

Preservation and Processing of Dairy and Meat Products

食品科学与工程类 系列规划教材

乳肉制品保藏加工

李建江 杨具田 主编



科学出版社

乳肉制品保藏加工

李建江 杨具田 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书共分四篇：第一篇为畜产品加工基础与保藏；第二篇为肉与肉制品工艺学；第三篇为乳与乳制品工艺学；第四篇为畜产品安全。前三篇内容都有基础理论、品种分类、加工技术、保藏原理与技术等的系统介绍；第四篇从总体上概括介绍食品安全基本概念及国内外研究状况，接着分章节对食品的危害因素、安全性评价、安全检测技术、食品安全溯源与预警技术等内容做了系统详细的阐述。

本书可作为高等院校食品工程、动物科学、动物医学、卫生检验等相关专业的本科教材，也可供相关专业的科研工作者参考。

图书在版编目（CIP）数据

乳肉制品保藏加工/李建江，杨具田主编. —北京：科学出版社，2017.3
ISBN 978-7-03-052374-7

I. ①乳… II. ①李… ②杨… III. ①乳制品-食品贮藏 ②乳制品-食品加工 ③肉制品-食品贮藏 ④肉制品-食品加工 IV. ①TS252.4 ②TS251.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 052417 号

责任编辑：王玉时 韩书云 / 责任校对：高明虎
责任印制：张 伟 / 封面设计：铭轩堂

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码：100717
<http://www.sciencep.com>

北京中石油彩色印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 3 月第 一 版 开本：787×1092 1/16
2017 年 3 月第一次印刷 印张：19
字数：500 000

定价：58.00 元

（如有印装质量问题，我社负责调换）

《乳肉制品保藏加工》编写人员名单

主 编 李建江 杨具田

副主编 臧荣鑫 李贞子

参 编 魏玉梅 刘红娜 丁 波 曹 忻 蔡 勇

主 审 李建江 李贞子

前 言

随着人们生活水平不断提高, 乳肉制品的种类也日益丰富, 但其在加工、贮存和运输过程中易受到病原微生物的污染而腐败, 给生产企业带来巨大的经济损失, 同时也对消费者的健康造成危害。如何延长乳肉及其制品的保鲜期, 降低其变质的可能性, 从食品质量安全的源头上预防和控制——预防食品从生产到消费各个环节可能受到的污染, 控制可能造成的污染及其引起的相关食源性疾病的各个环节——显得非常重要。

乳肉制品保藏加工是与畜牧学、食品科学与工程学科密切相关的一门专业学科, 是以生产出符合人类营养和现代食品卫生要求、食用方便的乳肉制品为目的的一门实践性很强的应用学科。本书主要阐述了乳肉制品加工和贮藏基本理论、初深加工技术及贮藏技术, 同时介绍了国内外贮藏及加工的最新技术。

随着食品行业特别是乳肉制品加工业的快速发展, 新技术、新产品的不断涌现, 新标准、新规范的更新和制定, 食品安全问题也越来越被人们关注。近年来, 国际上食品安全事件频发, 世界范围内相继暴发的疯牛病、二噁英、禽流感、苏丹红、受污染奶粉等一系列食品安全相关事件, 标志着食品安全已成为一个全球化的重大公共卫生问题, 更加引起国际组织和各国政府的高度重视。防止食品污染、保障食品安全对人们的身体健康和国家安全有着长久的重要意义。因此, 本书在全面系统地介绍乳肉制品保藏加工原理及国内外最新技术的基础上, 就食品尤其是乳肉制品在生产、加工、储运、销售直到消费的整个过程的不安全因素及各个环节食品安全监控进行了详细介绍, 涵盖畜产品加工、食品贮藏、食品卫生及检验等多方面内容。

本书共分为二十六章, 编写分工如下: 第一至三章、第八章、第十七至二十章、第二十三章、第二十五章和第二十六章由李建江编写, 第四章第二节由杨具田和臧荣鑫编写, 第四章的第一节和第三节由刘红娜和丁波编写, 第五至七章、第九至十六章、第二十一章、第二十四章由李贞子编写, 第二十二章第一节由曹忻和蔡勇编写, 第二十二章第二节和第三节由魏玉梅编写, 全书由李建江和李贞子修改、完善和审核。

由于本书涉及的学科跨度较大, 加之水平有限, 难免有不足之处, 衷心希望读者能够指出不足并提出宝贵建议。

编 者

2016年11月2日

目 录

第一篇 畜产品加工基础与保藏

第一章 畜产品品质基础.....	1
第一节 畜产品的色泽.....	1
第二节 畜产品的滋味与香气.....	1
第三节 畜产品的质地.....	2
第四节 畜产品的营养成分.....	2
第二章 畜产品贮藏原理与品质变化.....	5
第一节 畜产品贮藏过程中的生理和生化变化.....	5
第二节 畜产品的腐败变质.....	8
第三章 畜产品的贮藏保鲜方法.....	15
第一节 肉的贮藏与保鲜.....	15
第二节 乳制品的贮藏与保鲜.....	27

第二篇 肉与肉制品工艺学

第四章 干肉制品.....	42
第一节 肉品干制的目的与方法.....	42
第二节 干制对肉的影响.....	43
第三节 干肉制品加工.....	44
第五章 腌腊肉制品.....	47
第一节 腌腊肉制品的加工原理.....	47
第二节 腌制方法.....	50
第三节 腌腊肉制品加工.....	51
第六章 酱卤肉制品及肉类罐藏制品.....	57
第一节 酱卤肉制品.....	57
第二节 肉类罐藏制品.....	60
第七章 熏烤肉制品.....	62
第一节 熏肉制品的加工原理及生产工艺.....	62
第二节 烤肉制品的加工原理及生产工艺.....	66
第八章 肠类灌制品的加工.....	70
第一节 肠类灌制品概述及分类.....	70
第二节 肠类灌制品加工原理、辅料及一般加工工艺.....	70
第三节 主要灌肠加工.....	72

第三篇 乳与乳制品工艺学

第九章 乳品学基础	75
第一节 乳的组成及溶液性质	75
第二节 乳中各成分的化学性质	76
第三节 异常乳	85
第十章 乳的物理性质	88
第十一章 鲜乳的质量控制	91
第一节 乳中的微生物	91
第二节 鲜乳的质量保障	94
第三节 原料乳的处理	98
第四节 加工设备的清洗消毒	101
第十二章 牛乳在加工处理中的变化	106
第一节 乳加工后各组分的名称	106
第二节 乳的热处理	106
第三节 乳的均质	109
第四节 乳的真空浓缩	111
第五节 乳的干燥	113
第六节 膜处理在乳制品加工中的应用	118
第十三章 液态乳的加工	120
第一节 液态乳的概念和种类	120
第二节 巴氏杀菌乳的加工	121
第三节 灭菌乳的加工	123
第四节 再制乳的加工	126
第五节 花色乳的加工	127
第十四章 奶油的生产	130
第一节 奶油的种类和性质及影响其性质的因素	130
第二节 奶油的生产加工	131
第三节 无水奶油及新型涂抹制品	137
第十五章 发酵乳制品	140
第一节 发酵剂	140
第二节 酸乳的加工	143
第三节 开菲尔酸牛奶酒	149
第四节 乳酸菌饮料	150
第五节 其他发酵乳制品	153
第十六章 炼乳	156
第一节 甜炼乳	156
第二节 淡炼乳	162

第十七章 乳粉	166
第一节 乳粉的种类及化学组成	166
第二节 乳粉的加工	167
第三节 配方乳粉	170
第四节 速溶乳粉的生产	173
第十八章 干酪	177
第一节 干酪的种类及营养价值	177
第二节 干酪的发酵剂	179
第三节 皱胃酶及其代用凝乳酶	179
第四节 天然干酪的生产工艺	181
第五节 常见的干酪质量缺陷及其防止方法	184
第六节 其他干酪的生产工艺	186
第七节 融化干酪	188
第十九章 冰淇淋的加工	190
第一节 冰淇淋的种类及原料	190
第二节 冰淇淋的生产	192
第三节 雪糕的生产	198
第二十章 干酪素	201

第四篇 畜产品安全

第二十一章 食品安全绪论	205
第一节 食品安全的基本概念及其研究的目的和意义	206
第二节 国内外食品安全研究状况及发展趋势	208
第二十二章 食品安全危害性来源	215
第一节 概述	215
第二节 食品原料有害物质	215
第三节 食品加工及贮藏运输中的危害因素	241
第二十三章 食品安全溯源及预警	256
第一节 概述	256
第二节 食品安全溯源	256
第三节 食品安全预警	260
第二十四章 食品安全标准体系	265
第一节 标准简介	265
第二节 食品安全标准体系	266
第三节 国内外食品安全标准体系现状	268
第二十五章 食品安全控制技术	272
第一节 概述	272
第二节 GAP	272
第三节 GMP	274

第四节	SSOP	275
第五节	HACCP	276
第六节	ISO 9000 与 ISO 22000	278
第二十六章	食品安全法律法规	281
第一节	概述	281
第二节	食品安全立法的目的及意义	284
第三节	国内外食品安全法律法规简介	285
第四节	食品安全的监督管理	288
主要参考文献		291

第一篇 畜产品加工基础与保藏

第一章 畜产品品质基础

畜产品品质主要指产品的色泽、滋味、气味及质地、营养成分等。肉的品质还包括保水性、嫩度等指标。这些性质一方面标志着产品的新鲜度，另一方面在加工贮藏过程中会直接影响产品的质量、等级。

第一节 畜产品的色泽

一、肉的色泽

肉的色泽主要来自于肌红蛋白和血红蛋白。肉的固有色泽——红色，主要由肌红蛋白的色泽所决定。肌红蛋白的含量越多，则肉色越显暗红。肌红蛋白在肌肉中的含量常与动物生前的生长、活动状况及畜龄等因素有关。而动物宰后即使放血充分，在微细的毛细血管中仍有少量血液残存，从而导致血液中的血红蛋白对肉品色泽有一定的影响。此外，动物宰后，肌红蛋白与空气中的氧作用也会导致肉色发生变化，当肌红蛋白与氧结合生成氧合肌红蛋白时，肉色呈鲜红；当肌红蛋白和氧合肌红蛋白被氧化生成高铁肌红蛋白时，则呈褐色。

二、乳*的色泽

乳是哺乳动物为哺育幼儿从乳腺分泌的一种白色或稍呈黄色的不透明液体。它含有幼儿生长发育所需要的全部营养成分，是哺乳动物出生后最适于消化吸收的全价食物。乳的白色是由于乳中的酪蛋白酸钙、磷酸钙胶粒及脂肪球等微粒对光的不规则反射所产生的。牛乳中的脂溶性胡萝卜素和叶黄素使乳略带淡黄色，而水溶性的核黄素使乳清呈荧光性黄绿色。

第二节 畜产品的滋味与香气

一、肉的滋味与香气

肉的滋味及香气成分复杂多样、含量甚微，是由肉中固有成分经过复杂的生物化学变化后，产生各种有机化合物所形成的。这些物质用一般方法很难测定，其原因除含量

* 本书中，除奶油等少数词汇外，其余术语中“奶”与“乳”可通用。——作者

少外，还因为大多无营养价值、不稳定、加热易被破坏和挥发。但这些成分十分敏感，很容易通过感官察觉。

烹调时肉的香气和滋味是由于原存在于肌肉中的水溶性和油溶性前体挥发性物质的逸出而产生的。生肉的水浸出物经过加热而产生的风味物质存在于烹调肉的汤汁中，烹调后便强烈地放出；烹调时肉汁和肌原纤维中的成分相互作用，进一步促进滋味和香气成分的增强。有研究证明，上述水溶性的浸出物中含有肌苷酸、葡萄糖及糖蛋白；适宜的高温烹煮有助于增强肉的滋味和气味。

二、乳的滋味与香气

乳中含有挥发性脂肪酸及其他挥发性物质，具有一种特有的奶香气味，味微甜，这些物质是牛乳滋味和气味的主要构成成分。由于挥发性成分的存在，当温度高时，奶香味较浓。新鲜纯净的乳稍带甜味，这是由于乳中含有乳糖。乳中除甜味外，因含有氯离子，所以稍带咸味。常乳中的咸味因受乳糖、蛋白质、脂肪等所调和而不易觉察，但异常乳如乳房炎乳中氯的含量较高，故有浓厚的咸味。乳中的苦味主要来自于 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} ，而酸味是由柠檬酸及磷酸所产生的。

第三节 畜产品的质地

一、肉的质地

肉的质地是指依感官所得出的肉的品质特征，涉及视觉及触觉等因素。通过观察可以识别肉品表面瘦肉断面的光滑程度、脂肪存在的量和分散程度及纹理的粗细等表现状态；通过触摸及咀嚼则可得出肉的细腻和光滑程度、软硬状况等。对肉品质地评价时往往涉及嫩度，这是肉品入口咀嚼时组织状态给人最直观的感触。

二、乳的质地

乳的质地也就是乳的组织状态，应均匀一致，呈均匀的胶态流体，无凝块和沉淀，不黏稠，无杂质和异物。浓厚且带黏性的乳，很可能是病牛乳或初乳，不宜使用。

第四节 畜产品的营养成分

一、肉的营养成分

肉的营养成分主要是指肌肉组织中各种化学物质的组成，包括水分、蛋白质、脂类、碳水化合物、含氮浸出物及少量的矿物质和维生素等。哺乳动物骨骼肌的化学组成见表 1-1。畜禽肉类的营养成分受动物种类、性别、畜龄、营养状况等影响。加工贮藏过程中，常因肉品物理、化学性质等的变化，影响其食用价值和商品价值。

表 1-1 哺乳动物骨骼肌的化学组成

化学物质	含量/%	化学物质	含量/%
水分	65~80	脂类	1.5~13.0
蛋白质	16~22	中性脂类	0.5~1.5
肌原纤维蛋白	9.5	磷脂	1.0
肌球蛋白	5.0	脑苷酯类	0.5
肌动蛋白	2.0	胆固醇	0.5
原肌球蛋白	0.8	非蛋白含氮物	1.5
肌原蛋白	0.8	肌酸与磷酸肌酸	0.5
M-蛋白	0.4	核苷酸类 (ATP、ADP 等)	0.3
C-蛋白	0.2	游离氨基酸	0.3
α -肌动蛋白素	0.2	肽 (鹅肌肽、肌肽等)	0.1
β -肌动蛋白素	0.1	其他物质 (IMP、NAD、NADP、尿素等)	0.5~1.5
肌质蛋白	6.0	碳水化合物	0.5~1.3
可溶性肌质蛋白和酶类	5.5	糖原	0.1
肌红蛋白	0.3	葡萄糖	0.1
血红蛋白	0.1	代谢中间产物 (乳酸等)	1.0
细胞色素和呈味蛋白	0.1	无机成分	0.3
基质蛋白	3.0	钾	0.2
胶原蛋白	1.5	总磷	0.2
网状蛋白	1.5	硫	0.1
弹性蛋白	0.1	氯	0.1
其他不可溶蛋白	1.4	钠	0.1
		其他 (包括镁、钙、铁、铜、锌、锰等)	0.1

水分是肉中含量最多的组分,动物越肥胖,含水量越低;同时含水量随畜龄增长而减少。肉中的水分常以结合水、膨胀水及自由水三种形式结合存在。肌肉中蛋白质含量约占 20%,常依其构成位置和在盐溶液中的溶解度分为肌原纤维蛋白、可溶性肌质蛋白(存在于肌原纤维之内、肌质之中)及基质蛋白(构成毛细血管、结缔组织等的蛋白质)三种。肉类蛋白质含有 8 种人体自身不能合成的必需氨基酸。因此在加工贮藏过程中,若蛋白质受到破坏,则肉的品质及营养价值就会大幅度降低。动物脂肪主要为脂肪酸甘油三酸酯及少量的磷脂、醇脂。肉类脂肪酸有 20 多种,以硬脂酸和软脂酸为主的饱和脂肪酸居多。

二、乳的营养成分

牛乳的营养成分十分复杂,经过证实,在牛乳中至少有 100 种营养成分,但其中主要由水、脂肪、蛋白质、乳糖、无机盐及维生素等所组成。正常乳的成分大致是稳定的,但乳中各种成分的含量在一定范围内有所变动,其中以脂肪变动最大,蛋白质次之,乳糖变化最小。所以,一般常把脂肪作为衡量牛乳质量的标准。现在,特别是近十几年来,人们对牛乳的品质要求发生了明显的变化。具体反映在国际市场上,由历来重视牛乳中

的含脂率转而强调乳中蛋白质的含量。因此,目前已有不少国家把蛋白质和牛乳中的干物质作为衡量乳质量的标准。牛乳中主要成分及其含量见表 1-2。

表 1-2 牛乳中主要成分及其含量

成分	每升含量	成分	每升含量
1. 水分	860~880g	重碳酸盐	0.20g
2. 乳浊相中的脂质		硫酸盐	0.10g
乳脂肪 (甘油三酯)	30~50g	乳酸盐	0.02g
磷脂质	0.30g	(3) 水溶性维生素	
固醇类	0.10g	维生素 B ₁	0.4mg
类胡萝卜素	0.10~0.60mg	维生素 B ₂	1.5mg
维生素 A	0.10~0.50mg	烟酸	0.2~1.2mg
维生素 D	0.4μg	维生素 B ₆	0.7mg
维生素 E	1.0mg	泛酸	3.0mg
3. 悬浊相中的蛋白质		生物素	50μg
酪蛋白 (α, β, γ)	25g	叶酸	1.0μg
β-乳球蛋白	3g	胆碱	150mg
α-乳白蛋白	0.7g	维生素 B ₁₂	7.0μg
人血白蛋白	0.3g	肌醇	180mg
免疫性球蛋白	0.3g	维生素 C	20mg
其他的白蛋白、球蛋白	1.3g	(4) 非蛋白维生素肽氮 (以 N 计)	
拟球蛋白	0.3g	氨态氮	2~12mg
脂肪球膜蛋白	0.2g	氨基氮	3.5mg
酶类	—	尿素肽氮	100mg
4. 可溶性物质		肌酸、肌酐肽氮	15mg
(1) 碳水化合物		尿酸	7mg
乳糖	45~50g	维生素 B ₁₃	50~100mg
葡萄糖	50mg	马尿酸	30~60mg
(2) 无机、有机离子或盐		尿酸素	0.3~2.0mg
钙	1.25g	(5) 气体	
镁	0.10g	二氧化碳	100mg
钠	0.50g	氧	7.5mg
钾	1.50g	氮	15.0mg
磷酸盐 (以 PO ₄ ³⁻ 计)	2.10g	(6) 其他	0.10g
柠檬酸盐 (以柠檬酸计)	2.00g	5. 微量元素	
氯化物	1.00g	Li、Ba、Sr、Mn、Al 等	—

第二章 畜产品贮藏原理与品质变化

第一节 畜产品贮藏过程中的生理和生化变化

一、肉在贮藏过程中的变化

畜禽经过屠宰以后，屠体的肌肉内部会发生一系列的变化，使肉质变得柔嫩多汁，并且具有独特的滋味和气味，把这种变化过程称为肉的成熟。肉的成熟过程可分为尸僵过程和自溶过程两个阶段。

（一）尸僵过程

畜禽宰后，屠体要变硬，这种现象称为尸僵。尸僵之所以发生，是因为肉内糖原分解形成乳酸，使肉变成酸性所引起的。新鲜的畜禽肌肉呈弱碱性或中性，肉中的蛋白质呈半流动的状态，所以柔软不硬，但由于宰后肉内糖分和肌磷酸的不断分解，生成乳酸和磷酸，使肉变成酸性。当肉内的 pH 达到 6.0~6.2 时，由于肌质蛋白的保水性增强，使肉内蛋白质膨胀，导致肌肉变硬而形成尸僵。

（二）自溶过程

发生尸僵以后的肌肉，其内部的变化并不就此停止，而是随着糖原的不断分解，乳酸继续增加，致使胶体蛋白质的保水性逐渐减弱，肉内蛋白质与水发生分离因而回缩，使尸僵缓解。在此期间，肌肉内酶的作用，促使一部分蛋白质分解，生成一些较为简单的肽及氨基酸等物质，肉的成分会发生一些变化，肉质不但变得柔嫩多汁，而且从蛋白质分解物中释放出香美的滋味。从畜禽宰后的糖原分解，到发生尸僵及肉的本身自溶，这一全部变化过程称为肉的成熟。对于肉的成熟过程，必须进行适当的控制，应当既要适当的成熟，又不能过度。就是说要使肉的部分蛋白质分解生成水溶性蛋白质、肽及氨基酸等，达到适度时即应停止。如果继续进行下去，氨基酸进一步分解为胺、氨及硫化氢等，进入腐败的阶段，则肉的品质变坏而失去食用价值。

（三）肉的成熟时间和成熟肉的特征

1. 肉的成熟时间 肉成熟所需的时间与温度有密切关系，在温度为 0℃ 和湿度为 80%~85% 的条件下，10d 左右可以达到最好的成熟状态。温度越高，则成熟过程越快。例如，在 12℃ 时，经 5d 可以成熟；若在 18℃ 时，经两昼夜即可成熟；倘若在 29℃ 的环境下，几小时就能完成成熟过程。因此可以得出温度越高成熟越快的结论。但是温度过高时，常因微生物的活动而容易发生腐败，所以在工业生产条件下，通常把胴体放在 2~4℃ 的冷藏库内，保持 2~3d 使之适当成熟。经过成熟的肉被煮熟以后，柔软多汁，肉汤透明，肉和汤都具特有的美味和香气。而未经成熟的肉，煮熟以后显得坚硬、干燥、肉汤混浊，缺少特有的美味和香气。同时，成熟的肉因酸的作用，胶原蛋白变得柔软，加热时容易变成胶，所以比较容易消化；肉不经成熟，吃后不易消化，不但耗损体内的能量，而且消化不了的部分排出体外会造成浪费。

2. 成熟肉的特征 成熟以后的肉，其特征如下。

1) 胴体表面形成一层薄膜，用手触摸光滑而微有沙沙的响声，可以保护肉面，防止微生物侵入引起腐败。

2) 有肉特有的香味和气味。

3) 肉汁较多，肉汤清澈透明，切开肉时即有肉汁流出。

4) 肉的组织柔软，具有弹性。

5) 肉呈酸性反应。

总之，肉的成熟对于营养、风味和卫生等方面都有好处，但是如果用作肉制品原料时，应尽量利用鲜肉为好，因为成熟后的肉结着力较差，制作香肠、灌肠一类产品时，会因组织状况松散而影响产品质量。

二、牛乳在贮藏过程中的变化

(一) 物理变化

生鲜牛乳在贮藏过程中，由于温度较低，牛乳的物理性质会发生部分改变，发生的主要物理变化为无机盐形态的变化、脂肪由液态向固态结晶转化、乳糖形态变化及黏度上升等。在贮藏过程中，牛乳的离子强度增强，钙离子活性增加，酪蛋白胶束中磷酸钙的量会增加，pH 呈下降趋势。pH 和钙离子浓度的变化会引起酪蛋白胶束的不稳定。低温会造成乳脂肪由液态向固态结晶转化，损伤乳脂肪球膜，引起“游离脂肪”释放，导致脂肪产生不稳定现象，严重时乳脂肪会失去乳化特性，以大小不等的脂肪团块浮于表面。由于贮藏牛乳的温度和水分活度较低，抑制了微生物的生长和酶的活性，大多数化学反应的速率较小，但脂肪的自动氧化仍会进行。氢离子和其他离子浓度较高时，钙离子活性较强。乳糖保持无定形态有助于酪蛋白稳定，乳糖的结晶会导致酪蛋白絮凝，贮藏牛乳中的乳糖具有从无定形态到晶体状态转化的趋势。

低温贮藏会引起牛乳黏度上升，扩散系数降低，还会出现分层现象，所以在贮藏过程中一定要伴有搅拌，以缓解这种变化。

(二) 化学变化

在贮藏期间，牛乳中的脂肪和乳蛋白会发生化学变化，这些变化通常包括两种：氧化和脂类分解。这两种反应的产物能产生异味。

1. 脂肪氧化 牛乳的脂肪氧化产生一种“金属味道”，氧化作用发生在不饱和脂肪酸的双键上，其卵磷脂最为敏感，乳及乳制品中的铁盐和铜盐及溶解氧都会使产生“金属味道”的过程加速，光照也会如此，特别是阳光直接照射或荧光。冬季发生的金属氧化味比夏季更普遍，一部分原因是环境温度较低，另一部分原因是饲料差别而产生的。夏季饲料中维生素 C（抗坏血酸）和维生素 A 含量丰富，这些维生素增加了牛乳中还原物质的数量。如果牛乳被光照或含有重金属离子，脂肪酸还会进一步分解为醛、酮，这些物质会给乳制品造成异味，如在乳脂肪制品中的脂肪哈败味。

2. 蛋白质氧化 当光照牛乳时，蛋氨酸在维生素 B₂ 与维生素 C 的共同参与下，转化生成甲巯基丙醛，此时牛乳具有的味道通常称为“日晒味”，尽管牛乳中蛋氨酸含量不多，但是作为乳蛋白的组成成分之一，蛋氨酸的分解势必导致可察觉出的异味。导致日晒味的原因包括：自然光或人造光，特别是荧光、照射时间及乳的自然特性等。

3. 脂类分解 脂肪分解为丙三醇和游离脂肪酸,称为脂类分解。脂类分解产生一种脂肪哈败味,这是由于在乳中出现的低分子质量的游离脂肪酸(丁酸和己酸)。因脂解酶的作用而引起脂类分解,特别是在高温贮存时更会加速这种作用。但是,脂解酶本身无法破坏脂肪球膜,当脂肪球膜被破坏以后,该酶才能分解脂肪产生脂肪酸。在常见的乳品加工中,脂肪球膜受破坏的机会很多,如泵送、搅拌及过度振动等都会造成脂肪球膜受到破坏。因此,未经巴氏杀菌的牛乳应避免过度搅拌,因为这一操作会使脂解酶分解脂肪作用的可能性大大升高,从而使牛乳产生哈败味。为了避免脂类分解,可采用高温巴氏杀菌使脂解酶失活,这样可以使原生酶被完全破坏,但是细菌酶的耐热能力较强,即使超高温瞬时灭菌(UHT)处理也不能使其完全失活。

(三) 微生物变化

在不同贮藏条件下,牛乳微生物的变化情况是不一样的,其主要取决于其中含有的微生物特性和牛乳固有的性质。牛乳是微生物生长的理想介质,它含有微生物生长所需的各种营养物质。当牛乳被微生物污染之后,在适当的温度下,微生物就会迅速生长繁殖,从而使牛乳酸败和变质,使其失去食用价值。因此,应了解乳中微生物的来源,控制微生物的污染,从而提高原料乳和乳制品的质量。

1. 牛乳在室温贮藏时微生物的变化 新鲜牛乳在杀菌前期都有不同种类、一定数量的微生物存在,如果放置在室温($10\sim 21^{\circ}\text{C}$)条件下,乳液会由于微生物的繁殖而逐渐变质。室温下微生物的生长过程可分为以下几个阶段,如图 2-1 所示。

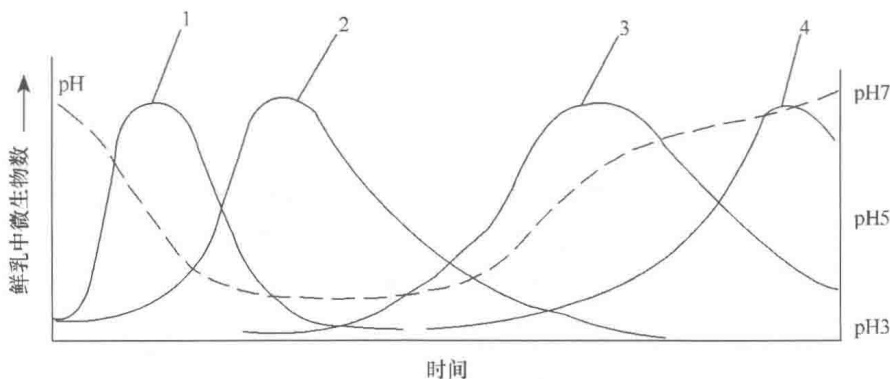


图 2-1 鲜乳中微生物活动曲线

1. 乳链球菌; 2. 乳杆菌; 3. 酵母; 4. 假单胞菌、芽孢杆菌

(1) 抑制期 新鲜乳中含有抗菌物质,其杀菌或抑菌作用在含菌少的鲜乳中可持续 36h (在 $13\sim 14^{\circ}\text{C}$ 条件下);若在污染严重的乳液中,其作用可持续 18h 左右。在此期间,乳液含菌数不会增加,若温度升高,则抗菌物质的作用增强,但持续时间会缩短。因此,鲜乳放置在室温环境中,在一定时间内不会发生变质现象。

(2) 乳链球菌期 当鲜乳中的抗菌物质减少或消失后,存在于乳中的微生物会迅速增长,占优势的细菌是乳酸链球菌、大肠杆菌、乳杆菌和一些蛋白分解菌等,其中以乳酸链球菌生长繁殖特别旺盛。乳链球菌使乳糖分解,产生乳酸,使乳液的酸度不断升高。如有大肠杆菌繁殖时,将伴有产气现象出现。由于乳的酸度不断地升高,抑制了其他腐败菌的生长。当升高至一定酸度时($\text{pH}4.5$),乳酸链球菌的生长会受到抑制,并逐渐减少,这时有乳凝块现象。

(3) 乳杆菌期 当 pH 下降到 6 左右时, 乳杆菌的活动力逐渐增强, 不断产酸。当 pH 继续下降至 4.5 以下时, 由于乳杆菌耐酸力较强, 尚能继续繁殖并产酸。在此阶段乳液中可出现大量乳凝块, 并有大量乳清析出。

(4) 真菌期 当 pH 继续下降至 3.0~3.5 时, 绝大多数微生物被抑制甚至死亡, 仅酵母和霉菌尚能适应高酸性的环境, 并能利用乳酸和其他一些有机酸。由于酸被利用, 乳液的酸度会逐渐降低, 使乳液的 pH 不断上升接近中性。

(5) 胨化菌期 当乳液中的乳糖被大量消耗后, 其残留量已不多, 而适宜分解蛋白质和脂肪的细菌大量生长繁殖, 于是出现了乳凝块被消化和乳液的 pH 逐渐升高并向碱性方向转化, 并有腐败的臭味产生的现象。这时的腐败菌大部分属于假单胞菌属、变形杆菌属和芽孢杆菌属。

2. 牛乳在冷藏中微生物的变化 在冷藏条件下, 鲜乳中适合于室温下繁殖的微生物生长被抑制, 而嗜冷菌却能生长, 但生长速度比较缓慢。这些嗜冷菌包括假单胞杆菌属、克雷伯氏杆菌属、黄杆菌属、小球菌属、无色杆菌属与产碱杆菌属。

乳液中的脂肪和蛋白质分解是造成冷藏乳变质的主要原因。多数假单胞杆菌属中的细菌具有产生脂肪酶的特性, 这些脂肪酶在低温下活性非常强并具有耐热性, 即使在加热消毒后的乳液中, 仍然还残留有脂肪酶。在低温条件下促使蛋白质分解胨化的细菌主要为假单胞杆菌属和产碱杆菌属。

第二节 畜产品的腐败变质

一、肉的腐败变质

肉的腐败变质是指肉在组织酶和微生物作用下发生变化, 并导致其失去食用价值的过程, 主要是蛋白质和脂肪分解的过程。由不同诱因导致的腐败大体分为三类: 肉在自溶酶作用下的蛋白质分解过程称为自溶; 肉中脂肪的分解过程称为酸败; 由微生物引起的蛋白质分解过程称为肉的腐败。

肉类腐败是成熟过程的加深, 动物死后由于血液循环的停止和吞噬细胞作用的停止, 细菌有可能传播与繁殖。但是在正常条件下屠宰的肉类, 肌肉中含有相当数量的糖原, 死后糖原发生酵解, 生成乳酸, 使肌肉的 pH 从最初的 7.0 左右下降到 5.4~5.6, 酸性对腐败细菌的繁殖生长是极为不利的条件, 起抑制腐败作用。通常健康动物的肌肉和血液是无菌的, 肉类的腐败变质实际上主要是因为是在屠宰、加工和流通等过程中受外界微生物的污染。由于微生物作用的结果, 不但改变了肉的感官性质、气味、弹性和颜色等, 而且使肉的品质发生严重的恶化和破坏了肉的营养价值, 或由于微生物生命活动代谢产物形成有毒物质, 因此这一条件下腐败的肉类, 能引起人们食物中毒。

刚屠宰的肉内微生物是很少的, 但在屠宰后, 微生物随着血液和淋巴浸入机体内, 随着时间的延长, 微生物增长繁殖, 特别是表面微生物的繁殖很快。在屠宰后 2h 内, 肌肉组织是活的, 组织中含有氧气, 这时厌氧菌不能生长, 但屠宰之后肌肉组织的呼吸活动很强, 消耗组织中的氧气、放出 CO_2 , 随着氧气的消耗, 厌氧菌开始活动。厌氧菌繁殖的最适温度在 20°C 以上, 在屠宰后 2~6h, 肉温一般在 20°C 以上, 所以可能有厌氧菌