

# 中甸牦牛、迪庆黄牛和犏牛的乳的主要营养成分比较

和占星<sup>1,2</sup>, 王向东<sup>3</sup>, 黄梅芬<sup>1</sup>, 赵刚<sup>1</sup>, 成玉梅<sup>4</sup>, 周亚平<sup>5</sup>,  
何华川<sup>6</sup>, 林向生<sup>6</sup>, 何永富<sup>6</sup>, 杨凯<sup>1</sup>, 王安奎<sup>\*1</sup>

(1. 云南省草地动物科学研究院, 云南 昆明 650212; 2. 云南省肉牛工程技术研究中心, 云南 昆明 650212; 3. 香格里拉县小中甸镇农业综合服务中心畜牧兽医站, 云南 香格里拉 674401; 4. 昆明市 DHI 检查中心, 云南 昆明 650041; 5. 昆明市动物卫生监督所, 云南 昆明 650041; 6. 云南省种畜繁育推广中心, 云南 昆明 650212)

**摘要:** 用 Combi Foss FT+乳成分、体细胞联用仪测定放牧条件下的中甸牦牛、迪庆黄牛和犏牛的乳的主要营养成分, 并与同期舍饲条件下的荷斯坦牛、西门塔尔牛和云岭牛的乳营养成分比较。结果显示: 中甸牦牛、迪庆黄牛和犏牛的乳脂肪、乳蛋白质、乳糖和总固形物的质量分数分别为 6.24%、4.95%、4.97%、20.11%, 6.75%、4.52%、4.95%、19.91% 和 7.80%、4.60%、4.98%、20.85%, 比较各乳营养成分含量差异不显著 ( $P>0.05$ ); 中甸牦牛、迪庆黄牛和犏牛的乳脂肪、乳蛋白质和总固形物的含量高于荷斯坦牛、西门塔尔牛和云岭牛的 ( $P<0.01$ ); 中甸牦牛、迪庆黄牛和犏牛的乳糖质量分数也分别比云岭牛的高 0.65%、0.63% 和 0.66% ( $P<0.01$ ), 与荷斯坦牛和西门塔尔牛的相近 ( $P>0.05$ ); 乳成分中的蛋白质含量与脂肪、总固形物含量, 脂肪含量与总固形物含量之间均存在显著的正相关 ( $P<0.01$ )。表明在放牧或放牧+适当补饲条件下, 高原型牛种的中甸牦牛、迪庆黄牛及其杂种犏牛的乳的营养价值高, 是高品质的乳营养资源, 具有开发高附加值的高原特色乳制品的前景。

**关键词:** 中甸牦牛; 迪庆黄牛; 犏牛; 云岭牛; 乳营养成分

**中图分类号:** S 823.8 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673—1689(2015)12—1294—08

## Comparison of the Major Nutritional Components of Milk from Zhongdian Yak, Diqing Yellow Cattle and Cattle-Yak

HE Zhanxing<sup>1,2</sup>, WANG Xiangdong<sup>3</sup>, HUANG Meifen<sup>1</sup>, ZHAO Gang<sup>1</sup>, CHENG Yumei<sup>4</sup>,  
ZHOU Yaping<sup>5</sup>, HE Huachuan<sup>6</sup>, LIN Xinagsheng<sup>6</sup>, HE Yongfu<sup>6</sup>, YANG Kai<sup>1</sup>, WANG Ankui<sup>1</sup>

(1. Yunnan Academy of Grassland and Animal Science, Kunming 650212, China; 2. Yunnan Beef Engineering and Technological Research Center, Kunming 650212, China; 3. Animal Husbandry and Veterinary Station of Xiaozhongdian Town, Xianggelila county of Yunnan Province, Xianggelila 674401, China; 4. DHI Examination Center of Kunming city of Yunnan Province, Kunming 650041, China; 5. Animal Health Supervision Institute of Kunming City of Yunnan Province, Kunming 650041, China; 6. Popularization Center of Livestock reproduction and breeding technique of Yunnan Province, Kunming 650212, China)

收稿日期: 2014-10-09

基金项目: 国家农业公益性行业科研专项 (201203008); 云南省技术创新人才培养项目 (2010CI082); 国家肉牛 (牦牛) 产业技术体系项目 (CARS-38)。

作者简介: 和占星 (1963—), 男, 纳西族, 云南丽江人, 研究员, 主要从事家畜繁殖与育种研究。E-mail: hezx81@126.com

\* 通信作者: 王安奎 (1972—), 男, 云南镇雄人, 研究员, 主要从事动物营养与育种研究。E-mail: ynwak@126.com

**Abstract:** The major nutritional components in milk from Zhongdian yak (ZY), Diqing yellow cattle (DYC) and cattle-yak (CY) were analyzed by CombiFoss™ FT+, a combination instrument consisting of the MilkoScan™ FT+ and the Fossomatic™ FC for the determination of milk components. These nutritional components were compared with those from Holstein, Simmental and Yunling cattle bred under the same shed conditions. The results indicated that the contents of milk fat, protein, lactose and total solids were 6.24%, 4.95%, 4.97% and 20.11% for ZY, 6.75%, 4.52%, 4.95% and 19.91% for DYC, and 7.80%, 4.60% and 20.85% for CY. The differences of various milk nutrients for ZD, DYC and CY were not significant ( $P>0.05$ ). The contents of fat, protein and total solids in ZY, DYC and CY were significantly higher than those from Holstein, Simmental and Yunling cattle ( $P<0.01$ ). The lactose content for ZY, DYC and CY, which was comparative with that of Holstein and Simmental ( $P>0.05$ ), was significantly higher than that of Yunling cattle ( $P<0.01$ ), and the exact increment was 4.97%, 4.98% and 4.95%, respectively. The positive correlations between the contents of protein and fat or total solids, as well as the contents between fat and total solids, were significant ( $P<0.01$ ). The milk of ZY, DYC and CY bred under condition of grazing or grazing accompanied with appropriate supplementary feeding is of high nutritional value, which is a nutrient dairy resource of high quality with a promising prospect of developing into high value-added products with plateau characteristic.

**Keywords:** Zhongdian yak, Diqing yellow cattle, Cattle-yak, Yunling cattle, milk nutritional components

牦牛(*Bos grunniens*)是青藏高原地区的主要畜种,它与藏族人民的生活息息相关。中甸牦牛作为我国重要的牦牛地方类群之一,是云南高原藏区的优势牛种,主产于迪庆藏族自治州的香格里拉(中甸)县和德钦县,在迪庆藏族自治州周边的乡城、德荣、稻城等藏区和怒江、丽江等地海拔 2 500~2 800 m 的山区有零星分布。牦牛主产区的海拔 3 000~4 900 m,年均气温 5.2~5.5 ℃,年降水量 600~800 mm,具有冬长夏短、无霜期短、冬季严寒、昼夜温差大的气候特点。中甸牦牛在高海拔、严寒、缺氧、缺草的恶劣条件下能正常繁殖和生产,具有耐粗放、耐粗饲、抗逆性强、泌乳性能较好等特点。迪庆黄牛(*Bos taurus*)为高原类型黄牛,主产地为香格里拉、德钦和维西 3 县,分布在海拔 2800 m 以上的高寒山区,耐粗饲、耐寒冷,对高海拔地区生态环境适应能力强;公牛役用、种用和肉用,母牛主要用于繁殖和挤奶。中甸犏牛多数是中甸牦牛为母本与迪庆黄牛种间杂交而成,其母犏牛用于繁殖和乳用,公犏牛作为役用和肉用。

牦牛乳和犏牛乳是农牧民生产酥油、奶渣等生活必需品的重要原料,而原乳的营养直接关系到乳

制品的品质。因此,科研人员对牦牛主产区的牦牛乳营养进行了较多的研究,具体涉及青海牦牛乳及乳制品营养成分<sup>[1-3]</sup>,四川九龙牦牛乳,红原、阿坝和若尔盖牦牛乳营养成分,及麦洼牦牛乳矿物元素含量<sup>[4-7]</sup>,西藏牦牛乳营养成分、乳清蛋白质组成,牦牛乳及乳制品的脂肪酸组成<sup>[8-10]</sup>,甘肃天祝白牦牛乳营养成分及风味物质,甘南牦牛乳中氮的分布<sup>[11-13]</sup>等。但目前尚未见相关青藏高原同一地区饲养的黄牛与牦牛乳营养比较的报道。中甸饲养牦牛和犏牛挤奶的历史悠久,但仍采用终年放牧的饲养方式,因此相关本地牦牛的研究滞后,特别是中甸牦牛、迪庆黄牛和犏牛乳营养的报道极少且缺乏系统性。《云南省家畜家禽品种志》仅记载了中甸牦牛、犏牛和迪庆黄牛的乳脂率<sup>[14]</sup>,但未对其它乳成分进行报道。近几年,李海梅等<sup>[15]</sup>比较了中甸牦牛和甘南牦牛乳营养成分及乳中氮的分布,He 等<sup>[15]</sup>比较了中甸牦牛、麦洼牦牛和甘南牦牛乳的脂肪酸组成。但至今未见有关中甸犏牛和迪庆黄牛乳营养成分(除乳脂率外)的相关报道。本研究中测定了中甸牦牛、迪庆黄牛和犏牛乳的主要营养成分,并与同期舍饲或半舍饲条件下的荷斯坦牛、肉用西门塔尔牛和云岭牛

(BMY 牛)乳进行比较,旨在补充和完善中甸牦牛乳营养分析资料,填补犏牛和迪庆黄牛乳营养研究的空白,为乳资源的合理开发利用提供必要的参考。

# 1 材料与方法

## 1.1 乳样采集

中甸牦牛、犏牛和迪庆黄牛乳样,采自香格里拉县小中甸镇牧户;云岭牛乳样,采自云南省草地动物科学研究院示范牧场;荷斯坦牛和肉用西门塔尔牛乳样,采自云南省种畜繁育推广中心西门塔尔牛纯繁场。所采集乳样牛的基本情况见表 1。取样时间为 2013 年 12 月。

表 1 乳样采集牛的基本情况

Table 1 Basic information of cattle breeds from which milk samples were collected (Mean±SD)

| 牛种    | 年龄/岁      | 胎次/胎      | 产后天数/d       |
|-------|-----------|-----------|--------------|
| 中甸牦牛  | 8.33±1.86 | 2.67±1.37 | 190.00±15.49 |
| 中甸犏牛  | 8.40±2.67 | 4.30±2.26 | 225.00±92.52 |
| 迪庆黄牛  | 7.67±0.58 | 3.67±0.58 | 255.00±85.84 |
| 荷斯坦牛  | 3.00±0.00 | 1.50±0.71 | 142.50±95.46 |
| 西门塔尔牛 | 5.82±1.99 | 3.36±1.57 | 155.36±81.29 |
| 云岭牛   | 5.71±1.38 | 3.00±1.32 | 90.52±50.55  |

表 2 不同牛种乳营养成分比较

Table 2 Comparison of milk nutritional components from different cattle breeds (Mean±SD)

| 牛种    | 样品数 | 各营养成分质量分数/%            |                           |                          | 总固形物质量分数/%               |
|-------|-----|------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
|       |     | 乳脂肪                    | 乳蛋白质                      | 乳糖                       |                          |
| 中甸牦牛  | 12  | 6.24±2.14 <sup>A</sup> | 4.95±0.44 <sup>Aa</sup>   | 4.97±0.37 <sup>Aa</sup>  | 20.11±2.82 <sup>Aa</sup> |
| 中甸犏牛  | 11  | 7.80±0.86 <sup>A</sup> | 4.60±0.53 <sup>ABab</sup> | 4.98±0.19 <sup>Aa</sup>  | 20.85±2.72 <sup>Aa</sup> |
| 迪庆黄牛  | 6   | 6.75±2.64 <sup>A</sup> | 4.52±1.14 <sup>ABab</sup> | 4.95±0.37 <sup>Aa</sup>  | 19.91±4.70 <sup>Aa</sup> |
| 荷斯坦牛  | 8   | 2.22±0.75 <sup>B</sup> | 3.19±0.14 <sup>Cd</sup>   | 5.23±0.14 <sup>Aa</sup>  | 12.26±1.13 <sup>Bc</sup> |
| 西门塔尔牛 | 22  | 2.27±1.67 <sup>B</sup> | 3.53±0.25 <sup>Ccd</sup>  | 4.81±0.41 <sup>ABa</sup> | 12.33±2.53 <sup>Bc</sup> |
| 云岭牛   | 11  | 3.61±1.76 <sup>B</sup> | 3.96±0.97 <sup>BCbc</sup> | 4.32±0.53 <sup>Bb</sup>  | 15.59±3.94 <sup>Bb</sup> |

注:表中同列不同大写字母和小写字母分别表示达到 1%和 5%的显著差异。

**2.1.2 中甸牦牛、犏牛与荷斯坦牛、肉用西门塔尔牛和云岭牛乳营养成分比较** 中甸牦牛的乳脂肪、乳蛋白质和总固形物质量分数分别比荷斯坦牛高 4.02%、1.76%和 7.85% ( $P<0.01$ ),分别比西门塔尔牛高 3.97%、1.44%和 7.78% ( $P<0.01$ ),分别比云岭牛高 2.63%、0.99%和 4.52% ( $P<0.01$ );中甸牦牛的乳糖质量分数比云岭牛的高 0.65% ( $P<0.01$ ),接近西门塔尔牛,略低于荷斯坦牛的( $P>0.05$ ),表明中甸牦牛的乳糖含量与普通牛差异不大。而犏牛的乳脂

## 1.2 牛的饲养管理

中甸牦牛终年昼夜放牧,极少补饲,冬季和初春极少部分昼牧夜圈,冬春季节母牛适当补饲干草和秸秆;泌乳犏母牛放牧加少量补饲(青稞面+盐的混合面粉);荷斯坦牛和肉用西门塔尔牛采用半舍饲,饲喂酒糟、干草等,自由饮水;云岭牛采用舍饲,饲喂玉米青贮、干草和肉牛精料补充料,自由饮水。

## 1.3 乳营养测定方法

乳脂肪、乳蛋白质、乳糖和总固形物用 Combi Foss FT+乳成分、体细胞联用仪(丹麦制造)测定。

## 1.4 数据处理

试验数据采用 Excel 2007 进行整理,采用 SPSS18.0 软件作方差分析,以 Duncan 多重比较法作均值的多重比较和以 Pearson 法作相关分析。

# 2 结果与分析

## 2.1 不同牛种的乳营养成分比较

不同牛种牛乳的主要营养成分见表 2。

**2.1.1 中甸牦牛、迪庆黄牛和犏牛乳营养成分比较** 中甸牦牛、犏牛和迪庆黄牛乳的各营养质量分数均较高,且各营养成分比较差异不显著( $P>0.05$ ),表明在迪庆高原本地牛种的乳营养均高且相近。

肪、乳蛋白质和总固形物质量分数分别比荷斯坦牛高 5.58%、1.41%和 8.59% ( $P<0.01$ ),分别比西门塔尔牛的高 5.53%、1.09%和 8.52% ( $P<0.01$ ),比云岭牛高 4.19% ( $P<0.01$ )、0.64%和 5.26% ( $P<0.01$ );犏牛的乳糖质量分数比云岭牛高 0.66% ( $P<0.01$ ),与西门塔尔牛、荷斯坦牛比较差异不显著 ( $P>0.05$ )。

**2.1.3 迪庆黄牛与荷斯坦牛、肉用西门塔尔牛和云岭牛乳营养成分比较** 迪庆黄牛的乳脂肪、乳蛋白质和总固形物质量分数分别比荷斯坦牛高 4.53%、

1.33%和 7.65% ( $P<0.01$ ), 比西门塔尔牛的高 4.48%、1.01%和 7.58% ( $P<0.01$ ), 比云岭牛的高 3.14% ( $P<0.01$ )、0.56% ( $P>0.05$ ) 和 4.32% ( $P<0.01$ );迪庆黄牛的乳糖质量分数比云岭牛和西门塔尔牛的高 0.63% ( $P<0.01$ )和 0.14% ( $P>0.05$ ),比荷斯坦牛的低 0.28% ( $P>0.05$ )。

2.2 不同牧户饲养的牦牛、犏牛乳营养成分比较

图 1 所示,3 牧户饲养牦牛的乳营养成分存在一定的差异,A 牧户(饲养管理好)饲养牦牛的乳脂质量分数分别比 B 牧户(饲养管理较好)和 C 牧户(饲养管理一般)高 0.54%和 3.37% ( $P<0.05$ );乳蛋白质质量分数分别比 B 和 C 牧户的高 0.67%和 0.06% ( $P>0.05$ );总固形物质量分数分别比 B 和 C 牧户的高 1.28%和 4.20% ( $P<0.05$ ),但 A 牧户饲养牦牛的乳糖质量分数分别比 B 牧户和 C 牧户的低 0.69% ( $P<0.05$ )和 0.33% ( $P>0.05$ )。

图 2 所示,A 牧户饲养犏牛的乳脂质量分数分别比 B 和 C 牧户的高 0.61% ( $P>0.05$ ) 和 1.67% ( $P<0.05$ );乳蛋白质质量分数分别比 B 和 C 牧户的高 0.63%和 0.18% ( $P>0.05$ );总固形物质量分数分别比 B 和 C 牧户的高 4.02%和 2.77% ( $P>0.05$ );乳糖质量分数则与 B 牧户的相近,比 C 牧户的高 0.18% ( $P>0.05$ )。

表 3 牦牛、犏牛乳营养成分个体间差异

Table 3 Individual diversities of milk nutritional components in yak and cattle-yak

| 牛种   | 牧户别 | 样品数 | 乳脂肪质量分数/% | 乳蛋白质质量分数/% | 乳糖质量分数/%  | 总固形物质量分数/%  |
|------|-----|-----|-----------|------------|-----------|-------------|
| 中甸牦牛 | A   | 4   | 5.37~9.86 | 4.70~5.62  | 4.31~5.00 | 18.73~25.29 |
|      | B   | 4   | 6.87~7.25 | 3.37~4.61  | 5.29~5.46 | 20.67~20.73 |
|      | C   | 4   | 3.97~4.49 | 4.89~5.29  | 4.92~5.07 | 17.47~18.03 |
| 中甸犏牛 | A   | 5   | 7.69~9.11 | 4.30~5.30  | 4.93~5.18 | 21.66~24.01 |
|      | B   | 3   | 7.60~7.92 | 4.22~4.67  | 4.87~5.25 | 14.26~21.60 |
|      | C   | 3   | 6.00~7.15 | 3.97~5.09  | 4.63~5.16 | 18.38~20.80 |

2.4 乳营养成分间的相关性

对所有牛种乳样营养成分数据进行 Pearson 相关分析,结果见表 4。乳蛋白质与乳脂肪、总固形物呈极显著正相关 ( $P<0.01$ ),与乳糖呈弱的负相关 ( $P>0.05$ );乳脂肪与总固形物存在极显著的正相关 ( $P<0.01$ ),与乳糖呈弱的负相关 ( $P>0.05$ )。

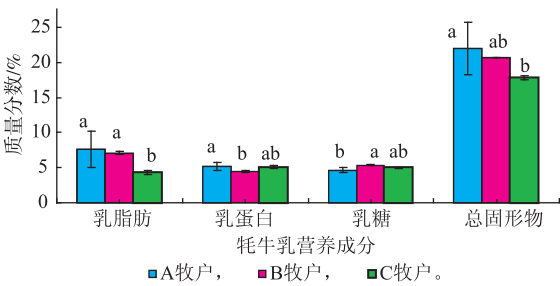


图 1 3 牧户饲养牦牛的乳营养成分比较

Fig. 1 Comparison of milk nutritional compositions of Yak from three herders

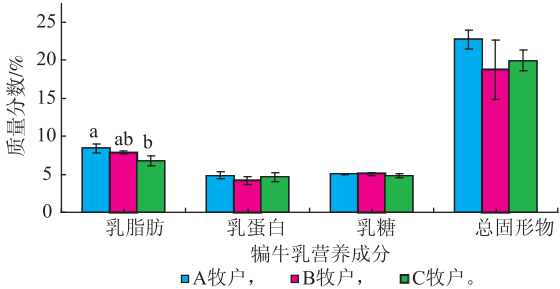


图 2 3 牧户饲养犏牛的乳营养成分比较

Fig. 2 Comparison of milk nutritional components of cattle-yak from three herders

2.3 牦牛、犏牛乳营养成分个体间比较

同一牧户饲养的牦牛和犏牛乳营养个体间存在一定差异,其变化范围见表 3。

表 4 乳营养成分间的相关分析结果

Table 4 Pearson correlation results of milk nutritional components

| 项目   | 乳脂肪       | 乳蛋白质      | 乳糖       |
|------|-----------|-----------|----------|
| 乳蛋白质 | 0.739 7** |           |          |
| 乳糖   | -0.052 6  | -0.080 4  |          |
| 总固形物 | 0.911 9** | 0.782 7** | -0.105 4 |

### 3 讨论

#### 3.1 乳脂肪含量比较

牛乳脂是一种高质量的天然脂肪,且与乳的风味有关<sup>[6]</sup>。乳脂肪以小球或小液滴状分散在乳中,是乳中重要的储能物质和营养成分<sup>[16]</sup>,同时也是犊牛生长初期主要的能量来源。因此,乳脂含量是评价牛乳营养价值及加工性能的重要指标之一。中甸牦牛的平均乳脂质量分数(6.24%)极显著高于同期测定的荷斯坦牛、西门塔尔牛和云岭牛乳;高于天祝白牦牛、青海高寒牧区牦牛和大通牦牛乳,低于甘南牦牛、西藏牦牛、九龙牦牛和水牛(*Bubalus Bubalis*)乳,略低于红原、阿坝和若尔盖3县牦牛乳的平均值;中甸犏牛的乳脂质量分数(7.80%)高于青海高寒山区牦牛和红原、阿坝、若尔盖3县犏牛,但低于青海湖地区犏牛;迪庆黄牛的乳脂率(6.75%)极显著高于同期测定的荷斯坦牛、西门塔尔牛和云岭牛乳,接近藏系绵羊、大多数牦牛、犏牛和水牛乳,但目前尚无藏区黄牛乳脂肪含量的报道参考。

#### 3.2 乳蛋白质含量比较

乳蛋白质作为牛乳的重要成分,其含量被置于牛乳定价体系之首。牛乳蛋白质含量越高品质越好,而且其蛋白质主要含磷蛋白、白蛋白和球蛋白,这3种蛋白质都含有人类所需的全部必需氨基酸<sup>[21]</sup>。中甸牦牛的乳蛋白质质量分数(4.95%)极显著高于同期测定的中甸犏牛及荷斯坦牛、肉用西门塔尔牛和云岭牛乳;高于青海湖地区牦牛、槟榔江水牛及尼里-拉菲牛、摩拉牛和广西水牛乳,低于天祝白牦牛、甘南牦牛、红原牦牛和阿坝牦牛乳,略低于西藏牦牛和大通牦牛乳,与九龙牦牛、德宏水牛和青海高寒山区牦牛乳相近;中甸犏牛的乳蛋白质质量分数(4.60%)高于青海湖地区和高寒山区犏牛的,低于红原犏牛乳;迪庆黄牛的乳蛋白质质量分数(4.52%)略低于同期测定的中甸牦牛和犏牛乳,显著或极显著高于同期测定的荷斯坦牛、肉用西门塔尔牛和云岭牛乳;明显高于九龙藏黄牛和乳用西门塔尔牛乳。

#### 3.3 乳糖含量比较

乳糖是牛乳中最丰富的糖,其甜度是蔗糖的1/6,具有调节胃酸、促进胃肠蠕动和消化腺分泌的作用<sup>[24]</sup>。中甸牦牛的乳糖质量分数与同期测定的迪庆黄牛、犏牛及荷斯坦牛和西门塔尔牛的接近,但显

著地高于云岭牛乳;高于青海高寒山区的牦牛乳、藏系绵羊乳和青海湖地区牦牛乳,低于尼里-拉菲牛、摩拉牛和广西当地水牛乳的平均值,略低于西藏牦牛乳,与大通牦牛和德宏水牛乳相近;中甸犏牛的乳糖质量分数(4.98%)高于青海高寒山区的犏牛乳,低于青海湖地区犏牛乳;迪庆黄牛的乳糖质量分数显著高于同期测定的云岭牛乳,与西门塔尔牛乳基本一致,略低于荷斯坦牛乳,高于藏系绵羊、乳用西门塔尔牛和荷斯坦牛乳。

#### 3.4 总固形物含量比较

总固形物是乳品的一个重要指标,其代表总营养含量的多少。中甸牦牛乳的总固形物质量分数介于犏牛和迪庆黄牛乳,三者差异不显著,但极明显地高于同期测定的荷斯坦牛、西门塔尔牛和云岭牛乳;中甸牦牛乳的总固形物质量分数高于其他品种牦牛乳,同样也高于水牛乳;中甸犏牛乳的总固形物质量分数高于青海高寒牧区犏牛乳,同样亦高于其它牦牛品种及普通牛和水牛乳。详见表5。

#### 3.5 影响牛乳营养成分的因素

影响牛乳营养成分的因素多而复杂,包括品种、年龄、健康状况、胎次、泌乳阶段与泌乳量、饲养水平、饲养环境和气候及个体差异等<sup>[1-2,8-9,12,25-26]</sup>,进而影响奶源的品质。本研究中所有供试牛乳样采集时间同期,牦牛、犏牛和迪庆黄牛以放牧为主,尽管牛群的膘情从夏秋的丰草期增膘后进入枯草期的开始掉膘阶段,但它们的乳脂肪、蛋白质和总固形物质量分数均显著高于舍饲条件下其他牛乳。这一方面可能与高原型牛种为适应高寒山区恶劣气候环境而形成的代谢机制有关,但其代谢机制等尚不清楚;另一方面可能与冬季牦牛、犏牛和迪庆黄牛的产奶量低有关。本研究中不同牧户饲养牦牛的乳脂肪、乳蛋白质、乳糖和总固形物质量分数差异均较大,而犏牛乳中除乳脂肪含量存在差异外,其它成分差异不明显。表明牦牛的乳营养成分更容易受饲养环境和营养状况的影响,也可能与牧户普遍对挤奶的犏牛适当补饲,营养状况相对较好有关。此外,在相同的饲养条件下牛个体间的乳营养成分差异较大。提示在自然放牧条件下牦牛乳营养易受牧草丰缺状况的影响。

#### 3.6 乳品开发前景

乳脂肪除提供营养外,还具有许多生理活性,特别是乳脂中的中短链脂肪酸和不饱和脂肪酸

表 5 不同牛种(品种)乳营养成分比较  
Table 5 Comparison of milk nutritional components from different cattle breeds

| 牛种            | 样本数 | 乳脂肪<br>质量分数/% | 乳蛋白质<br>质量分数/% | 乳糖<br>质量分数/% | 总固形物<br>质量分数/% | 文献<br>来源 |
|---------------|-----|---------------|----------------|--------------|----------------|----------|
| 天祝白牦牛         | 18  | 5.64          | 6.53           | —            | 18.38          | [11]     |
| 甘南牦牛          | —   | 7.56          | 5.32           | 5.34         | 17.76          | [13]     |
| 青海湖地区牦牛       | —   | 9.50          | 4.30           | 4.30         | —              | [2]      |
| 青海高寒牧区牦牛      | 21  | 5.99          | 5.00           | 3.20         | 16.84          | [1]      |
| 大通牦牛          | 15  | 4.71~5.06     | 5.09~5.10      | 4.96~5.02    | 15.44~15.91    | [3]      |
| 中甸牦牛          | 30  | 5.16          | 4.37           | 4.58         | 14.68          | [13]     |
| 西藏牦牛          | 48  | 7.14          | 5.06           | 5.00         | 18.45          | [9]      |
| 九龙牦牛          | 40  | 6.89          | 4.91           | 4.73         | 17.37          | [4]      |
| 红原、阿坝牦牛       | —   | —             | 5.21~6.16      | —            | —              | [5]      |
| 红原、阿坝和若尔盖牦牛   | 24  | 6.50          | —              | —            | —              | [6]      |
| 青海湖地区犏牛       | —   | 9.00          | 3.70           | 6.20         | —              | [2]      |
| 青海高寒牧区犏牛      | 16  | 4.62          | 4.56           | 3.27         | 15.27          | [1]      |
| 藏系绵羊          | 63  | 6.94          | 4.85           | 4.19         | —              | [20]     |
| 九龙藏黄牛         | 43  | —             | 2.90           | —            | —              | [22]     |
| 尼里-拉菲、摩拉和广西水牛 | 233 | 6.80          | 4.70           | 5.50         | 17.00          | [17]     |
| 德宏水牛          | 56  | 6.87          | 4.99           | 4.88         | 17.61          | [18]     |
| 槟榔江水          | 10  | 7.31          | 4.54           | 5.01         | —              | [19]     |
| 乳用西门塔尔牛       | 31  | 4.27          | 4.02           | 4.51         | 13.81          | [23]     |
| 荷斯坦牛          | 16  | 2.98~3.57     | 3.09~3.25      | 4.11~4.64    | 12.24~12.63    | [18, 23] |

(UFA)对人体健康十分有益。功能性脂肪酸(FFA)共轭亚油酸(CLA)具有抗癌、降低体脂含量、预防糖尿病的发生、抑制动脉粥样硬化、提高细胞免疫力的功效<sup>[29-30]</sup>。牦牛乳被称为天然的浓缩乳,不仅其蛋白质、脂肪、干物质、糖和灰分含量高于普通牛乳<sup>[9]</sup>,而且乳脂肪种类多达 25 种,多于犏牛乳的 22 种和黑白花牛乳的 20 种,乳中所含多不饱和脂肪酸尤其是功能性脂肪酸种类丰富且含量高,如共轭亚油酸等占总脂肪酸的质量分数也显著高于犏牛和黑白花牛乳<sup>[10,31]</sup>。但牦牛品种(类群)间存在一定的差异,中甸牦牛乳的总多不饱和脂肪酸(PUFAs)质量分数达4.82%,极显著高于甘南牦牛乳(质量分数3.68%)和麦洼牦牛乳(质量分数3.99%)<sup>[15]</sup>。同时,牦牛和犏牛乳蛋白质和氨基酸质量分数都高于普通牛乳,且必需氨基酸种类齐全<sup>[5,13]</sup>,中甸牦牛乳的酪蛋白氮(NCN)质量分数高于甘南牦牛乳<sup>[13]</sup>,牦牛乳附加值的增加成为可能<sup>[9]</sup>。酥油主要以不饱和脂肪酸为主,酥油中的多不饱和脂肪酸在组成和质量分数与普通牛乳相比存在明显差别,且功能性脂肪酸二十碳五烯酸、二十二碳五烯酸在牛乳脂肪中没有发现<sup>[31-32]</sup>。

尽管中甸牦牛、犏牛和迪庆黄牛的产奶量较低,但其乳营养物质含量高,这对保证高寒牧区新生犊牛的正常生长发育和犊牛成活率具有重要的意义,同时也是生产高品质高原天然特色乳制品的重要原料。由于牦牛的产奶量低,近年来以高山牧场放牧为主的牧户逐渐放弃对牦牛挤奶,其目的是最大限度地确保犊牛的健康生长,提高其成活率。鉴于目前中甸牦牛改良仍采用本地黄牛和牦牛杂交生产犏牛的方式,其产奶量提高幅度小。因此,在保证中甸牦牛保种的前提下,引进适合的乳用或乳肉兼用型牛种改良中甸牦牛生产犏牛,最大限度地提高产奶量,生产优质的乳制品,意义重大。牦牛、犏牛和黄牛以自然草地放牧为主,生产的牦牛和犏牛乳是一种营养丰富的天然绿色食品,具有开发高营养系列产品的潜力和发展空间。

4 结 语

中甸牦牛、迪庆黄牛及其种(属)间杂种犏牛乳的总固形物、脂肪和蛋白质质量分数高,均显著或极显著高于普通牛种的荷斯坦牛、西门塔尔牛及含瘤牛(*Bos indicus*)血缘的云岭牛乳,乳总固形物质

量分数高于水牛乳,乳脂肪和乳蛋白质质量分数接近水牛乳,具有开发高附加值高原特色乳品的潜质。中甸牦牛是我国牦牛遗传资源中重要的类群之一,本研究补充和完善了中甸牦牛乳营养的相关资

料,填补了迪庆黄牛和犏牛乳营养研究的空白。

有关不同季节中甸牦牛、犏牛和迪庆黄牛乳矿物质、氨基酸及脂肪酸含量的分析等尚待研究,以便为科研和乳品生产等提供更详细的参考依据。

## 参考文献:

- [1] 魏雅萍,徐惊涛,童子保,等. 青海高寒牧区犏牛挤乳量及乳成分分析[J]. 中国牛业科学,2008,34(5):31-34.  
WEI Yaping, XU Jingtao, TONG Zibao, et al. Determination to the milk yields and milk contents of Qinghai in the alpine pasture area[J]. **China Cattle Science**, 2008, 34(5):31-34. (in Chinese)
- [2] 彤豪峰,谈重芳,李宗伟,等. 青海湖地区几种乳制品营养成分的初步研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(8):3234-3235.  
RONG Haofeng, TAN Chongfang, LI Zongwei, et al. Preliminary study on nutrient components of several dairy products from Qinghai Lake region[J]. **Journal of Anhui Agricultural Sciences**, 2008, 36(8):3234-3235. (in Chinese)
- [3] 周小玲,郝力壮,洪金锁,等. 饲喂油菜籽对放牧牦牛乳生产性能和乳脂肪酸的影响[J]. 动物营养学报,2009,21(1):53-58.  
ZHOU Xiaoling, HAO Lizhuang, HONG Jinsuo, et al. Effects of rapeseed supplementation on milk performance and milk fatty acids in Grazing yaks[J]. **Chinese Journal of Animal Nutrition**, 2009, 21(1):53-58. (in Chinese)
- [4] 宇向东,文勇立,钟光辉. 九龙牦牛乳用性能研究[J]. 草与畜杂志,1997(2):17-19.  
YU Xiangdong, WEN Yongli, ZHONG Guanghui. Study on the milk performance of Jiulong yak[J]. **Grass-Feeding Livestock**, 1997(2):17-19. (in Chinese).
- [5] 伍红,黄友鹰,陈炼红,等. 牦牛及犏牛奶蛋白质和氨基酸含量分析[J]. 西南民族学院学报:自然科学版,1997,23(2):162.  
WU Hong, HUANG Youying, CHENG Lianhong, et al. Analysis of the contents of protein and amino acid in the milk of yaks and cattle yaks[J]. **Journal of Southwest Nationalities College: Natural Science Edition**, 1997, 23(2):162. (in Chinese)
- [6] 伍红,黄友鹰,陈炼红. 牦牛和犏牛奶中脂肪含量及碘值分析[J]. 西南民族学院学报:自然科学版,1998,24(1):61-63.  
WU Hong, HUANG Youying, CHENG Lianhong, et al. Analysis on butterfat and iodine value in the milk of yaks and cattle-yaks [J]. **Journal of Southwest Nationalities College: Natural Science Edition**, 1998, 24(1):61-63. (in Chinese)
- [7] 郑玉才,胡小成,钟光辉,等. 不同泌乳阶段牦牛乳中几种矿物质的含量[J]. 中国草食动物,2001,3(2):8-10.  
ZHENG Yucui, HU Xiaocheng, ZHONG Guanghui, et al. Several mineral components of yak milk in different lactation stages[J]. **Chinese Herbivores Sciences**, 2001, 3(2):8-10. (in Chinese)
- [8] 王永,龙虎,刘鲁蜀. 西藏牦牛乳营养成分及乳清蛋白组成的研究[J]. 中国畜牧杂志,1998,34(5):22-23.  
WANG Yong, LONG Hu, LIU Lushu. Study on nutrient component and whey protein of Tibet yak milk [J]. **Chinese Journal of Animal Sciences**, 1998, 34(5):22-23. (in Chinese)
- [9] 于莉,罗章,孟云,等. 西藏地区牦牛乳理化和微生物指标的检测分析[J]. 中国乳品工业,2006,34(9):8-10.  
YU Li, LUO Zhang, MENG Yun, et al. Chemical and microbiological composition analyses of yak milk in Tibet[J]. **China Dairy Industry**, 2006, 34(9):8-10. (in Chinese)
- [10] 苟钰姣,丁路明,王玉鹏. 牦牛乳及乳制品、犏牛和黑白花奶牛乳的脂肪酸组成分析[J]. 草业科学,2013,30(2):274-280.  
GOU Yujiao, DING Luming, WANG Yupeng. Fatty acid components among yak milk and its dairy products, cattle-yak and cow milk[J]. **Pratacultural Science**, 2013, 30(2):274-280. (in Chinese)
- [11] 余群力,韩玲,蒋玉梅,等. 白牦牛乳营养成分及风味物质分析[J]. 营养学报,2005,27(4):333-335.  
YU Qunli, HAN Ling, JIANG Yumei, et al. Analysis of the nutritional components and flavorful substances of white yak's milk [J]. **Acta Nutrimenta Sinica**, 2005, 27(4):333-335. (in Chinese)
- [12] 胡志耘,梁琪,张卫兵,等. 不同胎次和泌乳天数对牦牛初乳营养品质的影响[J]. 食品科学技术学报,2013,31(1):38-42.  
HU Zhiyun, LIANG Qi, ZHANG Weibing, et al. Influence of parities and lactation days on nutritional quality of yak colostrum[J]. **Journal of Food Science and Technology**, 2013, 31(1):38-42. (in Chinese)
- [13] 李海梅,马莺,程金菊,等. 中甸和甘南牦牛乳中氮的分布[J]. 中国乳品工业,2010,38(9):12-14,31.  
LI Haimei, MA Ying, CHENG Jinju, et al. Nitrogen distribution in Zhongdian and Gannan yak milks[J]. **China Dairy Industry**, 2010, 38(9):12-14,31. (in Chinese)
- [14] 云南省家畜家禽品种志编写委员会. 云南省家畜家禽品种志[M]. 昆明:云南科技出版社,1987:63-93.

- [15] He S H, Ma Y, Wang J Q, et al. Milk fat chemical composition of yak breeds in China [J]. **Journal of Food Composition and Analysis**, 2011, 24(2): 223-230.
- [16] Schmidt G H. Biology of Lactation[M]. New York:Freman Company, 1991: 181-195.
- [17] 邹彩霞, 杨炳壮, 韦升菊, 等. 水牛乳能值与乳成分的相关性研究[J]. 动物营养学报, 2010, 22(4): 964-968.  
ZOU Caixia, YANG Bingzhuang, WEI Shengju, et al. A study on correlation of milk energy and composition of water buffalo[J]. **Chinese Journal of Animal Nutrition**, 2010, 22(4): 964-968. (in Chinese)
- [18] 李卫真, 张永云, 王强, 等. 云南德宏水牛乳基本组分的研究[J]. 中国奶牛, 2010(1): 50-53.  
LI Weizhen, ZHANG Yongyun, WANG Qiang, et al. Study on components of Dehong buffalo milk of Yunnan province [J]. **China Dairy Cattle**, 2010(1): 50-53. (in Chinese)
- [19] 张永云, 张颖, 王绍卿, 等. 槟榔江水牛、摩拉水牛和荷斯坦牛乳成分比较分析[J]. 中国奶牛, 2012(7): 24-26.  
ZHANG Yongyun, ZHANG Ying, WANG Shaoqing, et al. Comparative analysis of milk compositions of Binlangjiang buffalo, Murrah buffalo and Holstein cow[J]. **China Dairy Cattle**, 2012(7): 24-26. (in Chinese)
- [20] 王永, 郑玉才, 梁梓, 等. 不同胎次草地藏系绵羊乳营养成分、酶活力及蛋白组分的研究[J]. 家畜生态学报, 2006, 27(6): 148.  
WANG Yong, ZHENG Yucai, LIANG Zi, et al. Study on nutrient composition, enzymatic activities and protein components in Tibetan sheep milk of different births[J]. **Acta Ecologiae Animalis Domastici**, 2006, 27(6): 148. (in Chinese)
- [21] 牛奶中含有多上中营养成分 [EB/OL][2015-06-01]. <http://baike.baidu.com/link?url=rPzrhvQP5WUadk3exN24Yflk82vh2wsBmhRgaR957XD6JWJy9RNQB5VZEe29q5PXfWPwIwJ9uo-Who6I2xmbq>.
- [22] 李玉萍, 卢帮敏, 金素钰, 等. 九龙藏黄牛乳蛋白的组成及遗传多态性研究[J]. 中国畜牧兽医, 2011(6): 123-125.  
LI Yuping, LU Bangmin, JIN Suyu, et al. Milk composition and protein genetic polymorphisms of Jiulong Tibetan yellow cattle [J]. **China Animal Husbandry & Veterinary**, 2011(6): 123-125. (in Chinese)
- [23] 孙悦, 李铁柱, 张莉, 等. 乳肉兼用型西门塔尔牛乳化学组成及营养评价[J]. 中国乳品工业, 2012, 40(4): 8-11.  
SUN Yue, LI Tiezhu, ZHANG Li, et al. Chemical composition and nutrition of Simmental cattle's milk [J]. **China Dairy Industry**, 2012, 40(4): 8-11. (in Chinese)
- [24] 提高牛奶营养价值的措施[EB/OL][2014-12-06]. <http://wenku.baidu.com/view/08da496bb84ae45c3b358cd7.html>.
- [25] 周恒, 李燕鹏, 李启琳, 等. 增加牛奶乳蛋白含量的营养措施[J]. 河北农业科学, 2007, 11(6): 73-75.  
ZHOU Heng, LI Yanpeng, LI Qilin, et al. The nutritional measures to improve the content of milk protein [J]. **Journal of Hebei Agricultural Sciences**, 2007, 11(6): 73-75. (in Chinese)
- [26] 杨永新, 王加启, 卜登攀, 等. 牛乳重要营养品质特征的研究进展[J]. 食品科学, 2013, 34(1): 328-332.  
YANG Yongxin, WANG Jiaqi, BU Dengpan, et al. A review on research progress in key nutritional characteristics of milk[J]. **Food Science and Technology**, 2013, 34(1): 328-332. (in Chinese)
- [27] 刘锋, 王锋, 李瑞东, 等. 不同地区牛乳常规营养成分及氨基酸的比较研究[J]. 中国乳业, 2011, 113: 38-39.  
LIU Feng, WANG Feng, LI Ruidong, et al. Comparative study of nutritional component and amino acid of cow's milk in different areas[J]. **China Dairy**, 2011, 113: 38-39. (in Chinese)
- [28] 刘锋, 金曙光, 马剑波. 内蒙古不同地区不同季节牛乳常规营养成分的研究[J]. 中国畜牧兽医, 2009, 36(3): 131-133.  
LIU Feng, JIN Shuguang, MA Jianbo. Study on nutrient components of cow's milk in different seasons and regions of Inner Mongolia[J]. **China Animal Husbandry & Veterinary**, 2009, 36(3): 131-133. (in Chinese)
- [29] Benjamin S, Spener F. Conjugated linoleic acids as functional food: An insight into their health benefits [J]. **Nutrition and Metabolism**, 2009, 36(6): 1-13.
- [30] Pariza M W, Park Y, Cook M E. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid[J]. **Progress in Lipid Research**, 2001, 40(4): 283-298.
- [31] 喻峰, 熊华, 吕培蕾. 牦牛乳脂肪酸结构与功能特性分析[J]. 中国食品学报, 2006, 6(1): 311-315.  
YU Feng, XIONG Hua, LU Peilei. Study on the structure and specialty of fatty acids of yak milk [J]. **Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology**, 2006, 6(1): 311-315. (in Chinese)
- [32] 喻峰, 熊华, 吕培蕾. 西藏牦牛酥油脂肪酸成分分析及功能特性评价[J]. 中国油脂, 2006, 31(11): 35-37.  
YU Feng, XIONG Hua, LU Peilei. Fatty acid composition and function evaluation of Tibet yak butter [J]. **China Oil and Fats**, 2006, 31(11): 35-37. (in Chinese)