

牛乳酪蛋白性质的研究

张 晖 杨方琪 高福成

(食品科学与工程系)

摘要 研究和比较了牛乳中 α_s -酪蛋白和 β -酪蛋白的酸凝性质和酶水解性质,指出牛乳中 α_s -酪蛋白的大量存在是造成不易消化的根本原因。

主题词 酪蛋白;酶水解;牛乳

中图分类号 TS201.21

0 前 言

以牛乳为主的婴儿配方乳,与人乳相比,消化性较差。人乳与牛乳的这种消化性差异与酪蛋白有关。人乳非常易于消化并且排出很少量的尿素,这是由于人乳中的酪蛋白胶束粒子较小,而且沉淀时呈极细微的分散状态,从而容易被消化酶分解^[1]。而牛乳酪蛋白胶束粒子颗粒大,且沉淀时呈坚硬的凝块,因而不利于消化。据报道,牛乳酪蛋白的这种凝固性质是其中大量存在的 α_s -酪蛋白引起的^[2]。牛乳酪蛋白中, α_s -酪蛋白占60%左右,其中80%是 α_{s1} -酪蛋白^[3]。而人乳酪蛋白中几乎不含 α_s -酪蛋白,以 β -酪蛋白为主^[3]。要从根本上解决婴儿配方乳的质量,首先应对牛乳酪蛋白中的 α_s -和 β -酪蛋白的性质进行研究。

1 材料和方法

1.1 实验原料和试剂

鲜牛乳 无锡马山牛奶场提供

胃蛋白酶 美国SIGMA公司产品

尿素 AR, NH_4Cl AR, TCA AR, 上海化学试剂采购站供应

751型分光光度计 上海第三分析仪器厂

Consol 24 冷冻干燥仪 美国Consol公司

XSB-1 光学显微镜 上海第二分析仪器厂

LIY-离心沉淀机 上海医疗专用机械厂

收稿日期:1994-01-30

1.2 方法

1.2.1 酪蛋白的分离方法^[2] 鲜牛乳离心 20min(3500r/min), 去除脂肪。脱脂乳在 40℃ 下, 调节 pH 至 4.6, 沉淀过滤, 水洗沉淀 2~3 次, 即得酪蛋白。

1.2.2 β -酪蛋白和 α_s -酪蛋白的粗提取方法 参阅[1]。

1.2.3 酪蛋白酸凝性质的测定方法 一定浓度的不同酪蛋白的溶液, 用 0.1mol/L HCl 调节 pH 至 4.0, 分别用肉眼和显微镜观察凝结特征, 包括产生凝结的速度、程度和颗粒大小、组成等。如需钙离子存在, 则添加 11mmol/L 的 CaCl_2 重复上述操作。

1.2.4 酪蛋白的胃蛋白酶水解速度的测定方法 一定浓度的酪蛋白溶液, 在 pH 4 条件下, 37℃ 保温 30min, 以 0.01g/g 蛋白质的量加入胃蛋白酶, 取若干时间点的溶液加入 TCA 至 2.5%, 以其中先加 TCA 后加胃蛋白酶的零时间点作为空白, 测定 280nm 下 25% TCA 上清液的吸光值, 以吸光值对时间点作图即可反映该酪蛋白酶水解的速度和程度。

2 结果及讨论

2.1 α_s -和 β -酪蛋白酸凝性质比较

肉眼观察, pH 4 条件下, β -酪蛋白溶液只是比原来浑浊, 出现细小的絮凝, 并无沉淀产生; 而 α_s -酪蛋白则产生了颗粒较大的沉淀。静置过夜后, 两者均底部有沉淀, 但 β -酪蛋白的沉淀较少且颗粒细小。当添加钙离子后, β -酪蛋白形成的是很好的、松软的絮凝沉淀, 而 α_s -酪蛋白沉淀则显得紧密且坚硬。

用放大 10 倍的显微镜观察则更清楚地发现, α_s -酪蛋白酸凝时形成的颗粒明显比 β -酪蛋白的大, 且结成团块; 而 β -酪蛋白颗粒呈细小、均匀分散状态。

这两种酪蛋白在等电点附近凝结性质不同的原因仍莫衷一是, Nakai 等人解释为: β -酪蛋白的疏水基团虽然比 α_s -酪蛋白略多, 但比较起来, 前者不是全部暴露的, 可能因此使它的疏水结合不如 α_s -酪蛋白^[4]。另一种解释是: 牛乳 α_s -酪蛋白, β -酪蛋白和人乳 β -酪蛋白的磷酸化程度是依次减小的(8.5, 0.5mol), 虽然在等电点附近, 高价离子形成盐桥是不可能的, 但也许是磷酸基团的强离解性而产生部分盐桥, 使得含磷酸基团最多的 α_s -酪蛋白形成的凝块更坚硬紧密^[4]。作者则认为: 由于 α_s -酪蛋白的肽链 N——末端和 C——末端各有一个疏水基团, 而 β -酪蛋白只有在 C 末端有一个疏水区域, 因此在等电点附近, α_s -酪蛋白可能由于肽链末端都有疏水区域而使分子疏水结合的范围更大, 向空间发展的趋势更大, 造成它的凝结颗粒比 β -酪蛋白的更大更结实。

因此, 结论应该是: α_s -酪蛋白的酸凝块结实而坚硬是造成牛乳不易消化的原因。

2.2 酶水解性质的比较

不同时间酶反应的吸光值见表 1。

从表 1 可知酪蛋白酶水解的程度和速度(吸光值越大说明酶解程度越高, 吸光值随反应时间

表 1 不同时间酶反应的吸光值

酶反应时间 (min)	TCA 溶液的吸光值(nm)			
	β -酪蛋白	α_s -酪蛋白	β -酪蛋白*	α_s -酪蛋白*
5	0.25	0.09	0.18	0.06
10	0.34	0.12	0.19	0.08
15	0.40	0.16	0.19	0.09
20	0.43	0.20	0.20	0.09
25	0.49	0.21	0.23	0.10
30	0.52	0.23	0.25	0.12

* 为含有 11mmol/L CaCl_2

增加越快说明酶解速度越快), β -酪蛋白的酶解速度和程度都远超过了 α_s -酪蛋白,钙离子的存在使酶解速度和程度都有所下降,但 β -酪蛋白仍然更易被胃蛋白酶分解。造成这种差别的原因是由于在pH 4的条件下, α_s -酪蛋白形成的凝块比 β -酪蛋白的更紧密坚硬^[4]。

3 结 论

1) 研究酪蛋白的酸凝性质和被胃蛋白酶水解的性质,是因为它们与酪蛋白的消化性直接相关。

2) 牛乳和人乳在婴儿胃环境中凝结性质的不同,是造成它们不同消化性的原因。人乳和牛乳在婴儿的胃半空时间分别为25和60min。从对兔子作试验亦可知,同样是以牛乳为主的食物,阻止凝块发生时,它的胃半空时间比未阻止时要短许多^[4]。

3) 酪蛋白的胃蛋白酶的水解性也与它的消化性有关。由于胃蛋白酶水解肽链的部位与十二指肠中的蛋白酶水解的不同,它的主要机能是释放出一些氨基酸和肽,在达到十二指肠后,刺激胃肠道激素的分泌,从而促进蛋白质的消化吸收^[4],因此蛋白质在胃中的降解是很重要的,直接影响其消化吸收性。

4) 通过对牛乳 β -酪蛋白和 α_s -酪蛋白性质的研究,发现在婴儿pH 4的胃环境中,牛乳之所以不易消化,很大程度上是它含有大量的 α_s -酪蛋白引起的。因此,减少牛乳 α_s -酪蛋白的量,将是从根本上改善牛乳消化、吸收性的唯一方法,这对提高婴儿配方乳的质量是很有意义的。

参 考 文 献

- 1 金世琳. 牛乳生物化学. 轻工业出版社, 1989
- 2 Li-Chan E, Nakai S. Renin Modification of Bovine Casein to Simulate Human Casein Composition. Effect on Acid Clotting and Hydrolysis by Pepsin, Canadian Institute of Food Science and Technology, 1988
- 3 Preparation of a new Infant Formula with Lowered Content of Potentially Alergenic Protein Components and Enriched Content of Immunologically Protective Factors
- 4 Nakai S, Li-Chan E. Effect of Clotting in Stomachs of Infants on Protein Digestibility of Milk. Food Microstructure. 6~161

Studies on Properties of Bovine Casein

Zhang Hui Yang Fangqi Gao Fuchen

(Dept. of Food Sci. and Eng.)

Abstract The properties including acid clotting and pepsin hydrolysis of α_s -casein and β -casein have been investigated and compared. Thus, it's clear that a large amount of α_s -casein causes the indigestion of milk for baby.

Subject-words Casein; Enzyme hydrolysis; Milk