

实用乳品

SHI YONG RU PIN
JIA GONG JI SHU

加工技术

骆承庠 胡一匡 林金资 编



农业出版社

实用乳品加工技术

骆承庠

胡一匡 编

林金资

农业出版社

目 录

一、原料乳的主要成分及其加工性能.....	1
二、原料乳的质量要求、品质检验和初步处理.....	19
三、消毒乳加工.....	39
四、酸奶加工.....	52
五、干酪加工.....	66
六、炼乳加工.....	82
七、奶粉生产.....	96
八、麦乳精生产.....	131
九、奶油加工.....	145
十、冰淇淋加工.....	159
十一、其他乳制品生产.....	177

一、原料乳的主要成分及其加工性能

(一)乳的概念

乳是哺乳动物产仔后从乳腺分泌的一种白色或稍带微黄色的不透明液体。乳中含有丰富的蛋白质和脂肪，还含有婴幼儿生长所需要的各种营养成分。

在一个泌乳期中，乳的成分会发生变化，通常我们按这种变化状况将乳分为“初乳”、“常乳”和“末乳”三种，此外有时因受外界因素影响使乳发生特殊变化的乳称为“异常乳”。

1.初乳 母牛产犊后7天以内的乳称为初乳。初乳是带黄色的浓厚乳汁，有特殊的气味，化学成分与常乳有明显的差异，干物质含量较高。干物质中尤以蛋白质与灰分含量为高，而蛋白质中的球蛋白和白蛋白含量特别高，含有多量的免疫球蛋白。此外初乳含有丰富的维生素，尤其富含维生素A和D，但乳糖含量反而较低。其组成成分如表1所示：

表1 乳牛分娩后第一次所挤初乳的成分

成 分	比 重	干物质(%)	蛋白质(%)	脂肪(%)	乳糖(%)	灰分(%)
最 高	1.0830	38.40	27.35	9.55	4.62	2.31
最 低	1.0313	13.72	4.80	0.15	0.00	0.68
平 均	1.0604	24.55	16.76	3.89	2.50	1.33

初乳热稳定性差，加热时凝固，所以不能作为加工原料。但可将多余的初乳加以人工发酵，贮存起来饲喂犊牛。

2. 常乳 母牛产犊一周以后，到干乳前所产的乳称为常乳。其成分和性质基本趋向稳定，是加工乳制品的原料。

3. 末乳 母牛停止泌乳前一周左右所分泌的乳称为末乳或称老乳。其成分除脂肪外，均较常乳高，有苦而微咸的味道。末乳中解脂酶增多，常有油脂氧化味，也不宜作加工原料。

4. 异常乳 凡不适于饮用和生产乳制品的乳均称为异常乳。故初乳、末乳、乳房炎乳、盐类平衡不正常的乳以及混入其他物质的乳都为异常乳。各种异常乳中，从提高原料乳的质量而论，最主要的为低成分乳、细菌污染乳、酒精阳性乳和混入杂质的乳。其余各种异常乳已有明文规定不得用于加工。

(1) 酒精阳性乳 现一般收奶站检验原料乳时，凡用68—72%的酒精(羊乳用60—65%)与等量混合，出现凝块的统称为酒精阳性乳，为不合格乳。这是由于对乳牛卫生管理不当，对挤下的乳没有进行及时冷却，从而使乳中存在的细菌迅速繁殖，致使酸度升高。高酸度乳、乳房炎乳、冻结乳、低酸度酒精阳性乳酒精试验均呈阳性。

① 低酸度酒精阳性乳 即有的牛乳酸度并不高(16°T 以下)，但酒精试验也呈阳性反应。这种情况往往给生产上造成很大的损失。

低酸度酒精阳性乳产生的原因：除遗传因素外，还有饲养管理、产乳期和季节因素等，难以明确说明。一般春季发

生较多，到采食青草时自然治愈，开始舍饲的初冬，气温剧烈变化，或夏季盛暑也易发生，年龄在6岁以上的易发生。卫生管理越差发生的情况越多。因此采用日光浴、放牧，改进换气设施等改善环境条件有一定的效果。在饲养管理上，喂给腐败饲料或者喂量不足，长期喂给单一饲料和过量喂给食盐而发生低酸度酒精阳性乳的情况也很多，挤奶过度而热能供给不足时，容易发生耐热性低、酒精试验阳性的乳。此外受乳牛生理机能的影响，尤其是与内分泌中甲状腺素、发情激素等有关系。

②冷冻乳 在严寒的冬季长途运输时，往往会产生冻结现象。这时乳中的部分酪蛋白变性，同时由于鲜乳冻结不均，内部温度稍高，处于不冻结状态，使乳中微生物有条件继续繁殖发酵，酸度上升，也会在酒精试验时产生阳性。

酒精阳性乳的性状及其利用：正常乳和酒精阳性乳之间在成分上的差别为：酸度、蛋白质(酪蛋白)、乳糖、无机磷酸、透析性磷酸等的数量较低。乳清蛋白、钠、氟、钙离子，胶体磷酸钙等较高。此外分泌酒精阳性乳的乳牛外观并无异样，但其血液中钙、无机磷和钾的含量减低，有机磷和钠增加。血液和乳汁中镁的含量都低。总之盐类含量不正常及其与蛋白质之间平衡不均称时，容易产生低酸度酒精阳性乳。

酒精阳性乳的利用价值，加热在 100°C 时，酒精阳性乳与正常乳无太大的区别，但在苛刻条件下，如在 130°C 加热时则比正常乳易产生凝固。所以用片式杀菌器杀菌时，在金

属片上易产生乳石，乳粉喷雾干燥时能影响溶解度。

(2)低成分乳 即由于遗传和饲养管理等因素的影响，使乳的成分发生异常变化而产生干物质含量过低的乳。如果由于牛的品种、个体原因造成的乳成分不同，是属于遗传因素的影响，只有通过育种改良才能解决。

饲养管理等环境因素对乳的成分具有重要影响，以含脂率而论，一般是冬季高、夏季低。如限制粗饲料，过量给予浓厚饲料会使含脂率降低。长期营养不良，不仅产乳量下降，而且无脂干物质和蛋白质含量减少，甚至就连受饲料影响较小的乳糖和无机盐类，如果长期热量供给不足，也会使乳中的乳糖下降，并影响盐类平衡。最近试验证明，由于镁的含量不足有造成原料乳对酒精试验不稳定的情况。但这些如实行合理的饲养管理，再以清洁卫生条件挤乳和合理收纳保存，可以获得成分含量高的优质原料乳。

当前值得特别注意的是由于掺水、撇油造成的低成分乳。近年来乳品厂常收进含脂率低至2.7%以下的原料乳，就我国现有奶牛品种来看，这无疑是属于低成分乳。这种乳不仅给工厂带来大量经济损失，而且严重影响乳制品的质量，因此必须加强鲜乳的质量管理。

(3)细菌污染乳 原料乳被微生物严重污染产生异常变化，以致不能用作原料的乳。细菌污染乳的性状：最常见的细菌污染乳有高酸度乳(酸败乳)、乳房炎乳及其他病牛乳。各种细菌污染乳的性状归纳如表2所示。

污染情况及防止措施：我国有些地区原料乳的细菌污染很严重，即使北方地区夏季也有大量细菌污染乳。主要原因

表2 各种细菌污染乳的性状及对乳品加工的影响

种 类	原 因 菌	牛乳的性状	加工上的危害
高酸度乳 (酸败乳)	乳酸菌、丙酸菌、大肠杆菌、微球菌等	酸度高、酒精试验凝固、发酵产气、酸臭味	加热杀菌时凝固，风味差，生产干酪时产生酸败和膨胀
异常凝固和分解乳	蛋白、脂肪分解菌，低温菌，芽胞杆菌	皱胃酶状凝固、碱化膨化，脂肪分解味、苦味	不良气味带入产品中，成品易腐败
粘 性 乳	低温细菌，串球菌属细菌	粘性化，形成粘液蛋白分解	稀奶油、硬质干酪等粘质化
着 色 乳	低温细菌、球菌类、红色酵母	变黄、变红、变青	牛乳及乳制品着色变质
细菌性风味异常乳	蛋白、脂肪分解菌，低温细菌、大肠杆菌	异臭、异味、变质腐败	牛乳及制品风味变坏、变质
乳房炎乳	溶血性链球菌、葡萄菌、微球菌、芽胞球菌、放线菌、大肠杆菌	混入血液及凝固物，酒精试验凝固、风味异常、细胞数、乳清蛋白、NaCl、过氧化氢酶、pH等均增加；酸度、脂肪、乳糖、SNF等均减少	传播疾病、食品中毒、引起各种疾病
其它病牛乳	布氏杆菌、炭疽菌、结核菌、口蹄疫病毒	混有致病菌	传播疾病、造成食物中毒

是对原料乳重视不够，牛体卫生管理差，挤乳卫生不好，不及时冷却以及器具洗涤杀菌不彻底。原料乳冷却后忽视了嗜冷菌的污染，也是产生细菌污染乳的原因。

乳从产生到运往工厂加工，要经过许多过程，乳又是微

生物天然培养基, 因此必须注意防止挤乳前后的污染, 减少或消除各种污染的机会, 多方设法防止细菌污染乳的产生。

(4) 混入杂质乳 即混入乳中非原有的物质的异常乳。其种类和危害如表3所示。

表3

种类	主要杂质	混入原因	危害
偶然混入	来源于牛舍环境的有: 昆虫、杂草、饲料、土壤、污水等。来源于牛体的有: 皮屑、粪便。来源于挤乳的有: 毛发、衣服片、金属、纸、洗涤剂、杀菌剂等	牛舍不清洁、牛体管理不良, 挤乳用具等洗涤不彻底, 从事人员不卫生等	有害菌污染、传播传染病、异常沉淀物存在 因有毒金属产生中毒, 药物残留妨碍酸乳制品的生产
人为混入	加水 中和剂 防腐剂 异种成分(异种脂肪、异种蛋白等)	掺水增加重量 中和酸度高的乳 非法保持新鲜度 非法增加含脂率和无脂干物质质量	比重、含脂率、无脂干物质等降低成分不正常, 细菌数增加, 对人体有害, 妨碍乳制品生产成分不正常, 营养价值降低, 影响乳制品生产
经牛体污染	激素、抗生素、放射性物质、农药与PCB(聚氯联苯)	为促进牛体生长和疾病治疗 采食被污染的饲料和水	造成人体激素障碍, 变态症状, 出现抗药性菌、妨碍乳酸制品生产, 破坏人体组织, 因蓄积而中毒, 发生疾病

凡混入抗生素及农药等也属异常乳的范围。当用抗生素(主要是青霉素)治疗乳房炎和其他疾病时, 乳中常出现抗生素, 这就会阻碍正常的乳酸菌发酵, 特别在生产发酵乳制品时往往会受到影响(一般在一毫升乳中含有一个单位青霉素时,

乳酸的发酵就会受到抑制)。另外,有时因人为的混入(例如添加防腐剂等),或因管理不善(如将带有农药的饲草弄入乳桶),致使乳中混入杂质的异常乳,有害身体健康和影响乳制品质量。这类人为混入的异常乳,部颁标准规定停止食用。

(二)原料乳的主要成分及其加工性能

目前国内主要生产和普遍加工利用的多为牛乳,故这里就以牛乳为主阐述于后。经科学证实,在牛乳中至少有100余种化学成分,但主要是由水、脂肪、蛋白质、乳糖、盐类、维生素、酶类等组成。牛乳中化学成分的含量,因乳牛的品种、泌乳期、个体牛的健康状况、饲料、饲养与放牧条件,以及挤乳情况等因素的变化而不同。一般牛乳的主要化学成分含量为:

水分	87—89%
总乳固体	11—13%
脂肪	3.0—5%
蛋白质	3.0—3.5%
乳糖	4.5—4.9%
无机盐	0.6—0.8%

正常乳的成分大致是稳定的,因此我们可以根据成分的含量来判别乳的好坏。但乳中各种成分的含量在一定范围内有所变动,其中脂肪变动最大,蛋白质次之,乳糖含量很少变化。乳品加工上,过去认为脂肪是最重要的,因此收购时往往用含脂率作标准,同时乳制品的成分标准也多以脂肪含量为准。比较科学的应以含脂率及无脂干物质作为质量标准。

1. 水分 牛乳中的水分一般占87—89%,水是牛乳中其

它成分的分散介质，以游离水、结合水、结晶水三种方式存在。游离水占绝大部分，这种水不稳定，在常压 100°C 时即沸腾汽化，在 0°C 时即冻结。游离水经浓缩、干燥等方法加工乳粉、炼乳时易于排除。又如用稀奶油制造奶油，只要在搅拌后放去酪乳水，经压炼等操作，也可排去大量水分。

结合水又称化合水，即指与蛋白质、碳水化合物等化学结合的水。例如通过水分子的氢键与蛋白质的亲水基结合的水。结合水在乳中含量不多，它较稳定不易排除，在常压 100°C 时不沸腾汽化，在 0°C 时也不冻结。在制造乳粉过程中，即使在 85°C 左右干燥，也很难得到无水产品。实践证明结合水在 $102-105^{\circ}\text{C}$ 干燥箱内先后两次干燥3小时方能完全烘干，通常检验乳与乳制品的水分含量，采用这个方法。

牛乳中尚有少量的水是晶体化合物组成的水，并以分子形式存在于晶体内，称为结晶水。如乳糖有一分子结晶水。

乳含有大量水分，这是乳的天然特性。乳中乳糖和一部分可溶性盐类形成真溶液状态，蛋白质与不溶性盐类形成胶体悬浮液，脂肪则形成乳浊液状态，所以说牛乳是由这三种体系构成的一种均匀稳定的悬浮状况和乳浊状态的胶体性溶液，其中水分是分散介质。所以牛乳尤其适合用以哺乳幼畜，有助于促进消化、吸收的功能。人们利用其特性，现已成为人们的滋补的饮料，尤对老、弱、病、幼更为适宜。

乳中水分作用很大，但因含量过多，有不易保存，不便携带、不利运输和只能作为饮料、产品单调的缺点，经人们用科学方法制成许多便于保存、易于携带、方便运输、品种多样的乳与乳制品。

2.乳脂肪 牛乳中的脂肪以微细的球状成乳浊液分散在乳中，是牛乳中主要成分之一。乳脂肪不仅对牛乳的风味有关，同时也是稀奶油、奶油、全脂乳粉及干酪等的主要成分。牛乳中脂肪含量一般在3—5%，随乳牛的品种及其他条件不同而有差异。乳脂中约有97—99%为真正的乳脂肪，有近1%的为磷脂，还有微量的游离脂肪及甾醇等。

(1)乳脂肪与脂肪球膜 乳脂肪是由一个甘油分子和三个脂肪酸分子组成的三酸酯，而以脂肪球状态分散于乳浆中。牛乳脂肪球的大小，一般直径为0.1—10微米，平均3微米（ $\mu m = \frac{1}{1000} mm$ ），其数量为每毫升乳中20—40亿。脂肪球的大小随乳牛的品种、泌乳期、饲料及健康状况等而异。乳脂肪球的大小对牛乳的加工处理有重要关系。凡是脂肪球大的牛乳容易分离稀奶油，奶油搅拌也容易形成奶油粒。

脂肪球表面被一层5—10纳米厚的脂肪球膜所保护。脂肪球膜系由蛋白质、磷脂、高熔点甘油三酸酯、维生素及结合水等复杂化合物所构成。其中起主导作用的卵磷脂——蛋白质络合物，它们有层次地定向排列在脂肪球与乳浆的界面上。膜的内侧有磷脂层，它的疏水基朝向脂肪球的中心，吸附着高熔点的甘油三酸酯，形成膜的最内层。磷脂层间还夹杂有胆甾醇与维生素A。磷脂层的亲水基向外朝向乳浆，联结具有强大亲水基的蛋白质而构成外膜层，其表面有大量的结合水。这样使脂肪球稳定地分散于乳浆中，即使牛乳中的脂肪上浮仍能保持着脂肪球的分散状态。只有在机械搅拌或化学物质的作用下，导致脂肪球膜破坏，使脂肪球相互聚结。在生产中测定牛乳及乳制品的脂肪含量时，及搅拌经过

成熟的稀奶油加工奶油工艺中，即应用上述原理使脂肪球破坏。但在乳粉生产中应尽量避免脂肪球膜的破坏。

(2)乳脂肪中的磷脂 磷脂包含有卵磷脂、脑磷脂、神经磷脂。磷脂的60%存在于脂肪球膜中，因此牛乳经离心分离后，磷脂的70%转移到稀奶油中，在生产奶油时又大部分转移到酪乳中而损失掉。一般每100公斤全脂乳能分离6—8公斤稀奶油。将这种含高磷脂的稀奶油加糖混合，再通过不断地拌打，不一会便产生大量的，又比较稳定的泡沫，这主要是脂肪球膜的磷脂在起乳化作用，这就是生产搅奶油的质量要求。

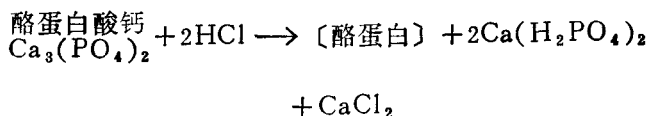
(3)乳脂肪的营养价值 乳脂肪是乳中主要成分之一，它在乳与乳制品中具有营养价值、风味、物理性质和经济价值四个方面的重要作用。乳脂肪营养价值很高，含有多种脂肪酸，且含有相当数量人体必需的脂肪酸。脂肪酸中水溶性挥发性脂肪酸含量高，则使乳脂肪具有良好的风味，从而使乳与乳制品具有特殊的风味。如将乳脂肪添加于其他食品中，也能使其具有特殊的香味。乳脂肪熔点低，在人体常温下呈液体状态的脂肪比率高，易于消化吸收。同时乳脂肪又是脂溶性维生素A、D、E、K的含有者及传递者。最后乳脂肪同其他脂肪一样，是人体热能的来源。

3.乳蛋白质 乳蛋白质与牛乳含氮物质的95%左右，其余5%左右为非蛋白态氮。牛乳中蛋白质的含量为3.4%左右，其中酪蛋白2.9%，白蛋白0.4%，球蛋白0.1%。牛乳蛋白质是由20余种氨基酸所组成，其中包含多种人体所必需的氨基酸，是一种全价蛋白质。在乳品生产中，乳蛋白质的性

质对于牛乳的处理、浓缩或乳粉制造等有很重要的意义。

(1)酪蛋白 酪蛋白在乳中是以“酪蛋白酸钙——磷酸钙”复合形式存在，以直径约20—200毫微米极微细的胶体颗粒悬浮于乳中。酪蛋白为典型的含磷蛋白，等电点(pH)4.6。含量不多的磷酸钙(约占1.55%)作为胶体保护剂，使乳蛋白能较稳定的均匀的悬浮于乳中。当酪蛋白的钙盐被破坏后，酪蛋白就自然析出。在干酪、酸乳制品、工业干酪素和食用干酪素的生产中即根据这种特性。

在生产工业干酪素时，往往用盐酸作凝固剂。当用酸凝固时，酸只和酪蛋白酸钙、磷酸钙起作用，白蛋白、球蛋白都不起作用。如加酸不足则钙没有被完全分离，干酪素中还含一部分钙盐。硫酸也能沉淀乳中的酪蛋白，但由于硫酸钙不能溶解，因此有使灰分增多的缺点。



用皱胃酶(凝乳酶)的凝固作用与酸凝固作用不同，可表示如下

酪蛋白酸钙 + 皱胃酶 $\longrightarrow$ 副酪蛋白钙 + 乳清蛋白 + 皱胃酶
用皱胃酶(凝乳酶)制成的甜性干酪或干酪素含有钙，所以其营养价值更高。

酪蛋白和其他所有蛋白质一样，在蛋白酶作用下分解成肽、胺、氨基酸。在干酪成熟时发生这种变化，因此使干酪产生特有的滋味和香味。

(2)乳白蛋白 乳白蛋白与酪蛋白不同，它不含磷，能溶

于水。在酸或皱胃酶作用下不沉淀。在加工干酪素时，其大部分转移到乳清中去，故又称乳清蛋白。水溶性的乳白蛋白，加热到70°C开始变性沉淀，到80°C时全部沉淀。利用这种特性可以测定乳中的乳白蛋白。此外用饱和氯化钠溶液，或半饱和硫酸铵溶液亦可凝结白蛋白和球蛋白，故工厂在制取乳糖前将乳清加热到95°C，通过石灰乳中和而得乳清蛋白。

(3)乳球蛋白与免疫性球蛋白 乳中乳球蛋白的含量约为0.1%，而初乳中为2—15%。在乳中也处于溶解于水的状态。在酸性条件下加热至70°C即行沉淀。在乳中还含有真性和假性两种免疫球蛋白，具有抗原作用，与免疫性有关故称免疫球蛋白，这在生理上具有重要意义。乳球蛋白也分散于乳清中，所以乳清蛋白也包含有乳球蛋白。

牛乳蛋白为营养价值完善的蛋白质，因它含有人体必需的氨基酸。摄取足够的乳蛋白质，有利于促进婴幼儿的生长发育，促使老人、病人恢复健康，增强体质。当碳水化合物、脂肪供给热量不足时，蛋白质也是补充人体热量的来源。乳清中的白蛋白和球蛋白含有较多的人体必需氨基酸，是一种酸性但又不凝性的蛋白质，在人体中易于消化吸收，婴儿食用更为适宜，故现代食品工业中多将乳清蛋白加入饮料作为强化食品。也有用离心喷雾制成的乳清蛋白粉作巧克力的填充剂，以解决巧克力甜度过高奶味不足的缺点。添加脱盐乳清蛋白粉，生产“母乳化”调制奶粉，已成为今后主要乳制品发展方向。当然，如何综合利用乳清蛋白，是今后乳品工业值得很好研究的重要课题。

4.乳糖 乳糖是哺乳动物乳腺特有的产物，在其它器

官中不存在。牛乳中含乳糖 4.5—5.0%，占干物质的 38—39%，是牛乳成分中含量最稳定的一种成分，以溶液状态存在于乳中。乳糖是一种双糖，水解时生成葡萄糖和半乳糖。

乳糖的甜度仅为蔗糖的 $1/5$ — $1/6$ ，但经水解后其甜度大大提高。乳糖在水中溶解度也比蔗糖差。乳糖可分为 α 乳糖、 β 乳糖和 α 乳糖水合物(即普通乳糖 $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$) 三种。

将乳糖投入到一定温度的水中后即有一部分乳糖溶解于水，这是乳糖的初溶解度，即是 α 含水乳糖的溶解度，其受溶剂温度的影响较小。将上述溶液继续搅拌，并不断地添加乳糖仍可使其溶解，最后达到饱和状态，这是乳糖的最终溶解度，实际上是 α 含水乳糖与 β 乳糖两种溶解度的总和。是指 α 含水乳糖的溶解度加上 β 乳糖的平衡溶解度，也就是饱和溶解度。(当用水溶解乳糖时，部分 α 型变为 β 型，直至 α 、 β 型平衡， α 含水乳糖与 β 乳糖的比值，随水的温度变化而不同)在制造炼乳时，乳糖大部分呈结晶状态存在，结晶的大小与成品的品质有密切关系。而乳糖结晶的大小需根据乳糖的溶解度和温度的关系来控制。

乳糖极易被乳酸菌分解，一分子乳糖可生成四分子乳酸。牛乳挤下后酸度逐渐增高，即此之故。当牛乳的酸度到达适当酸度时，可以制止细菌的繁殖，不然则牛乳会分解而腐败。

乳糖是乳中的一种主要营养成分，当人们饮用牛乳后，乳糖为消化道中的乳糖酶水解为葡萄糖、半乳糖而被吸收，有促进人类大脑及神经组织发育的功能。可助长肠道中嗜酸杆菌的发育，抑制腐败菌的生长。乳糖发酵产酸也有利于于

钙、磷及其他矿物质的吸收。近年发现有的人特别是有些婴儿消化道内缺乏乳糖酶，因此乳糖不能消化吸收，当饮用牛乳或食用乳制品时发生腹泻症状，称为“乳糖不适应症”或“乳糖不耐症”。为了解决此问题，乳品加工中有人研究使用乳糖酶，生产乳糖分解产品，如乳糖分解乳粉等。这不仅可预防“乳糖不耐症”，而且可提高乳制品的甜度，也可避免有些产品因乳糖结晶导致的组织状态不良的缺陷。

5. 乳中的无机成分 牛乳中含无机盐0.7%，主要有钾、钙、磷、硫、氯及微量成分。其数量随泌乳期、饲料及个体健康状况等各种条件而有差异。无机成分中钠、钾、氯全部成真溶液存在。钙、镁、磷一部分呈溶液状态存在，一部分以悬浊状态分散在乳中，还有一部分钙和磷与蛋白质结合存在。

无机成分中以钙、磷最为重要。牛乳中的可溶性钙占全部钙量的33%，可溶性磷占总磷量的44%，可溶性镁占总镁量的79%。牛乳经乳酸发酵后酸度不断升高，不溶性的无机盐成分逐渐变为可溶性，结果使钙、镁全部变为可溶性，而磷中的无机磷也全部变成可溶性。

乳中的无机成分含量虽然很少，但在加工上，特别对于乳的稳定性上起重要作用。牛乳中钙、镁与磷酸盐、柠檬酸盐之间保持适当的平衡，是保持牛乳对热稳定性的必须条件。通常由于钙、镁含量过剩，在比较低的温度下就产生凝固，这时如果加入磷酸盐或柠檬酸盐就可防止牛乳凝固。生产淡炼乳时，常常添加这种磷酸盐或柠檬酸盐作稳定剂。

乳中无机成分对酸性奶油的风味也有密切关系。由于生产酸性奶油时，乳酸菌的作用将柠檬酸盐分解为挥发性盐，