

内蒙古乌拉盖天然草原不同放牧区混合牧草营养成分和瘤胃发酵特性的研究

陈钟玲¹, 武之绚¹, 王琦¹, 胡宗福¹, 吴白乙拉¹, 宝金山², 伊德², 牛化欣^{1*}

(1. 内蒙古民族大学动物科技学院, 内蒙古 通辽 028000; 2. 内蒙古锡林郭勒盟乌拉盖管理区农牧局, 内蒙古 乌拉盖 026321)

摘要:【目的】评价内蒙古乌拉盖天然草原不同放牧区混合优势牧草营养价值, 确定放牧家畜营养供给和最佳放牧区。【方法】测定和分析内蒙古乌拉盖天然草原8个主要放牧区青草期混合优势牧草营养成分、结构性碳水化合物、体外瘤胃发酵特性, 并对其营养价值进行综合评定。【结果】乌兰察布嘎查放牧区混合牧草粗蛋白(CP)含量显著低于其他放牧区($P < 0.05$), 乌拉盖水库放牧区混合牧草粗灰分(Ash)含量显著高于其他放牧区($P < 0.05$), 乌兰察布嘎查放牧区和斯仁音昭村放牧区混合牧草钙(Ca)和磷(P)含量显著高于其他放牧区($P < 0.05$), 而宝克牧场放牧区混合牧草可溶性碳水化合物(WSC)含量最高($P < 0.05$); 乌兰察布嘎查放牧区混合牧草酸性洗涤纤维(ADF)、纤维素含量显著高于其他放牧区($P < 0.05$), 查干哈达村放牧区混合牧草中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤木质素(ADL)、半纤维含量显著低于其他放牧区($P < 0.05$); 瘤胃体外发酵12~48 h, 发酵液pH无明显变化, 查干哈达村放牧区混合牧草产气量(GP)、体外干物质降解率(DMD)和体外中性洗涤纤维降解率(NDFD)随时间增加呈现递增趋势, 均显著高于其他放牧区($P < 0.05$)。【结论】内蒙古乌拉盖天然草原查干哈达村放牧区混合牧草营养价值最佳。

关键词:混合牧草; 营养品质; 结构性碳水化合物; 体外瘤胃发酵

中图分类号:S816 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2023)01-0052-07

DOI:10.13817/j.cnki.cyycp.2023.01.007



内蒙古自治区草原面积居全国之首, 天然牧场宽广辽阔, 牧草营养价值高且牧草资源最为丰富, 牛、羊承载量最大, 不仅是我国重要的畜牧业生产基地, 也是我国北方草原极为重要的生态屏障^[1]。在大力倡导草畜平衡生态畜牧业发展的背景下, 充分发掘天然牧场和牧草的饲料资源潜能, 将牧场空间和饲草营养高

效转化为牛、羊生产是“科技兴蒙”和“科技强牧”的重要途径。其中乌拉盖草原位于内蒙古自治区锡林郭勒盟东北部, 该区域天然草地植物种类众多, 牧草资源丰富, 是当地畜牧业饲草的重要来源, 也是当地放牧家畜日粮的重要组成部分。牧草营养品质不仅直接影响放牧家畜的生长发育, 也间接影响畜产品的质量和经济效益^[2]。天然草原分布的地理位置和环境条件的不同, 导致牧草物种组成、群落结构和生产力水平等差异较大, 同时也对牧草的营养成分造成较大影响^[3-4]。研究表明, 不同地区优势牧草所属的科及其在天然草地中所占比例不同, 导致单位面积上不同科的牧草营养物质含量存在较大差异, 最终影响天然牧草的营养成分^[5]。万娟娟等^[6]对新疆沙尔套地区牧草的研究发现, CP含量较高、粗纤维(CF)含量较低的牧草, 其饲用价值越高, 牧草品质越好, 家畜消化程度越

收稿日期:2021-12-09; **修回日期:**2022-02-11

基金项目:内蒙古自治区关键技术攻关项目(2021GG0035和2020GG0108); 内蒙古自治区高等学校青年科技英才支持计划资助(NJYT22054); 内蒙古乌拉盖优质天然和人工牧草品质评价及其牛羊高效利用研究和应用技术项目

作者简介:陈钟玲(1995-), 女, 内蒙古兴安盟人, 硕士研究生。E-mail: chenzhongling3@163.com

*通信作者。E-mail: niuhx@imun.edu.cn

高。程财^[7]研究发现,乌拉盖草原不同地区的天然牧草其营养价值和消化率不尽相同。都帅等^[8]研究发现,天然牧草不仅能够提供乌珠穆沁羊生长发育所需的营养物质,还能提高家畜生产性能,相比补饲精料更适合作为饲料。目前,国内对牧草营养品质的研究主要集中在不同季节和单一品种牧草等方面,但对乌拉盖天然草原不同放牧区混合牧草研究较少。本研究分析乌拉盖天然草原8个不同放牧区优势混合牧草营养成分、结构性碳水化合物,采用体外产气法探究其降解率和瘤胃发酵特性,探索乌拉盖天然草原天然混合牧草营养价值和最佳放牧区,可为合理利用天然牧草资源、精准平衡放牧家畜营养供给和草原牧草高效转化提供理论参考。

1 材料和方法

1.1 试验地自然概况

内蒙古乌拉盖行政区位于锡林郭勒盟东北部,E 118°44′~119°50′,N 45°29′~46°38′,是锡林郭勒盟向东北开放的重要门户。东与兴安盟科尔沁右翼前旗相连,东南部与通辽霍林郭勒市交界,西部与乌苏木沁旗东部乌拉盖苏木相邻,北部与乌珠穆沁旗满都宝力格镇接壤。乌拉盖草原属大陆性气候,草原面积4 446 km²,植被平均高度29.7 cm,平均气温-0.2℃,7月最热,平均气温18.2℃,年降水量350~450 mm,年均无霜期79 d。

1.2 试验设计

试验于内蒙古乌拉盖天然草原混合优势牧草青草期(2021年7月26日),在内蒙古锡林郭勒盟乌拉盖天然草原选择8个主要放牧区,放牧区平均海拔800~1 100 m,草地类型为草甸草原,主要包括贝加尔针茅(*Stipa Baicalensis*)、羊草(*Leymus chinensis*)等天然牧草。8个放牧区分别为布林农场(1号)、农乃农场(2号)、宝克牧场(3号)、乌拉盖水库(4号)、乌兰察布嘎查(5号)、斯仁音昭村(6号)、查干哈达村(7号)、霍博尔钦乌拉村(8号)。利用0.5 m×0.5 m样框在放牧区阳坡随机选取5个样方。样方内离地面2~3 cm刈割牧草,将刈割后的混合优势牧草装入采样袋,带回实验室,105℃杀青,65℃烘干至恒重,经粉碎机(天津

泰斯特仪器有限公司)粉碎过40目筛,使用四分法取样标签备用,将牧草按照放牧区进行编号:1-8号,标签详细记录采样日期、样品编号等用于指标测定。

1.3 试验方法

CP含量采用凯氏KDN-B定氮仪(上海新嘉电子有限公司)测定;Ash含量采用箱式电阻炉(上海贺德实验设备厂)测定;NDF、ADF和ADL含量采用ANKOM200半自动纤维分析仪测定^[11];纤维素、半纤维素含量由计算得出;WSC含量采用蒽酮-硫酸比色法测定,测定具体方法参照贺建华《饲料分析与检测》^[12]。

$$\text{纤维素含量} = \text{ADF} - \text{ADL}$$

$$\text{半纤维素含量} = \text{NDF} - \text{ADF}$$

发酵方法参照Lutakome等^[9]发酵法。在肉牛屠宰场,选择3头现屠宰的中国西门塔尔牛(体重约700 kg),取瘤胃液与人工营养液1:2比例混合,2 h使用,人工营养液参照Menke等^[10]的方法配制。将配制的人工瘤胃液(40 mL)注入含有发酵底物(0.5 g)的100 mL血清瓶中,同时向血清瓶中通入CO₂气体保持厌氧环境,立即用丁基胶塞密封血清瓶(每个处理12个),39℃,120 r/min震荡培养48 h。体外发酵试验使用Wang等^[13]所述的产气装置,分别培养12、24和48 h,测量每瓶的产气量(GP)。震荡培养12、24和48 h,每个处理分别取3个小瓶将发酵液倒入50 mL离心管4℃,8 000 r/min,离心15 min,取上清液用于测定pH值,发酵残渣用水洗涤3次,65℃下烘干并储存,用于测定DMD和NDFD。

体外干物质降解率(DMD)的计算公式如下:

$$\text{DMD}(\% \text{ DM}) = [(W_2 - W_3) / W_1] \times 100\%$$

式中:W₁为发酵前样品的重量,W₂为发酵前样品加离心管的重量,W₃为残渣加离心管的重量。

体外中性洗涤纤维降解率(NDFD)的计算公式如下:

$$\text{NDFD}(\% \text{ DM}) = [1 - (W_2 \times \text{NDF}_2) / (W_1 \times \text{NDF}_1)] \times 100\%$$

式中:W₁为发酵前样品的重量,W₂为发酵后残渣的重量,NDF₁为发酵前样品的NDF,NDF₂为发酵后残渣的NDF。

2 结果与分析

2.1 不同放牧区优势混合牧草常规营养成分比较

8个放牧区混合优势牧草CP含量在5%~11%，其中5号牧区牧草CP含量最低($P<0.05$)，4、6号放牧区牧草CP含量明显高于其他放牧区牧草($P<$

0.05)；4号放牧区牧草Ash含量最高($P<0.05$)；各放牧区牧草Ca含量间存在显著差异($P<0.05$)，而5、6号牧区牧草Ca含量最高($P<0.05$)，3号牧区牧草Ca含量最低($P<0.05$)；4号放牧区牧草P含量显著高于其他牧区($P<0.05$)；7号放牧区牧草与2、3号放牧区牧草WSC含量存在显著差异($P<0.05$)(表1)。

表1 优势混合牧草常规营养成分含量

Table 1 Conventional nutrient composition of superior mixed forage

样品	CP/%	Ash/%	Ca/%	P/%	WSC/%
1号	7.76±0.23 ^{bc}	4.76±0.40 ^e	0.85±0.23 ^{bc}	0.25±0.02 ^c	0.38±0.05 ^b
2号	6.73±0.31 ^c	4.39±0.22 ^e	0.67±0.12 ^c	0.21±0.02 ^c	0.10±0.01 ^c
3号	7.57±0.91 ^{bc}	4.85±0.21 ^e	0.59±0.14 ^c	0.14±0.01 ^d	0.47±0.01 ^a
4号	10.22±0.25 ^a	16.22±0.74 ^a	1.08±0.08 ^b	0.48±0.04 ^a	0.29±0.04 ^{cd}
5号	5.56±0.72 ^d	4.70±0.32 ^e	1.61±0.23 ^a	0.24±0.01 ^c	0.37±0.01 ^{bc}
6号	9.97±0.25 ^a	8.00±0.05 ^b	1.62±0.09 ^a	0.38±0.03 ^b	0.36±0.06 ^{bc}
7号	7.71±0.47 ^{bc}	6.98±0.12 ^c	1.04±0.29 ^b	0.25±0.01 ^c	0.33±0.02 ^{bcd}
8号	8.70±1.17 ^b	5.79±0.22 ^d	0.65±0.01 ^c	0.24±0.05 ^c	0.26±0.03 ^d

注：同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。1号：布林农场放牧区、2号：农乃农场放牧区、3号：宝克牧场放牧区、4号：乌拉盖水库放牧区、5号：乌兰察布嘎查放牧区、6号：斯仁音昭村放牧区、7号：查干哈达村放牧区、8号：霍博尔钦乌拉村放牧区，下同

2.2 不同放牧区优势混合牧草结构性碳水化合物含量比较

各放牧区NDF含量在46%~62%，7号放牧区牧草NDF含量显著低于其他放牧区牧草($P<0.05$)；6号放牧区牧草ADF含量最低，与其他牧区牧草间存在差异显著($P<0.05$)；4号放牧区牧草ADL含量最高

($P<0.05$)，7号放牧区牧草ADL含量最低($P<0.05$)；各放牧区牧草纤维素含量在21.5%~29.6%，6号放牧区牧草纤维素含量最低($P<0.05$)；7号牧区牧草半纤维素含量最低，与其他牧区牧草差异显著($P<0.05$)(表2)。

表2 优势混合牧草结构性碳水化合物含量

Table 2 Advantages of mixed forage structural carbohydrates

样品	NDF/%	ADF/%	ADL/%	Cellulose/%	半纤维素/%
1号	60.14±1.46 ^a	32.86±0.43 ^a	3.33±0.39 ^d	29.53±0.47 ^a	27.27±1.86 ^b
2号	61.07±6.07 ^a	32.61±3.29 ^a	4.24±0.19 ^b	28.37±3.46 ^a	28.47±2.78 ^b
3号	59.73±0.11 ^a	28.97±0.10 ^b	4.35±0.25 ^b	24.63±0.34 ^b	30.76±0.02 ^a
4号	61.85±0.22 ^a	29.63±0.09 ^b	6.16±0.15 ^a	23.46±0.10 ^{bc}	32.22±0.18 ^a
5号	59.69±1.87 ^a	33.50±1.12 ^a	5.10±0.08 ^b	28.40±1.07 ^a	26.18±0.78 ^b
6号	47.63±0.64 ^b	26.03±0.19 ^c	4.41±0.36 ^c	21.62±0.49 ^c	21.59±0.46 ^c
7号	46.59±0.20 ^b	29.05±0.43 ^b	3.72±0.29 ^d	25.32±0.43 ^b	17.54±0.62 ^d
8号	51.20±0.62 ^b	29.58±0.82 ^b	4.78±0.30 ^{bc}	24.80±0.73 ^b	21.62±0.30 ^c

2.3 不同地区天然混合牧草体外瘤胃发酵特性

体外发酵结果表明(表3)，发酵12、24 h时8个放牧区牧草pH值差异不显著($P>0.05$)；7号放牧区牧

草在发酵48 h时pH值与其他牧区牧草间存在显著差异($P<0.05$)；发酵12 h时8个放牧区牧草间GP存在差异显著($P<0.05$)，在整个发酵过程中，7号放牧区

牧草的GP显著高于其他牧区牧草($P<0.05$);发酵48 h,8号放牧区牧草DMD显著高于其他放牧区牧草($P<0.05$),在整个发酵过程中,各放牧区牧草DMD

均升高。发酵12 h时,7号放牧区牧草NDFD显著低于其他放牧区牧草($P<0.05$)。

表3 优势混合牧草体外瘤胃发酵特性

Table 3 In vitro rumen fermentation characteristics of dominant mixed forages

指标	时间/h	样品							
		1号	2号	3号	4号	5号	6号	7号	8号
pH值	12	6.45±0.07 ^a	6.45±0.07 ^a	6.25±0.07 ^a	6.45±0.07 ^a	6.45±0.07 ^a	6.45±0.07 ^a	6.30±0.14 ^a	6.40±0.01 ^a
	24	6.45±0.07 ^a	6.45±0.07 ^a	6.3±0.14 ^a	6.35±0.21 ^a	6.55±0.07 ^a	6.45±0.07 ^a	6.35±0.07 ^a	6.30±0.11 ^a
	48	6.50±0.01 ^a	6.45±0.07 ^a	6.40±0.01 ^{ab}	6.35±0.07 ^{ab}	6.55±0.07 ^a	6.50±0.01 ^a	6.25±0.07 ^b	6.35±0.07 ^{ab}
GP/ (mL·g ⁻¹)	12	68.52±0.24 ^f	81.11±0.62 ^d	77.12±1.17 ^e	68.53±0.91 ^f	83.52±0.59 ^c	106.55±0.17 ^b	114.99±0.86 ^a	79.92±1.13 ^d
	24	144.89±1.39 ^d	157.84±1.09 ^b	151.69±1.35 ^e	133.89±2.86 ^e	144.73±1.07 ^d	148.72±1.97 ^{cd}	174.91±0.88 ^a	151.89±2.93 ^c
	48	180.02±6.7 ^d	208.72±0.57 ^b	198.62±2.74 ^e	179.60±0.16 ^d	177.26±1.27 ^d	198.31±2.57 ^c	216.34±0.16 ^a	193.85±1.75 ^c
DMD/%	12	28.27±0.01 ^d	35.80±0.03 ^b	33.25±0.11 ^c	38.44±0.29 ^a	33.27±0.04 ^c	28.16±0.01 ^d	35.92±0.04 ^b	38.56±0.17 ^a
	24	38.41±0.12 ^d	41.78±0.04 ^b	41.87±0.07 ^b	48.72±0.13 ^a	42.02±0.04 ^b	35.14±0.03 ^c	40.79±0.12 ^c	48.78±0.09 ^a
	48	46.17±0.06 ^c	48.84±0.14 ^d	49.32±0.11 ^c	53.09±0.05 ^a	48.70±0.04 ^d	44.85±0.01 ^f	49.36±0.03 ^c	51.56±0.04 ^b
NDFD/%	12	20.42±0.12 ^c	25.02±0.05 ^a	22.23±0.18 ^{bc}	21.84±0.41 ^{bc}	17.43±0.50 ^d	25.59±0.19 ^a	23.51±1.61 ^b	16.23±0.34 ^d
	24	30.59±0.58 ^d	36.43±0.71 ^b	33.50±0.58 ^c	30.23±0.64 ^d	29.28±0.74 ^d	36.75±0.29 ^b	38.45±0.88 ^{ab}	39.51±1.25 ^a
	48	38.59±0.29 ^d	40.44±0.06 ^c	40.96±0.69 ^c	42.22±0.78 ^b	38.28±0.01 ^d	42.79±0.12 ^{ab}	43.56±0.50 ^a	43.74±0.16 ^a

注:同行不同小写字母者表示差异显著($P<0.05$)

3 讨论

3.1 不同放牧区天然混合牧草间营养成分的差异

和海秀等^[14]在对新疆沙尔套地区天然牧草进行营养成分测定时发现天然牧草CP含量在10.6%~27.6%,李志勇和宁布^[15]测得新疆沙尔套地区天然牧草CP含量均在15%以上,最高者达到了31%,与本次试验结果不一致,分析认为新疆沙尔套地区为高海拔地区,对牧草营养成分影响较大。由于乌拉盖草原牧草种类、生长环境不同,使得不同地区牧草的营养物质随生长环境变化呈现不同的变化规律,这主要受牧草本身的遗传特性和生长环境的影响,由此体现了牧草生长发育过程中营养物质含量对植物本身遗传物质调控的特征,又反映了环境因素在牧草营养物质变化中起到的重要作用。本试验中,乌拉盖水库放牧区混合牧草CP、NDF和Ash含量最高;乌拉盖水库放牧区混合牧草的Ash含量达到了16%,是其他放牧区牧草的2~3倍。程财^[7]在对乌拉盖草原天然牧草研究中发现CP含量在8.02%~11.40%,NDF含量在

38.36%~66.97%,ADF含量在22.85%~32.79%,与本次试验结果基本一致。姚喜喜等^[16]研究发现,高寒草甸牧草处于青草期时,营养价值、体外消化率、瘤胃发酵特性等最佳,营养价值均高于本试验结果,分析认为高寒草甸牧草青草期营养物质累积迅速旺盛,短时间内营养物质快速增加,因此营养物质含量高于乌拉盖天然草原青草期混合牧草。

3.2 不同放牧区天然混合牧草间结构性碳水化合物组分的差异

饲料中的碳水化合物根据其结构特性分为非结构性碳水化合物(NSC)和结构性碳水化合物(SC),SC存在于细胞壁中,主要纤维素、半纤维素以及木质素^[17]。牧草饲料经中性洗涤剂 and 酸性洗涤剂分解后的剩余物就是NDF和ADF,NDF和ADF的含量与饲料适口性和消化率有关,含量越多则可被动物吸收的营养物质就越少^[18]。本研究中,查干哈达村放牧区混合牧草的纤维含量显著低于其他放牧区混合牧草,说明查干哈达村放牧区混合牧草中可被吸收的营养成分较多。同一草地类型中的不同草群或混合牧草整

体营养成分、产量变化趋势不同^[19-20]。7月下旬天然牧草主要进行营养生长,随着光合作用的进行有机物质增多,干物质积累速率快,WSC迅速增加,牧草木质化程度增高^[21]。乌拉盖水库放牧区混合牧草纤维含量显著高于其他放牧区混合牧草,导致牧草的适口性差,反刍动物对其采食量降低,反刍动物从中获取的营养价值低。研究发现,牧草消化率一定程度上取决于木质素的含量,通过降低牧草中ADL含量可显著提高饲料利用率和牧草消化率^[22]。梁建勇^[23]等发现气温高低影响牧草WSC含量,导致碳水化合物含量增加,牧草消化率降低。研究表明,不同地区优势牧草不同,同时牧草营养物质含量也存在较大差异性,草地类型对天然牧草常规营养成分有显著影响^[5]。刘文涛^[24]等发现,饲喂不同比例SC与NSC能够降低瘤胃的pH值、挥发性脂肪酸含量等。

3.3 不同放牧区天然混合牧草对体外瘤胃发酵的影响

pH值是衡量瘤胃微生物发酵的重要指标之一,通常瘤胃液pH值为5.8~7.5。本试验瘤胃液pH值在6.0~7.0,说明8个放牧区混合优势牧草对瘤胃微生物均无不良影响。GP作为发酵动力学间接指标,能够反映反刍动物对饲料的降解程度^[25]。查干哈达村放牧区混合牧草GP最高,可能由于WSC高于其他样品。有研究表明,WSC含量高于正常样品高的高粱,GP也相对高于正常样品^[26]。本研究表明,GP随发酵时间增加而增加的同时DMD和NDFD也相对升高,说明纤维含量高的牧草中WSC含量高,增加了瘤胃微生物对WSC的利用率,使牧草更易被消化,提高了牧草的营养物质利用率。夏洪泽等^[27]研究发现GP与DMD和NDFD呈正相关,这与本试验结果一致。反刍动物瘤胃对鲜嫩多汁牧草的消化能力高于多纤维干枯牧草,牧草中干物质和纤维含量决定了瘤胃消化率的高低^[16]。因此,本试验通过测定混合牧草DM和对NDF降解率进行分析,确定了乌拉盖天然草原青草地混合牧草最佳放牧区和牧草饲料转化效率。

4 结论

内蒙古乌拉盖天然草原不同放牧区混合优势牧草具有不同的营养价值,其中查干哈达村放牧区混合牧草营养价值最佳,体外瘤胃发酵特性较好。因此,

根据乌拉盖草原各放牧区牧草营养特点和消化特性并结合牛、羊营养需求,可适时精准补充所缺营养元素,提高牛、羊草原放牧生产系统草畜转化效率和生产性能。

参考文献:

- [1] 张皓. 内蒙古草原畜牧业可持续发展研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2019:12-14.
- [2] 张凡凡,和海秀,于磊,等. 新疆沙尔套山四季放牧草地主要牧草营养价值变化特征研究[J]. 草业学报,2018,27(11):179-191.
- [3] 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,2005:4-5.
- [4] 李福厚. 高寒草甸天然牧草和栽培草地燕麦对藏绵羊消化代谢的影响[D]. 兰州:兰州大学,2017:56-57.
- [5] 陈懂懂,赵亮. 贺福全,等. 三江源高寒草地常见可食牧草在不同分布区的营养成分分析[J]. 草原与草坪,2021,41(4):134-142.
- [6] 万娟娟,于磊,鲁为华,等. 新疆沙尔套山草地优势禾本科牧草营养价值综合评定[J]. 草业科学,2014,31(11):2141-2147.
- [7] 程财. 乌拉盖草原牧草营养价值评定及不同饲喂水平对肉牛生产性能的影响[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2019:13-31.
- [8] 都帅,尤思涵,包健,等. 补饲精料对乌珠穆沁羊生产性能、屠宰性能和肉品质的影响[J]. 草业学报,2019,28(6):196-203.
- [9] LUTAKEOME P, KABLI F, TIBAYUNGWA F, *et al.* Rumen liquor from slaughtered cattle as inoculum for feed evaluation[J]. *Animal Nutrition*,2017,3(3):300-308.
- [10] 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 Development*,1988,28(8):47-55.
- [11] 张崇玉,王保哲,张桂国,等. 饲料中的粗纤维、NDF、ADF和ADL含量的快速测定方法[J]. 山东畜牧兽医,2015,36(9):20-22.
- [12] 贺建华. 饲料分析与检测[M]. 北京:中国农业出版社,2020.
- [13] WANG Y X, TIMOTHY A, MCALLISTER T A, *et al.* In vitro effects of steroidal saponins from yucca schidigera extract on rumen microbial protein synthesis and ru-

- minal fermentation[J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2000, 80(14): 2114–2122.
- [14] 和海秀. 天然草地不同牧草营养物质四季变化及绵羊消化率的研究[D]. 石河子: 石河子大学, 2015: 13–14.
- [15] 李志勇, 宁布. 概述我国豆科牧草资源[J]. *四川草原*, 2005, (4): 20–22.
- [16] 姚喜喜, 才华, 刘皓栋, 等. 不同季节高寒草甸牧草瘤胃发酵特性和体外消化率分析[J]. *草地学报*, 2021, 29(8): 1729–1737.
- [17] 李满全. 日粮 SC: NSC 比例对泌乳早期奶牛生产性能和消化代谢影响[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2010: 1–3.
- [18] 徐敏云, 谢帆, 李运起, 等. 施肥对青贮玉米营养品质和饲用价值的影响[J]. *动物营养学报*, 2011, 23(6): 1043–1051.
- [19] 张凡凡, 杨开虎, 于磊, 等. 新疆沙尔套山主要草地类型牧草营养品质季节变化规律[J]. *草业科学*, 2019, 36(10): 2647–2654.
- [20] LINE R, HELGE B. Seasonal variation in productivity in semi-natural grasslands [J]. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 2005, 55(1): 36–43.
- [21] 王伟, 格根图, 冯骁骋, 等. 呼伦贝尔草原天然牧草最适收获期研究[J]. *中国草地学报*, 2018, 40(2): 54–58.
- [22] 黄勤楼. 禾本科牧草良种选育、对氮肥的响应及其在畜牧上的利用研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2008: 26–29.
- [23] 梁建勇, 焦婷, 吴建平, 等. 高寒牧区天然草地牧草干物质的瘤胃降解率动态变化 [J]. *草原与草坪*, 2015, 35(5): 32–36.
- [24] 刘文涛, 李晓斌, 臧长江, 等. 饲喂不同结构性与非结构性碳水化合物比例日粮对绵羊瘤胃发酵参数的影响 [J]. *饲料工业*, 2019, 40(24): 18–24.
- [25] LEE S J, SHIN N H, JIN S J, *et al.* Effects of *Gelidium amansii* extracts on in vitro ruminal fermentation characteristics, methanogenesis, and microbial populations [J]. *Asian–Australasian Journal of Animal Sciences*, 2018, 31(1): 71–79.
- [26] AER S, HASSANAT F, Berthiaume R, *et al.* Effects of water soluble carbohydrate content on ensiling characteristics, chemical composition and in vitro gas production of forage millet and forage sorghum silages [J]. *Animal Feed Science and Technology*, 2012, 177(1/2): 23–29.

Study on the nutrient composition and rumen fermentation characteristics of mixed grass in different grazing areas of Wulagai natural grassland in Inner Mongolia

CHEN Zhong-ling¹, WU Zhi-xuan¹, WANG Qi¹, HU Zong-fu¹, WU Bai-yi-la¹,
BAO Jin-shan², YI De², NIU Hua-xin^{1*}

(1. School of Animal Science and Technology, Inner Mongolia Minzu University, Tongliao 028000, China;

2. Wulagai Agriculture Animal Husbandry Bureau of Xilingol League, Wulagai 026321, China)

Abstract: [Objective] The purpose of the experiment is to evaluate the nutritional value of mixed dominant forages in different grazing areas of Wulagai natural grassland in Inner Mongolia in order to determine the nutritional supply of grazing livestock and the best grazing area. [Method] The nutrient composition, structural carbohydrate and in vitro rumen fermentation characteristics of mixed dominant grass in 8 main grazing areas were measured and analyzed to comprehensively evaluate its nutritional value. [Result] The results showed that crude protein (CP) of mixed herbage in UlancharuGacha grazing area was significantly lower than that in other grazing areas ($P < 0.05$). The Crude ash (Ash) content of mixed grass in Wulagai reservoir grazing area was significantly higher than that in other

grazing areas ($P < 0.05$). The contents of calcium (Ca) and phosphorus (P) in the mixed grass of Wulanchab grazing area and Sirenyinzhao grazing area were significantly higher than those in other grazing areas ($P < 0.05$). The water soluble carbohydrate (WSC) content of mixed grass in Baoke pasture was the highest ($P < 0.05$). Acid detergent fiber (ADF) and cellulose content of mixed grass in UlanhabuGacha grazing area were significantly higher than those in other grazing areas ($P < 0.05$). The content of neutral detergent fiber (NDF), acid detergent lignin (ADL) and hemicellulose of mixed grass in ChaganHada village grazing area were significantly lower than those in other grazing areas ($P < 0.05$). According to rumen fermentation test analysis in vitro, from 12 h to 48 h, pH of fermentation liquid did not change significantly. Gas production (GP), in vitro dry matter degradation (DMD) rate and in vitro neutral detergent fiber degradation (NDFD) rate of mixed herbage in ChaganHada village grazing area increased with time, and were significantly higher than those of other grazing areas ($P < 0.05$). **【Conclusion】**Comprehensive analysis shows that the nutritional value of mixed herbage in ChaganHada village of Wulagai natural grassland is the best, the results can provide data reference for accurate balance of nutrient supply of grazing livestock and efficient transformation of natural herbage in cattle and sheep grassland production system.

Key words: mixed grass; nutritional quality; structural carbohydrate; in vitro rumen fermentation