



日粮精料水平对藏系绵羊春季生长性能、血清生化指标及养殖收益的影响

徐田伟¹, 刘宏金^{1,2}, 胡林勇¹, 赵娜¹, 耿远月^{1,2}, 徐世晓¹

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810008; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要 为揭示日粮精料水平对藏系绵羊春季生长性能、血清生化指标和养殖收益的影响, 为高寒地区返青期休牧一舍饲技术的实施提供数据支持, 选择 40 只体况相近的 1 岁藏系绵羊, 体质量为 (21.35 ± 2.15) kg, 随机分为 5 组, 每组 8 只羊, 分别饲喂精料水平为 0%、15%、30%、45% 和 60% 的饲料。试验正试期 80 d, 每天饲喂 2 次(8:00 和 17:00), 藏系绵羊自由饮水和舔食营养舔砖。结果表明, 在一定范围内(0~45%)提高日粮精料水平对舍饲藏系绵羊的增质量、增质量比例和饲草转化效率具有一定促进作用。在血清生化指标方面, 与纯干燕麦草相比, 饲喂 45% 和 60% 精料日粮显著提高藏系绵羊的血清总蛋白、血糖和谷草转氨酶的水平。在养殖收益方面, 45% 与 60% 精料日粮无显著差异, 两者均显著高于燕麦纯干草和 15% 精料日粮。研究发现, 采用 15% 精料日粮可以使藏系绵羊春季饲养达到收支平衡, 采用 45% 精料日粮可以获得较好的养殖收益, 牧民可以根据自身的生产目标选择合适的日粮精料水平。

关键词 藏系绵羊; 生长性能; 养殖收益; 精料水平; 春季休牧

中图分类号 S815.3

文献标志码 A

文章编号 1004-1389(2019)12-1921-06

目前, 青藏高原高寒牧区约有 5 000 万只藏系绵羊, 在维持和改善农牧民生活水平方面发挥了重要作用^[1]。长期以来, 高寒牧区藏系绵羊的养殖以完全放牧方式为主, 天然牧草是其生存和生产的唯一营养来源^[2]。青藏高原独特的气候特征条件下, 牧草产量和品质季节性变化明显, 完全放牧模式下草畜营养供需季节性失衡严重, 生长曲线季节性波动明显^[3-4]。传统放牧家畜饲养周期长、饲草转化效率低、出栏率低、畜牧业经营收益低, 严重阻碍了青藏高原草地畜牧业的健康发展^[5-6]。

当冷季末期和返青期来临时, 冬草场的牧草几乎被采食干净, 春季返青牧草的生物量积累无法满足放牧家畜的营养需求, 导致放牧家畜在此时段的生长性能极差^[7]。返青期是牧草返青、萌芽和生长的关键时期, 此时段不合理的放牧活动会降低高寒植被的光合能力和正常生长^[8]。实施返青期休牧技术可以促进高寒草地生态—生产功能的自然恢复^[7, 9-10]。为了促进高寒草场的可持

续利用, 青海省在多个试点地区开展了返青期休牧政策。使家畜顺利度过冷季末期和牧草返青期是实施返青期休牧技术的关键, 而补饲精料是休牧期保证家畜生存和生长的有效措施。目前, 鲜有研究涉及日粮精料水平对藏系绵羊的春季生长性能、血清生化指标和养殖收益的影响。基于文献资料, 适宜的日粮精料水平可显著提高反刍动物的生长性能和养殖收益^[11-12]。本试验旨在探讨日粮精料水平对藏系绵羊春季生长性能、血清生化指标和养殖收益的影响, 以为高寒牧区实施返青期休牧一舍饲技术提供数据支撑。

1 材料与方 法

1.1 试验设计

选取 40 只体况相近的 1 岁藏系绵羊, 体质量为 (21.35 ± 2.15) kg, 按照不同日粮精料水平(0%、15%、30%、45% 和 60%) 随机分为 5 组, 每组 8 只。试验为期 90 d(适应期 10 d, 正试期 80 d), 藏

收稿日期:2019-05-19 修回日期:2019-06-18

基金项目:中国科学院“西部青年学者”B类项目(2017);2018年度青海三江源生态保护和建设二期工程科研和推广项目(2018-S-2);国家重点研发计划(2016YFC0501905, 2016YFC0501805);中国科学院战略先导 A类(XDA20050104, XDA23060603);青海省科技支撑项目(2019-SF-149, 2019-SF-153)。

第一作者:徐田伟,男,博士,助理研究员,研究方向为畜牧学。E-mail:xutianwei@nwipb.cas.cn

通信作者:徐世晓,男,研究员,研究方向为草地生态学。E-mail:sxxu@nwipb.cas.cn

系绵羊自由采食、饮水和舔食营养舔砖。

1.2 饲养管理与日粮营养成分

试验于 2016 年 4 月—7 月在青海省海北高原现代生态畜牧业科技试验示范园进行,位于青海省海北藏族自治州海晏县。舍饲藏系绵羊每天饲喂 2 次(8:00 和 17:00),试验动物可以自由采食饲草料、清水和营养舔砖。精料为购买的商品

精料补充料,由玉米、麸皮、豆粕、菜籽粕、棉籽粕、磷酸钙、磷酸氢钙等原料组成。干草为 2015 年人工种植、收获、打捆贮存的燕麦青干草,饲喂前采用粉草机揉搓成 3~6 cm 的草段。试验日粮营养成分如表 1 所示。在整个适应期和正试期的前 7 d,每天记录饲草和精料的添加量和剩余量,用于确定舍饲藏系绵羊的采食量。

表 1 日粮的营养成分

Table 1 Nutrient contents of the diets used in this experiment

指标 Item	C0	C15	C30	C45	C60
干物质 DM	93.42	92.7	91.82	91.23	90.35
粗蛋白 CP	6.31	7.69	9.37	10.38	11.94
粗脂肪 EE	2.13	2.21	2.36	2.37	2.49
酸性洗涤纤维 ADF	34.14	30.68	27.33	23.79	19.64
中性洗涤纤维 NDF	57.64	52.04	44.85	39.05	33.12

注:C0、C15、C30、C45 和 C60 分别表示含 0、15%、30%、45% 和 60% 精料的饲粮。下同。

Notes:C0, C15, C30, C45 and C60 represent diets containing 0, 15%, 30%, 45% and 60% concentrate feed, respectively. The same below.

1.3 样品采集、指标测定和分析计算

采集饲草料样品,于 65 °C 烘箱干燥,粉碎过筛后保存,参照《饲料分析及饲料质量检测技术》分析试验日粮的干物质(DM)、粗蛋白(CP)、粗脂肪(EE)、酸性洗涤纤维(ADF)和中性洗涤纤维(NDF)含量^[13]。于试验正试期的第 1 天和第 80 天的晨饲前称量藏系绵羊体质量,分别记做初始质量和末期质量,进而计算增质量、日均增量和料量比等指标。于正试期第 80 天的晨饲前采血,静置后 4 500 g 离心 20 min,收集血清样品于 -20 °C 冷藏保存^[14]。血清样品送至青海省人民医院检测总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、球蛋白(GLO)、血糖(GLU)、总胆固醇(TCh)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白(HDL)、低密度脂蛋白(LDL)、谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)和碱性磷酸酶(ALP)的水平。藏系绵羊生长性能和养殖收益的相关指标计算参考下列公式:

增量 = 末期体质量 - 初始体质量;

增量比例 = 增量 / 初始质量 × 100%;

日均增量 = 增量 / 试验周期;

饲草转化效率(料质量比) = 饲草消耗 / 增量;

养殖收益(元/只) = 增量 × 活羊单价 - 饲草消耗 × 日粮单价;

收益指数(产出/投入) = (增量 × 活羊单价) / (饲草消耗 × 日粮单价)。

1.4 统计分析

试验数据采用 Microsoft Excel 2010 进行初

步整理,数据以“平均数 ± 标准差”表示。采用 SPSS 20.0 的单因素方差分析(One-way ANOVA)进行显著性检验,用 Duncan's 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 日粮精料水平对舍饲藏系绵羊春季生长性能的影响

由表 2 可知,舍饲藏系绵羊的初始体质量差异不显著($P=0.196$)。分别饲喂 0、15%、30%、45% 和 60% 精料的日粮后,藏系绵羊的末期体质量分别达到 (23.81 ± 1.25) kg、 (26.44 ± 3.06) kg、 (28.38 ± 2.23) kg、 (29.75 ± 2.62) kg 和 (32.94 ± 3.49) kg。与 C0 和 C15 组日粮相比,C45 和 C60 组日粮显著提高舍饲藏系绵羊的增量、增量比例和饲草转化效率($P<0.05$),饲喂纯燕麦干草组(C0 组)藏系绵羊的生长性能和饲草转化效率最差($P<0.05$)。

2.2 日粮精料水平对舍饲藏系绵羊血清生化指标的影响

由表 3 可知,日粮精料水平对藏系绵羊的血清白蛋白、球蛋白、总胆固醇、甘油三酯、高密度脂蛋白、低密度脂蛋白、谷丙转氨酶和碱性磷酸酶没有显著影响($P>0.05$)。与饲喂燕麦青干草(C0)相比,饲喂 C30、C45 和 C60 日粮显著提高藏系绵羊血清总蛋白的质量浓度($P<0.05$)。与 C0 和 C15 日粮相比,C45 和 C60 日粮显著提高藏系绵

羊血糖的质量浓度($P < 0.05$)。与 C0 相比,血清中谷草转氨酶的浓度($P < 0.05$)。C15、C30、C45 和 C60 组日粮显著提高藏系绵羊

表 2 不同组别舍饲藏系绵羊的生长性能

Table 2 Growth performance of barn feeding Tibetan sheep in different groups

指标 Item	C0	C15	C30	C45	C60
初始质量/kg Initial mass	21.31±0.92	22.13±3.06	21.25±1.69	19.88±1.81	22.19±2.34
末期质量/kg Final mass	23.81±1.25 d	26.44±3.06 cd	28.38±2.23 bc	29.75±2.62 b	32.94±3.49 a
增质量/kg Mass gain	2.50±0.76 d	4.31±1.03 c	7.13±1.71 b	9.88±1.43 a	10.75±1.79 a
增质量比例/% Gain rate	11.74±3.50 d	19.93±6.54 c	33.78±8.63 b	49.89±7.13 a	48.59±7.56 a
日均增质量/(g/d) Daily mass gain	31.25±9.45 d	53.91±12.91 c	89.06±21.33 b	123.44±17.91 a	134.38±22.41 a
饲草消耗/kg Feed consume	53.62±3.62 c	57.53±9.61 bc	59.30±5.70 bc	64.61±4.98 ab	68.15±7.91 a
料质量比 Feed/Mass	23.86±9.75 a	13.94±3.38 b	8.92±3.06 c	6.67±1.15 c	6.44±1.00 c

注:同行中不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。下同。

Notes: Different lowercase letters in the same row indicate significant differences ($P < 0.05$). The same below.

表 3 不同组别舍饲藏系绵羊的血清生化指标

Table 3 Blood metabolites of barn feeding Tibetan sheep in different groups

指标 Item	C0	C15	C30	C45	C60
总蛋白/(g/L) TP	57.80±5.21 b	59.91±2.51 ab	61.54±2.54 a	62.50±3.49 a	62.78±2.90 a
白蛋白/(g/L) ALB	26.59±3.11	28.11±2.25	29.23±2.49	29.18±5.35	30.00±2.87
球蛋白/(g/L) GLO	29.09±3.39	32.05±3.31	32.31±2.34	31.20±3.15	31.53±3.63
葡萄糖/(g/L) GLU	4.09±0.35 b	4.22±0.49 b	4.44±0.35 ab	4.65±0.36 a	4.54±0.39 a
总胆固醇/(mmol/L) TCh	1.42±0.26	1.62±0.40	1.66±0.28	1.62±0.20	1.57±0.22
甘油三酯/(mmol/L) TG	0.25±0.09	0.26±0.06	0.29±0.08	0.30±0.08	0.32±0.12
高密度脂蛋白/(mmol/L) HDL	0.97±0.15	1.10±0.22	1.05±0.23	1.06±0.09	0.99±0.13
低密度脂蛋白/(mmol/L) LDL	0.19±0.09	0.22±0.09	0.26±0.07	0.27±0.06	0.27±0.08
谷丙转氨酶/(U/L) ALT	16.25±4.86	19.88±4.97	20.50±3.30	20.75±2.60	20.63±2.20
谷草转氨酶/(U/L) AST	75.63±9.30 b	92.75±15.17 a	92.88±6.56 a	94.63±13.96 a	91.25±15.65 a
碱性磷酸酶/(U/L) ALP	172.75±39.20	196.63±34.24	214.25±69.45	225.38±63.77	202.38±84.07

2.3 日粮精料水平对舍饲藏系绵羊春季养殖收益的影响

由表 4 可知,饲喂 C45 和 C60 日粮的藏系绵羊的春季养殖收益分别达到每只(91.95±29.27)元和(92.93±24.83)元,均显著高于 C30 组、C15

组和 C0 组($P < 0.05$)。C0、C15、C30、C45 和 C60 组的收益指数(产出/投入比)分别为 0.80±0.29、1.15±0.14、1.61±0.46、1.85±0.28 和 1.74±0.24。C45 和 C60 组的养殖收益和收益指数差异不显著($P > 0.05$)。

表 4 不同组别的藏系绵羊的养殖收益

Table 4 Economic benefit of barn feeding Tibetan sheep in different groups

指标 Item	C0	C15	C30	C45	C60
日粮单价/(元/kg) Feed price	1.22	1.38	1.55	1.71	1.87
饲草消耗/kg Feed consume	53.62±3.62 c	57.53±9.61 bc	59.30±5.70 bc	64.61±4.98 ab	68.15±7.91 a
舍饲费用/元 Feeding cost	65.42±4.63 e	79.40±12.48 d	91.91±8.89 c	110.49±5.88 b	127.45±15.27 a
增质量/kg Mass gain	2.50±0.76 d	4.31±1.03 c	7.13±1.71 b	9.88±1.43 a	10.75±1.79 a
活羊单价/(元/kg) Sheep unit price	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50
增质量收益/元 BW gain benefit	51.25±16.74 d	88.41±11.84 c	146.06±37.63 b	202.44±29.25 a	220.38±27.03 a
养殖收益/元 Breeding profit	-14.17±20.14 c	9.01±11.15 c	54.15±40.15 b	91.95±29.27 a	92.93±24.83 a
收益指数 Economic benefit	0.80±0.29 c	1.15±0.14 b	1.61±0.46 a	1.85±0.28 a	1.74±0.24 a

3 讨论

3.1 日粮精料水平对舍饲藏系绵羊生长性能的影响

近年来,青海省内地多地开展春季短期休牧技术示范,使放牧家畜顺利度过休牧期是实施春季

休牧技术的关键。已开展的研究未全面考虑日粮精料水平对藏系绵羊春季生长性能和饲草转化效率的影响^[15-16]。本研究发现,在一定范围内(0~45%)增加日粮精料比例对舍饲藏系绵羊的增质量和饲草转化效率具有一定的促进作用,主要因为高精料日粮含有更多的消化能和非结构性碳水

化合物,促进家畜摄入更多的营养物质,提高反刍动物的瘤胃发酵速率和食糜通过消化道的速率,进而促进反刍家畜生长和提高饲草转化效率^[17]。

放牧藏系绵羊在春季的生长性能较低(日均增量=36~55 g/d),主要归因于高寒草场经过一个冷季的放牧,天然牧草的地上现存量和营养品质都降至最低^[15];此时段新生牧草的生物量积累无法满足放牧家畜的营养需求,导致“春乏”现象严重。春季不合理的放牧显著降低高寒草场的物种丰富度和生物量^[15],而采用春季短期休牧技术可以使地上生物量提高 77%~189%^[7,10]。本研究结果表明,适当增加日粮精料水平(45%)可以显著提高藏系绵羊的生长性能。因此,采用春季休牧—舍饲技术可以实现提高家畜生长性能和促进天然草地功能恢复的双赢。今后在日粮类型改善家畜生长性能的作用机理方面需要开展深入研究^[18]。

3.2 日粮精料水平对舍饲藏系绵羊血清生化指标的影响

血清生化指标客观反映了家畜代谢和机体健康状况。血清总蛋白(TP)主要反映机体内蛋白吸收、代谢和营养水平,研究表明随着日粮精料含量的升高,总蛋白浓度呈升高的趋势^[19]。本研究得出饲喂 C30、C45 和 C60 日粮的藏系绵羊血清总蛋白的质量浓度显著高于燕麦干草组,与已有研究结论一致^[19],表明适当提高日粮精料水平可以提高动物机体的蛋白吸收、代谢和利用能力。本研究结果表明,血清总蛋白的质量浓度与舍饲藏系绵羊的增质量和日均增质量呈正相关,这与王敏强等^[20]在牦牛中的研究结论一致。血糖(GLU)主要来自于糖原异生作用,在能量代谢和利用方面的作用显著,当机体能量摄入不足时,血糖浓度下降^[21]。本研究中饲喂 C45 和 C60 日粮的藏系绵羊的血糖质量浓度显著高于燕麦干草组(C0组),表明增加日粮精料水平促进藏系绵羊能量代谢。谷草转氨酶(AST)主要影响蛋白质合成能力和肝功能,其浓度随日粮精料水平的升高而增加,在一定范围内适当提高日粮精料水平促进机体蛋白质合成^[22]。

3.3 日粮精料水平对舍饲藏系绵羊春季养殖收益的影响

养殖收益主要受生长性能、市场价格、精料投入和劳力投入等因素的影响^[4,22-23]。本研究中,饲喂燕麦干草(C0组)的藏系绵羊的养殖收益最

低,主要归因于其生长性能最差。增加日粮精料水平对舍饲藏系绵羊的养殖收益具有一定的促进作用,因为饲喂精料的藏系绵羊可以获得更好的生长性能和饲草转化效率。在养殖收益指数(产出/投入比)方面,饲喂 30%、45%和 60%精料日粮的藏系绵羊的收益指数显著高于无精料和 15%精料的日粮,表明适当增加日粮精料水平可以提高藏系绵羊的春季养殖收益。Dong 等^[24]和 Xu 等^[4,25]在牦牛和藏系绵羊的冷季养殖试验中也得到类似结论。本研究结果表明,采用含 15%精料的日粮可以使春季藏系绵羊舍饲达到收支平衡,采用含 45%精料的日粮可以获得较好的养殖收益。

4 结论

日粮精料水平由 0 升至 60%时,对舍饲藏系绵羊的增量、饲草转化效率和养殖收益具有一定的促进作用。采用 15%精料日粮可以使春季舍饲达到收支平衡,采用 45%精料日粮可以获得较好的养殖收益。牧民可以根据自身的生产目标和饲草储备情况选择不同的日粮精料水平开展休牧期舍饲。

参考文献 Reference:

- [1] SHANG Z H, GIBB M J, LEIBER F, *et al.* The sustainable development of grassland-livestock systems on the Tibetan plateau: problems, strategies and prospects[J]. *Rangeland Journal*, 2014, 36: 267-296.
- [2] XIN G S, LONG R J, GUO X S, *et al.* Blood mineral status of grazing Tibetan sheep in the northeast of the Qinghai-Tibetan Plateau[J]. *Livestock Science*, 2011, 136: 102-107.
- [3] 赵忠, 王安禄, 王宝全, 等. 藏系绵羊冷季补饲时限与措施优化研究[J]. 中国草食动物, 2005, 25(2): 21-23.
ZHAO ZH, WANG A L, WANG B Q, *et al.* Optimal reasearch of feeing time and measures in tibetan sheep supplementary in cold season[J]. *China Herbivores*, 2005, 25(2): 21-23.
- [4] XU T W, XU S X, HU L Y, *et al.* Effect of dietary types on feed intakes, growth performance and economic benefit in Tibetan sheep and yaks on the Qinghai-Tibet Plateau during cold season[J]. *PLOS ONE*, 2017, 12: e0169187.
- [5] 赵新全, 张耀生, 周兴民. 高寒草甸畜牧业可持续发展: 理论与实践[J]. 资源科学, 2000, 22(4): 50-61.
ZHAO X Q, ZHANG Y SH, ZHOU X M. Theory and practice for sustainable development of animal husbandry on the alpine meadow pasture[J]. *Resource Science*, 2000, 22(4): 50-61.
- [6] 田莉华, 周青平, 王加亭, 等. 青藏高原草地畜牧业生产现

- 状、问题及对策[J]. 西南民族大学学报(自然科学版), 2016, 42(2): 119-126.
- TIAN L H, ZHOU Q P, WANG J T, *et al.* Situation, issues and solutions of the grassland animal husbandry of Qinghai-Tibet Plateau [J]. *Journal Southwest Minzu University (Natural Science Edition)*, 2016, 42(2): 119-126.
- [7] 马玉寿, 李世雄, 王彦龙, 等. 返青期休牧对退化高寒草甸植被的影响[J]. 草地学报, 2017, 25(2): 290-295.
- MA Y SH, LI SH X, WANG Y L, *et al.* Effect of rest-grazing in the green-up period on degraded vegetation in alpine meadow[J]. *Acta Agrestia Sinica*, 2017, 25(2): 290-295.
- [8] 买小虎, 张玉娟, 张英俊, 等. 季节性放牧调控对草地植被的影响[J]. 西北农业学报, 2014, 23(3): 24-30.
- MAI X H, ZHANG Y J, ZHANG Y J, *et al.* Effects of seasonal grazing regulation on grassland vegetation[J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2014, 23(3): 24-30.
- [9] 李文, 曹文侠, 徐长林, 等. 不同休牧模式对东祁连山高寒草甸草原植被特征变化的影响[J]. 西北植物学报, 2014, 34(11): 2339-2345.
- LI W, CAO W X, XU CH L, *et al.* Changes of vegetation characteristics in alpine meadow-steppe of eastern Qilian mountains after different grazing rest modes[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2014, 34(11): 2339-2345.
- [10] 李林栖, 马玉寿, 李世雄, 等. 返青期休牧对祁连山区中度退化草原化草甸草地的影响[J]. 草业科学, 2017, 34(10): 2016-2022.
- LI L Q, MA Y SH, LI SH X, *et al.* Effects of rest-grazing in the regreen-up period on moderately degraded steppification meadow of Qilian Mountain[J]. *Pratacultural Science*, 2017, 34(10): 2016-2022.
- [11] HADDAD S G, ATA M A. Growth performance of lambs fed on diets varying in concentrate and wheat straw[J]. *Small Ruminant Research*, 2009, 81: 96-99.
- [12] CHEN G J, SONG S D, WANG B X, *et al.* Effects of forage:concentrate ratio on growth performance, ruminal fermentation and blood metabolites in housing-feeding yaks [J]. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2015, 28: 1736-1741.
- [13] 张丽英. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2003.
- ZHANG L Y. Feed Analysis and Feed Quality Testing Technology[M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2003.
- [14] MOEINODDINI H R, ALIKHANI M, AHMADI F, *et al.* Partial replacement of triticale for corn grain in starter diet and its effects on performance, structural growth and blood metabolites of Holstein calves[J]. *Animal*, 2017, 11: 61-67.
- [15] 马宏义. 高寒牧区草地春季禁牧植物量测定及藏羊增重试验[J]. 草业与畜牧, 2008, 6: 34-35.
- MA H Y, 2008. Biomass measurement and Tibetan sheep barn supplementing experiment during spring rest-grazing period in alpine area[J]. *Prataculture and Animal Husbandry*, 2008, 6: 34-35.
- [16] 解进, 闫素梅, 李疆, 等. 呼伦贝尔泌乳母羊春季放牧补饲对羔羊生长和母羊体重的影响[J]. 饲料工业, 2014, 35(11): 43-46.
- XIE J, YAN S M, LI J, *et al.* Effect of supplementary feeding of grazing Hulunbuir lactating ewes on lamb growth performance and ewe weight during the spring[J]. *Feed Industry*, 2014, 35(11): 43-46.
- [17] HADDAD S G. Effect of dietary forage:concentrate ratio on growth performance and carcass characteristics of growing Baladi kids[J]. *Small Ruminant Research*, 2005, 57: 43-49.
- [18] XUE D, CHEN H, ZHAO X Q, *et al.* Rumen prokaryotic communities of ruminants under different feeding paradigms on the Qinghai-Tibetan Plateau[J]. *Systematic and Applied Microbiology*, 2017, 40: 227-236.
- [19] 王波, 柴建民, 王海超, 等. 蛋白水平对早期断奶双胞胎湖羊公羔营养物质消化与血清指标的影响[J]. 畜牧兽医学报, 2016, 47(6): 1170-1179.
- WANG B, CHAI J M, WANG H CH, *et al.* Effects of protein levels on nutrient digestion and metabolism and serum parameters of early-weaned male Hu Twin lambs[J]. *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica*, 2016, 47(6): 1170-1179.
- [20] 王敏强, 李萍莉, 渊锡藩, 等. 大通牦牛 4 种血清激素浓度变化规律研究[J]. 中国草食动物, 2005, 25: 145-147.
- WANG M Q, LI P L, YUAN X F, *et al.* Dynamics of 4 kinds of serum hormones concentrations of Qinghai Datong growing yak[J]. *China Herbivores*, 2005, 25: 145-147.
- [21] HWANG S Y, LEE M J, CHIOU P W S. Monitoring nutritional status of dairy cows in Taiwan using milk protein and milk urea nitrogen[J]. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2000, 13: 1667-1673.
- [22] 桂林生. 日粮精粗比对荷斯坦公牛生长发育、消化道组织形态及血液生化指标影响的研究[D]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学, 2009.
- GUI L SH. Effects of dietary concentrate to forage ratio on growth performance, organ tissue morphology and serum biochemical indexes in Holstein bull [D]. Yangling Shaanxi: Northwest A&F University, 2009.
- [23] 徐相亭, 王宝亮, 程光民, 等. 不同精粗比日粮对杜泊绵羊生长性能、血清生化指标及经济效益的影响[J]. 中国畜牧兽医, 2016, 43(3): 668-675.
- XU X T, WANG B L, CHENG G M, *et al.* Effect of different dietary concentrate to forage ratios on growth performance, serum biochemical indexes and economic benefits of Dorper sheep[J]. *China Animal Husbandry & Veterinary Medicine*, 2016, 43(3): 668-675.

- [24] DONG Q M, ZHAO X Q, MA Y S, *et al.* Live-weight gain, apparent digestibility, and economic benefits of yaks fed different diets during winter on the Tibetan plateau [J]. *Livestock Science*, 2006, 101: 199-207.
- [25] 徐田伟, 吉汉忠, 刘宏金, 等. 牧归后补饲精料对冷季藏系绵羊生长性能的影响[J]. 西北农业学报, 2016, 25(8): 1132-1136.
- XU T W, JI H ZH, LIU H J, *et al.* Effect of concentrate supplementing after grazing on growth performance of Tibetan sheep in alpine pastoral area during cold season[J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2016, 25(8): 1132-1136.

Effects of Dietary Concentrate Levels on Growth Performance, Blood Metabolites and Economic Return in Tibetan Sheep during Spring Grazing Break

XU Tianwei¹, LIU Hongjin^{1,2}, HU Linyong¹, ZHAO Na¹,
GENG Yuanyue^{1,2} and XU Shixiao¹

(1. Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008, China;
2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract This study aimed to reveal the effects of dietary concentrate levels on growth performance, blood metabolites and economic return in Tibetan sheep, and to provide supports for livestock barn feeding during spring grazing break in Tibetan alpine area. 40 yearling Tibetan sheep (21.35 ± 2.15 kg) with similar body conditions were randomly allocated to five treatments with eight replicates. Fed with C0, C15, C30, C45 and C60 diets, which contained 0, 15%, 30%, 45% and 60% concentrate feed, respectively. Diets, salt brick and clean water were available during a 80 day formal experiment. Results showed that increasing concentrate feed from 0 to 60% exerted a positive effect on body mass gain, gain rate and feed conversion efficiency. For blood metabolites, treatments C45 and C60 had higher total protein, glucose and aspartate aminotransferase than treatment C0. For economic return, no difference was detected in breeding profit and economic benefit between treatments C45 and C60, which were greater than treatments C0 and C15. These results indicated that feeding a diet containing 15% concentrate to Tibetan sheep barn could reach break-even point, while feeding a diet containing 45% concentrate to Tibetan sheep barn could obtain greater animal performance and economic return during spring grazing break in Tibetan alpine area.

Key words Tibetan sheep; Growth performance; Economic return; Concentrate level; Spring grazing break

Received 2019-05-19 **Returned** 2019-06-18

Foundation item CAS “Light of West China” Program(2017); Research and Extension Project of Qinghai Sanjiangyuan Ecological Protection and Construction Phase II Engineering(No. 2018-S-2); National Key R&D Plan(No. 2016YFC0501905, No. 2016YFC0501805); Strategic Priority Research Program of CAS(No. XDA20050104, No. XDA23060603); Qinghai Provincial S&T Program(No. 2019-SF-149, No. 2019-SF-153).

First author XU Tianwei, male, Ph D, assistant researcher. Research area: animal husbandry. E-mail: xutianwei@nwipb.cas.cn

Corresponding author XU Shixiao, male, research fellow. Research area: grassland ecology. E-mail: sxxu@nwipb.cas.cn

(责任编辑: 顾玉兰 **Responsible editor: GU Yulan**)