

河南县高山嵩草草地牧草营养价值与载畜量研究

杜雪燕,柴沙驼*,王 迅,刘书杰,张晓卫
(青海大学 畜牧兽医科学院,青海 西宁 810016)

摘要:为研究青海省河南县高山嵩草草地牧草营养价值和载畜量,用概略养分分析和体外产气法评定了不同物候期牧草营养价值,结合产草量估测了不同物候期草地营养输出量及最适载畜量,为本地区确定适宜载畜量提供参考。结果表明:青草期牧草产量全年最高,鲜草产量、干草产量、可食牧草产量分别为717.8 g/m²、273.5 g/m²、248.2 g/m²;总体上,青草期营养输出最高,粗蛋白(CP)、粗脂肪(EE)、酸性洗涤纤维(ADF)、中性洗涤纤维(NDF)、粗灰分(Ash)、钙(Ca)、磷(P)含量分别为27.65 g/m²、8.25 g/m²、70.52 g/m²、114.76 g/m²、21.23 g/m²、3.02 g/m²、0.17 g/m²;青草期牧草有机物消化率(OMD)、消化能(DE)、代谢能(ME)分别为83.65%、13.98 MJ/kg、12.90 MJ/kg;枯草期、返青期、青草期、枯黄期最适载畜量分别为2.36、8.67、23.49、23.18 SU/hm²。研究表明:随着物候期的推进,天然草地的牧草产量、营养输出能力、最适载畜量均呈先增加后降低的趋势;营养价值逐渐降低。

关键词:高山嵩草草地;生长期;牧草产量;营养价值;载畜量

中图分类号:S812 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-3268(2015)11-0141-06

Study on Nutritional Value and Carrying Capacity of
Kobresia pygmea Pasture in Henan County

DU Xueyan, CHAI Shatuo*, WANG Xun, LIU Shujie, ZHANG Xiaowei
(Academy of Science and Veterinary Medicine, Qinghai University, Xining 810016, China)

Abstract: In order to know the nutritional value and carrying capacity of *Kobresia pygmea* pasture in Henan county, Qinghai province, approximate analysis method and *in vitro* gas production were used to evaluate the nutritional value of grass, output and the best carrying capacity in different seasons combined with grass production. The results showed that the yield was highest in green stage, and yield of fresh grass, hay, esculent herbage, were 717.8 g/m², 273.5 g/m², 248.2 g/m²; the contents of CP, EE, ADF, NDF, ASH, Ca, P were 27.65 g/m², 8.25 g/m², 70.52 g/m², 114.76 g/m², 21.23 g/m², 3.02 g/m², 0.17 g/m² in green stage, respectively; OMD, DE, ME were 83.65%, 13.98 MJ/kg, 12.90 MJ/kg in green stage; the best carrying capacity of withered grass period, grass period, green stage, withered yellow grass were 2.36, 8.67, 23.49, 23.18 SU/ha, respectively. The research validated that production, output of nutrition and the best carrying capacity firstly increased and then decreased, and nutritional value gradually decreased with growing processes.

Key words: *Kobresia pygmea* pasture; phonological phase; production of grass; nutrition value; carrying capacity

牧草营养价值直接影响放牧家畜的营养 状况、生命活动和生产性能。准确的营养价值监测

收稿日期:2015-05-20
基金项目:公益性行业(农业)科研专项(201303062-1)
作者简介:杜雪燕(1988-),女,甘肃定西人,在读硕士研究生,研究方向:动物营养与饲料。
E-mail:duxueyan2012@126.com
* 通讯作者:柴沙驼(1968-),男,青海西宁人,副研究员,本科,主要从事动物营养与饲料科学研究。
E-mail:chaishatuo@163.com

是评估天然草地营养供给和载畜量的基础,也是草地资源合理利用、载畜平衡监控的重要依据。青海省河南蒙古族自治县(简称河南县)地处三江源生态自然保护区的腹地,是全国面积最大的有机畜牧业生产基地^[1]。由于海拔、温度、土壤等环境条件的差异,不同类型草地牧草产量和营养价值、同类型草地不同物候期载蓄量相差较大。许多学者研究了三江源区不同草地型天然牧草产量和营养^[2-4],但是河南县高山嵩草草地不同物候期牧草营养价值和载畜量的研究鲜见报道。鉴于此,本研究以河南县主要草地类型——高山嵩草草地为研究对象,监测不同物候期牧草产量、营养价值、草地载畜量变化,旨在为河南县天然牧草营养价值数据库的建立提供基础数据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验地位于三江源区河南县阿木乎村和尕庆村, E 101°38'08.7" ~ 101°38'13.8", N 34°51'03.4" ~ 34°51'18.1", 平均海拔 3 570 m, 年降雨量 450 ~ 600 mm, 是典型的高寒草甸类高山嵩草草地。该草地以高山嵩草 (*Kobresia pygmaea*) 为主要优势种, 次优势种有线叶嵩草 (*K. capillifolia*)、矮嵩草 (*Kobresia humilis*)、双柱头蘆草 (*Scirpus triquetus*)、异针茅 (*Stipa aliena*)、草地早熟禾 (*Poa crymophila*)、垂穗披碱草 (*Elymus nutans*) 等, 伴生有菊科、豆科、蔷薇科等牧草, 主要的有毒植物为秦艽 (*Gentiana macrophylla* Pall)、囊吾 (*Ligularia sibirica* L.)、黄花棘豆 (*Oxytropis ochrocephala*) 等。

1.2 样品采集

按照当地牧草生长期, 分别于 2013 年 6 月 (返青期)、8 月 (青草期)、10 月 (枯黄期) 及 2014 年 4 月 (枯草期) 采集样品。设置 1.0 m × 1.0 m 样方, 齐地面刈割, 挑出不可食部分, 称质量并记录, 将可食牧草风干、称质量带回实验室, 粉碎、过筛 (1 mm), 65 °C 烘干备用。

1.3 试验方法

1.3.1 常规营养成分测定指标及方法 粗蛋白 (CP) 含量测定采用半微量凯氏定氮法, 粗脂肪 (EE) 含量测定采用索氏 (Soxhlet) 脂肪提取法, 酸性洗涤纤维 (ADF)、中性洗涤纤维 (NDF) 含量测定采用 Van Soest 法, 干物质含量依据 GB/T 6435—86 进行测定, 粗灰分 (Ash) 含量采用马福炉灼烧法测定, 钙 (Ca) 含量依据 GB/T 6436—92 测定, 磷 (P) 含量依据 GB/T 6437—92 测定^[5]。

1.3.2 体外产气试验 3 头装有永久性瘤胃瘘管且健康、体质量接近的牦牛, 单独饲养, 作为瘤胃液供体。日粮为精料和燕麦青干草、小麦秸秆, 精粗比为 3:7, 自由饮水。早晨饲喂前采集瘤胃液, 之后立即放入保温桶, 带回实验室。按 Menke 等^[6]的方法制备缓冲液, 通入 CO₂ 创造厌氧环境。取 30 mL 培养液和 220 mg 底物 (天然牧草) 置于培养管中, 立即放入培养箱中 (39 ± 0.5) °C 人工培养。于发酵开始后 48 h 时记录产气量。48 h 后, 停止发酵, 计算总产气量; 发酵液离心 30 min (4 000 r/min), 测 NH₃-N 质量浓度^[7] 和有机物消化率 (OMD)、牧草消化能 (DE) 和代谢能 (ME)^[8]。

1.3.3 载畜量 按照以下公式计算营养载畜量 [可消化蛋白 (DCP) 和 ME 载畜量] 和数量载畜量。

$$\text{DCP 载畜量} = \frac{\text{草地 CP 总输出量} \times \text{牧草利用率}}{\text{放牧天数} \times \text{单个羊单位日 DCP 需要量}} \quad (1)$$

$$\text{ME 载畜量} = \frac{\text{草地 ME 总输出量} \times \text{牧草利用率}}{\text{放牧天数} \times \text{单个羊单位日 ME 需要量}} \quad (2)$$

$$\text{数量载畜量} = \frac{\text{可食草产量} \times \text{牧草利用率}}{\text{放牧天数} \times \text{单个羊单位日食量}} \quad (3)$$

计算参数说明: 体质量为 40 kg 的母羊每天采食 1.33 kg 可食干草为 1 个绵羊单位^[9]。依据文献^[10] 的研究, 并结合 NRC 标准^[11], 采用 DCP 0.053 9 kg/d、ME 8.38 MJ/d, 牧草试验期 DCP 利用率为 62.25%^[12]。根据当地放牧实际, 枯草期、返青期、青草期、枯草期放牧时间分别为 170 d、60 d、75 d、60 d, 枯草期、返青期牧草利用率为 80%, 青草期、枯草期牧草利用率为 100%^[13]。

1.4 数据处理

试验数据采用 Excel 2007 进行初步整理, 用 SPSS 17.0 进行单因素方差分析 (one-way ANOVA), 用 Duncan's 新复极差法进行多重比较, 结果用平均数 ± 标准差表示。

2 结果与分析

2.1 不同物候期牧草产量

牧草产量是草地营养输出的基础, 通常用鲜草产量、干草产量、可食牧草产量等指标来描述。河南县高山嵩草草地天然牧草产量见表 1。鲜草产量, 青草期最高 (717.8 g/m²), 其次为返青期和枯黄期, 枯草期最低 (71.4 g/m²), 仅占青草期的 1/10。干草产量, 青草期最高, 枯草期次之, 枯草期和返青期差异显著。可食草产量, 青草期和枯黄期极显著高于枯草期和返青期。青草期鲜草产量是干草的 2.6 倍, 可食草产量占干草产量的 91%, 说明该时期草地可食牧草数量多, 可食性好, 具有强的营养输

出潜力。除返青期鲜草产量略高于枯黄期以外，牧草产量由高到低依次为青草期、枯黄期、返青期、枯草期。

表 1 河南省高山嵩草草地天然牧草产量 g/m ²			
物候期	鲜草	干草	可食草
枯草期	71.4 ± 41.9 ^{Bc}	69.0 ± 40.7 ^{Cd}	66.7 ± 38.5 ^{Bb}
返青期	227.9 ± 58.3 ^{Bb}	90.0 ± 23.7 ^{Cc}	86.5 ± 24.6 ^{Bb}
青草期	717.8 ± 211.1 ^{Aa}	273.5 ± 71.9 ^{Aa}	248.2 ± 67.4 ^{Aa}
枯黄期	220.5 ± 70.9 ^{Bb}	190.2 ± 65.1 ^{Bb}	185.0 ± 65.1 ^{Aa}

注: 同列数据后不同大写字母表示差异极显著 ($P < 0.01$), 不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 表 3 同。

表 2 河南省高山嵩草草地天然牧草常规营养成分含量				%
指标	枯草期	返青期	青草期	枯黄期
CP	5.11 ± 0.23 ^{Dd}	15.96 ± 0.54 ^{Aa}	12.67 ± 0.49 ^{Bb}	6.09 ± 7.88 ^{Cc}
EE	3.69 ± 0.46 ^{Ab}	2.94 ± 0.71 ^{Bc}	3.59 ± 0.28 ^{Ab}	4.21 ± 0.94 ^{Aa}
ADF	39.41 ± 1.17 ^{Aa}	23.11 ± 1.09 ^{Cd}	32.73 ± 1.61 ^{Cc}	34.89 ± 2.08 ^{Bb}
NDF	62.29 ± 2.30 ^{Aa}	44.52 ± 6.90 ^{Cc}	52.87 ± 3.76 ^{Cc}	57.04 ± 1.51 ^{Bb}
Ash	7.02 ± 1.44 ^{Aa}	6.78 ± 1.08 ^{Aa}	9.88 ± 0.93 ^{Aa}	4.82 ± 0.77 ^{Aa}
Ca	0.81 ± 0.20 ^{Cc}	1.33 ± 0.26 ^{Aa}	1.21 ± 0.12 ^{Ab}	1.09 ± 0.31 ^{Bb}
P	0.03 ± 0.01 ^{Bc}	0.04 ± 0.03 ^{Bc}	0.07 ± 0.01 ^{Aa}	0.05 ± 0.01 ^{Bb}

注: 同行数据后不同大写字母表示差异极显著 ($P < 0.01$), 不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

2.3 体外产气法评定不同物候期牧草营养价值

2.3.1 体外发酵参数及能值估测 由表 3 可知, 青草期牧草产气量最大, 极显著高于枯黄期, 与枯草期、返青期差异不显著; 枯草期与枯黄期 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度差异不显著, 两者极显著低于返青期和青草期, 返

2.2 不同物候期牧草常规营养成分含量

由表 2 可知, 天然牧草常规营养成分含量全年变化较大: 各物候期 CP 含量差异极显著, 返青期是枯草期的 3.1 倍, 从返青期到枯草期降低了 67.98%; 枯草期、青草期、枯黄期 EE 含量极显著高于返青期; 从牧草返青开始, 随着生育期的推进, ADF 和 NDF 含量逐渐上升, 但是上升幅度不同, 枯草期 ADF、NDF 含量极显著高于返青期、青草期、枯黄期; 各物候期 Ash 含量差异不显著; 返青期、青草期、枯黄期 Ca 和 P 含量高于枯草期。

青期 $\text{NH}_3\text{-N}$ 质量浓度最高 (158.8 mg/L); 返青期和青草期牧草体外发酵 pH 值高于枯草期和枯黄期; 不同物候期天然牧草 OMD、DE、ME 变化趋势相似, 青草期最高, 与返青期差异不显著, 与枯草期、枯黄期差异极显著, 枯黄期最低。

表 3 河南省高山嵩草草地天然牧草体外发酵参数及能值						
物候期	产气量/mL	$\text{NH}_3\text{-N}$ 质量浓度/(mg/L)	pH	OMD/%	DE/(MJ/kg)	ME/(MJ/kg)
枯草期	71.97 ± 2.52 ^{Aa}	98.0 ± 0.98 ^{Cc}	6.81 ± 0.11 ^{Ab}	77.80 ± 2.45 ^{Bb}	12.82 ± 0.35 ^{Bb}	11.68 ± 0.37 ^{Bb}
返青期	79.39 ± 1.90 ^{Aa}	158.8 ± 2.24 ^{Aa}	6.94 ± 0.12 ^{Aa}	82.86 ± 1.43 ^{Aa}	13.85 ± 0.26 ^{Aa}	12.76 ± 0.28 ^{Aa}
青草期	80.35 ± 4.20 ^{Aa}	127.9 ± 1.34 ^{Bb}	6.87 ± 0.09 ^{Ab}	83.65 ± 3.19 ^{Aa}	13.98 ± 0.58 ^{Aa}	12.90 ± 0.61 ^{Aa}
枯黄期	63.53 ± 2.52 ^{Bb}	104.6 ± 0.70 ^{Cc}	6.83 ± 0.12 ^{Ab}	68.68 ± 4.60 ^{Cc}	11.26 ± 0.84 ^{Cc}	10.03 ± 0.88 ^{Cc}

2.3.2 不同物候期牧草体外发酵产气速率 图 1 显示: 在培养开始阶段 (0~4 h) 气体增加速度变化较大, 培养 2 h 时产气速率最大, 2~4 h 产气速率降低。0~16 h 内曲线呈现 2 种形态, 返青期和青草期相似, 枯黄期与枯草期相似; 16 h~48 h 各物候期牧草

体外发酵产气速率整体上呈降低趋势。各物候期产气速率第 1 个峰值均出现于 2 h。培养 36 h 之后, 天然牧草产气速率不断下降, 趋向于 X 轴。

2.4 不同物候期天然草地营养输出量

2.4.1 常规营养输出量 根据各生长期可食牧草产量和牧草中各营养指标含量估测营养输出量。如表 4 所示, 各物候期牧草的 CP、ADF、NDF 输出量变化较大; 青草期营养成分输出量达到最高, 且 CP、EE 输出量分别是枯草期的 8.67 倍、3.59 倍; 枯草期各营养成分输出量总体为全年最低。

2.4.2 体外产气输出量 从表 5 可以看出, 不同物候期天然草地体外产气输出量不同, 产气量、DE、ME 均依青草期、枯黄期、返青期、枯草期的顺序依次降低。

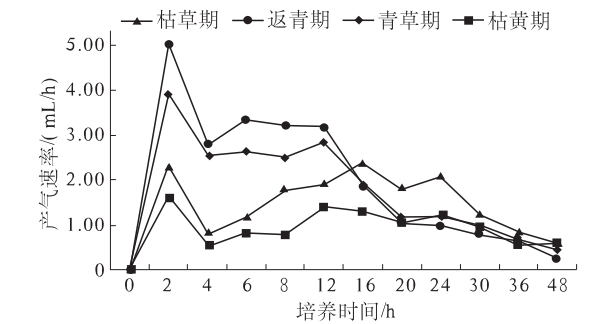


图 1 河南省高山嵩草草地天然牧草体外发酵产气速率

表 4 河南省高山嵩草草地常规营养输出量

g/m²

物候期	CP	EE	ADF	NDF	Ash	Ca	P
枯草期	3.19	2.30	24.58	38.85	4.38	0.51	0.02
返青期	12.52	2.31	18.12	34.91	5.32	1.04	0.03
青草期	27.65	8.25	70.52	114.76	21.23	3.02	0.17
枯黄期	10.43	7.21	59.76	97.70	8.26	1.87	0.09

表 5 河南省高山嵩草草地体外产气输出量

物候期	产气量/(L/m ²)	DE/(MJ/m ²)	ME/(MJ/m ²)
枯草期	21.82	0.86	0.78
返青期	31.18	1.20	1.10
青草期	85.59	3.28	3.02
枯黄期	53.42	2.08	1.86

2.5 草地载畜量

依据河南省高山嵩草草地不同季节实际放牧状况,按照公式(1—3)确定了各物候期总体 DCP 载畜量、ME 载畜量、数量载畜量。从表 6 可以看出,无论是营养载畜量还是数量载畜量,均表现为青草期最高,返青期次之,枯草期最低;就数量载畜量而言,青草期和枯黄期相近(23.49 SU/hm² 与 23.18 SU/hm²),大约是返青期的 3 倍。

表 6 河南省高山嵩草草地不同物候期牧草载畜量

SU/hm²

载畜量	枯草期	返青期	青草期	枯黄期
DCP 载畜量	2.17	24.10	37.13	20.08
ME 载畜量	3.41	23.03	29.91	13.62
数量载畜量	2.36	8.67	23.49	23.18

3 结论与讨论

3.1 不同物候期牧草产量

牧草生长规律、高寒地区气候等因素影响牧草产量^[14-16]。本研究中试验地位于高寒牧区,返青期从 5 月中下旬开始,返青期牧草产量增长速度较快,随着青草期雨季的到来,水热条件的影响逐渐增大,牧草产量增长速度减慢,青草期牧草产量达到最大,进入枯草期(9 月份之后),牧草枯黄,生物量积累呈现负值。许涛等^[17]测定了甘南玛曲县高寒草甸草地青草期干草产量为 228.2 g/m²,低于本研究结果(273.5 g/m²)。朱新书等^[18]对甘南州临潭县的亚高山草原牧草产量研究发现,6、8 月份鲜草产量分别为 399.16 g/m²、639.63 g/m²,与本研究结果相比,6 月份较高,8 月份较低,这与当时牧草返青的时间有关。

3.2 不同物候期牧草常规营养成分

常规营养含量是估测放牧家畜获取营养的前提。概略养分分析体系中常用 DM、CP、EE、ADF、NDF、ASH 含量评价饲料营养价值。DM 含量是评

价牧草营养价值的基础,CP 含量是放牧家畜生命活动的重要功能物质,NDF 含量直接影响反刍家畜采食量,ADF 含量影响家畜对牧草的消化。DM 和 CP 含量越高,ADF 和 NDF 含量越低,牧草营养价值越高。本试验表明,从返青期到枯草期,随着物候期的推进,CP 含量逐渐降低,ADF 和 NDF 含量逐渐增加。其原因可能是返青期时牧草处于营养生长阶段,植物体内新陈代谢作用合成较多的氨基酸,CP 含量增加。随着营养生长的结束、生殖生长的开始,体内脂类物质含量增加,影响 EE 含量;植株逐渐老化,细胞壁成分改变,细胞内容物不断损失,植株木质化程度增加,木质素和结构性碳水化合物含量增加,表现为 ADF 和 NDF 含量增加。本研究测得枯草期、返青期、青草期、枯黄期天然牧草 CP 含量分别为 5.11%、15.96%、12.67%、6.09%。按照任继周^[19]牧草 CP 等级指数划分(≥16% 为上等、10%~15% 为中等、≤10% 为下等),返青期和青草期牧草的营养品质处于中上等,枯黄期和枯草期为下等。张均^[20]比较了西藏那曲地区不同月份围栏内、外牧草中 EE 含量,结果表明,围栏内外 EE 含量随季节变化规律大体相似,最高值均出现在夏季,后逐渐降低,冬春季节较低,与本研究结果相似。牧草中 Ca、P 是放牧家畜 Ca、P 的主要来源,其含量及比例对放牧动物的生长发育和代谢具有重要意义。在现代动物生产条件下,Ca、P 已成为配合饲料必需考虑的、添加量较大的重要营养素。红敏^[21]测得赤峰地区巴林右旗天然牧草枯草期、返青期、盛草期、枯草前期牧草的 Ca 和 P 含量,分别为 0.54% 和 0.31%、0.46% 和 0.25%、0.77% 和 0.34%、0.70% 和 0.30%,其中,P 含量均高于本试验测定牧草同期水平,Ca 含量均低于本试验结果,这可能与土壤条件和海拔有关。

3.3 体外产气指标

反刍动物瘤胃产生的气体主要是微生物消耗可溶性碳水化合物和其他营养物质产生的低级脂肪酸、甲烷、氢气、二氧化碳等。产气量反映发酵底物中可消化营养成分含量和瘤胃微生物的代谢状况。本试验中,各物候期天然牧草产气量随培养时间的延长呈逐级递增趋势,且变化趋势相似。郝力壮

等^[22]研究了三江源玉树县嵩草草地枯草期牧草 48 h 产气动态,本研究中各物候期牧草产气动态变化趋势与之一致。氨氮浓度是体现微生物对氮源利用的重要指标,Murphy 等^[23]认为反刍动物瘤胃中 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 最佳范围为 63.0 ~ 275.0 mg/L,本试验中牧草氨氮质量浓度为 98.0 ~ 158.8 mg/L,处于合成瘤胃微生物的最佳浓度范围。本研究结果显示,返青期氨氮质量浓度最高,其次为青草期,这可能与发酵底物中蛋白含量有关。冯仰廉^[24]研究了不同反刍动物采食不同饲料后瘤胃 pH 值的变化规律,认为反刍动物瘤胃 pH 值一般为 6.0 ~ 7.0,本试验结果为 6.81 ~ 6.94,与之结果相近。OMD 表示饲料被瘤胃微生物降解状况,OMD 值越高,则瘤胃发酵情况越好,瘤胃微生物活性越强。从全年看,DE 和 ME 变化趋势一致,青草期最高,返青期次之,枯黄期最低。

3.4 不同物候期草地营养输出量

天然牧草的体外发酵参数能够反映天然牧草被放牧家畜采食后的利用情况,牧草产量结合牧草营养物质含量估测营养输出量,体现草地提供营养物质的潜力,可以较好地反映能被家畜所能利用的牧草量及草地供给营养的能力。本试验中:青草期牧草常规营养输出达全年最高,48 h 产气量、DE、ME 分别为 85.59 L/m²、3.28 MJ/m²、3.02 MJ/m²,高于兴海县高山嵩草草地同期水平^[25];枯草期时最低,分别为 21.82 L/m²、0.86 MJ/m²、0.78 MJ/m²,仍然高于果洛州、玉树州牧草^[26-27]。

3.5 不同物候期草地载畜量

本研究表明,返青期和青草期,DCP 载畜量大于数量载畜量。这是因为适宜的光合作用温度和光照强度可以储备大量干物质,夜间低温大大减弱了呼吸消耗,使得返青期和青草期牧草中 CP 含量较高。青草期载蓄能力最好,DCP 载畜量、ME 载畜量、数量载畜量最高,分别为 37.13、29.91、23.49 SU/hm²,放牧家畜体质量增加明显。青草期和枯黄期是夏秋季节,载畜量的估计应以可食牧草产量为标准,此时营养虽已经满足家畜需求,家畜未饱继续采食,按照营养载畜量安排放牧,势必造成过度放牧。因此,采用以牧草产量为基础的数量载畜量安排暖季放牧较为合理。本试验根据河南县不同物候期可利用高山嵩草草地确定了相应最适载畜量,枯草期、返青期、青草期、枯黄期分别为 2.36、8.67、23.49、23.18 SU/hm²。

河南县高山嵩草草地不同物候期牧草产草量、营养价值、草地载畜量变化较大。随着物候期的推进,牧草中 CP、Ca、P 含量逐渐下降,ADF、NDF 含量逐渐上升,牧草营养价值也随之下降,至枯草期时达

到最低;体外发酵参数显示 pH 值和氨氮浓度在正常范围之内;由于单位面积营养输出较低,枯草期高山嵩草草地的 DCP 载畜量、ME 载畜量、数量载畜量均最低,载蓄能力最差,相应的青草期草地载蓄能力最好。本研究为河南县草地合理放牧提供了可靠数据。

参考文献:

- [1] 黄立铭. 青海省河南县草地资源及可持续利用[J]. 草业与畜牧, 2006(8): 39-40, 46.
- [2] 罗振堂, 郭连云, 谢卫东. 三江源区高寒草地牧草产量主要影响因子分析[J]. 干旱区资源与环境, 2011, 25(6): 122-126.
- [3] 张胜权. 三江源地区草甸草场 13 种典型牧草营养价值评定研究[D]. 西宁: 青海大学, 2013.
- [4] 陆阿飞. 三江源区不同地区天然草地牧草营养成分分析[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2015(15): 139-141.
- [5] 张丽英. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 2 版. 北京: 中国农业大学出版社, 2003: 45-80, 131-138.
- [6] Menke K H, Steingass H. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid [J]. Animal Research and Development, 1988, 28(7): 47-55.
- [7] 冯宗慈, 高民. 通过比色测定瘤胃液氨氮含量方法的改进[J]. 内蒙古畜牧学, 1993(4): 40-41.
- [8] Menke K H, Raab L, Salewski A, *et al.* The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro* [J]. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 1979, 93(1): 217-222.
- [9] 青海省草原总站. 青海省草地资源统计册[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1982: 5-10.
- [10] 王钦. 放牧绵羊的生物学效率[J]. 草业科学, 1996, 13(1): 32-37.
- [11] NRC. Nutrient requirements of sheep[M]. Washington D C: National Academy Press, 1985.
- [12] 王明玖, 马长生. 两种方法估算草地载畜量的研究[J]. 中国草地, 1994(5): 19-22.
- [13] 沈世英. 青海省草原畜牧业最适载畜量的研究[J]. 草业科学, 1986, 3(5): 1-6.
- [14] 易现峰, 贲桂英, 师生波, 等. 高寒草甸矮嵩草种群光合作用及群落生长季节变化[J]. 中国草地, 2000(1): 13-16.
- [15] 李英年. 高寒草甸地区冷季水分资源及对牧草产量的可能影响[J]. 草业学报, 2001, 10(3): 15-20.
- [16] 许志信, 曲永全, 白飞. 草甸草原 12 种牧草生长发育规律和草群地上生物量变化动态研究[J]. 内蒙古农业大学学报: 自然科学版, 2001, 22(2): 28-32.

[17] 许涛,祁娟,蒲小鹏,等. 甘南玛曲七种主要饲草营养价值比较[J]. 中国草地学报,2012,34(3):113-116.

[18] 朱新书,王宏博,包鹏甲,等. 甘南亚高山草原牧草产量及其营养成分变化研究[J]. 中国草食动物科学,2014,34(6):41-42,55.

[19] 任继周. 草业科学研究方法[M]. 北京:中国农业出版社,1998:201-213.

[20] 张均. 西藏那曲地区不同月份草地牧草营养价值评定及绒山羊营养补饲研究[D]. 雅安:四川农业大学,2005.

[21] 红敏. 不同生长阶段天然牧草品质评定比较研究[J]. 饲料研究,2012(12):79-81.

[22] 郝力壮,王万邦,王迅,等. 三江源区嵩草草地枯草期牧草营养价值评定及载畜量研究[J]. 草地学报,2013,21(1):56-64.

[23] Murphy J,Kennelly J. Effect of protein concentration and protein source on the degradability of dry matter and protein in situ[J]. Journal of Dairy Science,1987,70(9):1841-1849.

[24] 冯仰廉. 反刍动物营养学[M]. 北京:科学出版社,2004:33-39.

[25] 林莉. 兴海同德两县天然牧草营养价值综合评定及草地载畜量确定[D]. 西宁:青海大学,2010.

[26] 洪金锁. 三江源区玉树州主要草地类型天然牧草营养价值的综合评定[D]. 西宁:青海大学,2009.

[27] 郝力壮. 三江源区果洛州主要草地类型天然牧草营养价值的综合评定[D]. 西宁:青海大学,2009.

(上接第 132 页)

[6] Boot H J, Huurne A A, Hoekman A J, et al. Rescue of very virulent and mosaic infectious bursal disease virus from cloned cDNA: VP2 is not the sole determinant of the very virulent phenotype[J]. J Virol,2000,74(15):6701-6711.

[7] Boot H J, ter Huurne A H, Peeters B P. Generation of full-length cDNA of the two genomic dsRNA segments of infectious bursal disease virus[J]. Journal of Virological Methods,2000,84(1):49-58.

[8] Azad A A, Fahey K J, Barrett S A, et al. Expression in *Escherichia coli* of cDNA fragments encoding the gene for the host-protective antigen of infectious bursal disease virus[J]. Virology,1986,149:190-198.

[9] Berg T P. Acute infectious bursal disease in poultry: A review[J]. Avian Pathol,2000,29(3):175-194.

[10] 李潭清,宋勤叶,杨润得,等. 鸡传染性法氏囊病的研究进展[J]. 安徽农业科学,2008,36(35):81-84.

[11] 雷变兰,周玉武. 复方黄芪颗粒防治鸡传染性法氏囊病的疗效试验[J]. 山西农业科学,2007,35(1):70-72.

[12] 王松山. 一例鸡传染性法氏囊炎的诊治[J]. 现代农业科技,2014(6):286.

[13] 常凯,朱绍伟,单娇,等. 鸡 α -干扰素抗传染性法氏囊炎感染试验研究[J]. 现代农业科技,2013(15):277-278.

[14] 詹丽娥,陆冰洋,刘华栋,等. 鸡传染性法氏囊病超强毒株的分子鉴定[J]. 华北农学报,2013,28(3):234-238.

[15] Kato T, Nariuchi H. Polarization of naive CD4+ T cells toward the Th1 subset by CTLA-4 costimulation[J]. J Immunol,2000,164(3):554-559.

[16] Nayak B P, Sailaja G, Jabbar A M. Enhancement of gp120-specific immune responses by genetic vaccination with the human immunodeficiency virus type 1 envelope gene fused to the gene coding for soluble CTLA-4[J]. J Virol,2003,77:10850-10861.

[17] 韩小英,成大荣,王永娟,等. IBD 分子佐剂靶向提呈亚单位疫苗重组载体的构建与表达[J]. 扬州大学学报:农业与生命科学版,2013,32(2):11-15.

[18] 白雪飞,郭静玉,雷万军,等. 大肠杆菌不耐热肠毒素无毒突变体 mLT63 毒性检测及佐剂效果研究[J]. 中国人兽共患学报,2010,26(1):69-71.

[19] 陈溥言,卢春. 传染性法氏囊病病毒 dsRNA 核酸提取[J]. 南京农业大学学报,1996,19(4):73-76.

[20] 黄佳佳. 大肠杆菌不耐热肠毒素突变蛋白的表达及其对粘膜免疫效果的影响[D]. 扬州:扬州大学,2012.

[21] 张钰,孙怀昌,黄燕燕,等. 鸡 CTLA-4 胞外区的原核表达与免疫佐剂作用[J]. 中国兽医科学,2012(6):611-616.

[22] 赵艳敏,刘惠莉. 大肠埃希菌不耐热肠毒素作为粘膜免疫佐剂的研究进展[J]. 动物医学进展,2007(3):46-50.

[23] 唐思静,吕转平,马博,等. 大肠杆菌不耐热肠毒素突变体作为佐剂的研究进展[J]. 上海畜牧兽医通讯,2013(5):16-18.