

乳品手册



典 阿法-拉伐公司编
品技术丛书编译组译

农业出版社

封面设计：赵之公

统一书号：16144·3294

定 价： 6.50 元

乳 品 手 册

瑞典 阿法-拉伐公司 编

乳品技术丛书编译组 译

农 业 出 版 社

Alfa-Laval AB
Dairy and Food Engineering Division
DAIRY HANDBOOK

乳 品 手 册

瑞典 阿法-拉伐公司 编

乳品技术丛书编译组 译

* * *

责任编辑 李妍书

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

农业出版社出版发行 潮白印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 21 印张 498 千字

1986 年 6 月第 1 版 1986 年 6 月北京第 1 次印刷

印数 1—3,500 册

统一书号 16144·3294

定价 6.50 元

目 录

第一章 牛奶的生产

一、泌乳周期·····	1	(二)机器挤奶·····	4
二、奶的分泌·····	2	四、农场牛奶的冷却·····	5
三、挤奶·····	3	农场冷却奶的设备·····	5
(一)手工挤奶·····	3	五、往乳品厂送奶的频率·····	6

第二章 乳的化学组成及理化特性

一、化学基本概念·····	7	四、牛奶中的蛋白质·····	15
(一)原子·····	7	(一)牛奶——一种缓冲溶液·····	16
(二)离子·····	8	(二)蛋白质的变性·····	16
(三)分子·····	8	(三)蛋白质的等电点·····	17
(四)不同种类的溶液·····	9	(四)酪蛋白·····	17
1.分散液·····	9	1.酪蛋白的酸凝固·····	18
2.胶体溶液·····	10	2.酪蛋白的酶凝固·····	18
3.分子溶液·····	10	(五)白蛋白·····	18
4.离子溶液·····	10	(六)球蛋白·····	18
5.溶液的酸度·····	10	(七)球膜蛋白·····	18
(1) pH·····	11	五、牛奶中的酶·····	19
(2)中和作用·····	11	(一)过氧化物酶·····	19
6.牛奶的缓冲作用·····	11	(二)过氧化氢酶·····	19
(五)扩散·····	11	(三)磷酸酶·····	20
(六)渗析·····	12	(四)解脂酶·····	20
(七)渗透·····	12	六、乳糖·····	20
二、牛奶的化学成分·····	12	七、牛奶中的维生素·····	21
三、乳脂肪·····	13	八、牛奶中的无机盐类·····	22
(一)乳脂肪的化学结构·····	13	九、牛奶中的其他成分·····	22
(二)乳脂肪的硬度·····	14	十、牛奶及其成分的变化·····	22
1.碘值·····	14	(一)贮存期间的变化·····	22
2.折射率·····	15	1.脂肪的氧化·····	22

2. 蛋白质的氧化·····	22	6. 无机盐·····	24
3. 脂类分解·····	23	十一、牛奶的物理性质·····	24
《(二)热处理对牛奶的影响·····	23	(一)感观·····	24
1. 脂肪·····	24	(二)密度·····	25
2. 蛋白质·····	24	(三)冰点·····	25
3. 酶·····	24	(四)pH 值·····	25
4. 乳糖·····	24	十二、初乳·····	25
5. 维生素·····	24		

第三章 微生物

一、细菌·····	27	三、真菌·····	37
(一)细菌的外观·····	27	(一)酵母菌·····	38
(二)细菌的大小·····	27	酵母菌的繁殖·····	38
(三)细菌的结构·····	27	(二)酵母菌的生长条件·····	38
(四)细菌的运动·····	28	1. 营养成分·····	38
(五)芽孢的形成·····	28	2. 水分·····	39
(六)细菌生长的条件·····	29	3. 酸度·····	39
1. 营养·····	29	4. 温度·····	39
物质穿过细胞质膜的途径·····	29	5. 氧气·····	39
2. 温度·····	29	(三)酵母菌的分类·····	39
根据适宜生长温度将细菌分类·····	30	(四)酵母菌的重要性·····	39
3. 水分·····	30	(五)霉菌·····	39
4. 氧气·····	30	1. 霉菌的结构·····	40
5. 培养基的酸度和盐类浓度·····	31	2. 霉菌的繁殖·····	40
(七)细菌的繁殖·····	31	3. 霉菌的重要性·····	40
1. 繁殖速率·····	31	(六)霉菌的新陈代谢·····	40
2. 细菌的生长曲线·····	32	(七)影响霉菌生长的外界因素·····	40
(八)细菌的鉴定·····	32	1. 氧气·····	40
(九)细菌的分类·····	33	2. 温度·····	40
二、牛奶中的细菌·····	33	3. 酸度·····	40
(一)牧场污染的细菌·····	33	4. 盐的浓度·····	41
(二)牛奶中的细菌数·····	34	(八)乳品业中的真菌·····	41
(三)牛奶中的主要细菌·····	34	1. 酵母菌·····	41
1. 乳酸菌·····	35	2. 霉菌·····	41
2. 大肠菌·····	36	(1)青霉菌·····	41
3. 丁酸菌·····	36	(2)乳霉菌·····	41
4. 丙酸菌·····	37	四、噬菌体·····	41
5. 腐败菌·····	37	(一)噬菌体的结构·····	42

(二)感染.....	42	(三)乳品厂中的噬菌体.....	43
------------	----	------------------	----

第四章 牛奶的验收和贮存

一、牛奶的冷却.....	44	(一)奶桶奶的收纳.....	48
二、牧场贮奶间的设计.....	45	(二)奶槽车奶的收纳.....	49
三、乳品厂奶的收纳.....	45	1.容量法计量.....	49
(一)奶桶奶的收集.....	45	2.重量法计量.....	50
(二)奶槽车奶的收集.....	46	3.槽车的清洗.....	51
四、牛奶的质量检验.....	47	(三)收奶后的冷却.....	51
(一)滋味和气味.....	47	(四)原料奶的贮存.....	51
(二)清洁度检查.....	47	1.贮奶罐中的搅拌.....	52
(三)杂质度试验.....	47	2.罐内的温度指示.....	53
(四)卫生检验或刃天青试验.....	47	3.液位指示.....	53
(五)细菌数.....	48	4.低液位指示器.....	53
(六)含脂率.....	48	5.溢流指示器.....	53
五、牛奶的收纳.....	48	6.空罐的指示.....	54

第五章 乳品加工的工艺设施

一、工艺设计需考虑的因素.....	55	iii. 单向阀.....	66
二、所需的设备.....	56	iv. 气动阀.....	66
三、设备说明.....	56	v. 调节阀.....	67
(一)奶罐.....	57	(5)管道系统的安装.....	68
1.贮奶罐.....	57	(6)管道系统的设计.....	68
(1)生奶贮存罐.....	57	i. 层流和紊流.....	69
(2)中间贮奶罐.....	58	ii. 流动阻力.....	70
(3)混合奶罐.....	58	压力降低.....	71
2.工作奶罐.....	59	2. 泵和有关设备.....	72
(二)热交换器.....	59	(1)离心泵.....	72
巴氏杀菌的控制.....	60	i. 泵的性能曲线图.....	73
(三)管道系统.....	60	ii. 系统特性曲线.....	74
1.零配件.....	61	(i)粘度对泵的影响.....	74
(1)接头.....	62	(ii)气蚀现象.....	75
(2)特殊管道配件.....	62	iii. 流量控制.....	76
(3)取样装置.....	63	(i)节流.....	76
(4)截流阀和转向阀.....	63	(ii)泵的转速调节.....	77
i. 活栓.....	63	(iii)改变叶轮的直径.....	78
ii. 座阀.....	63	iv. 离心泵的应用.....	78

v. 离心泵的选择.....	79	(一) 蒸汽锅炉.....	93
(2) 液环泵	79	1. 冷凝水的收集.....	94
i. 液环泵的应用	80	2. 其它设备.....	94
ii. 液环泵的选择.....	80	(二) 蒸汽管道系统.....	95
(3) 排液泵	80	五、制冷.....	95
i. 流量控制	81	(一) 制冷的原理.....	95
ii. 应用.....	82	(二) 制冷工艺过程.....	96
(4) 浮子室	82	1. 蒸发器.....	97
3. 完整的消毒乳生产线.....	84	2. 压缩机.....	98
4. 工艺控制设备.....	84	3. 冷凝器.....	98
(1) 传感器	85	4. 其他设备.....	99
(2) 控制器	86	六、压缩空气的生产.....	99
(3) 调节装置	87	(一) 对压缩空气的要求	100
(4) 自动温度控制	89	(二) 压缩空气装置	101
5. 供水设备.....	89	1. 空气的干燥	101
(1) 水的处理	90	2. 管道系统	102
(2) 管道系统的设计	91	七、电力	102
四、热的生产.....	92	控制电流和工作电流	103

第六章 牛奶的初步加工

一、巴氏杀菌	105	(三) 热传递面积的大小	112
二、时间和温度的选择	105	(四) 逆流和并流	112
三、热处理的目的	105	(五) 经过热交换器时的压力降低	113
四、热处理的限制因素	106	十一、不同类型的热交换器	113
五、不同程度的热处理	106	(一) 管式热交换器	113
(一) 高温短时间巴氏杀菌	106	(二) 螺旋式热交换器	113
1. 鲜奶	106	(三) 薄片式热交换器	114
2. 稀奶油和发酵乳制品	106	(四) 板式热交换器	115
(二) 超高温灭菌	107	十二、巴氏杀菌器	116
(三) 初次杀菌	107	(一) 交流换热	116
六、热传递原理	107	(二) 预热	117
交流换热式加热和冷却	107	(三) 保温设备	117
七、热传递的要求	108	十三、巴氏杀菌器的加热系统	117
八、乳品厂中的热传递	109	(一) 热水加热系统	117
九、热交换器	110	工艺过程的控制	118
十、影响热传递的因素	110	(二) 真空蒸汽加热系统	118
(一) 外部工艺参数	110	工艺控制	120
(二) 热交换器的设计	111	(三) 各种加热系统的比较	120

十四、巴氏杀菌器的冷却系统	121	(四)分离机的构造	133
十五、二次污染的预防	121	(五)分离机的主要部件	134
十六、完整的巴氏杀菌器	121	(六)分离	135
(一)浮子室	121	分离机出口	135
(二)进料泵	122	稀奶油中脂肪的调节	136
(三)流量调节器	123	十八、牛奶中含脂率的标准化	137
(四)交流预热	123	(一)自动直接标准化	138
(五)巴氏杀菌	123	1.脱脂奶出口外压调节线路	139
(六)冷却	123	(1)压力发射器.....	139
十七、净乳和稀奶油的分离	123	(2)压力控制器.....	139
(一)重力分离	124	(3)调节阀.....	140
1.沉降的条件	124	2.稀奶油含脂率的调节线路	140
2.沉降如何进行	124	(1)密度计.....	141
3.沉降速度	125	(2)密度控制器和调节阀.....	141
脂肪球的上浮速度	126	(3)记录器.....	142
4.重力静置分离	128	3.稀奶油重新混合的调节线路	142
5.连续重力分离	128	(1)流量计.....	143
6.使用挡板以增加沉降器的能力	128	(2)比率控制器.....	144
7.一固相和两液相的连续分离	129	4.完整的直接标准化工艺	145
(二)离心分离	129	十九、离心除菌	145
1.沉降速度	129	(一)细菌渣滓液的灭菌	146
脂肪球上浮速度	130	(二)离心除菌热处理工艺	146
2.固体颗粒的连续离心分离——净化	130	(三)干酪原料奶的离心除菌处理	147
(1)分离通道.....	130	二十、均质	147
(2)极限粒子.....	131	均质机	148
3.牛奶的连续分离	131	均质头	150
(1)脱脂效率.....	132	二十一、牛奶的脱气处理	150
(2)稀奶油的含脂率.....	132	(一)空气分离机	151
(三)固体杂质的排出	132	(二)真空处理	151

第七章 消毒奶

一、常规消毒奶的加工	153	(一)稀奶油	157
(一)标准化	155	(二)甩打奶油	159
(二)巴氏杀菌	156	1.甩打方法	160
(三)均质	156	2.甩打奶油生产工艺	160
均质效果的测定	156	(三)包装	161
二、稀奶油的生产	157		

第八章 灭 菌

一、各种处理方法	162	3. 无菌冷却	166
二、原料质量	163	4. 无菌包装	167
三、超高温灭菌产品	163	5. 回流	167
四、热处理对产品的影响	164	6. 控制盘	167
(一)色泽、滋味和气味	164	7. 设备的操作	167
(二)组织状态和稠度	164	(四)间接加热	167
(三)营养价值和维生素	164	1. 预热和均质	168
五、超高温灭菌处理	164	2. 灭菌	168
(一)处理时间	165	3. 无菌冷却	168
(二)保存期	165	4. 无菌包装	168
(三)蒸汽喷射直接加热	166	5. 回流	169
1. 杀菌	166	6. 控制盘	169
2. 均质	166	7. 设备的操作	169

第九章 发 酵 剂

一、繁殖阶段	172	5. 发酵剂的冷却	176
二、工艺技术	173	6. 发酵剂的保存	176
(一)工艺中的各个阶段	173	三、无污染发酵剂的制备	176
1. 原料的热处理	174	(一)培养罐	177
2. 冷却到接种温度	174	(二)生产发酵剂罐	178
3. 接种	174	原料在板式热交换器中的热处理	179
4. 培养	175		

第十章 发酵奶制品

一、酸奶	182	2. 甜味料	184
二、风味酸凝乳	182	(四)均质	184
三、影响酸奶质量的因素	183	(五)热处理	184
四、牛奶的预处理	183	(六)发酵剂的制备	185
(一)原料奶的选择	183	五、生产工艺	185
(二)牛奶的标准化	183	(一)蒸发	186
1. 含脂率	183	(二)均质	186
2. 干物质含量	183	(三)巴氏杀菌	187
(三)牛奶的添加剂	184	(四)牛奶的冷却	187
1. 稳定剂	184	六、酸奶车间的设计	187

(一)搅拌型酸奶	188	5. 冷却到接种温度和培养	193
凝块的冷却	189	6. 凝块的冷却	193
(1)加香	189	7. 成熟和包装	194
(2)包装	190	(二)克菲尔的特性	194
(二)凝固型酸奶	190	九、 斯堪的纳维亚酸奶	194
1. 接种	190	生产工艺	194
2. 加香	190	1. 均质	195
3. 灌装和培养	191	2. 热处理	195
4. 冷却	191	3. 发酵	195
七、 长期保存酸奶	191	4. 包装	195
(一)酸奶的热处理	191	十、 乐口托福	195
(二)无菌生产	191	十一、 格拉德菲尔	196
八、 克菲尔酸牛奶酒	192	(一)生产过程	196
(一)生产	192	1. 均质	196
1. 原料乳	192	2. 热处理	196
2. 发酵剂的制备	193	3. 接种和包装	196
3. 均质	193	十二、 酪乳	197
4. 热处理	193	发酵酪乳	197

第十一章 奶 油

一、 甜性或酸性稀奶油加工奶油	199	(六)搅拌	205
二、 奶油生产	199	1. 奶油的形成	205
(一)原料	201	2. 搅拌的回收率	206
(二)巴氏杀菌	201	(七)压炼	206
(三)真空脱气	202	真空压炼	207
(四)细菌发酵	202	三、 奶油的连续化生产	207
稀奶油的发酵	202	(一)生产工艺过程	207
(五)热处理	203	(二)包装	208
1. 乳脂结晶化	204	(三)冷藏	208
2. 热处理程序编制	204	(四)试验性奶油制造方法	209
(1)含硬脂肪多的稀奶油的处理	204	四、 新型的涂抹制品	209
(2)含中等硬度脂肪稀奶油的处理	205	(一)拉特和拉贡	209
(3)含软脂肪很多的稀奶油的处理	205	(二)布里高特	210

第十二章 无水乳脂

一、 新技术为乳脂开辟了新市场	211	(一)用奶油作原料	212
二、 无水乳脂的加工工艺	211	(二)用稀奶油作原料	213

1. 原料质量的重要性	213	(一) 分级乳脂——一种未来的产品 ...	215
2. 蛋白质的重要性	214	(二) 连续分级工艺	216
3. 加工工艺	214	1. 高熔点部分	217
三、无水乳脂的分离	215	2. 低熔点部分	217

第十三章 干 酪

一、干酪的分类	219	(三) 致密组织状态的干酪——契达干酪	228
二、干酪原料奶	220	(四) 压榨	229
三、干酪原料奶的处理	220	(五) 加盐	230
(一) 净乳	220	(六) 加盐的方法	230
(二) 巴氏杀菌——离心除菌处理	221	1. 在乳清中加盐	230
(三) 标准化	221	2. 在凝块中加盐	231
(四) 干酪原料奶的发酵	222	3. 在外皮上加盐	231
(五) 干酪原料奶的添加剂	222	4. 在盐水中浸泡	231
1. 氯化钙	222	六、干酪生产机械化	231
2. 硝酸盐	222	(一) 圆孔干酪的加工线	232
3. 色素	223	(二) 粒纹干酪的加工线	232
四、凝块形成及加工	223	(三) 契达干酪的加工线	234
(一) 加凝乳酶	223	成块系统	235
(二) 凝块的切割	224	(四) 干酪生产中的超滤技术	235
(三) 第一次加温搅拌	225	(五) 干酪的贮存	236
(四) 第一次乳清排除	225	(六) 包装	237
(五) 加热	225	七、生干酪	237
(六) 后续搅拌	226	八、融化干酪	239
五、凝块的压模	226	生产工艺	239
(一) 圆孔的干酪	226		
(二) 粒纹干酪	227		

第十四章 蒸 发

一、蒸发器	241	(一) 热压泵	242
二、多效蒸发	242	(二) 双效蒸发器	243

第十五章 乳清加工

一、乳清加工工艺	245	(四) 浓缩	246
(一) 酪蛋白细粒的回收和脂肪分离	246	(五) 干燥	246
(二) 冷却和巴氏杀菌	246	(六) 脱盐	247
(三) 保藏	246	1. 电渗析	247

2. 离子交换	248	(二) 乳糖回收	250
(七) 乳清蛋白的浓缩	248	1. 结晶	251
二、用超滤(UF)法回收蛋白质	248	2. 乳糖分离	251
(一) 变性乳清蛋白的回收——Contri- Whey	249	3. 干燥	251

第十六章 炼 乳

一、炼乳的原料要求	253	(三) 冷却和抽样灭菌试验	255
原料的细菌学要求	253	(四) 灌装	255
原料的热稳定性要求	253	(五) 灭菌	255
二、预处理	253	超高温灭菌处理	256
(一) 标准化	253	(六) 贮藏和检查	256
(二) 热处理	254	四、甜炼乳	257
三、淡炼乳	254	(一) 蒸发	257
(一) 蒸发	254	(二) 冷却和结晶	257
(二) 均质	255	(三) 包装和检查	258

第十七章 奶 粉

一、什么叫干燥	259	1. 喷雾干燥塔的设计	263
二、奶粉的种类	260	奶的雾化	264
速溶奶粉	261	2. 速溶奶粉的生产	264
三、奶粉的生产	261	流化床干燥	265
(一) 原料	261	3. 奶粉溶解度试验	265
(二) 预处理	262	4. 奶粉的包装	266
(三) 滚筒干燥	262	5. 奶粉贮存中的变化	266
(四) 喷雾干燥	263		

第十八章 再 制 奶

一、再制奶的加工工艺	267	(1) 巴氏杀菌	269
(一) 成分	268	(2) 超高温灭菌	269
1. 非脂乳固体	268	2. 向混合罐加脂肪的设备	270
2. 脂肪	268	3. 管道式脂肪混合设备	271
3. 水	268	4. 再制奶的包装与贮运	272
(二) 奶粉处理	268	(1) 包装	272
(三) 再制奶车间的设计	269	(2) 贮藏	272
1. 热处理	269	(3) 销售	272

第十九章 冰淇淋

一、原料	273	(三)均质	277
(一)脂肪	274	(四)巴氏杀菌	277
(二)非脂乳固体	274	(五)成熟	277
(三)糖	274	(六)调香和调色物质的添加	277
(四)乳化剂	274	三、连续冻结	277
(五)稳定剂	274	四、注模和灌装	278
(六)调香材料	275	(一)大包装	278
(七)调色物质	275	(二)盒装和其他家庭用的包装规格	278
(八)原料验收	275	(三)蛋卷冰淇淋和杯状冰淇淋	278
二、混合	275	(四)硬化处理	279
(一)原料数量的测定	276	(五)雪糕的生产	279
(二)混合配料	276		

第二十章 乳品加工设备的清洗

一、清洗理论	281	3. 机械清洗效果	287
(一)洗涤剂	282	4. 清洗的持续时间	287
1. 混合的碱性洗涤剂	282	(四)用清水作后冲洗	287
2. 碱性洗涤剂	284	(五)消毒	288
3. 酸液	284	(六)就地清洗	288
4. 商品洗涤剂	285	(七)就地清洗线路的组成	289
(二)消毒	285	(八)合适的材料和系统的设计	289
二、清洗程序	285	(九)就地清洗程序	290
(一)产品残留物的回收	286	三、就地清洗系统的设计	290
(二)用水预洗	286	(一)集中式就地清洗系统	291
(三)用洗涤剂清洗	286	(二)分散式就地清洗系统	292
1. 洗涤剂的浓度	287	四、清洗效果的检验	295
2. 洗涤剂的温度	287		

第二十一章 自动化

一、引言	296	自动化必要性的经济性评价	304
二、什么是自动化	297	四、自动化的程度	305
(一)什么是逻辑	298	(一)自动化的程序控制	306
(二)校正功能	303	(二)控制中的计算	307
三、自动化的必要性	303	计算机控制的其它应用	308

五、不同类型的控制系统	308	程序控制系统的一些例子	313
(一)继电系统	309	(1)局部自动化.....	313
(二)硬件电子线路系统	309	(2)带有算术运算要求	
(三)可编程序控制系统	310	的局部自动化.....	314
1. 可编程控制系统的结构	311	(3)供中等规模工厂应用的	
2. 软件和硬件的相对费用	312	小型计算机系统.....	315
六、操作人员的职责	312	(4)供大型乳品厂控制用	
(一)控制板	312	的双计算机系统.....	316
(二)打印终端机	313	七、自动控制的现状和展望	317



图 1-1

第一章 牛奶的生产

奶是哺乳动物出生后最初阶段唯一的食物。奶中的物质既提供了能量，又提供了生长的基础营养。奶中还含有保护幼小动物免受感染的抗体。哺育一头小牛约需 1,000L 奶。这是以前母牛产犊后为哺育小牛而生产的奶量。

自从人类使用乳牛供奶以来，情况有了巨大的变化。由于奶牛选择育种的结果，每产一头犊牛，产奶量可达 5,000 L 以上，达到早期母牛产奶量的 5 倍。有些奶牛产奶量高达 10,000 L 以上。

母牛必须进行交配并产犊后才能产奶。小母牛在 7—8 月龄达到性成熟，但通常要到 15—18 月龄时才进行配种。母牛孕期为 265—300 天。因此，一头小母牛约需经两年半的时间才能产第一胎。

一、泌乳周期

小牛出生前不久，母牛乳房就开始分泌乳汁，因此小牛一出生，母牛就可以哺乳。整个哺乳期延续约 300 天。这一阶段称为泌乳期。

母牛一般在产仔后的 1—2 个月又进入发情期，此后每隔 3 周发情 1 次，有时母牛在生小牛后又进行配种。由于胎儿在母牛体中生长，需要越来越多的营养物。因此，泌乳末期牛奶产量逐渐减少。

在第二胎小牛出生前的 6—9 周，产奶逐渐减少，直至停止泌乳。随着小牛的出生，又开始了新的泌乳期。

正常情况下一头母牛一般可持续生产五胎左右。第一、二个泌乳期产奶量较低，到第三泌乳期，达到产奶高峰。

二、奶的分泌

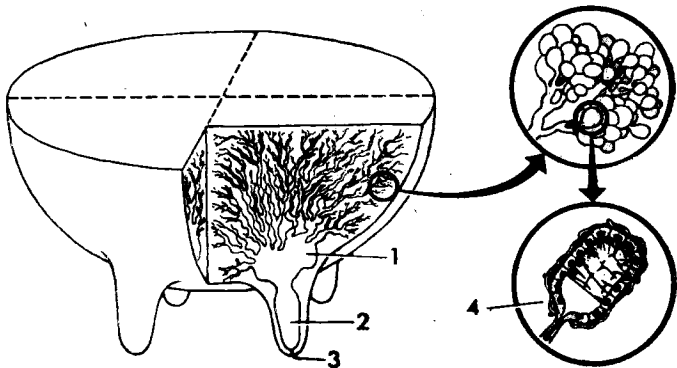
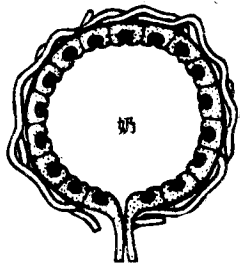


图 1—2 乳房的剖面图
1.乳窦 2.乳池 3.乳头管 4.腺泡

牛奶是从母牛的乳房中分泌出来的。母牛乳房是一个由纵隔分成右半部和左半部的半球体器官。每半个乳房又由一条较浅的横隔各自分为两半。每 1/4 乳房有一个乳头和一个单独的乳腺。

乳房由含有产奶细胞的乳腺组成。乳腺被包围在肌肉组织中，并与乳房结合成一体，使其在受到撞击时，得到保护而不致受损伤。

乳腺含有大量的被称为腺泡的微小的囊状组织(约两万亿个)。真正的产奶细胞位于腺泡的内壁上，这些腺泡以 8—120 个一组的形式存在。由毛细血管从腺泡中将奶汇集到较大的输乳管，然后流入乳头上方的一个称为乳窦的腔内。乳窦能容纳多达 400 ml 的奶。



乳窦延伸至乳头部分称为乳池。乳头的末端是一条 1—1.5 cm 的管道。挤奶间歇期间，管道由括约肌控制闭合以防乳汁涌出及细菌进入。

整个乳房交织着血管和淋巴管。散布于腺泡周围的毛细血管，将来自心脏的血液中的丰富营养物质供应产奶细胞，以满足泌乳所需的营养物。输送营养物后的血液又由毛细血管流入静脉血管，并回流到心脏。每天流经乳房的血量达到 90,000 L。即每生产 1L 牛奶约需 400—800L 血液流过。

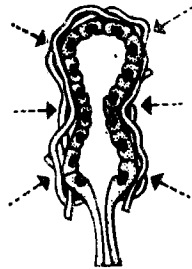


图 1—3 腺泡中奶的排出

当腺泡分泌奶汁时，内压增加。如果该牛未被挤奶，当压力达到某一限度时，奶的分泌就会停止。压力的增加迫使少量的牛奶流入较大的输奶管，然后流入乳窦。但是，大部分牛奶仍保存在腺泡