



“三绿工程” 科普宣传系列丛书

● 开辟绿色通道
● 培育绿色市场
● 提倡绿色消费

安全优质乳品 的选购与消费

全国三绿工程工作办公室 组编



中国农业出版社

“三绿工程”科普宣传系列丛书

安全优质乳品的 选购与消费

全国三绿工程工作办公室 组编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

安全优质乳品的选购与消费/全国三绿工程工作办公室
组编. —北京: 中国农业出版社, 2004
(“三绿工程” 科普宣传系列丛书)
ISBN 7-109-09506-1

I. 安... II. 全... III. 乳制品-选购-基本知识
IV. TS252

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 122452 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 黄向阳

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 5.5

字数: 140 千字 印数: 1~6 000 册

定价: 8.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

序

“三绿工程”是由商务部、中宣部、科技部、财政部、铁道部、交通部、卫生部、国家工商总局、国家环保总局、国家食品药品监督管理局、国家认证认可监督管理委员会和国家标准化管理委员会等十二部门共同组织实施的，以建立健全流通领域和畜禽屠宰加工行业食品安全保障体系为目的，以严格市场准入制度为核心，以“提倡绿色消费、培育绿色市场、开辟绿色通道”为主要内容的系统工程。其突出特点是按照现代流通指导生产、引导消费的理论，实行“反弹琵琶”的思路，即先从提倡绿色消费抓起，大力培育和发展绿色市场，严把市场准入关，从而引导绿色生产。

“三绿工程”实施五年来，在各行业主管部门、各级地方政府和广大食品生产、加工、流通企业的共同努力下，取得了食品安全的阶段性成果。主要表现在：一是消费者的食品安全意识明显增强。老百姓购买食品选择的标准发生了变化，从价格优先向价格与卫生质量安全并重方向转变。二是食品经营者的经营理念发生了变化，普遍认为严格检测会为企业树立品牌，吸引客户，提高效益。三是全社会共同参与食品安全工作的局面基本形成。各级政府机关都把食品安全摆到了重要位置，新闻媒体高度关注，形成了良好的社会舆论监督氛围，理论界加强了食品安全的理论研究，科研部门开始集中力量研究解决食品安全中的技术问题。

但是，当前的食品安全形势依然十分严峻，生产、加工、流通、消费等环节食品安全问题仍比较严重，如浪费资源现象严

“三绿工程” 科普宣传系列丛书

重，大量废弃物排放到环境中，对食品安全构成威胁；制售假冒伪劣食品的案件时有发生，作案手法隐蔽；不法分子不断变换有害投入品的投入手法，给检测工作带来了难度；以低营养食品原料替代生产假冒高营养食品，销售重点由城市转向农村等等。

为保障人民身体健康，提高食品质量安全水平，我们推出这套“三绿工程”科普宣传系列丛书。旨在全社会大力宣传普及绿色消费知识，提高消费者科学消费意识，增强消费者食品安全意识和感官鉴别能力，加快建立流通领域和畜禽屠宰加工行业食品安全保障体系。全套书共20本，由专家和实际工作者历时两年，精心编辑撰写而成，希望这套丛书能在推动我国食品安全工作、保障广大人民根本利益方面发挥积极作用。

全国三绿工程工作办公室

二〇〇五年三月

目 录

序

第一章 乳的结构、组成和理化性质	1
第一节 乳的形成	1
第二节 乳的结构	2
第三节 乳的组成	4
第四节 乳中的微生物	12
第五节 正常乳和异常乳	26
第六节 乳的物理性质	29
第二章 乳的营养价值	41
第一节 牛乳的食用价值和特点	41
第二节 牛乳各主要成分的营养价值	41
第三章 鲜乳的选购、处理及消毒	47
第一节 鲜乳的选购与处理	47
第二节 鲜乳的消毒	53
第四章 加工对乳的营养价值和生理功能特性的影响	63
第一节 加热处理对乳的营养及生理功能特性的影响	64
第二节 超高压杀菌处理对乳品质的影响	72
第三节 均质处理对乳的营养和功能特性的影响	79
第五章 乳制品的加工及成品的选购与消费	87
第一节 消毒牛乳加工、选购及消费	87
第二节 酸乳制品的加工、选购及消费	93
第三节 炼乳的加工与选购	101
第四节 乳粉的生产与选购	107

第五节 奶油生产与选购	116
第六节 干酪的加工	120
第七节 冰淇淋和雪糕的生产	125
附录	129
附录一 中华人民共和国国家标准	129
附录二 中华人民共和国国家标准	133
附录三 中华人民共和国国家标准	138
附录四 中华人民共和国国家标准	143
附录五 中华人民共和国国家标准	149
附录六 中华人民共和国国家标准	153
附录七 乳和乳制品产品标签示例	158
参考书目	164
后记	165

第一章

乳的结构、组成和理化性质

第一节 乳的形成

乳中一部分成分来自血液，此外，大部分乳成分，是在乳腺上皮细胞中利用动脉血液携带来的物质所形成。形成乳汁所需的物质称先驱化合物或称原始化合物。根据前人研究，乳房中每通过 400~500 升的血液，在乳腺中才能形成 1 升乳。

一、乳蛋白质的形成

乳蛋白质一部分由血清蛋白质移行而来，大部分则为乳腺上皮细胞从血清吸收的氨基酸和由葡萄糖转化的氨基酸合成而来。也就是乳腺上皮细胞能选择性地吸收氨基酸，并将所吸收的氨基酸集中于细胞的高尔基体内而合成蛋白质。

二、乳脂肪的形成

形成乳脂肪的丙三醇（甘油），除一部分在乳腺组织中由葡萄糖合成外，其余均由血液中的脂肪水解而成。丙三醇是细胞的可溶部分，由于甘油激酶的作用而形成磷酸甘油，在线粒体或微粒体中与脂肪酸酰基辅酶 A 反应，经由磷脂酸和甘油二酸酯形成三甘油酯。此外，从葡萄糖的酵解途径，以中间产物甘油糖-3-磷酸为起点，经过还原而形成磷酸甘油，并加入上述的合成行列。

除上述的脂肪形成过程外，磷脂和胆固醇也是在乳腺内合成。此外，血液中的甘油三酸酯形成乳糜微粒，其中一部分直接

转移到乳中。

三、乳糖的形成

乳糖除了存在于哺乳动物的乳中之外，在生物界中几乎不存在。它在乳腺细胞中由生物合成而产生。从血液中获得葡萄糖，在乳腺细胞中首先与磷酸结合，形成葡萄糖-6-磷酸，再由磷酸分子内部转移而形成葡萄糖-1-磷酸，葡萄糖-1-磷酸与 UTP 反应而形成 UDP 葡萄糖，在 UDP 半乳糖-4-表异构酶的催化下转换成 UDP 半乳糖，最后葡萄糖成为 UDP-半乳糖中半乳糖苷基的受体，再由乳糖合成酶的作用而形成乳糖。

四、无机成分的形成

乳中无机成分来自血液，它可以直接在乳腺细胞内外渗透，参与物理化学作用。其中除一部分对酶起触媒作用外，其余回到细胞内合成的有机成分中（如酪蛋白和磷脂）。此外，酪蛋白胶束是酪蛋白与磷酸钙的复合体，存在无机成分。这些钙与磷均来自血清中的无机性或超滤性的钙与磷。

第二节 乳的结构

乳是动物出生后短时间内惟一的食物。其中含有水分、蛋白质、脂肪、碳水化合物、无机盐、磷脂类、维生素、酶、免疫复合物、色素、气体及动物体所需要的各种微量成分。从化学观点看，乳是各种物质的混合物，但实际上，它是一种复杂的具有胶体特性的生物学液体。所以也可以说：乳是一种复杂的分散系，在分散剂——水中，有以分子及离子状态分散在其中的乳糖及盐类，有成乳浊态及悬浮状态分散在其中的蛋白质，还有一部分以乳浊液及悬浮液状态分散在乳中的脂肪。这些分散在分散剂——水中的成分（脂肪、蛋白、乳糖、无机盐）都称为分散相或分散质。

一、成乳浊液与悬浮液状态分散在乳中的物质

(一) **乳浊液** 分散质为液体时即为乳浊液，如水中加入油并加以激烈的搅拌即为一例。牛乳中的脂肪成微小的球状分散在牛乳中，球的直径平均为 3 微米左右，可以在显微镜下明显地看到，所以牛乳中的脂肪球即为乳浊液的分散质。

(二) **悬浮液** 分散质为固体时称为悬浮液。例如将黏土加于水中，并加以激烈的搅拌，这种液体即为一例。用显微镜观察时，可以明显地看到固体粒子的存在。又如将牛乳或稀奶油进行低温冷藏，则最初是液体的脂肪球凝固成固体，这也就是悬浮液的代表。用稀奶油制造奶油时，需将稀奶油在 5℃ 左右进行成熟，使稀奶油中的脂肪球从乳浊态变成悬浮状态。这在制造奶油时，是一项重要的操作过程。

二、成乳浊态与悬浮态分散在乳中的物质

(一) **胶体** 分散质是液体或者即使分散质是固体，但粒子周围包有液体皮膜，这时都称为胶体。分散在牛乳中的酪蛋白颗粒，其粒子大小大部分为 5~15 纳米，乳白蛋白的粒子为 1.5~5 纳米，乳球蛋白的粒子为 2~3 纳米，这些蛋白质都以胶体状态分散。此外脂肪球中，凡在 0.1 微米以下的也称为胶体。

(二) **悬浮液** 分散质是固体的属于这一类。牛乳中二磷酸盐、三磷酸盐等磷酸盐的一部分，即以悬胶体状态分散于乳中。此外，Hammarstan 等认为酪蛋白在牛乳中与钙结合形成酪蛋白钙，按理也是以悬浊质状态存在。但以分散状态而论，酪蛋白远较乳白蛋白不稳定，本来以悬浮态或者接近于这种状态的酪蛋白，由于受了分散剂——水的亲性和乳白蛋白保护胶体的作用，于是就成为不稳定的乳胶态分散于乳中。

三、成分子或离子状态（溶质）分散在乳中的物质

凡粒子直径在 1 纳米以下，形成分子或离子状态存在的分散系称为真溶液。牛乳中以分子或离子状态存在的溶质有磷酸盐的

一部分和无机盐类、柠檬酸盐、乳糖等。

总之，牛乳是一种复杂的分散系，其中有以乳浊液及悬浮液存在的脂肪球，也有以胶体状态存在的蛋白质，以及以分子及离子状态存在的盐类和乳糖。乳糖和盐类即使用电子显微镜也难以看到，同时也不能用过滤、静置、离心分离等方法分离出来。胶体状态的蛋白质，也不能简单使用过滤和离心法分离出来，仅可用超（速）离心法（20 000 转/分以上）分离。而脂肪可用静置及离心等方法分离出来。

第三节 乳的组成

一、水分

（一）水分在牛乳组成上的意义 水是牛乳的主要成分之一，一般含 87%~89%。在水中呈溶解状态存在的有一些有机物和无机盐类。由于有作为分散介质水的存在，才使乳汁得以构成均匀而稳定的流体。

（二）牛乳中水分的分类及其作用 牛乳中水分可分为 3 种。

1. 游离水 游离水占牛乳中水分含量的绝大部分，它是乳汁中各种营养成分的分散介质。许多理化过程和生物学过程均与游离水有关。

2. 结合水 结合水是和乳中蛋白质、乳糖以及某些盐类结合存在，不具溶解其他物质的作用。结合水的显著特点是，当一般水达到冰点即冻结，但乳中的结合水并不发生冻结。由于牛乳中存在着结合水，所以乳粉生产中是无法得到绝干产品的。要想除掉结合水，只有加热到 150~160℃ 或长时间保持在 100~105℃ 的恒温下才能实现。

3. 结晶水 结晶水是作为分子组成成分按一定数量比例与乳中物质结合起来的一种水分，这种结合最为稳定，在乳糖和乳粉生产中，可以看到含有一个分子结晶水的乳糖晶粒。

二、乳中的气体

乳中含有气体，其中以二氧化碳为最多，氮气次之，氧气的含量最少。据测定，牛乳刚挤出时每升含有大约 50~56 厘米³ 的气体（其中二氧化碳占 30~60 厘米³，氧气只有 2~7 厘米³，氮为 11~20 厘米³）。

乳在加工过程中，所含的气体是有增减的，其中二氧化碳因逸散含量减少，同时使乳的酸度有某些降低，通常乳经冷却或加热后酸度约可降低 1°T。氮和氧两种气体因乳与大气接触反而增加。由于含氧量增加，容易导致乳中维生素和脂肪发生氧化。防止办法是将乳在密闭管路或容器中加工处理，切忌在敞口容器中加热。

三、乳固体

将牛乳干燥到恒重时所得到的剩余物叫做干物质或乳固体。鲜乳干物质一般为 11%~13%，也就是除去随水分蒸发而逸去的物质外的剩余部分。乳固体中含有乳中的全部营养成分（脂肪、蛋白质、乳糖、维生素、无机盐等）。

乳固体含量的变化是随着各成分含量比的增减而变的，尤其乳脂肪是一个最不稳定的成分，它对乳固体含量增减影响很大，所以在实际生产中常用无脂干物质（非脂乳固体）作为指标。

（一）乳脂肪 乳脂肪属中性脂肪，它占乳脂质的 97%~98%，是牛乳主要成分之一，在乳中的量一般为 3%~5%。乳脂肪呈微细球状的乳浊液状态分散在乳中。脂肪球的大小因乳牛品种、泌乳期、饲料以及乳牛健康状况不同而有区别，通常直径为 0.1~10 微米，平均为 3 微米左右，每毫升牛乳中约含 20 亿~40 亿个脂肪球。脂肪球大小随着泌乳期的延续有逐渐变小的趋势。而从乳牛品种关系上说，产乳含脂率高的比含脂率低的牛乳脂肪球为大。

脂肪球大小对加工乳制品意义很大，制造奶油喜欢大脂肪

球，易于分离。

乳脂肪的特点是水溶性脂肪酸值高，碘值低，挥发性脂肪酸多，不饱和脂肪酸少，低级脂肪酸多，皂化值比一般脂肪高。

牛乳中还含有少量的磷脂（约占 0.03%）以及微量的甾醇和游离脂肪酸。这三种成分总称为类脂质。

（二）乳蛋白质 乳蛋白质是牛乳的主要成分，其含量为 3.3%~3.5%。乳蛋白质不是单一的蛋白质，种类很多，按旧的分类法有：酪蛋白占总乳蛋白含量的 83%，乳清蛋白占 13%左右，乳球蛋白（包括脂肪球膜蛋白）占 4%。随着乳品科学研究的深入发展，提出了新的分类方法，牛乳蛋白质种类见表 1-1。

表 1-1 牛乳主要蛋白质的种类

旧分类法	新分类法	占脱脂乳蛋白的 (%)	等电点 (pH)
酪蛋白	α S-酪蛋白	45~55	4.1
	κ -酪蛋白	8~15	4.1
	β -酪蛋白	25~35	4.5
	γ -酪蛋白	3~7	5.8~6.0
乳清蛋白	α -乳白蛋白	2~5	4.2~4.5
	血清白蛋白	0.7~1.3	4.7
	β -乳球蛋白	0.7~12	5.3
乳球蛋白	免疫球蛋白 IgG ₁	1~2	
	免疫球蛋白 IgG ₂	0.2~0.5	
	免疫球蛋白 IgG _M	0.1~0.2	
	免疫球蛋白 IgG _A	0.05~0.1	
	总-胨	2~6	3.3~3.7

（三）乳糖 在自然界中，乳糖是哺乳动物乳汁中特有的成分，乳的甜味就是起因于乳糖。乳糖的含量因动物种类不同而有区别，牛乳中含乳糖为 4.6%~4.7%，占总乳固体的 38%~40%。

乳糖在乳中几乎全部呈溶液状态。乳糖属双糖，水解时可生成一分子葡萄糖和一分子半乳糖。乳糖的甜度相当于蔗糖的 $1/6 \sim 1/5$ 。牛乳中所含糖类 99.8% 为乳糖，此外，尚有少量的葡萄糖、果糖和半乳糖。

(四) 无机盐类

1. 乳中主要无机成分 牛乳中无机成分亦称矿物质，是指除了碳、氢、氧、氮以外的各种无机元素，主要有钙、镁、钠、钾、磷、氯、硫等。其中碱性成分多于酸性成分，因此，牛乳的灰分呈碱性反应。

牛乳中主要无机成分的具体含量见表 1-2。

表 1-2 牛乳中主要无机成分含量 (毫克/100 克)

成分		钾	钠	钙	镁	磷	硫	氯
牛乳	1	158	54	109	14	91	5	99
	2	151	52	104	11	86	33	107
	3	135±17	56±18	108±11	13±3	96±6	—	105±21
人乳		66	19	35	4	26	—	47

2. 乳中其他无机微量成分 乳中除了含有上述主要无机成分外，还含有很多其他无机微量成分，如铁、铜、锰、锌、碘等。

牛乳中无机成分的含量随泌乳期、饲料及个体牛的健康状况等多种因素而有差异，以泌乳期来说，当初乳向常乳转换过程中，所含无机成分是有变化的。

(五) 乳中的维生素 牛乳中含有至今已知的所有维生素。泌乳期对乳中维生素含量有直接影响，如初乳中维生素 A 及 β -胡萝卜素含量多于常乳；放牧季节吃青草，较舍饲期生产的牛乳中的维生素含量高。

牛乳中维生素的来源，有的来自饲料中的维生素，如维生素

E, 有的要靠奶牛自身合成, 如 B 群维生素可在奶牛的瘤胃中由微生物进行合成。牛乳中维生素热稳定性不同, 有的加热很稳定, 如维生素 A、D、B₂ 等; 但也有的热敏感性特强, 如维生素 C 等。

(六) 酶

1. 酶及酶的一般特性

(1) 酶是生物体内分泌出的一种分子量很大的蛋白质。

(2) 酶的生理机能在于能催化与生命有关的各种化学反应。尽管数量很少, 但都可完成很大的催化作用, 而它自身不因参加了某化学反应而受到消耗。酶的催化作用, 在适当条件下将永远保持。但一种酶只能对某一成分起作用, 或某特定反应起催化作用。

(3) 酶的作用需要有最适温度和酸碱度, 酶遇热易发生变性, 从而失去活性而钝化。

(4) 根据其作用的不同, 酶可分为蛋白酶、脂肪酶、氧化酶、脱氢酶及水解酶等。酶的来源基本上有两个: 一是由乳腺分泌的; 一是落入乳中的微生物繁殖产生的。

(5) 有些酶类由细胞分泌出来时只是一种无活性的酶, 在激活因子的作用下变成活性酶; 有些物质能激起酶的活性, 有些物质则能减小或抑制酶的活性。

2. 牛乳中的酶

(1) 研究发现牛乳含有大约 18 种酶。

(2) 牛乳中酶有两个来源: 一部分是牛乳中固有的, 即由乳腺细胞和白血球崩解而移行到乳中的酶, 其中也包括乳腺正常分泌的酶; 另一部分是在挤奶过程中落入乳汁中的微生物代谢而产生的。

(3) 种类: 牛乳中的酶根据它的作用分为三种, 即分解蛋白质的蛋白酶, 分解脂肪的解脂酶, 能分解碳水化合物的糖酶。此外, 还有氧化还原酶 (其中包括氧化物酶、过氧化氢酶、黄质氧

化酶和还原酶等)。

3. 牛乳中主要酶类的特性及其作用

(1) 水解酶类

①解脂酶：牛乳中至少有两种解脂酶，其一是吸附于脂肪球膜上的膜脂酶，另一种是存在于脱脂乳中和酪蛋白结合存在的乳浆脂酶。

解脂酶的作用主要是分解乳脂肪产生丁酸和其他脂肪酸类，使牛乳带上脂肪分解的臭和苦味，这是乳制品尤其是奶油生产上常见的质量缺陷。加工工艺也能给解脂酶活动创造有利条件和增加作用的机会，均质工艺就是一例。由于均质，脂肪球膜破裂，增加了脂酶和乳脂肪接触面，而且由于脂肪酶作用的适温较低，所以均质乳必须及时进行杀菌处理。其次，牛乳在奶泵中通过次数多也会增加脂酶的活力，牛乳中通入空气激烈搅拌，同样也增加脂酶的活力，导致乳脂肪的分解，恶化牛乳的风味。

据调查，解脂酶来自乳腺的较少，主要来自外来微生物的污染。因此，乳品生产严格控制鲜乳微生物指标，对提高乳品质量意义很大。

②磷酸酶：牛乳中含有两种磷酸酶，一种是酸性磷酸酶，另一种是碱性磷酸酶，碱性磷酸酶在牛乳中比较重要，其含量因奶牛个体、泌乳期以及奶牛疾病等条件不同而不同。酸性磷酸酶存在于乳清中，碱性磷酸酶吸附于脂肪球膜处。磷酸酶试验用于检验低温巴氏消毒牛乳消毒是否彻底。原理就是基于乳中磷酸酶是否失去活性，来判定牛乳杀菌的彻底程度。

关于磷酸酶的激活和抑制问题，镁及锌能使磷酸酶取得活性，而氰酸钾及半胱氨酸可抑制牛乳中磷酸酶的活性。

③淀粉酶：牛乳中存在的是 α -淀粉酶。这种酶在初乳和乳房炎牛乳中多见，人乳中比其他动物乳含量较高。淀粉酶的作用是，可将淀粉分解为糊精， α -淀粉酶液化力较强，但糖化力量较弱。

④蛋白酶：蛋白酶存在于 α -酪蛋白中，能分解蛋白质生成氨基酸。

⑤乳糖酶：可催化乳糖水解为半乳糖和葡萄糖，在乳糖的消化吸收过程中起重要作用。先天性或继发性乳糖酶缺乏症患者，其乳糖消化吸收不良。

⑥半乳糖酶：能将乳蛋白慢慢分解成胨及其他简单的蛋白分解物，在干酪发酵过程，半乳糖酶起重要作用。

⑦溶菌酶：在牛乳中存在非常少，而人乳中含量多达牛乳300倍，平均每100毫升人乳中含量为39毫克。最近发现这种酶具有双歧杆菌因子和促进蛋白质消化作用。

(2) 氧化还原酶

①过氧化氢酶：是牛乳中发现最早的酶之一。牛乳中含量不如人乳含量高，初乳比常乳含量更高，分娩后第一天的初乳过氧化氢酶含量比常乳高60倍。这种酶存在广泛，除嫌气性细菌之外，几乎所有生物中都含有这种酶类。

在牛乳方面，过氧化氢酶含量除初乳、常乳不同外，奶牛品种、挤奶始末均有关系，即开始挤的奶中这种酶含量少，挤到最后出的奶中含量偏高。此外，稀奶油比牛乳中含量多。分离机乳泥中含量更高。而且研究发现，牛乳中随着细菌数及白血球增加，过氧化氢酶含量也增加。因此，可利用牛乳中过氧化氢酶含量多少作为判断牛乳质量高低的标志之一。同时，还可反映奶牛乳房有无疾病。

②过氧化物酶：过氧化物酶含量受乳牛品种、饲料、产奶季节、泌乳期等因素的影响。以饲料来说，奶牛吃玉米比吃饲料甜菜时，乳中过氧化物酶含量高；夏季产的奶比冬季奶过氧化物酶含量高；初乳中比常乳含量高，而且产犊后3~5天过氧化物酶含量达最高值。过氧化物酶与过氧化酶相反，在人乳中含量非常少，只在人乳初乳有所发现。

③黄嘌呤氧化酶：这种酶吸附于脂肪球界面间，其含量受