass traits, quality and nutrients of muscle among house-feeding yaks, yak-cattles and yaks with grazing. *Hubei Agricultural Science*, 2019, 58(24): 170–174.
杨小林, 陈勇, 朱友军, 等. 舍饲牦牛、犏牛和放牧牦牛屠宰性状、肉质及其营养成分比较. *湖北农业科学*, 2019, 58(24): 170–174.
- [16] Wu H D, Wang J B, Qi M Y, *et al.* Analysis of beef performance and quality changes of dairy bull calves. *Journal of Northeast Agricultural University*, 2014, 45(8): 55–64.
吴宏达, 王嘉博, 亓美玉, 等. 奶公犏肉用性能及肉质变化规律分析. *东北农业大学学报*, 2014, 45(8): 55–64.
- [17] Yue M M, Bu Y, Liu L, *et al.* Effects of early castration on growth performance, slaughter performance and meat quality of Holstein calves. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2022, 34(3): 1632–1641.
岳萌萌, 卜也, 刘利, 等. 早期去势对荷斯坦公犏生长性能、屠宰性能及肉品质的影响. *动物营养学报*, 2022, 34(3): 1632–1641.
- [18] Li C S. Determination of physiological and biochemical indexes in Datong yaks. *Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine*, 2014(3): 168–170.
李春生. 大通牦牛生理生化指标的测定. *黑龙江畜牧兽医*, 2014(3): 168–170.
- [19] Wang D W, Liu G Q, Huang Y F, *et al.* The impact of housing and grazing on the physiological and biochemical blood

indicators of Hubei Black-Boned sheep. *China Herbivore Science*, 2012(S1): 386–388.

王党伟, 刘桂琼, 黄勇富, 等. 舍饲和放牧对湖北乌羊血液生理生化指标的影响. *中国草食动物科学*, 2012(S1): 386–388.

- [20] Wang Q, Zhang Q W, Zhang Y, *et al.* Analysis of production traits, physiological and biochemical indexes of yak. *Chinese Journal of Veterinary Science*, 2018, 38(1): 222–229.
王琪, 张全伟, 张勇, 等. 牦牛生产性能及血液生理生化指标统计分析. *中国兽医学报*, 2018, 38(1): 222–229.
- [21] Zhang C M, Chen Q, Xie W, *et al.* Based on erythropoietin gene expression and blood physiological and biochemical indexes to explore the adaptability of Hu sheep in high-altitude area of Qinghai. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2020, 32(11): 5380–5387.
张春梅, 陈倩, 谢雯, 等. 基于促红细胞生成素基因表达及血液生理生化指标探究湖羊在青海高海拔地区的适应性. *动物营养学报*, 2020, 32(11): 5380–5387.
- [22] Segura J, Garcia-Donaire J A, Praga M, *et al.* Chronic kidney disease as a situation of high added risk in hypertensive patients. *Journal of the American Society of Nephrology*, 2006, 17(S2): 136–140.
- [23] Yu X Q, Meng F X, Li P, *et al.* Effects of different stocking densities on growth performance, behaviors, and blood physiological and biochemical indexes in Hu sheep. *Animal Husbandry & Veterinary Medicine*, 2020, 52(11): 42–47.
于晓青, 孟繁星, 李鹏, 等. 不同饲养密度对湖羊生长性能、行为及血液生理生化指标的影响. *畜牧与兽医*, 2020, 52(11): 42–47.
- [24] Pan J, Chen J J, Zhu Y X. Effect of *Glycyrrhiza uralensis* stem and leaf on growth performance and blood physiological and biochemical indexes in sheep. *Feed Research*, 2020, 43(4): 4–7.
潘军, 陈靖晶, 朱玉新. 甘草茎叶对绵羊生长性能和血液生理生化指标的影响. *饲料研究*, 2020, 43(4): 4–7.
- [25] Chen L X, Sun Y, An L Z, *et al.* Determine on blood physiological and biochemical indices of Liangshan cattle. *China Herbivore Science*, 2021, 41(4): 77–79, 84.
陈鲁喜, 孙艳, 安拉扎, 等. 凉山黄牛血液生理生化指标测定分析. *中国草食动物科学*, 2021, 41(4): 77–79, 84.
- [26] Bai Y, Lang X, Wang C L, *et al.* Effects of oregano essential oil and monensin in diets on serum biochemical parameters, digestive enzyme activities and ruminal microflora of Holstein calves. *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica*, 2019, 50(12): 2458–2469.
柏妍, 郎侠, 王彩莲, 等. 饲料中添加牛至精油和莫能菌素对荷斯坦犊牛血清生化指标、消化酶活性及瘤胃微生物区系的影响. *畜牧兽医学报*, 2019, 50(12): 2458–2469.
- [27] Yang J Z, Yuan F, Guo T J, *et al.* The effects of glycyrrhizic stems and leaves on blood physiological and biochemical indexes of Altay sheep. *Grass-Feeding Livestock*, 2021(6): 22–28.
杨建中, 袁芳, 郭同军, 等. 甘草茎叶对育肥期阿勒泰羊血液生理生化指标的影响. *草食家畜*, 2021(6): 22–28.
- [28] Vicari T, Borne J V D. Postprandial blood hormone and metabolite concentrations influenced by feeding frequency and feeding level in veal calves. *Domestic Animal Endocrinology*, 2008, 34(1): 74–88.
- [29] Sha W L T·Z N E H. Effects of different protein levels on digestive metabolism and serum biochemical indexes of calves. *Livestock and Veterinary Chinese Journal of Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 2015(5): 41–42.
沙吾列特·再那尔汉. 不同蛋白水平对犊牛消化代谢及血清生化指标的影响. *畜牧兽医科技信息*, 2015(5): 41–42.
- [30] Bai X, Wu Y Y, Zhang W J. Effects of compound probiotics and mannose-oligosaccharides on growth performance and serum biochemical indexes of weaned calves. *Journal of Domestic Animal Ecology*, 2023, 44(4): 31–36.
白雪, 吴妍妍, 张文举. 复合微生态制剂和甘露寡糖对断奶犊牛生长性能和血清生化指标的影响. *家畜生态学报*, 2023, 44(4): 31–36.
- [31] Cui X. Effects and mechanism of different energy level on growth, digestion and metabolism, ruminal environment in heifers aged 4 to 6 months. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2014.
崔祥. 日粮能量水平对4~6月龄犊牛生长、消化代谢及瘤胃内环境的影响. 北京: 中国农业科学院, 2014.
- [32] Zhao X D. Study on effects of cold season of all-captive feeding on growth performance, blood biochemistry and mineral of elements of Maiwa yaks. Chengdu: Sichuan Agricultural University, 2014.
赵晓东. 冷季全舍饲对麦洼牦牛生长性能、血液生化和血清矿物元素的影响. 成都: 四川农业大学, 2014.
- [33] Li X, Gao Y H, Peng Z L, *et al.* Effects of altitude changes on blood cell physiological parameters and cardiopulmonary histomorphological characteristics of yaks. *Journal of Domestic Animal Ecology*, 2022, 43(4): 47–54.
李潇, 高彦华, 彭忠利, 等. 海拔高度变化对牦牛血细胞生理指标及心、肺组织形态特征的影响. *家畜生态学报*, 2022, 43(4):

47—54.

- [34] Gao Y Q. Study on the differences of economic benefits and influencing factors of beef cattle breeding—taking the northeast region as an example. Changchun: Jilin Agricultural University, 2021.
高延清. 肉牛养殖经济效益差异及影响因素研究—以东北地区为例. 长春: 吉林农业大学, 2021.
- [35] Wang W B, Liu S J, Chai S T, *et al.* Effects of supplemental concentrates on the weight gain of grazing yaks and Tibetan sheep. *Gansu Animal Husbandry and Veterinary*, 1997(3): 12—14.
王万邦, 刘书杰, 柴沙驼, 等. 补饲精料对放牧牦牛藏羊的增重影响. *甘肃畜牧兽医*, 1997(3): 12—14.
- [36] Huang W Z, Wan L, Feng Y Z, *et al.* Effects of supplementary concentrate in cold season on body weight gaining, rumen fermentation and serum biochemical indexes in grazing yak calves. *Chinese Qinghai Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 2021, 51(2): 43—49.
黄文植, 万里, 冯宇哲, 等. 冷季补饲精料对放牧牦牛犊牛体增重、瘤胃发酵及血清生化指标的影响. *青海畜牧兽医杂志*, 2021, 51(2): 43—49.
- [37] Deng Y F, Wang J, Hou W F, *et al.* Comparison of growth performance and economic benefits between winter and spring housing fattening and grazing rearing of Sibu yaks. *Chinese Journal of Animal Science*, 2013, 49(17): 77—81.
邓由飞, 王建, 侯文峰, 等. 斯布牦牛冬春季舍饲肥育与放牧饲养的生长性能和经济效益比较. *中国畜牧杂志*, 2013, 49(17): 77—81.