



R

UPINSHIYONGJIAGONGJISHU

骆承庠 李中富
胡一匡 高奎元 编著

乳品实用加工技术

黑龙江科学技术出版社

前 言

乳是婴儿出生后为维持其生长发育所必需的食物，也是老年人和体弱者的营养食品。因此世界上牛乳的产量已占各种农产品的首位。以1979年为例，牛乳总产量为4.15亿吨，其余依次为小麦（3.86亿吨）、大米（3.76亿吨）、玉米（3.63亿吨）。此外，根据FAO统计，世界牛乳总产量由1969~1971年的3.63亿吨增加到1981年的4.28亿吨，即10年内增长了17.8%，同期羊奶由621.2万吨增加到755.9万吨，10年内增长了17.8%。1981年全世界按人口平均每人占有牛乳104千克。由此可见，牛乳的产量连年上升，乳品工业也随之迅速发展，如今已成为食品工业中举足轻重的行业。

我国乳品工业起步较晚，究其原因，主要是牛乳产量低和生产技术落后。但从1980年以来，发展速度明显加快，牛乳年增长率已超过20%。为了适应乳品工业发展形势的需要和提高乳品工业技术人员业务水平，特搜集大量资料，编写了《乳品实用加工技术》。

全书共分11章，首先由浅入深地系统地介绍了乳品加工的基础知识，并结合生产工艺解释和阐明在加工过程中乳品理化性质的变化，然后比较详细地叙述了奶粉、奶油、炼乳、麦乳精和冰淇淋等的生产工艺。在奶粉等章节中还简明扼要地介绍了物料平衡计算，使技术人员能根据设备性能节

约原材料和能源，在麦乳精、冰淇淋等章节中，不仅提供了切实可行的新配方，同时还提出了最新生产工艺，并与引进的新设备密切结合起来。此外，为了增加技术工人对新设备的理解和从速掌握操作技术，增加了示意图和设备图，以利工人掌握新设备的使用性能。

本书可供从事乳品加工、食品加工、科研等工作的技术人员、技术工人和有关院校师生阅读和参考，也可用作乳品工艺培训班的教材。

由于时间仓促，加之编者水平有限，不妥之处，恳切希望读者提出批评指正。

骆承庠

1987年10月

目 录

一、原料乳的主要成分、加工性能与营养价值	
(一) 乳的概念	(1)
(二) 原料乳的主要成分、加工性能与营养价值	(9)
(三) 牛乳加工处理后的产品名称及其主要成分	(22)
二、原料乳的质量要求、品质检验与初步处理	
(一) 原料乳的质量要求	(24)
(二) 原料乳的质量评定	(26)
(三) 原料乳的卫生管理与初步处理	(39)
三、消毒乳与乳饮料的加工	
(一) 消毒乳的质量要求	(46)
(二) 消毒乳的加工过程	(48)
(三) 花色消毒乳的加工	(55)
(四) 乳品设备的清洗与消毒	(62)
四、酸奶加工	
(一) 酸奶的种类	(63)
(二) 发酵剂的制备	(67)
(三) 凝固型酸牛奶的加工	(77)
(四) 搅拌型酸牛奶的加工	(80)

(五) 果料酸牛奶的加工·····	(83)
五、干酪加工	
(一) 干酪的种类及营养价值·····	(84)
(二) 天然干酪的加工·····	(86)
(三) 融化干酪的加工·····	(96)
六、甜炼乳加工	
(一) 甜炼乳的生产工艺·····	(102)
(二) 甜炼乳的缺陷及防止方法·····	(115)
七、乳粉生产	
(一) 乳粉生产工艺·····	(121)
(二) 乳粉质量·····	(153)
(三) 其他乳粉类产品的生产·····	(157)
八、麦乳精生产	
(一) 麦乳精的主要原料及其质量要求·····	(168)
(二) 麦乳精的配方·····	(171)
(三) 麦乳精生产工艺·····	(172)
九、奶油生产	
(一) 奶油生产工艺·····	(180)
(二) 连续式奶油制造法·····	(198)
(三) 其他奶油的生产·····	(199)
(四) 奶油的缺陷及产生原因·····	(201)
十、冰淇淋生产	
(一) 冰淇淋的种类·····	(204)
(二) 生产冰淇淋的主要原料·····	(206)
(三) 冰淇淋制造工艺·····	(218)

(四) 雪糕的生产.....	(233)
十一、其他乳制品的加工.....	(245)

一、原料乳的主要成分、加工性能与营养价值

(一) 乳的概念

乳是哺乳动物母畜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。目前国内主要生产和普遍加工饮用的多为牛乳，本书故以牛乳为例阐述加工技术。

牛乳含有丰富的蛋白质、脂肪、乳糖、矿物质、维生素等婴幼儿生长所需要的各种营养成分。它是多种成分的混合物，是一种具有胶体特性的生物学液体，有很大的易变性和多变性。在一个泌乳期中，乳的成分是会发生变化的，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而发生了特殊变化的乳称为“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无机盐（灰分）含量为高，而蛋白质中的球蛋白和白蛋白含量特别高，且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，但乳糖的含量反而较低（表1）。

表 1 奶牛分娩后第一次初乳的成份

成 分	密 度	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	1.0318	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乳。但可将多余的初乳加以人工发酵，贮存起来饲喂犊牛，有很大生产价值。

2. 常乳

母牛产后一周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乳。

3. 末乳

母牛停止泌乳前一周（干奶期间）左右所产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，也不宜作加工原料乳，但目前国内普遍未严格要求分开末乳。

4. 异常乳

凡不适于饮用和生产乳制品的乳均称为异常乳。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归为异常乳。各种异常乳中，就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%中性酒精（羊乳用60~65%酒精）与等量乳样混合，出现凝块的统称为酒精阳性乳，为不合格乳。这是由于对奶牛的卫生管理不当，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、低酸度酒精阳性乳等，酒精试验均呈阳性。

①低酸度酒精阳性乳：有的牛乳酸度并不高（滴定酸度 16°T 以下），但酒精试验也呈阳性。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、产乳期和季节等因素，难以说明。一般春季发生较多，到采食青草时自然痊愈。开始舍饲的初冬，气温剧烈变化，或夏季盛暑期也易发生，牛龄在6岁以上的易多发生，卫生管理越差越多发生。因此，采用日光浴、放牧、改进换气条件等措施有一定的效果。

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。挤乳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、发情激素等有关系。

②冻结乳：在严寒的冬季长途运输牛乳时，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匀，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。

正常乳与酒精阳性乳比较，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，而乳清蛋白、钠、氟、钙离子、胶体磷酸钙等较高。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降低。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。

在加热100℃左右时，酒精阳性乳与常乳无太大区别；但在苛刻条件下，如在130℃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，乳粉喷雾干燥时影响溶解度。

（2）低成分乳：由于遗传和饲养管理等因素的影响而产生的干物质含量过低的乳。如果由于牛的品种、个体原因而造成的乳成分不同，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影响很大，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乳脂率降低。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。受饲料影响较小的是乳糖和无机盐类，但如果长期热量供给不足，也会使前者下降，并影响后者的平衡。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，加以在清洁卫生条件下挤奶并合理收纳保存，可以获得成分含量高而优质的原料乳。

当前值得特别注意的是由于掺水、撇油造成的低成分

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	牛 乳 的 性 状	加 工 上 的 危 害
高酸度乳 (酸败乳)	乳酸菌、丙酸菌 大肠菌、微球菌等	酸度高、酒精试 验凝固，发酵产 气、有酸臭味	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	蛋白分解菌、脂肪 分解菌、低温菌、 芽胞杆菌	皱胃酶状凝固， 碱化，陈化，脂 肪分离，有苦味	不良气味带入产品 中，成品易腐败
粘 性 乳	低温菌、串珠菌属 细菌	粘性化，形成粘 液，蛋白分解	稀奶油、硬质干酪 等粉性味
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、产酸菌、低温 菌、大肠菌	有异臭、异味，变质 腐败	牛乳、乳制品风味 变坏，变质

续表 2 各种细菌污染乳的性状及对乳品加工的影响

乳房炎乳	溶血性链球菌、葡萄球菌、微球菌、芽孢菌、放线菌、大肠杆菌等	混入血液、酒精、风味异常、细胞数、乳清蛋白、NaCl、过氧化物酶、pH 等增加、酸度、脂肪、乳糖、脂干物质等均减少	传播疾病、食品中毒、引起各种疾病
其它牛乳	布氏杆菌、炭疽菌、结核菌、口蹄疫病毒等	混有致病菌	传播疾病，造成食物中毒

乳。近年来有的乳品厂常收进^①脂率低至2.7%以下的料原乳，就我国现有乳牛品种来看，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：被微生物严重污染而产生异常变化，以致不能用作原料的乳。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等。（表2）。

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等。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机会，多方设法防止细菌污染乳的产生。

(4) 混入杂质乳：混有异物的异常乳，其种类和危害各异（表3）。

表 3

混入杂质乳的种类及危害

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：皮肤、粪便。来源于挤乳的有：头发、衣服片、金属、纸洗涤剂、杀菌剂等	牛舍不清洁，牛体管理不良，挤奶用具等洗，涤不彻底，工作人员不卫生	有害菌污染会传播传染病，杂质产生沉淀物，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、防腐剂及异种成份（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，营养价值降低
经 牛 机 体 污 染	激 素、抗 菌 素、放射性物质、农药及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等	造成人体激素障碍变态症状，出现抗药性菌，妨碍酸乳制品生产，破坏人体组织，或因蓄积而中毒、发生疾病等

混入抗菌素及农药等，也属异常乳的范围。当用抗菌素（主要是青霉素）治疗乳房炎和其他疾病时，乳中常出现抗菌素，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1毫升牛乳中含1个单位青霉素时，乳酸的发酵就会全部受到抑制）。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奶桶），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，国家标准规定停止使用。

（二）原料乳的主要成分、加工性能与营养价值

经科学证实，在牛乳中至少有100种化学成分，但其中主要是水、脂肪、蛋白质、乳糖、盐类、维生素、酶类等。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、疾病、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 85.5~89.5%，平均87.5%

总乳固体 10.5~14.5%，平均12.5%

（干物质）

其中：脂肪 3.0~5.5%

蛋白质 2.9~4.5%

乳糖 3.6~5.5%

无机盐 0.6~0.9%

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，收购牛乳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。现代比较合理科学的按质论价，应以含脂率和无脂干物质，甚至以全干物质含量作为鲜乳质量标准。

1. 水分

牛乳中的水分一般占86~89%，是牛乳其他成分的分散介质，以游离水（自由水）、结合水、结晶水三种形式存在。游离水占绝大部分。这种水不稳定，在常压下，100℃时即沸腾汽化，在0℃时即冻结。游离水经浓缩、蒸发、干燥等方法加工乳粉、炼乳时，易被排除。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。它是通过水分子的氢键与蛋白质的亲水基结合的水。在常压、100℃时，它不沸腾汽化；在0℃时，也不冻结；而在-20℃以下，仍难以完全冻结。结合水在乳中含量不多，它较稳定，不易被排除。在制造乳粉过程中，即使在85℃左右条件下干燥，也很难得到无水产品。实践证明，结合水在102~105℃干燥箱内先后两次干燥3小时方能完全烘干。通常检验乳粉和奶油水分含量，采用这个方法。

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。如乳中的乳糖有一分子结晶水。

乳中含有大量水分，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态和乳浊状态的胶体性

溶液，其中水分是分散介质。因此，牛乳尤其适合用以哺乳幼畜，有促进消化吸收的功能。人们利用其特性，作为滋补的饮料，特别对老弱病幼更为适宜。

乳中水分作用很大，但因它含量过多，有不易保存、不便携带运输、只能作为饮料、产品单调的缺点。人们设法科学地制成许多便于保存、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或乳浊液分散在乳中，是乳中重要成分之一。乳脂肪不仅与牛乳的风味有关，同时也是稀奶油、奶油、全脂乳粉及干酪等的主要组成成分。乳中脂肪含量一般在3~5%之间，随乳牛的品种及其他条件不同而有差异。

(1) 乳脂肪的组成与脂肪球膜：乳脂肪是由一个甘油分子和三个脂肪酸分子组成的甘油三酸脂，而以脂肪球乳浊液状态分散于乳中。牛乳脂肪球通常直径为0.1~10微米，平均3微米，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。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包护。脂肪球膜由蛋白质、磷脂、高熔点甘油三酸脂、维生素及结合水等复杂化合物所组成（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，