

# 高速离心生牛乳所得4种分离物的感官及干燥失重分析

薛丹<sup>1</sup>, 李宏梁<sup>1\*</sup>, 张莉<sup>2</sup>, 魏莉娟<sup>3</sup>, 黄峻榕<sup>1</sup>

(1. 生命科学与工程学院, 陕西科技大学, 西安 710021; 2. 陕西省产品质量监督检验研究院, 西安 710048;  
3. 西安市产品质量监督检验院, 西安 710065)

**摘要:** **目的** 通过高速离心发现了牛乳一个被忽视的简单现象, 可用于鉴别牛乳的掺假问题。**方法** 本实验以奶牛场不同泌乳期的正常生牛乳为对象, 通过10000 r/min的转速进行高速离心20 min, 对离心产物进行感官和干燥失重分析。**结果** 高速离心能快速使生牛乳形成4种分离物, 分别为: 上层悬浮的奶皮, 静置20 min后会溶解消失、离心管壁上半部分附着的半圆形稀奶油、脱脂乳液体、离心管底部的沉淀物。对于泌乳期为2、4、6个月的正常乳, 4种产物的感官评定无显著差异, 4种产物的干物质占生牛乳总干物质质量百分比的平均值分别为8.2%、15.3%、72.0%、4.5%。**结论** 此方法为牛乳的掺假鉴别提出了一种新思路, 简单、快速、成本低、重现性好。

**关键词:** 牛乳; 高速离心; 感官评定; 干物质

## Sensory evaluation and dry matter analysis on 4 isolates obtained from high-speed centrifugation of raw milk

XUE Dan<sup>1</sup>, LI Hong-Liang<sup>1\*</sup>, ZHANG Li<sup>2</sup>, WEI Li-Juan<sup>3</sup>, HUANG Jun-Rong<sup>1</sup>

(1. College of Life Science and Engineering, Shaanxi University of Science and Technology, Xi'an 710021, China;  
2. Shaanxi Province Product Quality Supervision and Inspection Institute, Xi'an 710048, China;  
3. Xi'an Product Quality Supervision and Inspection Institute, Xi'an 710065, China)

**ABSTRACT: Objective** A simple phenomenon after high-speed centrifugation of raw milk was used to evaluate milk adulteration. **Methods** Normal raw milk during different lactation period, obtained from dairy farm, was high-speed centrifuged at 10000 r/min for 20 min. Samples after centrifugation were analyzed upon dry matter and sensory evaluation. **Results** Four isolates appeared rapidly after the high-speed centrifugation of raw milk: the upper suspended milk skin, which was dissolved after standing for 20 min, the semicircle cream that adhered to the upper half wall of centrifuge tube, the liquid skim milk, and the sediment at the bottom of centrifuge tube. For normal raw milk during 2, 4, and 6 months of lactation, on average, sensory evaluation of the 4 products showed no significant differences, the dry matter of these 4 isolates were accounted for 8.2%, 15.3%, 72.0%, and 4.5% (w:w), respectively, of the total dry matter of raw milk. **Conclusion** This is a new method for evaluation of milk adulteration which is simple and fast, with low cost and good reproducibility.

**KEY WORDS:** milk; high speed centrifugation; sensory evaluation; dry matter

基金项目: 西安市科技技术项目(NC1208(3))

**Fund:** Supported by Xi'an Science and Technology Project (NC1208 (3))

\*通讯作者: 李宏梁, 副教授, 主要研究方向为食品安全。E-mail: lih1@sust.edu.cn

\*Corresponding author: LI Hong-Liang, Associate Professor, Shaanxi University of Science and Technology, Wei yang District, Xi'an 710021, China. E-mail: lih1@sust.edu.cn.

## 1 引言

牛乳是由水分、乳蛋白质、乳脂肪、乳糖、矿物质、磷脂、维生素、酶类、免疫体、色素及一些其他微量成分构成的复杂的胶体系,具有较高的营养价值<sup>[1-4]</sup>。在美国和其他许多国家,牛乳是所有食品中法律控制最严的,美国各州法律规定乳中脂肪含量下限为3%~3.8%。法规中规定了总乳固体含量,在美国大多数州,其法定范围为11.2%~12.25%。关于成分标准以及防止牛乳和所有重要乳制品发生掺假也有相应法规,就液体牛乳来说,联邦标准规定脂肪最低含量为3.25%,非脂乳固体最低含量为8.25%<sup>[5]</sup>。乳业是食品工业中第一大产业,但是近年来,乳品安全问题频频发生,乳品掺假已成为困扰我国乳品工业发展的一个突出问题<sup>[6,7]</sup>。向天然牛乳中添加低成本或没有营养价值的物质视为乳品掺假,主要方法有用低成本的蛋白和脂肪原料(如乳清粉、植物油)代替牛乳中的乳蛋白和乳脂肪,从而降低成本,获得高利润<sup>[8-11]</sup>。本实验通过高速离心生牛乳,可以发现牛乳的一个经常被人们所忽视的简单特性,观察分离后离心管中的现象,进一步研究将能够快速的鉴别牛乳中是否存在低成本的脂肪原料掺假。

## 2 材料与方法

### 2.1 材料与试剂

主要原料:新鲜生牛乳(泌乳期为第2、4、6、9月的生牛乳),品种为荷斯坦黑白花奶牛,采自陕西省西安市第三奶牛场。

### 2.2 仪器与设备

BS323 s 电子天平(精确度 0.001 g):北京赛多利斯仪器系统有限公司;佳牌高速冷冻离心机:安徽中科中佳科学仪器有限公司;电热恒温干燥箱:上海跃进医疗器械厂;HH-6 数显恒温水浴锅:国华电器有限公司;大龙牌移液枪(10 mL):大龙兴创实验仪器有限公司。

### 2.3 实验方法

#### 2.3.1 样品预处理

新鲜生牛乳用纱布过滤后,将生牛乳置于 95 °C 水浴 10 min,然后在 4 °C 条件下贮存<sup>[12-13]</sup>。

#### 2.3.2 高速离心法分离乳脂肪

称取 60 g 生牛乳,置于 100 mL 的离心管中,离心机的温度为 20 °C、转速为 10000 r/min,离心的时间为 20 min,观察生牛乳离心后的现象,分别称量并收集得到的上层奶皮、脱脂乳、壁上的稀奶油及底部沉淀,测定生牛乳和 4 种分离物的干物质含量。

#### 2.3.3 感官评定<sup>[14]</sup>

##### 2.3.3.1 色泽

将样品置于自然光下观察。

##### 2.3.3.2 滋味与气味

在通风良好的室内,取样品先闻其气味,后品尝其滋味,多次品尝应用温开水漱口。

##### 2.3.3.3 组织状态

用小刀切取部分试样,置于白色盘中,在自然光下观察其组织状态。

#### 2.3.4 测定干物质含量<sup>[15]</sup>

取洁净的称量瓶,内加 10 g 海砂及一根小玻棒,置于 101 °C ~ 105 °C 干燥箱中,干燥 1 h 后取出,放入干燥器内冷却 0.5 h 后称量,并重复干燥至恒重。然后称取 5 g ~ 10 g 试样(精确至 0.0001 g),置于蒸发皿中,用小玻棒搅匀放在沸水浴上蒸干,并随时搅拌,擦去皿底的水滴,置 101 °C ~ 105 °C 干燥箱中干燥 4 h 后盖好取出,放入干燥器内冷却 0.5 h 后称量。然后再放入 101 °C ~ 105 °C 干燥箱中干燥 1 h 左右,取出,放入干燥器内冷却 0.5 h 后再称量。并重复以上操作至前后两次质量差不超过 0.2 g,即为恒重。

## 3 结果与分析

### 3.1 生牛乳高速离心后 4 种分离物的感官评定

本研究发现,取一定量的新鲜生牛乳通过 10000 r/min 的转速进行高速离心,结果发现离心完成后会得到 4 种分离物,将泌乳期为第 2、4、6、9 个月的生牛乳高速离心后,现象见图 1。



图 1 泌乳期为第 2、4、9、6 个月的生牛乳高速离心后的现象  
Fig. 1 The phenomenon of lactation period at 2, 4, 9, and 6 months of raw milk after high-speed centrifugation

由图 1 可知生牛乳通过高速离心可以得到上层悬浮的奶皮、壁上附着的半圆形稀奶油、脱脂乳及离心管底部沉淀物, 对比表 1、2 可知泌乳期为第 2、4、6 个月的生牛乳高速离心后壁上的稀奶油呈均匀一致的淡黄色, 有光泽, 具有浓郁的乳香味, 泌乳期为第 9 个月的生牛乳高速离心后壁上的稀奶油微黄, 乳香味很淡。生牛乳高速离心后得到的上层奶皮如果不及及时收集, 静置 20 min 后会溶于脱脂乳中, 因此离心结束应立即收集上层奶皮。由此可见, 新鲜生牛乳高速离心后都可得到 4 种分离物, 而牛乳成分不同, 高速离心后所得物质感官也会不同, 通过高速离心可以了解牛乳特有的现象, 再测定生牛乳和 4 种分离物的干物质含量, 为进一步了解牛乳高速离心后

的情况提供基础研究支持。

### 3.2 生牛乳高速离心后 4 种分离物的干物质质量

取 60 g 新鲜生牛乳通过 10000 r/min 的转速进行高速离心, 可以得到 4 种分离物, 其中稀奶油及沉淀物在转移过程中会附着在离心管壁上不易收集, 对其干物质含量有所影响, 为了减少这种误差将附有稀奶油及沉淀物的离心管放入冰箱稍冷冻后取出再收集。分别称量离心后得到的上层奶皮、脱脂乳、壁上的稀奶油及底部沉淀物的质量, 将生牛乳和得到的 4 种分离物在 101 °C~105 °C 下烘干至恒重, 分别称量它们的干物质质量, 具体结果见表 3。

表 1 泌乳期为第 2、4、6 个月的生牛乳高速离心后 4 种分离物的感官评定

Table 1 Sensory evaluation of 4 isolates from lactation period at 2, 4 and 6 months of raw milk after high speed centrifugation

	色泽	滋味与气味	组织状态
生牛乳	乳白色中稍带微黄色	微甜, 具有浓郁的乳香味, 无其他任何异味	呈均匀的流体, 无沉淀、凝块和机械杂质, 无粘稠和浓厚现象
上层奶皮	乳白色中稍带微黄色, 均匀一致	微甜, 具有浓郁的乳香味, 无其他任何异味	组织均匀, 稠度适中, 粘刀, 脆弱较疏松
壁上稀奶油	呈均匀一致的淡黄色, 有光泽	微甜, 具有奶油纯正的香味, 无其他任何异味	组织均匀紧密, 较柔软发腻, 粘刀, 脆弱疏松
脱脂乳	乳白色	微甜, 具有浓郁的乳香味, 无其他任何异味	呈均匀的流体, 无沉淀、凝块和机械杂质, 无粘稠和浓厚现象
沉淀物	乳白色带微黄色	平淡而无滋味	组织不均匀, 中间微黄边缘乳白, 较稠, 粘刀, 脆弱较疏松

表 2 泌乳期为第 9 个月的生牛乳高速离心后 4 种分离物的感官评定

Table 2 Sensory evaluation of 4 isolates from lactation period at 9 months of raw milk after high speed centrifugation

	色泽	滋味与气味	组织状态
生牛乳	乳白色中稍带微黄色	微甜, 乳香味很淡, 无其他任何异味	呈均匀的流体, 无沉淀、凝块和机械杂质, 无粘稠和浓厚现象
上层奶皮	乳白色中稍带微黄色, 均匀一致	微甜, 乳香味很淡, 无其他任何异味	组织均匀, 稠度适中, 粘刀, 脆弱较疏松
壁上稀奶油	乳白色中稍带微黄色, 均匀一致	微甜, 乳香味很淡, 无其他任何异味	组织均匀, 较柔软发腻, 粘刀, 脆弱疏松
脱脂乳	乳白色	无甜味, 乳香味很淡, 无其他任何异味	呈均匀的流体, 无沉淀、凝块和机械杂质, 无粘稠和浓厚现象
沉淀物	乳白色带微黄色	平淡而无滋味	组织不均匀, 中间微黄边缘乳白, 较稠, 粘刀, 脆弱较疏松

表3 泌乳期为第2、4、6、9个月的生牛乳高速离心后4种分离物及各自干物质质量  
Table 3 Four isolates and their dry matter quality from lactation period for 2, 4, 6 and 9 months of raw milk after high speed centrifugation

不同泌乳期的生牛乳	第2个月	第4个月	第6个月	第9个月
生牛乳质量(g)	60.0	60.0	60.0	60.0
60 g 生牛乳离心得到上层奶皮的质量(g)	1.37	1.34	1.33	1.54
60 g 生牛乳离心得到稀奶油的质量(g)	1.96	1.98	1.98	1.87
60 g 生牛乳离心得到管底沉淀物的质量(g)	0.83	0.91	0.81	0.63
60 g 生牛乳离心得到脱脂乳的质量(g)	55.60	55.59	55.65	55.64
60 g 生牛乳离心得到的4种样品质量之和(g)	59.76	59.82	59.77	59.68
脱脂乳的得率(%)	92.67	92.65	92.75	92.73
60 g 生牛乳离心得到上层奶皮的干物质质量(g)	0.59	0.57	0.58	0.73
60 g 生牛乳离心得到稀奶油的干物质质量(g)	1.08	1.10	1.06	1.15
60 g 生牛乳离心得到脱脂乳的干物质质量(g)	5.09	5.05	5.07	3.98
60 g 生牛乳离心得到沉淀物的干物质质量(g)	0.31	0.33	0.30	0.36
60 g 生牛乳的干物质质量(g)	7.09	7.07	7.05	6.26
60 g 生牛乳离心得到的4种样品干物质质量之和(g)	7.07	7.05	7.01	6.22

本实验对不同泌乳期的新鲜生牛乳进行了高速离心,得到了4种分离物分别是上层悬浮的奶皮、壁上附着的半圆形稀奶油、脱脂乳及底部沉淀物,对生牛乳离心后4种分离物进行了干物质质量分析,结果显示泌乳期为第2、4、6个月的生牛乳干物质含量约为7.1 g/60 g,非脂乳固体含量约为5.1 g/60 g,4种产物(奶皮、稀奶油、脱脂乳、沉淀物)的干物质占生牛乳总干物质质量百分比平均值分别为8.2%、15.3%、72.0%、4.5%,将泌乳期为第2、4、6个月的生牛乳干物质质量进行数据分析,结果显示3个月之间不存在显著差异( $P > 0.05$ )。泌乳期为第9个月的生牛乳干物质含量约为6.2 g/60 g,非脂乳固体含量约为4.0 g/60 g,4种产物(奶皮、稀奶油、脱脂乳、沉淀物)的干物质占生牛乳总干物质质量百分比分别约为11.7%、18.5%、64.0%、5.8%。将泌乳期为第2、4、6个月的生牛乳干物质和泌乳期为第9个月的生牛乳干物质质量进行数据分析,结果显示泌乳期为第2、4、6个月的生牛乳干物质质量和泌乳期为第9个月的生牛乳干物质质量有显著差异( $P < 0.05$ )。这是由于泌乳期为第2、4、6个月的生牛乳属于常乳,常乳的感官特性与干物质含量稳定,而第9个月以后的生牛乳接近末乳,它的化学成分与常乳相比有所变化<sup>[16]</sup>。

牛乳离心后得到的稀奶油有其特有的滋味、气味和组织形态,此特性只属于牛乳,只因为牛乳独特的组成与结构,是其他物质所不具有的,若在牛乳中加入其他物质,改变牛乳特有的组成,离心后就不会出现带有乳香味的稀奶油或稀奶油质量减少。例如一些不法商人为增加利润在牛乳中添加水,又为了不被相关部门检查出来,又向其中加入低成本的蛋白粉及植物油等,若只用常用检测脂肪蛋白的方法是检测不出来的。利用本实验方法,将牛乳高速离心,由于植物油不会形成稀奶油,因此高速离心后离心管壁上带有乳香味的稀奶油及其干物质质量会减少。通过高速离心我们发现了牛乳的一个经常被人们所忽视的简单特性,可以进一步研究此方法来鉴别牛乳的一些掺假问题。

#### 4 结论与建议

正常乳的成分和性质基本稳定,干物质含量基本不变,因此可以将牛乳高速离心分离。若离心后有4种分离物,且离心管壁上附着带有乳香味的稀奶油形状为特有的半圆形,干物质含量也与生牛乳离心后4种分离物的干物质含量无显著差异,通过这种方法可以来鉴别市售牛乳中加入其他低成本物代替乳

脂肪的掺假问题。该方法只通过肉眼就可以判断生牛乳中的乳脂含量, 高效快捷, 成本低、重现性好、所需仪器设备简单, 每个通过 QS 认证的乳制品企业, 都具备了本实验所需的仪器条件, 而且本检测方法的操作步骤易推广, 是一种适合我国国情、贴合实际需要的乳品安全检测技术。此方法为牛乳的掺假鉴别提出了一种新思路。但若要以此方法作为标准鉴定牛乳的掺假问题, 仍需做大量实验再进一步具体研究。

## 参考文献

- [1] Parker R. Introduction of food science [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2005: 245-248.  
Parker R. Introduction of food science [M]. Beijing: China Light Industry Pressing, 2005: 245-248.
- [2] 马占峰, 刘洪芳. 影响牛奶成分的因素[J]. 中国奶牛, 2012, 1: 44-46.  
Ma ZF, Liu HF. Factors affecting milk composition [J]. China Cows, 2012, 1:44-46.
- [3] 崔雯. 季节对牛乳成分的影响[J]. 乳业科学与技术, 2009, 134(1): 39-41.  
Cui Wen. Seasonal effects on milk composition [J]. Dairy Sci and Technol, 2009, 134 (1): 39-41.
- [4] 李宏伟. 牛乳感官评鉴综述[J]. 内蒙古石油化工, 2013, 5: 40-43.  
Li HW. Summary milk sensory evaluation [J]. Inner Mongolia Petrochem Ind, 2013, 5: 40-43.
- [5] Norman NP, Joseph HH. 食品科学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2001: 250-252.  
Norman NP, Joseph HH. Food science[M]. Beijing: China Light Industry Pressing, 2001: 250-252.
- [6] 李宏梁, 黄峻榕, 李红, 等. 酪蛋白质量分数作为乳品掺假检验指标的探讨[J]. 中国乳品工业, 2008, 36(1): 52-54,62.  
Li HL, Huang JR, Li Hong, *et al.* Discussion on mass fraction of casein as an index for adulteration testing in milk and milk products [J]. China Dairy Ind, 2008, 36(1): 52-54,62.
- [7] 张云峰, 李翠霞. 乳品质量安全监管对策分析[J]. 学习与探索, 2013, 212(3): 118-120.  
Zhang YF, Li CX. Dairy quality and safety supervision countermeasures [J]. Lear Explor, 2013, 212(3): 118-120.
- [8] 孙鹏, 王俊, 王加启. 牛乳掺假物质及其快速检测方法研究[J]. 中国奶牛, 2009, 9: 49-51.  
Sun P, Wang J, Wang QJ. Rapid detection method and substance of milk adulteration [J]. China Cows, 2009, 9: 49-51.
- [9] 赵光华, 胡京枝, 金明奎. 乳品中常见掺假手段及其鉴别[J]. 农业质量标准, 2007, 4: 30-31.  
Zhao GH, Hu JZ, Jin MK. Milk adulteration means common and differential [J]. Agric Qual Stand, 2007, 4: 30-31.
- [10] 魏莉娟, 孙雯, 成霏, 等. 酪蛋白沉淀测定方法在市售纯牛乳中的应用与验证[J]. 食品科技, 2014, 39(7): 290-292,299.  
Wei LJ, Sun W, Cheng P, *et al.* Precipitation determination of casein and its application and verification in pure milk from market [J]. Food Sci and Technol, 2014, 39(7): 290-292,299.
- [11] 秦思文, 刘丽云, 鲍晓凤, 等. 原料乳中牛尿、豆浆水掺假感官评定检测方法[J]. 中国乳品工业, 2013, 41(12): 41-52.  
Qin SW, Liu LY, Bao XF, *et al.* Testing method of sensory evaluation for adulterating cow urine and soybean milk in raw milk [J]. China Dairy Ind, 2013, 41(12): 41-52.
- [12] 杨楠, 梁琪, 杨敏, 等. 不同加热温度对牦牛乳酪蛋白的影响[J]. 食品科学, 2013, 34(19): 14-18.  
Yang N, Liang Q, Yang M, *et al.* Effect of heating temperature on casein in yak milk [J]. Food Sci, 2013, 34(19): 14-18.
- [13] 王伟军. 牛乳加热及乳粉热相关工艺对蛋白聚合及凝固特性的影响[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2012.  
Wang WJ. Effect of heat treatment of bovine milk and the thermal-related processes during manufacture of milk powder on protein aggregation and coagulation properties [D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2012.
- [14] RHB 401-2004. 奶油感官质量评鉴细则[S].  
RHB 401-2004. Cream sensory quality evaluation rules [S].
- [15] GB 5009.3-2010. 食品中水分的测定[S].  
GB 5009.3-2010. Determination of moisture in foods [S].
- [16] 蒋爱民, 南庆贤. 畜产食品工艺学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008: 146-148.  
Jiang AM, Nan QX. Livestock food technology [M]. Beijing: China Agricultral Pressing, 2008: 146-148.

(责任编辑: 白洪健)

## 作者简介



薛丹, 在读硕士研究生, 主要研究方向为乳及乳制品安全。  
E-mail: xuedan63@163.com



李宏梁, 副教授, 研究方向为食品添加剂及食品安全。  
E-mail: lih1@sust.edu.cn