

鲜牛奶重要指标的生化实验 ——鲜牛奶的性价比分析

李嘉铭, 陈丛聪*, 陆红, 王琦, 胡晓波, 江培翊

(复旦大学 生物科学教学实验中心, 生物化学实验室, 上海 200433)

摘要:以光明牌系列鲜牛奶为研究对象,选取蛋白质含量和钙含量作为测定对象,以考马斯亮蓝 G-250 与牛奶中的蛋白质形成蓝色的复合物,该复合物在 595 nm 处光密度与浓度呈线性关系的方法测定了牛奶中蛋白质含量;以草酸钠和牛奶中的钙离子形成沉淀,沉淀酸溶后高锰酸钾滴定草酸根含量的方法间接测定了牛奶中钙的含量;然后计算每元钱购买的牛奶中蛋白质含量和钙含量。实验结果表明,仅从购买蛋白质的性价比考虑,纯牛奶(4.31 g/元) > 优加纯牛奶(4.05 g/元) > 高钙奶(3.94 g/元) > 优加低脂奶(2.82 g/元) > 优倍纯牛奶(2.19 g/元);仅从购买钙的性价比考虑,高钙奶(123.62 mg/元) > 纯牛奶(111.40 mg/元) > 优加纯牛奶(92.30 mg/元) > 优加低脂奶(78.03 mg/元) > 优倍纯牛奶(50.56 mg/元)。综合 2 种因素考虑,光明系列牛奶中纯牛奶性价比最高,高钙奶和优加纯牛奶性价较高,没有特殊需求时购买纯牛奶最合算。

关键词:牛奶; 蛋白质含量; 钙含量; 性价比

中图分类号: Q 5-33 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-7167(2009)08-0030-03

Biochemical Experiment on Fresh Milk's Important Index ——Analysis of Fresh Milk Cost Performance

LI Jiaming, CHENG Congcong, LU Hong, WANG Qi, HU Xiaobo, JIANG Peihong

(Laboratory of Biochemistry, Teaching Center of Biology, Fudan University, Shanghai 200433, China)

Abstract: Guangming milk was chosen as research object and protein content and calcium content were selected to evaluate the quality of milk. Coomassie brilliant blue G-250 and protein can form blue complex, whose 595 nm absorbance is strictly linear with protein concentration. By using $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ to precipitate the Ca^{2+} in the milk, and then using KMnO_4 to measure the $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ after dissolving the precipitation with sulfuric acid, the calcium content of the milk was determined; then how much protein and calcium per yuan was calculated. The results show when the protein cost performance was considered, pure milk(4.31 g/yuan) > Youjia pure milk(4.05 g/yuan) > high calcium milk(3.94 g/yuan) > Youjia low fat milk(2.82 g/yuan) > Youbei pure milk(2.19 g/yuan) and when the calcium cost performance was considered, high calcium milk(123.62 mg/yuan) > pure milk(111.40 mg/yuan) > Youjia pure milk(92.30 mg/yuan) > Youjia low fat milk(78.03 mg/yuan) > Youbei pure milk(50.56 mg/yuan). If the two indexes were considered at the same time, Guangming pure milk had the highest cost performance, and high calcium milk and Youjia pure milk had a higher cost performance. Therefore, when there is no special need, Guangming pure milk is the best choice.

Key words: milk; protein content; calcium content; cost performance

收稿日期: 2008-10-21

基金项目: 国家基础科学人才培养基金项目(J0630643)

作者简介: 李嘉铭(1985-), 女, 黑龙江密山人, 本科生; *并列第一

作者, 陈丛聪(1987-), 男, 上海人, 本科生。

通信作者: 江培翊(1969-), 女, 辽宁大连人, 副教授,

Tel: 021-55664573; E-mail: phjiang@fudan.edu.cn

1 引言

牛奶的化学成分很复杂,至少有 100 多种,主要成分由水、脂肪、磷脂、蛋白质、乳糖、无机盐等组成。一般牛奶的主要化学成分含量为:水分 87.5%,脂肪

3.5%,蛋白质 3.4%,乳糖 4.6%,无机盐 0.7%。

组成人体蛋白质的氨基酸有 20 种,其中有 8 种是人体本身不能合成的,这些氨基酸称为必需氨基酸。我们进食的蛋白质中如果包含了所有的必需氨基酸,这种蛋白质便叫作全蛋白。牛奶中的蛋白质便是全蛋白。牛奶中的无机盐也称矿物质。牛奶中含有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Fe^{3+} 等阳离子和 PO_4^{3-} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 等阴离子;此外还有微量元素 I、Cu、Zn、Mn 等。这些元素绝大部分都对人体发育生长和代谢调节起着重要作用。钙是人体中含量最高的无机盐,是构成骨骼和牙齿的主要成分。大自然中的钙是以化合态存在的,只有被动物、植物吸收后形成具有生物活性的钙,才能更好地被人体所吸收利用。牛奶中含有丰富的活性钙,是人类最好的钙源之一,1 L 新鲜牛奶所含活性钙约 1.25 g,居众多食物之首,约是大米的 101 倍、瘦牛肉的 75 倍、瘦猪肉的 110 倍,它不但含量高,而且牛奶中的乳糖能促进人体肠壁对钙的吸收,吸收率高达 98%,从而调节体内钙的代谢,维持血清钙浓度,增进骨骼的钙化。因此,牛奶中蛋白质含量与钙含量是评价牛奶品质的重要指标。

目前市场上各种品牌,同一品牌各种系列的牛奶层出不穷,近些年来,各种各样的功能牛奶也不断涌现,在这种情况下,如何选择牛奶品种经常让消费者无所适从。功能牛奶虽然有一定保健成分,但不会改变牛奶的整体营养比例,所以只能强化某一方面的保健作用,消费者在购买功能牛奶时首先要明确自己的身体所需,其实健康人并不需要喝功能牛奶,普通牛奶的营养就足够了。本文选择了上海地区销量最大的光明牌系列牛奶,以生物化学实验的方法测定其蛋白质含量和钙含量,从生物化学角度对如何选择品牌牛奶性价比比较高提出意见。

2 实验部分

2.1 材料、仪器与试剂

(1) 材料。牛奶(均购于沃尔玛超市),其体积和价格如表 1 所示。

表 1 牛奶品种

编号	产品	体积/mL	价格/元
1	光明纯牛奶	243	2.40
2	光明高钙奶	243	2.70
3	光明优倍纯牛奶	200	4.60
4	光明优加纯牛奶	231	2.80
5	光明优加低脂奶	250	4.00

(2) 仪器。UV-240 型可见紫外分光光度计(日本岛津),玻璃比色皿,FA1104 分析天平(上海天平仪器厂),微量移液器,10 mL EP 管,3 号微孔玻璃漏斗,50

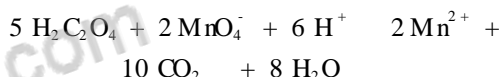
mL 酸式滴定管,棕色试剂瓶,Whatman 1 号滤纸,量筒,烧杯,容量瓶,漏斗等。

(3) 试剂。考马斯亮蓝 G-250,乙醇(分析纯),88%磷酸,双蒸水,牛血清白蛋白(BSA),高锰酸钾溶液(0.005 mol/L,实验前标定),三氯乙酸溶液(200 g/L),草酸钠(0.2 g),硫酸(3 mol/L,1 mol/L),饱和草酸铵溶液,氨水(10%),硝酸银试液(0.1%),甲基红指示剂(甲基红 0.1 g,加 0.05 mol/L 氢氧化钠溶液 7.4 mL 使其溶解,再加水定容至 200 mL),购自中国医药集团上海化学试剂公司。

2.2 实验原理

G-250 染料在低 pH 值下与蛋白质结合,形成 G-250 蛋白复合物,最大吸收峰由 465 nm 转变为 595 nm,溶液颜色也由棕黑色变为蓝色。在一定浓度范围内光密度与浓度成线性关系。

溶液中的钙离子以草酸钙的形式沉淀陈化后,经过滤,充分洗涤后用酸溶解,以高锰酸钾滴定其中的草酸根含量,当 KMnO_4 溶液由深紫红色变为粉红色,表示滴定终点的到达,灵敏度可达 10^{-6} ,根据所测定的草酸根含量可间接测得钙离子含量。反应式:



2.3 实验方法

2.3.1 牛奶中蛋白质含量的测定

(1) 标准曲线制作。取 18 只 EP 管编号,按表 2 顺序加入 BSA 溶液、双蒸水、G-250(每组平均 3 管),然后盖紧盖子颠倒几次混匀(注意不要过于剧烈以免起泡),室温放置 3 min 后,以 1 号管为空白对照测定各管吸光度 $A_{595 \text{ nm}}$ 。以 $A_{595 \text{ nm}}$ 平均值为纵坐标,蛋白质含量为横坐标作标准曲线。

表 2 牛奶中蛋白质含量

	1	2	3	4	5	6
BSA/mL	0.00	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10
双蒸水/mL	1.00	0.98	0.96	0.94	0.92	0.90
G-250/mL	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
蛋白质含量/($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	0	20	40	60	80	100

(2) 牛奶中蛋白质含量的测定。将 5 种牛奶样品稀释,测定其 $A_{595 \text{ nm}}$,然后根据标准曲线计算牛奶样品中蛋白质的含量,再根据包装注明的体积及单价计算得 1 元钱能买到的蛋白质质量(g/元)。

2.3.2 牛奶中钙含量的测定

(1) KMnO_4 的标定。称取 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0.05 g 于 200 mL 锥形瓶中,加 50 mL 水,加热溶解,再加入 3 mol/L 硫酸 5 mL,加热至 80 $^{\circ}\text{C}$,以 KMnO_4 滴定至浅红色并 30 s 内不褪,即为终点,计算浓度。

(2) 样品中钙含量的测定。吸取 10 mL 牛奶样品

至烧杯中,然后向烧杯中逐滴加入 10 mL 三氯乙酸溶液、5 mL 水,静置 30 min 后过滤,滤液中加入 2 mL 饱和草酸铵溶液,2 滴甲基红溶液,混合均匀,再逐滴加入 10% 氨水,至溶液变成黄色并稍有氨味逸出,此时 $\text{Ca}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 已经完全沉淀。置于 4 °C 冰箱中过夜使沉淀充分陈化。然后过滤沉淀,充分洗涤后以 10 mL、3 mol/L 的硫酸溶解。

将上述溶液加热至 80 °C,以高锰酸钾标准液进行滴定,以

100 mL 牛奶含钙 = $C(\text{KMnO}_4)(V_{\text{终}} - V_{\text{初}})$ mg
计算牛奶样品中的钙含量;再根据包装注明的体积及单价计算得 1 元钱能买到的钙含量 (mg/元)。

3 结果与讨论

3.1 牛奶中蛋白质含量的测定

(1) 标准曲线的制作。按实验方法操作,所得数据制得标准曲线如图 1 所示。

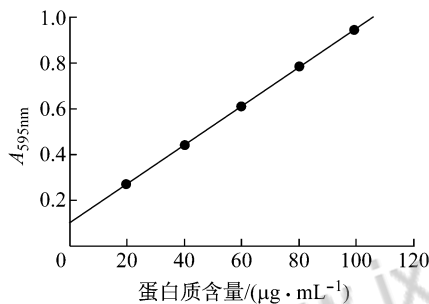


图 1 蛋白质测定标准曲线

(2) 牛奶中蛋白质含量的测定。按实验方法操作,得到不同牛奶样品的蛋白质含量 10 g/L,结果如表 3 所示。

表 3 牛奶样品的蛋白质含量

	纯牛奶	高钙奶	优倍纯牛奶	优加纯牛奶	优加低脂
蛋白质含量 ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	42.6	43.8	50.4	49.1	45.2
蛋白质价格 ($\text{g} \cdot \text{元}^{-1}$)	4.31	3.94	2.19	4.05	2.82

由以上实验数据可知:样品牛奶的蛋白质含量均大于包装说明值,其中优倍和优加纯牛奶的蛋白质含量较其他 3 种牛奶高,纯牛奶、高钙奶和优加低脂奶的蛋白质含量基本相当,优加低脂奶蛋白质含量较优加纯牛奶的蛋白质含量低 (约低 8%),可能是脱脂过程中损失了部分蛋白质;从购买的性价比来看,纯牛奶 > 优加纯牛奶 > 高钙奶 > 优加低脂奶 > 优倍纯牛奶。

3.2 牛奶中钙含量的测定

按实验方法操作,得到不同牛奶样品的钙含量 (0.01 g/L),结果如表 4 所示。样品牛奶的含钙量约

在 1 g/L 以上,高钙奶的含钙量明显高于其他牛奶 (添加钙所致);从购买的性价比来看,高钙奶 > 纯牛奶 > 优加纯牛奶 > 优加低脂奶 > 优倍纯牛奶。

表 4 牛奶样品的含钙量

	纯牛奶	高钙奶	优倍纯牛奶	优加纯牛奶	优加低脂
钙含量 ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	1.100	1.374	1.163	1.119	1.249
钙含量价格 ($\text{mg} \cdot \text{元}^{-1}$)	111.40	123.62	50.56	92.30	78.03

3.3 购买不同品种牛奶的性价比比较

根据实验结果,对购买不同品种牛奶的性价比进行比较,结果如图 2 所示。

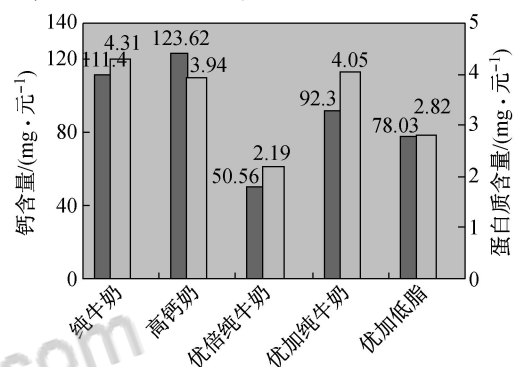


图 2 不同品种牛奶的性价比

由以上结果可知:综合购买牛奶中蛋白质与钙 2 种重要成分的含量来看,光明系列牛奶中纯牛奶性价比最高,高钙奶和优加纯牛奶性价比较高,没有特殊需求时购买纯牛奶最合算。

参考文献 (References):

- [1] 陈妙兰. 高锰酸钾滴定法测定钙片中的钙含量 [J]. 生命科学仪器, 2008, 6 (12): 39-41.
- [2] 曹稳根, 焦庆才, 刘茜, 等. 考马斯亮蓝显色剂变色反应机理的研究 [J]. 化学学报, 2002, 60 (9): 1656-1661.
- [3] 陈晓梅, 刘雅文, 程熠, 等. 考马斯亮蓝蛋白定量标准曲线稳定性观察 [J]. 中国公共卫生, 2006, 22 (3): 380-381.
- [4] ISO 12081: 1998 (E), 国际标准化组织 [S].
- [5] 郭敏亮, 姜涌明. 考马斯亮蓝显色组分对蛋白质测定的影响 [J]. 生物化学与生物物理进展, 1996, 23 (6): 558-561.
- [6] 李娟, 张耀庭, 曾伟, 等. 应用考马斯亮蓝法测定总蛋白 [J]. 中国生物制品学杂志, 2000, 13 (2): 118-120.
- [7] 李志江. 考马斯亮蓝 G-250 染色法测定啤酒中蛋白质含量 [J]. 酿酒, 2008, 35 (1): 70-72.
- [8] 李宁. 几种蛋白质测定方法的比较 [J]. 山西农业大学学报 (自然科学版), 2006, 26 (2): 132-134.
- [9] 鲁秀恒, 鲁金昌, 朱梅梦. 室温 5 min 快速测定玉米中的蛋白质 [J]. 食品科学, 2006, 27 (7): 218-220.
- [10] 汪家政, 范明. 蛋白质技术手册 [M]. 北京: 科学出版社, 2000.