

# 源于不同原料乳曲拉的品质分析

王琳琳, 韩玲\*, 韩爽, 武悦

(甘肃农业大学食品科学与工程学院, 甘肃兰州 730070)

**摘要:** 为了比较分析牦牛乳、犏牛乳、黑白花牛乳和利用这3种牛乳所制曲拉的品质差异,以3种牛乳及其所制曲拉为研究对象,对3种牛乳的理化性质和3种曲拉在发酵过程中pH、滴定酸度、持水力、感官品质及质构特性进行了测定分析。结果表明:3种牛乳及其所制曲拉的品质之间存在一定差异。其中,牦牛乳的干物质含量为18.30%,蛋白质含量为5.80%、脂肪含量为6.15%,显著高于犏牛乳和黑白花牛乳( $p < 0.05$ );犏牛乳的乳糖含量最高,其干物质、蛋白质和脂肪含量也较高;犏牛曲拉在发酵过程中的pH、滴定酸度、持水力、感官品质及质构特性与牦牛曲拉非常相近,表明其制作曲拉的品质与牦牛曲拉类似,说明犏牛乳在一定程度上可以替代牦牛乳作为曲拉的原料乳,用以解决牦牛乳资源短缺的难题。

**关键词:** 原料乳, 曲拉, 品质

## Quality analysis of Qula maded from different raw milk

WANG Lin-lin, HAN Ling\*, HAN Shuang, WU Yue

(College of Food Science and Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** In order to compare and analyze the quality differences of yak milk, cattle-yak milk, holstein milk and Qula made from them, three kinds of milk and Qula as the research materials, the physical and chemical properties in the milk and pH, titratable acidity, the water holding capacity, the sensory quality and texture feature of Qula in the fermentation process were investigated. The result showed that there were some differences in three kinds of milk and Qula. Total solids content of yak milk was 18.30%, protein content was 5.80%, fat content was 6.15%, being higher than that in cattle-yak milk and holstein milk ( $p < 0.05$ ). Lactose content of cattle-yak milk was the highest and total solids, protein and fat content were also higher, pH, titratable acidity, the water holding capacity, the sensory quality and texture feature of cattle-yak Qula were similar to yak Qula, so cattle-milk can be the Qula raw milk to solve the problems of yak milk resource shortage to a certain extent.

**Key words:** raw milk; Qula; quality

中图分类号: TS252.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2015)19-0128-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2015.19.018

牦牛是青藏高原的主要畜种之一,犏牛是黄牛与牦牛远源杂交的后代,杂种一代犏牛生产性能明显优于牦牛,但杂种一代公犏牛不育,使得杂种优势无法固定<sup>[1-2]</sup>,牦牛和犏牛都是“世界屋脊”的著名牛种,长期生活在海拔3000 m以上的纯天然牧场,对高寒缺氧的生态环境具有很强的适应性<sup>[3]</sup>。牦牛乳是各类牛乳中品质最佳的,具有高蛋白高乳脂的牦牛乳是生产高级乳制品的优质原料<sup>[4]</sup>。曲拉(藏语,指奶干渣),是青藏高原地区的牧民将牦牛乳脱脂分离、煮开、接种乳酸菌发酵使乳蛋白凝固,经脱水干燥所得的奶干渣<sup>[5]</sup>。曲拉资源的产生和分布与我国牦牛的分布及广大藏族牧区传统生活方式、居住分散的特点相关<sup>[6-7]</sup>,在中国乃至世界上只有甘青川三省交界的青藏高原牧民有将牦牛乳制成曲拉的生活

习惯,是中国的独有资源<sup>[8]</sup>。

受自然、社会经济发展等条件的限制,牦牛生长基本还是完全依赖于天然草地和传统的饲养管理模式,牦牛畜牧业的发展主要还是维持在一种自繁自衍的水平,致使牦牛产业发展受到阻滞,科技支撑能力相对较低<sup>[9-10]</sup>。同时由于牦牛品种退化严重,个体生产性能降低,生产周期延长,部分草场超载过牧,草地退化,畜牧业资源遭受破坏,草原生态日趋恶化,以及中介组织和市场发育程度低,乳制品、皮革制品、毛制品等相关龙头企业少等原因也严重影响了牦牛产业的健康发展<sup>[11-12]</sup>,这也导致以牦牛乳为主要原料的各类乳制品的生产加工受到一定的制约,又由于犏牛的生产发育、体尺、体重以及生产性能均比牦牛有较大的提高<sup>[13]</sup>,因此,为了减缓牧区牦牛乳

收稿日期: 2015-01-12

作者简介: 王琳琳(1988-),女,硕士研究生,研究方向: 畜产品加工, E-mail: jiayouwl123@163.com。

\* 通讯作者: 韩玲(1963-),女,教授,研究方向: 畜产品加工及贮藏, E-mail: hanl@gsau.edu.cn。

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项经费项目(201303085)。

资源短缺等问题,制作曲拉的原料在不断地由牦牛乳向犏牛乳过度,牧区以及一些干酪素生产企业也越来越多地利用犏牛乳来生产加工曲拉和干酪素等乳制品。

本文以牦牛乳、犏牛乳和黑白花牛乳3种牛乳及利用这3种牛乳制作的曲拉样品为研究对象,测定分析3种牛乳的理化指标以及3种曲拉在发酵过程中pH、滴定酸度、持水力、感官品质及质构特性之间的差异,旨在寻找不同原料乳所制曲拉品质之间的差异,为犏牛乳替代牦牛乳制作曲拉提供理论依据,同时也为利用犏牛乳制作其他乳制品提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

**牦牛乳和犏牛乳** 甘南牧区,黑白花牛乳采自甘肃农业大学奶牛场,在现场分别将3种牛乳装罐后置于含冰低温采样箱带回实验室, -4℃冷藏备用。

**菌粉** MGD1-3 (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*)、MGB39-5 (*Streptococcus thermophilus*)、BM5152 (*Lactobacillus plantarum*) 3种乳酸菌混合冻干所制菌粉 甘肃农业大学实验室;

95%乙醇、浓硫酸、乙酸镁、硼酸、甲基红指示剂、溴甲酚绿指示剂、亚甲基蓝指示剂、石油醚(以上试剂均为分析纯)、盐酸(优级纯)、氢氧化钠(优级纯)等。

**SW-CJ-IFD型单人单面净化工作台** 苏州净化设备有限公司; **YX280A型手提式压力蒸汽灭菌器** 上海医用核子仪器厂; **HG3034A型电热培养箱** 南京飞腾实验仪器有限公司; **PHS-3C型pH计** 上海虹益仪器仪表有限公司; **BSA224S型电子天平** 北京赛多利斯仪器系统有限公司; **L500台式低速离心机** 长沙湘仪离心机仪器有限公司; **TA.XT Plus质构仪** 超技仪器有限公司; **NDJ-8S型旋转式粘度计** 上海平轩科学仪器有限公司; **HH-S8型电热恒温热水槽** 北京科伟永兴仪器有限公司; **KDN-08C型凯氏定氮仪** 上海昕瑞仪器仪表有限公司; **SXT-02型索氏提取器** 上海洪纪仪器设备有限公司; **XKMF-2000A型马弗炉** 河南鑫科分析仪器有限公司等。

### 1.2 实验方法

**1.2.1 曲拉制作工艺流程** 牛乳→离心脱脂→过滤→杀菌→冷却→接菌→发酵→干燥→成品

**1.2.2 操作要点** (1)离心脱脂:利用奶油分离机,在相同条件下,选择合适的乳流量进行脱脂。

(2)过滤:将脱脂后的牛乳用四层纱布过滤,弃去滤渣,保留滤液。

(3)杀菌:将过滤后脱脂乳置于63℃水浴锅中杀菌30 min。

(4)接菌:将直投式发酵剂,按3%质量体积比接种到灭菌脱脂乳中,用保鲜膜密封。

(5)发酵:42℃条件下恒温发酵。

(6)干燥:将发酵后的曲拉置于42℃的热风干燥箱内干燥。

**1.2.3 3种曲拉的制作** 取3种脱脂乳各1200 mL,分别分装于18个250 mL三角瓶中,每个三角瓶装200 mL牛乳,将三角瓶中的牛乳进行巴氏杀菌,冷却后按3%质量体积比接种直投式发酵剂,在42℃条件下恒温发酵,每隔1.5 h,取出每种牛乳曲拉各一瓶,不经过干燥处理,用于测定发酵过程中的各指标;再取经过巴氏杀菌的3种脱脂乳各250 mL,分装于3个已灭菌的直径为15 cm的培养皿中,按3%质量体积比接种直投式发酵剂,在42℃条件下恒温发酵,达到发酵终点(pH达到4.5以下)后,立即进行感官评价,再冷藏24 h用于质构参数的测定。

**1.2.4 3种牛乳营养指标测定** 干物质、蛋白质、脂肪、乳糖和灰分分别依据GB/T8303-2013、GB 5009.5-2010、GB/T 5009.6-2003、GB 5413.5-2010、GB 5009.4-2010等方法进行测定。

**1.2.5 pH测定** 取3种牛乳各50 mL,利用pH计测定pH;在发酵1.5、3.0、4.5、6.0、7.5、9.0 h时分别取出装有3种曲拉的三角瓶,测定3种曲拉发酵乳的pH。

**1.2.6 滴定酸度测定** 取10 mL发酵乳,用20 mL的蒸馏水稀释,加入0.5 mL体积分数为0.5%的酒精性酚酞指示剂,以浓度0.1 mol/L的NaOH滴定,将消耗的NaOH体积(mL)数乘以10,即每100 mL牛乳中所需要的浓度为0.1 mol/L的NaOH的毫升数为1°T,称为1吉尔涅尔度。

取3种牛乳各50 mL用于滴定酸度的测定;在发酵1.5、3.0、4.5、6.0、7.5、9.0 h时分别取出装有3种曲拉的三角瓶,分别测定3种曲拉发酵乳的滴定酸度。

**1.2.7 持水力测定** 分别取10 mL曲拉发酵乳放入离心管中。离心管质量记 $w_1$ ,加入发酵乳后的质量记为 $w_2$ ,离心速度为6000 r/min,离心10 min,静置10 min,吸去上清液,此时质量记为 $w_3$ 。

持水力计算公式:

$$M(\%) = (w_3 - w_1 / w_2 - w_1) \times 100$$

在发酵1.5、3.0、4.5、6.0、7.5、9.0 h时分别取出装有3种曲拉的三角瓶,取3种曲拉发酵乳各10 mL,测定3种曲拉发酵乳的持水力。

**1.2.8 TPA测定** 采用TA.XT Plus质构仪对3种湿曲拉的质构参数进行测定,采用柱形探头,其平端直径为50 mm;测试前探头下降速度:2.0 mm/s,测试速度:2.0 mm/s,测试后探头回程速度:2.0 mm/s,时间:5.00 s,测试距离:30.0 mm,触发力:5 g,记录速率:200 PPS。

**1.2.9 感官评定** 感官评定小组为专业评价组,由受过专业感官培训的人员组成,由10名固定食品专业老师和学生对湿曲拉的外观色泽(3分)、组织状态(4分)、风味(3分)进行感官评分,满分10分。

### 1.3 数据处理与统计分析

所有测定数据,采用Microsoft 2013 Excel(美国微软公司)和SPSS19.0软件(美国IBM公司)整理,多重比较采用Duncan法,实验重复3次,取平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 3种牛乳理化指标比较分析

表1 3种牛乳理化指标分析

Table 1 Analysis of physical and chemical indicators in three kinds of milk

测定项目	干物质(%)	蛋白质(%)	脂肪(%)	乳糖(%)	灰分(%)	pH	酸度(°T)
牦牛乳	18.30 ± 0.57 <sup>a</sup>	5.80 ± 0.25 <sup>a</sup>	6.15 ± 0.14 <sup>a</sup>	5.19 ± 0.20 <sup>b</sup>	0.84 ± 0.04 <sup>a</sup>	6.36 ± 0.06 <sup>b</sup>	13.74 ± 0.88 <sup>a</sup>
犏牛乳	16.45 ± 0.26 <sup>b</sup>	4.85 ± 0.11 <sup>b</sup>	5.28 ± 0.06 <sup>b</sup>	5.61 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.79 ± 0.03 <sup>ab</sup>	6.26 ± 0.06 <sup>b</sup>	11.45 ± 0.66 <sup>b</sup>
黑白花牛乳	12.85 ± 0.31 <sup>c</sup>	3.45 ± 0.15 <sup>c</sup>	3.26 ± 0.09 <sup>c</sup>	4.79 ± 0.13 <sup>c</sup>	0.77 ± 0.02 <sup>b</sup>	6.67 ± 0.03 <sup>a</sup>	11.19 ± 0.17 <sup>b</sup>

注:同列含相同小写字母或无字母表示差异不显著( $p > 0.05$ ),同列含不同小写字母表示差异显著( $p < 0.05$ ),表3同。

由表1可知,3种牛乳的营养成分、pH和滴定酸度都存在一定差异( $p < 0.05$ )。

由上表可知,牦牛乳的干物质含量为18.30%,蛋白含量为5.80%,脂肪含量为6.15%,显著高于犏牛乳和黑白花牛乳( $p < 0.05$ ),灰分含量与犏牛乳无显著性差异,但显著高于黑白花牛乳( $p < 0.05$ ),这与牦牛自然放牧的生长条件有关,牦牛一直生活在海拔较高的纯天然草场,雨水充足,牧草鲜嫩,致使牦牛乳的营养成分优于其他牛乳,是一种高蛋白高脂肪的营养牛乳;犏牛乳的干物质、蛋白质和脂肪含量都位于其他两种牛乳之间,同时其乳糖含量为5.61%,显著高于其他两种牛乳( $p < 0.05$ ),灰分含量与其他两种牛乳无显著性差异,犏牛是牦牛和黄牛的杂交品种,生存环境与牦牛相近,干物质含量、乳蛋白和乳脂肪含量都比较高,此研究结果同魏雅萍等<sup>[14]</sup>的结果相一致,表明犏牛乳的营养成分和牦牛乳的营养成分相接近,也是一种高蛋白高脂肪的营养牛乳。

由表1可以看出,3种牛乳的pH和滴定酸度也存在一定差异。其中,黑白花牛乳的pH为6.67,显著高于其他两种牛乳( $p < 0.05$ ),牦牛乳和犏牛乳的pH无显著性差异;牦牛乳的酸度为13.74°T,显著高于其他两种牛乳( $p < 0.05$ ),主要原因是3种牛的饲养条件及生长环境不同,导致3种牛乳的pH和滴定酸度存在一定的差异。

## 2.2 3种曲拉发酵过程中pH分析

图1为接种发酵剂后3种曲拉发酵乳pH的变化情况。由图1可以看出,不同曲拉原料乳接种发酵剂后pH的变化不同,随着发酵时间的延长,3种曲拉发酵乳的pH都呈现下降趋势。其中,牦牛曲拉发酵乳发酵1.5h时,pH显著低于其他两种曲拉发酵乳( $p < 0.05$ ),3.0h时pH与其他两种曲拉发酵乳无显著性差异,4.5h时,pH显著高于黑白花曲拉发酵乳,显著低于犏牛曲拉发酵乳( $p < 0.05$ );发酵4.5h到7.5h时,牦牛和犏牛曲拉发酵乳的pH无显著性差异但都显著高于黑白花曲拉发酵乳( $p < 0.05$ );7.5h时,黑白花曲拉发酵乳的pH达到4.48,说明发酵7.5h后,乳酸菌在黑白花牛乳中的产酸能力较强;9.0h时,3种曲拉发酵乳的pH无显著性差异。出现上述情况的原因可能是,不同的营养环境对乳酸菌的生长代谢和分布起着重要作用,乳酸菌利用3种牛乳的营养成分充当其生长代谢所必需的营养物质,但基于3种牛乳营养成分及理化指标的不同,导致乳酸菌的产酸能力存在一定的差异,同时,由于3个体系pH下降程度不同,致使乳酸菌的发酵能力下降趋势不同,最终导致3种曲拉发酵乳

的pH变化有所不同。

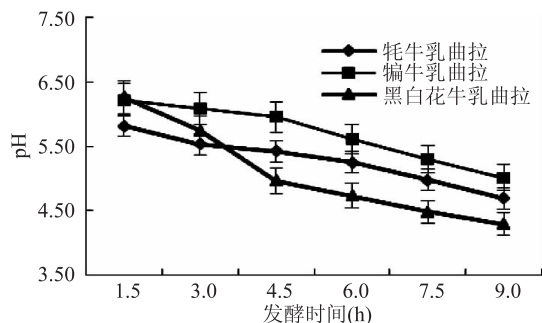


图1 3种曲拉发酵过程中pH的变化

Fig.1 pH value changes of three kinds of Qula in the fermentation process

## 2.3 3种曲拉发酵过程中滴定酸度分析

滴定酸度能够影响曲拉的品质以及风味,是评判曲拉质量和发酵速度快慢的重要指标,由于原料乳理化指标不同,接种后乳酸菌的产酸水平不同,致使曲拉的发酵速度存在一定差异<sup>[15]</sup>。由图2可以看出,不同原料乳接种发酵剂后,滴定酸度存在一定差异,随着发酵时间的延长,3种曲拉发酵乳的滴定酸度不断增大。3种曲拉发酵乳的发酵速度在开始的1.5~3.0h时较快,直到约4.5h处,发酵乳的发酵速度变化幅度减小;1.5h时,3种曲拉发酵乳的滴定酸度存在显著性差异( $p < 0.05$ ),3.0h时,牦牛和犏牛曲拉发酵乳的滴定酸度无显著性差异,但都显著高于黑白花牛乳曲拉( $p < 0.05$ ),4.5h后,3种曲拉发酵乳的滴定酸度都存在显著性差异,说明发酵乳的发酵速度差异较大,发酵9.0h后,牦牛和犏牛曲拉发酵乳的滴定酸度均达到95°T无显著性差异,但都显著高于黑白花曲拉发酵乳( $p < 0.05$ )。犏牛曲拉发酵乳的滴定酸度,在整个发酵过程中都位于其他两种曲拉发酵乳两者之间,同时滴定酸度的变化趋势同牦牛曲拉,说明其发酵速度与牦牛曲拉相当。

## 2.4 3种曲拉发酵过程中持水力分析

由图3可知,不同曲拉原料乳接种发酵剂后持水力也存在一定差异( $p < 0.05$ )。

接种发酵剂后3种曲拉发酵乳的持水力都呈上升趋势,在整个发酵过程中,3种曲拉发酵乳的持水力都存在显著性差异( $p < 0.05$ )。其中,在发酵1.5h到3.0h这段时间内,3种发酵乳的持水力变化不大,发酵4.5h后,3种发酵乳的持水力都呈现出明显的上升趋势;黑白花曲拉发酵乳的持水力较其他两种发酵乳的持水力差,乳清析出率较高,说明其凝乳效果较差;犏牛曲拉发酵乳的持水力变化趋势与牦牛

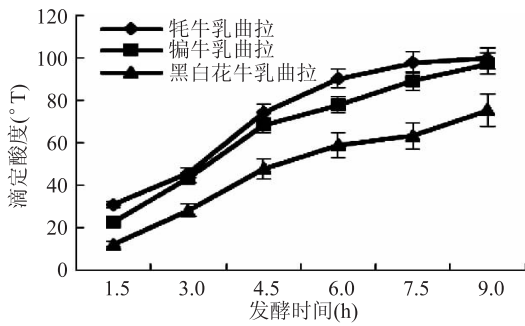


图2 3种曲拉发酵过程中滴定酸度的变化  
Fig.2 Titratable acidity changes of three kinds of Qula in the fermentation process

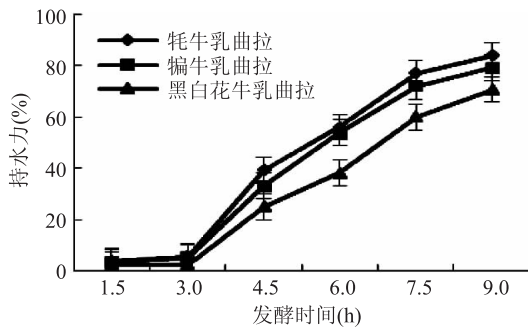


图3 3种曲拉发酵过程中持水力的变化  
Fig.3 Water holding capacity changes of three kinds of Qula in the fermentation process

曲拉发酵乳的变化趋势相似且持水力相差不大,发酵7.5 h后,犏牛和牦牛曲拉发酵乳的持水力都在70%以上,说明其保持水分的能力较强,凝乳效果较好,原因是发酵乳的持水力受总固形物和总蛋白含量的影响<sup>[16]</sup>,乳中含较高浓度的固形物含量,会使乳中具有胶体特性的蛋白含量相对增加,乳中的酪蛋白在发酵乳发酵期间凝结形成网络结构,可封闭大量水分,同时,乳蛋白表面的活性部位可通过氢键结合大量的水分,因此固形物含量和蛋白含量较高的牦牛乳和犏牛乳的持水力较好,乳清析出较少,凝乳效果较好<sup>[17]</sup>。

### 2.5 3种曲拉感官评价结果

由表2可知,牦牛乳曲拉和犏牛乳曲拉的香气

表2 3种曲拉的感官评定

Table 2 Sensory evaluation of three kinds of Qula

测定项目	感官评定文字描述结果	感官得分(分)
牦牛乳曲拉	乳白色、透明度最好;质地坚实细腻、无乳清析出;乳香味浓郁、无酸涩味。	8.6
犏牛乳曲拉	乳白色、透明度较好;质地较坚实细腻、有少量乳清析出;乳香味较浓郁、无酸涩味。	8.2
黑白花牛乳曲拉	微黄、透明度较差;质地不坚实、有大量乳清析出;乳香味较淡、有酸涩味。	7.4

表3 3种曲拉的TPA质构分析

Table 3 TPA texture analysis of three kinds of Qula

测定项目	硬度(g)	黏性(g·s)	内聚性	胶粘性
牦牛乳曲拉	66.27 ± 0.72 <sup>a</sup>	35.73 ± 0.53 <sup>b</sup>	0.75 ± 0.08	49.55 ± 6.03 <sup>a</sup>
犏牛乳曲拉	63.01 ± 1.88 <sup>b</sup>	37.33 ± 0.40 <sup>a</sup>	0.72 ± 0.10	45.26 ± 7.85 <sup>ab</sup>
黑白花牛乳曲拉	51.26 ± 0.50 <sup>c</sup>	27.85 ± 0.85 <sup>c</sup>	0.68 ± 0.04	35.08 ± 1.86 <sup>b</sup>

注:同列含相同小写字母或无字母表示差异不显著( $p > 0.05$ ),同列含不同小写字母表示差异显著( $p < 0.05$ )。

浓,色泽好,质地坚实细腻,透明度好且持水力强,说明两种曲拉的凝乳效果较好,而黑白花牛乳曲拉的感官评价结果较差,表明其凝乳效果较差。

### 2.6 3种曲拉的TPA分析

应用美国SMS公司的TA.XT Plus质构仪对湿曲拉进行TPA质构分析。

从表3可知,3种湿曲拉具有各自不同的质构特性,其中牦牛曲拉的质构特性较突出,犏牛曲拉次之,黑白花牛乳曲拉的质构特性较差。影响发酵乳质构特性的因素很多,其中主要影响因素为原料乳的脂肪含量、干物质含量以及蛋白质的种类及含量,它们是决定发酵乳质构特性的重要物质基础<sup>[18]</sup>。从表1可以看出,3种原料乳的干物质含量、脂肪含量以及蛋白质的种类及含量都存在显著差异,这也使利用3种牛乳制作的曲拉质构特性存在一定区别。

本实验所用的TPA参数有硬度,黏性,内聚性和胶粘性,它们都是表征发酵乳质构特性的重要参数。由表3可知,牦牛乳曲拉的硬度为66.27 g,显著高于其他两种曲拉( $p < 0.05$ ),犏牛乳曲拉的硬度较牦牛乳曲拉的硬度小3.26 g,显著高于黑白花牛乳曲拉的硬度( $p < 0.05$ ),这与对3种曲拉感官评定的结果相一致;黏性是反映探头由于克服样品粘着作用所消耗的功,犏牛乳曲拉的黏性最好,为37.33 g·s,显著高于其他两种牛乳曲拉( $p < 0.05$ );3种原料乳曲拉的内聚性无显著性差异,牦牛和犏牛曲拉内聚性都较黑白花牛乳曲拉高;胶粘性是模拟表示将半固体样品破裂成吞咽时的稳定状态所需的能量<sup>[19]</sup>,犏牛乳曲拉的胶粘性与牦牛乳曲拉和黑白花牛乳曲拉均无显著性差异,牦牛乳曲拉的胶粘性显著高于黑白花牛乳曲拉的胶粘性( $p < 0.05$ )。

综上所述,牦牛乳曲拉的质构特性较其他两种曲拉好,说明其凝乳状态最好;犏牛乳曲拉的质构特性与牦牛乳曲拉相差不大,也优于黑白花牛乳曲拉,表明犏牛乳曲拉的凝乳状态也较好,黑白花牛乳曲拉的凝乳情况最差。

### 3 结论

3种牛乳的营养成分、pH和酸度都存在一定差异( $p < 0.05$ )。其中牦牛乳的干物质、蛋白质和脂肪

含量都显著高于犏牛乳和黑白花牛乳( $p < 0.05$ ),灰分含量显著高于黑白花牛乳( $p < 0.05$ );犏牛乳的乳糖含量是3种牛乳中最高的,干物质、蛋白质和脂肪含量也较高,杂种优势明显,乳品质同牦牛乳一样,也是一种高蛋白高脂肪的营养牛乳。

3种曲拉在发酵过程中pH、滴定酸度、持水力、感官品质及质构特性都存在一定差异( $p < 0.05$ ),这与3种牛乳理化指标之间的差异存在较大相关性。其中,牦牛乳的发酵速度、持水力和感官品质都较其他两种曲拉好,说明其凝乳效果最好;同时,犏牛乳曲拉的发酵速度、感官品质及质构特性与牦牛曲拉相差不大,表明犏牛乳曲拉的品质也较优,黑白花牛乳曲拉的品质最差。伴随着牦牛资源短缺以及犏牛产业的发展,在生产实际中,可以利用犏牛乳替代牦牛乳用于曲拉和干酪素等乳制品的生产加工,用以缓解牦牛产业面临的压力。

### 参考文献

- [1] Wang Q, Zhao X, Ren Y, et al. Effects of high pressure treatment and temperature on lipid oxidation and fatty acid composition of yak body fat [J]. Meat Science, 2013, 94 (4): 489-494.
- [2] 付永,魏雅萍,陈生梅.黄牛、牦牛和犏牛睾丸组织中Boule基因 mRNA 表达水平[J].中国畜牧杂志,2013,49(1):10-13.
- [3] 付永,魏雅萍,孟茹.牦牛、犏牛和黄牛生产性能、肉营养品质及风味物质的比较[J].动物营养学报,2013,25(11):2734-2740.
- [4] Bao Q H, Liu W J, Yu J, et al. Isolation and identification of cultivable lactic acid bacteria in traditional yak milk products of Gansu province in China [J]. Journal of general and applied microbiology, 2012, 58: 95-105.
- [5] 王军,王琳琳,韩玲,等.曲拉热风干燥工艺参数筛选及色泽品质评价[J].农业工程学报,2014,30(16):296-304.
- [6] Liu H N, Zhang C, Zhang H, et al. pH treatment as an effective tool to select the functional and structural properties of yak milk caseins [J]. Journal of dairy science, 2013, 96(9): 5494-5500.
- [7] Ren Q R, Zhang C, Guo H Y, et al. Detection of cow milk adulteration in yak milk by ELISA [J]. Journal of dairy science, 2014, 97(10): 6000-6006.
- [8] 韩玲,许敬东,张福娟,等.牦牛“曲拉”乳酸干酪素生产工艺研究[J].中国乳品工业,2006,34(2):36-39.
- [9] 丁凤焕.牦牛、犏牛及黄牛肉脂肪酸和风味物质测定及生产性能的比较分析[D].青海:青海大学,2008.
- [10] 侯丽,柴沙驼,刘书杰,等.青海牦牛肉与秦川牛肉食用品质和加工品质的比较研究[J].食品科学,2013,34(11):49-52.
- [11] Yin R H, Bai W L, Wang J M, et al. Development of an assay for rapid identification of meat from yak and cattle using polymerase chain reaction technique [J]. Meat Science, 2009, 83(1): 38-44.
- [12] 陆仲璘,何晓林.牦牛乳的开发利用刍议[J].中国牛业科学,2009,35(5):46-48.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 吴宪忠,赵辉,吴国峰.乳酸菌在酸奶中的应用及研究进展[J].中国酿造,2007(1):1-4.
- [16] 梁海艳,张铁华,郑健,等.人参多糖对乳酸菌发酵及酸奶质构特性的影响[J].中国乳品工业,2013,41(1):21-24.
- [17] 王攀,张富新.乳固形物浓度对养酸奶发酵特性的影响[J].食品工业科技,2010,31(7):154-156.
- [18] 范宇,陈历俊,赵常新.酸奶质构影响因素研究进展[J].中国乳品工业,2009,37(7):30-33.
- [19] 赵谋明,刘宏锋,林伟锋,等.酪蛋白水解物对酸奶发酵的促进作用及其对酸奶质构的影响[J].食品工业科技,2005,26(7):78-83.

(上接第127页)

- [14] 马占强,石启龙.干燥方法对雪莲果粉品质特性的影响[J].食品工业科技,2013,34(17):201-205.
- [15] 王弘,陈宣鸿,马陪琴.粉体特性的研究进展[J].中国新药杂志,2006,15(18):1535-1539.
- [16] 王储炎.桑椹果醋、果粉生物加工技术及功能特性的研

究[D].博士学位论文,江苏科技大学,2013.

- [17] 温靖,徐玉娟,肖更生,等.番石榴果实的营养价值和药理作用及其加工利用[J].农产品加工,2009(6):11-17.
- [18] 徐金瑞,张名位,张金奖,等.番石榴抗氧化作用及其与黄酮含量的关系[J].食品研究与开发,2008,29(7):9-12.

权威·核心·领先·实用·全面