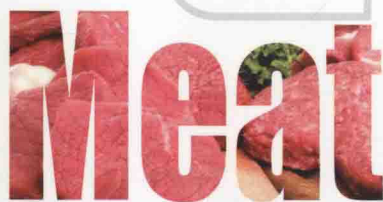


高等职业教育项目课程教材



“十二五”江苏省高等学校重点教材



Processing technology
(second edition)

肉制品生产技术 (第二版)

高翔 王蕊 主编



中国轻工业出版社

全国百佳图书出版单位

高等职业教育项目课程教材



“十二五”江苏省高等学校重点教材

(编号: 2013 - 1 - 158)

肉制品生产技术

(第二版)

高翔 王蕊 主编
师文添 闵成军 殷微微 副主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

肉制品生产技术/高翔,王蕊主编. —2版. —北京:中国轻工业出版社,2015.8

高等职业教育项目课程教材

ISBN 978-7-5184-0504-6

I. ①肉… II. ①高… ②王… III. ①肉制品-食品加工-高等教育-教材 IV. ①TS251.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第154947号

责任编辑:张靓 责任终审:劳国强 封面设计:锋尚设计
版式设计:锋尚设计 责任校对:吴大鹏 责任监印:张可

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街6号,邮编:100740)

印刷:北京君升印刷有限公司

经销:各地新华书店

版次:2015年8月第2版第1次印刷

开本:720×1000 1/16 印张:21.25

字数:410千字

书号:ISBN 978-7-5184-0504-6 定价:39.00元

邮购电话:010-65241695 传真:65128352

发行电话:010-85119835 85119793 传真:85113293

网址:<http://www.chlip.com.cn>

Email:club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

140249J2X201ZBW

第二版前言

江苏省立项精品教材《肉制品生产技术》(项目课程教材)2010年6月由中国轻工业出版社出版发行,2011年被评为江苏省高等学校精品教材,在江苏食品药品职业技术学院、江苏农林职业技术学院等多所高职高专食品加工技术、畜产品加工等专业使用,受到广大师生的一致认可。但近五年来,肉制品加工新知识、新技术、新工艺和新方法的出现,就业岗位的变化,教学手段的创新,对该教材的修订提出了迫切的要求,2013年江苏省又把该教材作为重点建设教材进行立项,要求在2015年7月之前完成修订工作。

经教材编写人员调研与编写团队的研讨,主要对以下内容进行了修订:①对编写结构进行了修订,删除模块化编排,完全体现“项目导向、任务驱动”教学,并依据GB/T 26604—2011《肉制品分类》进行学习项目编排;为了更加突出学习任务的典型性,对原学习任务进行了筛选,将肉制品加工部分的学习任务进行精简;②针对食品加工技术及其相关专业毕业生进入屠宰岗位的较少,在肉制品加工企业只应用到原料肉的分割知识和技能,修订时删除了家畜、家禽屠宰的知识和技能,对模块一畜禽屠宰与分割、模块二原料肉检验与验收、模块三肉的低温贮藏保鲜、模块四设备清洗与消毒等内容进行整合,并将原附录肉制品常用辅料、常用设备调整到项目一,整合为“肉制品加工准备”,使教材的针对性、实用性更强;③食品安全事件频发,已成为制约肉制品工业的主要瓶颈,提高从业人员安全质量控制技术、丰富肉制品安全质量管理知识与技能已成为必备的技术技能,修订时增加了肉制品加工质量控制项目;④补充了肉制品加工的新知识、新技术、新工艺和新方法,速冻调理肉制品因方便、营养、安全、快捷,保质期长,已成为现代肉制品加工不可缺少的重要组成部分,教材修订时增加了调理肉制品加工内容;由于冷冻分割肉品及休闲熟肉制品的兴起,拉伸薄膜包装技术得到广泛应用,修订时增加了拉伸薄膜包装。

本教材由江苏食品药品职业技术学院高翔、王蕊担任主编并统稿,江苏食品药品职业技术学院师文添、江苏雨润食品产业集团有限公司闵成军、黑龙江农业职业技术学院殷微微担任副主编,江苏农林职业技术学院纪韦韦、江苏农牧科技职业学院瞿桂香、江苏食品药品职业技术学院姜英杰参加了编写工作。本教材编写分工如下:项目一由高翔、闵成军、姜英杰编写;项目二由高翔、姜英杰编写;项目三、附录由高翔编写;项目四至七、项目十、项目十二由王蕊、师文添、殷微微编写;项目八由纪韦韦编写;项目九由瞿桂香编写;项目十一由王

蕊、闵成军编写；多媒体课件由江苏食品药品职业技术学院王蕊、师文添、高翔，黑龙江农业职业技术学院殷微微负责制作。

本教材在修订过程中为实现“项目导向、任务驱动”教学，“理实融合”、“课证（职业资格证书）融合”、“学（学习内容）申（QS申请）融合”学习进行了积极的努力，作为江苏省高等学校重点建设教材奉献给大家，但由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请同仁和读者批评指正，以便进一步完善。

编 者

1 项目一 肉制品加工准备

- 13 任务一 原料肉的验收与品质评定
- 20 任务二 畜禽肉的分割
- 26 任务三 肉的低温贮藏保鲜
- 35 任务四 肉制品加工常用辅料
- 46 任务五 肉制品加工常用设备及清洗消毒

70 项目二 腌腊肉制品加工

- 77 任务一 广式腊肉加工
- 79 任务二 南京板鸭加工
- 83 任务三 风鹅加工

93 项目三 酱卤肉制品加工

- 98 任务一 南京盐水鸭加工
- 103 任务二 镇江肴肉加工
- 105 任务三 道口烧鸡加工

113 项目四 灌肠肉制品加工

- 123 任务一 广式香肠加工
- 126 任务二 发酵香肠加工
- 128 任务三 高温火腿肠加工

137 项目五 熏烤肉制品加工

- 142 任务一 北京烤鸭加工
- 146 任务二 南农三特（鲜、香、嫩）电烤鸡加工
- 148 任务三 培根加工

157 项目六 干肉制品加工

- 162 任务一 靖江猪肉脯加工
- 164 任务二 太仓肉松加工

167	任务三	四川麻辣牛肉干加工
176	项目七	油炸肉制品加工
182	任务一	油炸香酥鸡腿加工
183	任务二	油炸狮子头加工
185	任务三	真空低温油炸牛肉干加工
193	项目八	罐藏肉制品加工
200	任务一	红烧扣肉罐头加工
203	任务二	五香排骨罐头加工
205	任务三	午餐肉罐头加工
214	项目九	火腿肉制品加工
223	任务一	金华火腿加工
227	任务二	西式火腿加工
231	任务三	去骨火腿加工
240	项目十	调理肉制品加工
248	任务一	无骨鸡柳加工
251	任务二	冷冻调理猪肉串加工
254	任务三	冷冻鸡排加工
262	项目十一	肉制品包装技术
267	任务一	肉制品真空包装技术
270	任务二	肉制品热收缩包装技术
272	任务三	肉制品拉伸薄膜包装技术
281	项目十二	肉制品的质量控制
287	任务一	熏煮香肠生产许可证的申请
290	任务二	肉制品加工的良好操作规范 (GMP)
293	任务三	肉制品加工的卫生标准操作程序 (SSOP)
300	任务四	HACCP 在肉制品中的应用
317	附录	“肉制品加工工”技能考核国家职业标准
331	参考文献	

项目一

肉制品加工准备

项目描述

畜禽肉类营养丰富，是食品加工的优质原料，其感官品质、贮藏保鲜方法、加工辅料的选用及加工设备的清洗消毒直接影响肉制品成品质量。本项目通过对原料肉质量检验与品质评定、畜禽肉的分割、原料肉低温贮藏保鲜、肉品加工常用辅料的选择、肉品加工的常用设备清洗消毒等五个任务的学习，为肉制品加工奠定基础。

学习目标

1. 知识目标

- 了解原料肉的形态结构、化学组成、畜禽屠宰后肉的生物化学变化；
- 掌握原料肉验收及品质评定的程序、方法；
- 熟悉畜禽肉分割的方法；
- 掌握肉贮藏保鲜的基本原理、方法及贮藏期间的变化；
- 了解肉制品加工常用的辅料；
- 掌握肉制品加工的常用设备清洗消毒。

2. 能力目标

- 能独立进行原料肉验收及品质评定、畜禽肉的分割；
- 能独立进行冷却肉及冷冻肉保鲜操作；
- 能正确识别肉制品加工常用辅料；
- 能正确使用肉制品加工常用设备；能正确配制化学消毒剂、对生产设备进行清洗消毒。

背景知识

食品工业是国民经济的支柱产业，占我国 GDP 的 10%，雄居首位，而肉制品工业又占食品工业总产值的 9% ~ 10%。肉制品消费水平的高低，可以衡量一

个国家的生活水平和发达程度,肉制品工业的发展也将带动农业、畜牧业、饲料工业的迅速发展,具有重要的社会意义和经济效益,是永远的朝阳产业。

肉与肉制品是人们日常生活中摄取蛋白质、脂肪等营养元素的重要来源。将原料肉加工成各种不同风味、营养丰富、食用方便的肉制品,对于改善人民生活,调节地区差异,活跃市场供应,提高肉制品附加值,促进肉制品工业化生产等都发挥着重要的作用。

中国肉类产量已达世界肉类总产量的 1/4,自 1992 年我国肉类产量达 3000 万 t 首次超美国后一直稳居世界第一位,成为世界最大的肉类消费国,2005 年肉类人均占有量 52kg,已超过世界人均水平,其中生鲜肉类消费占 80% 以上,中国肉类消费市场仍然是以热鲜肉为主(占 75% 以上),熟肉制品产量只占肉类总产量的 15.1%,而同期欧洲、美、日等国家熟肉制品产量超过肉类总产量的 50%。由于肉类产量的迅速增加,促进了肉类加工业的迅速崛起,全行业形成了分割肉、冷却肉、灌肠制品、火腿、腌腊制品、酱卤制品等门类。特别是近些年来,我国的肉类加工业在规模化、集约化方面已见成效,形成了养殖、屠宰、加工的一条龙生产格局和以双汇为代表的一批大型肉类加工龙头企业。因此,我国肉制品加工有着广阔的发展前景。

肉制品加工技术是以屠宰动物为对象,以肉类科学为基础,综合相关学科知识,研究肉与肉制品及其他副产品加工技术和产品质量变化规律的科学,属于应用型技术学科。肉类加工业的发展对肉食品工业生产、促进肉品加工科技进步及发展国民经济、推动农业发展、改善人民生活等方面发挥着极其重要的作用。

肉类工业包括畜禽的屠宰,肉的冷却、冷冻与冷藏,肉的分割,肉制品加工与副产品综合利用。

一、肉及肉制品的概念

关于肉的概念,根据研究的方向和目的不同可作不同的解释。从生物学角度出发,研究其组织构造与功能,把肉理解为“肌”,即肌肉组织,包括骨骼肌、平滑肌和心肌。而在肉品工业中,按其加工利用价值,把肉理解为“胴体”,即家畜经屠宰后除去血液、头、蹄、尾、毛(或皮)、内脏后剩下的肉尸,俗称“白条肉”,包括肌肉组织、脂肪组织、结缔组织、骨组织和神经、脉管、腺体和淋巴结等。其中肌肉组织是指骨骼肌,即所谓瘦肉或精肉,不包括平滑肌和心肌,胴体因带骨又称为带骨肉,肉剔骨以后又称其为净肉。胴体以外的部分统称为副产品,如胃、肠、心、肝等称作脏器,俗称“下水”;脂肪组织中的皮下脂肪称为肥肉。

在肉制品生产中,把刚宰后不久体温还没有完全散失的肉称为热鲜肉;经过一段时间的冷处理,使肉保持低温($0\sim4^{\circ}\text{C}$)而不冻结的肉称为冷却肉;经低

温冻结至 -18°C 后的肉则称为冷冻肉；肉经过剔骨，按不同部位分割包装出售，称为分割肉，所有这些未经其他处理的肉又统称为原料肉；将肉经过进一步加工处理生产出来的产品称为“肉制品”。对原料肉进行加工转化的过程如腌制、灌肠、酱卤、熏烤、蒸煮、脱水、冷却、冷冻以及一些食品添加剂如化学品和酶的使用等，称为肉制品加工。

由于世界各国的动物品种来源及食用习惯不同，食用动物的品种也有一定的差异，不过大多数国家和地区的肉类来源主要有猪、牛、羊、鸡、鱼等。由于鱼类是水产品的一个大的类别，所以，一般把它归为水产品类。因此，我们这里所指的肉，主要指猪肉、牛肉、羊肉、鸡肉等品种。

二、肉的形态结构

肉（胴体）主要由肌肉组织、脂肪组织、结缔组织和骨组织四大部分构成。这些组织的构造、性质直接影响肉品的质量、加工用途及其商品价值。在四种组织中，肌肉组织和脂肪组织是肉的营养价值所在，这两部分占全肉的比例越大，肉的食用价值和商品价值越高，质量越好。结缔组织和骨组织难于被食用吸收，其所占比例越大，肉的质量越差。

1. 肌肉组织

肌肉组织是构成肉的主要组成部分，可分为横纹肌、平滑肌和心肌三种，占胴体的50%~60%。横纹肌是附着在骨骼上的肌肉，也称骨骼肌。横纹肌除由许多肌纤维构成外，还有少量的结缔组织、脂肪组织、血管、神经纤维和淋巴等。

2. 脂肪组织

脂肪组织在肉中的含量变化较大，占5%~45%，取决于动物种类、品种、年龄、性别及肥育程度。

3. 结缔组织

结缔组织是构成肌腱、筋膜、韧带及肌肉内外膜、血管和淋巴结的主要成分，分布于体内各处，起到支持、连接各器官组织和保护组织的作用，使肉保持一定硬度，具有弹性。结缔组织由细胞纤维和无定形基质组成，一般占肌肉组织的9%~13%，其含量与嫩度有密切关系。结缔组织的纤维主要有胶原纤维、弹性纤维、网状纤维三种，以前二者为主。

4. 骨组织

骨组织占猪胴体的5%~9%，牛的15%~20%，羊的8%~17%，兔的12%~15%，鸡的8%~17%。骨由骨膜、骨质及骨髓构成。骨髓分红骨髓和黄

骨髓。红骨髓为造血器官,幼龄动物含量多,黄骨髓主要是脂肪,成年动物含量多。

三、原料肉的化学组成

肉的化学组成主要是指肌肉组织中的各种化学物质,包括水分、蛋白质、脂肪、碳水化合物、含氮浸出物及少量的矿物质和维生素等。

1. 水分

水是肉中含量最多的成分,不同组织水分含量差异很大,其中肌肉含水量为70%~80%、皮肤含水量为60%~70%、骨骼含水量为2%~15%。畜、禽越肥,水分的含量越少,老年动物比幼年动物含量少。肉中水分含量多少及存在状态影响肉的加工质量及贮藏性,肉中水分存在形式大致可分为结合水、不易流动水、自由水三种。

2. 蛋白质

肌肉中除水分外的主要成分是蛋白质,占18%~20%,占肉中固形物的80%。依其构成位置和盐溶液中溶解度不同可分为三种,即肌原纤维蛋白质、肌浆蛋白质、基质蛋白质。

(1) 肌原纤维蛋白质 肌原纤维蛋白质占肌肉蛋白质总量的40%~60%,由丝状的蛋白质凝胶所构成,它主要包括肌球蛋白、肌动蛋白、肌球蛋白和2~3种调节性结构蛋白质,肌原纤维中的蛋白质与肉的嫩度密切相关。

(2) 肌浆蛋白质 肌浆是浸透于肌原纤维内外的液体,含有机物与无机物,一般占肉中蛋白质含量的20%~30%。它包括肌溶蛋白、肌红蛋白、肌球蛋白和肌粒蛋白等。这些蛋白质易溶于水或低离子强度的中性盐溶液,是肉中最易提取的蛋白质,故称之为肌肉的可溶性蛋白质。

肌红蛋白是一种复合性的色素蛋白质,是肌肉呈现红色的主要成分。肌红蛋白由一分子的珠蛋白和一分子亚铁血红蛋白结合而成。肌红蛋白有多种衍生物,如呈鲜红色的氧合肌红蛋白、呈褐色的高铁肌红蛋白、呈鲜亮红色的亚硝基肌红蛋白等。肌红蛋白的含量,因动物的种类、年龄、肌肉的部位不同而不同。

(3) 基质蛋白质 基质蛋白质是结缔组织蛋白,指肌肉组织磨碎后,在高浓度的中性溶液中充分抽提之后的残渣部分,其中包括肌纤维膜、肌膜、毛细血管等结缔组织,和肉的硬度有关。其主要成分是硬蛋白质类的胶原蛋白、弹性蛋白、网状蛋白等。这几类蛋白质由于人体必需氨基酸含量很少或缺乏,在营养价值上属于不完全蛋白。

3. 脂肪

脂肪对肉的食用品质影响甚大,肌肉内脂肪的多少直接影响肉的嫩度和多汁性,动物的脂肪可分为蓄积脂肪和组织脂肪两大类。

肌肉中的脂肪大部分附着于肌膜上,其中生长在肌束间或肌纤维间的脂肪称为肌肉脂肪。肌肉内的脂肪使鲜肉外观呈现大理石纹理,是牛肉质量好坏的重要标志。猪肉由于含脂肪量高,相对显得不太重要。

脂肪对改善肉的适口性和味道至关重要。当吃肉时,由于咀嚼,肌膜被破坏,液化的油脂顺势流出,在咀嚼和吞咽时成为一种润滑剂,提高肉的细嫩感,同时肉内脂肪还含有许多呈味物质,也增加肉的风味。

4. 浸出物

浸出物是指除蛋白质、盐类、维生素外能溶于水的浸出性物质,包括含氮浸出物和无氮浸出物。其中含氮浸出物约占1.5%,主要是各种游离氨基酸、磷酸肌酸、核苷酸类等,这些物质影响肉的风味,为香气的主要来源。

5. 维生素

肉中维生素主要有维生素A、维生素D、维生素C、维生素B₁、维生素B₂、维生素PP、叶酸等。其中脂溶性维生素较少,而水溶性维生素较多;脏器中含量较多,尤其是肝脏,含有丰富维生素A、维生素C、维生素B₆、维生素B₁₂等,禽肉胸部的肉含烟酸高于一般肉类。

6. 矿物质

矿物质含量占1.5%左右,这些无机盐在肉中有的以游离状态存在,如镁、钙离子;有的以螯合状态存在,如肌红蛋白中含铁,核蛋白中含磷,肉中尚含有微量的锰、铜、锌、镍等。

7. 糖类

糖类主要以糖原的形式贮存于肌肉和肝脏,糖原在动物死后的肌肉中进行的无氧酵解过程,对肉类的品质、加工贮藏都有重要的意义。糖原在畜肉的贮藏过程中分解形成乳酸,使肉的pH下降,促进肉的成熟,若肌肉中糖原不足会影响肉的成熟。

此外肌肉中还有少量其他糖类物质,如麦芽糖、葡萄糖等,这些物质在肉的成熟和保藏过程中起有益作用。

四、畜禽屠宰后肉的生物化学变化

动物屠宰后,虽然生命已经停止,但由于动物体还存在着各种酶,许多生化

反应还没停止,所以从严格意义上讲,还没有成为可食用的肉,胴体只有在宰后经过一系列的变化,才能完成从肌肉到可食用肉的转变。动物刚屠宰后,肉中的热量还没有散失,柔软且具有较小的弹性,这种处于生鲜状态的肉称作热鲜肉。经过一定时间,肉的伸展性消失,肉体变为僵硬状态,这种现象称为死后僵直。此时的肉加热不易煮熟,保水性差,加热后重量损失大,不适于加工肉制品。随着贮藏时间的延长,僵直缓解,经过自身解僵,肉变得柔软,同时保水性增加,风味提高,此过程称为肉的成熟,工业上也称为肉的排酸。成熟肉在不良条件下贮存,经微生物和酶的作用,分解变质称为肉的腐败。畜、禽屠宰后肉的变化包括肉的尸僵、成熟、腐败三个连续变化过程。在肉品工业生产中,要控制尸僵,促进成熟,防止腐败。

1. 肉的僵直

畜、禽屠宰后的胴体经过一段时间,肉的伸展性逐渐消失,由弛缓变为紧张,肌肉失去弹性、硬度变大、透明度消失、关节失去活性呈现僵硬的状态,称为肉的僵直。牲畜宰杀后开始很柔软,但是在宰后 8 ~ 10h 开始僵直,并且可持续 72 ~ 80h。

(1) 僵直的机理 动物在宰杀后由于糖酵解作用,体内的糖原降解成乳酸,其间生成 2 个三磷酸腺苷 (ATP),而正常有氧条件下每个葡萄糖单位可氧化生成 38 个 ATP,正常供给肌肉 ATP 的中断,另外 CP - ADP - 肌酸激酶反应体系中 CP (磷酸肌酸) 的供给也减少,因此肌肉中 ATP 含量急剧减少,从而导致肌质网体崩裂,内部保存的 Ca^{2+} 被释放出来, Ca^{2+} 含量增高,促使粗丝中肌球蛋白 ATP 酶活化,更加快了 ATP 的减少,促使 A - ATP 复合体的解离。肌球蛋白和肌动蛋白结合成肌动球蛋白,由于某种原因 ATP 的不断减少,因而反应不可逆,引起永久性的收缩,即死后僵直。

动物死后的僵直过程可分为三个阶段:从屠宰后到开始出现僵直为止的肌肉弹性以非常缓慢的速度进展的阶段,称为迟滞期;随后的迅速僵硬的阶段称为急速期;最后形成延伸性非常小的一定状态而停止的阶段称为僵直后期。

(2) 僵直的类型 由于动物宰杀前的状态不同,因此产生宰后不同的僵直类型,通常分为酸性僵直、碱性僵直、中间型僵直三类。

① 酸性僵直:宰前保持安静状态,未经激烈活动的动物肌肉的僵直,僵直的迟滞期非常短,并因温度不同而肌肉的收缩程度有所差异,僵直最终 pH 多在 5.7 左右。

② 碱性僵直:宰前处于疲劳状态的动物宰后迟滞期、急速期均非常短,肌肉显著收缩。僵直结束时 pH 几乎不变,仍保持中性,一般 pH 在 7.2 左右。

③ 中间型僵直:宰前经断食的动物,屠宰后产生的僵直,迟滞期短,而急速期较长,肌肉产生一定收缩,僵直结束时 pH 为 6.3 ~ 7.0。

由于宰后肉通常是在低温下排酸（成熟）的，因此常在 $0 \sim 4^{\circ}\text{C}$ 下冷却，有时会引起肌肉的显著收缩，称为寒冷收缩。这种收缩在 $15 \sim 16^{\circ}\text{C}$ 时最轻微（牛肉 $14 \sim 19^{\circ}\text{C}$ 、禽肉 $2 \sim 18^{\circ}\text{C}$ ）。去骨的肌肉易发生冷收缩，硬度较大，带骨肉则可在一定程度上抑制冷收缩，对于猪胴体，一般不会发生冷收缩。

解冻僵直：当含有较多 ATP 的肉冻结后，在解冻时由于 ATP 发生强烈而迅速的分解，使肌肉产生的僵直现象称为解冻僵直。解冻僵直产生的肌肉收缩非常剧烈，并伴随大量汁液流失，因而影响肉的品质。

（3）僵直的解除 动物死后僵直达到顶点后，继续发生着一系列生物化学变化，逐渐使僵直的肌肉变得柔软多汁，并获得细致的结构和美好的滋味，这一过程称为自溶或解除僵直。解除僵直所需的时间因动物的种类、肌肉的部位以及其他外在条件的不同而有所差异。

在 $2 \sim 4^{\circ}\text{C}$ 条件下，鸡肉需 $3 \sim 4\text{h}$ 达到僵直顶点，而僵直的解除需 2d ，其他畜禽完成僵直需 $1 \sim 2\text{d}$ ，而猪、马肉解除僵直需 $3 \sim 5\text{d}$ ，牛肉需 $7 \sim 10\text{d}$ 。

未解僵的肉持水性差、口感不好，不仅风味不佳而且持水性也低，加工肉馅时黏着性差。经解僵后的肉持水性提高、风味变佳，适于作为加工各种肉类制品的原料，从某种意义上说僵直的肉只有经解僵后才能用于食用。

2. 肉的成熟

解僵后的肉硬度降低，保水性有所恢复，肉变得柔嫩多汁，具有良好的风味，最适于加工食用，这个变化过程即为肉的成熟^[1]。肉的成熟包括从糖原的分解到肉的尸僵、僵直的解除以及在组织蛋白酶作用下进一步作用的全过程。

（1）成熟肉的主要特征

- ① 胴体表面形成一层干润薄膜，用手触摸，光滑微有沙沙声响；
- ② 肉汁较多，切开时断面有肉汁流出；
- ③ 肉的组织柔软具有弹性；
- ④ 肉呈酸性反应；
- ⑤ 具有肉的特殊香味。

（2）肉的成熟对改善肉食用品质的作用

① 嫩度改善：随着肉的成熟，嫩度产生显著的变化。刚屠宰之后肉的嫩度最好，在极限 pH 时嫩度最差，成熟肉的嫩度有所改善。

② 肉保水性提高：肉在成熟时，保水性又有回升。一般宰后 $2 \sim 4\text{d}$ ，pH 下降，极限 pH 在 5.5 左右，此时水合率为 $40\% \sim 50\%$ ；最大尸僵期以后 pH 为 $5.6 \sim 5.8$ ，水合率可达 60% 。因此肉成熟时 pH 偏离了等电点，肌动球蛋白解离，扩大了空间结构和极性吸引，使肉的吸水能力增强，肉汁的流失减少。

③ 蛋白质的变化：肉成熟时，肌肉中许多酶类对某些蛋白质有一定的分解作用，从而促使成熟过程中肌肉中盐溶性蛋白质的浸出物增加。伴随肉的成熟，

蛋白质在酶的作用下，肽链解离使游离的氨基增多，肉水合力增强，变得柔嫩多汁。

④ 风味的变化：成熟过程中改善肉风味的物质主要有两类，一类是 ATP 的降解物次黄嘌呤核苷酸（IMP），另一类则是组织蛋白酶类的水解产物——氨基酸。随着成熟，肉中浸出物和游离氨基酸的含量增加，多种游离氨基酸存在，但是谷氨酸、精氨酸、亮氨酸、缬氨酸和甘氨酸较多，这些氨基酸都具有增加肉的滋味或有改善肉质香气的作用。

原料肉成熟温度和时间不同，肉的品质也不同（见表 1-1）。

表 1-1 成熟方法与肉品质量

温度/℃	成熟方法	成熟时间	肉质	耐贮性
0~4	低温成熟	时间长	肉质好	耐贮藏
7~20	中温成熟	时间较短	肉质一般	不耐贮藏
>20	高温成熟	时间短	肉质劣化	易腐败

通常在 1℃、硬度消失 80% 的情况下，肉的成熟时间因动物种类不同而异，猪肉需 4~6d，成年牛肉需 5~10d，鸡肉需 1/2~1d，羊肉和兔肉需 8~9d。

成熟的时间越长，肉越柔软，但风味并不相应地增强。牛肉以 1℃、11d 成熟为最佳；猪肉由于不饱和脂肪酸较多，时间长易氧化使风味变劣；羊肉因自然硬度（结缔组织含量）小，通常采用 2~3d 成熟。

（3）影响肉成熟的因素

① 物理因素

a. 温度：温度对嫩化速率影响很大，它们之间成正相关，在 0~40℃，每升高 10℃，嫩化速度提高 2.5 倍。当温度高于 60℃ 后，由于有关酶类蛋白变性，导致速率迅速下降，所以加热烹调就中断了肉的嫩化过程。据测试牛肉在 1℃ 完成 80% 的嫩化需 10d，在 10℃ 缩短到 4d，而在 20℃ 只需要 1.5d。在卫生条件好的环境中，适当提高温度可以缩短肉的成熟期。

b. 电刺激：在肌肉僵直发生后进行电刺激可以加速僵直发展，嫩化也随之提前，减少成熟所需要的时间。如一般需要成熟 10d 的牛肉，应用电子刺激后则只需 5d。

c. 机械作用：肉成熟时，将跟腱用钩挂起，此时主要是腰大肌受牵引。如果将臀部用钩挂起，不但腰大肌短缩被抑制，而半膜肌、背最长肌均受到拉伸作用，可以得到较好的嫩度。

② 化学因素：宰前注射肾上腺素、胰岛素等使动物在活体时加快糖的代谢过程，肌肉中糖原大部分被消耗或从血液排除。宰后肌肉中糖原和乳酸含量减少，肉的 pH 较高，达 6.4~6.9 的水平，肉始终保持柔软状态。

③ 生物因素：基于肉内蛋白酶活性可以促进肉质软化考虑，采用添加蛋白

酶强制其软化。用微生物和植物酶,可使固有硬度和尸僵硬度都减小,常用的有木瓜蛋白酶。方法可以采用在宰前静脉注射或宰后肌肉注射,宰前注射能够避免脏器损伤和休克死亡。木瓜蛋白酶的作用最适温度 $\geq 50^{\circ}\text{C}$,低温时也有作用。

3. 肉的腐败变质

肉中营养物质丰富,是微生物繁殖的良好培养基,如果控制不当,很容易被微生物污染导致腐败变质。在以微生物为主的各种因素作用下,由于所发生的包括肉的成分与感官性质的各种酶性或非酶性变化及夹杂物的污染,从而使肉质量降低或丧失食用价值的变化称为肉的腐败^[2]。如果说肉成熟的变化主要是糖酵解过程,那么肉变质时的变化主要是蛋白质和脂肪的分解过程。肉在自溶酶作用下的蛋白质分解,称作肉的自溶;由微生物作用引起的蛋白质分解过程,称为肉的腐败;肉中脂肪的分解过程称为酸败。从动物屠宰的瞬间开始直到消费者手中的整个过程都有产生污染的可能。屠宰过程的胴体有多种外界微生物的污染源,如毛皮、土地、粪便、空气、水、工具、包装容器、操作工人等,腐败的肉完全失去了加工和食用的价值。

(1) 肉类腐败变质的原因 健康动物血液和肌肉通常是无菌的,肉类的腐败实际上主要由于在屠宰、加工、流通等过程受外界微生物在其表面繁殖,表面微生物沿血管进入肉的内层,并进而伸入到肌肉组织,在适宜条件下,进入肉中的微生物大量繁殖,以各种各样的方式对肉产生作用,产生许多对人体有害甚至使人中毒的代谢产物,引起的食物中毒的发生。

(2) 影响肉类腐败变质的因素 影响肉类腐败变质的因素很多,如温度、湿度、pH、渗透压、空气中的含氧量等。温度是决定微生物生长繁殖的重要因素,温度越高微生物繁殖发育越快。水分是仅次于温度决定肉类微生物生长繁殖的因素,一般霉菌和酵母菌比细菌耐受较高的渗透压。pH对细菌的繁殖极为重要,所以肉的最终pH对防止肉的腐败具有十分重要的意义。空气中含氧量越高,肉的氧化速度加快,就越易腐败变质。

(3) 肉类腐败的感官特征 由于腐败,肉中蛋白质和脂肪发生一系列的变化,同时在外观上必然产生明显变化,常表现为发黏、变色、腐臭味等。

① 表面发黏:微生物在肉表面大量繁殖后,使肉体表面产生黏液状物质,这是微生物繁殖后形成的菌落和微生物分解蛋白质的产物。发黏现象多出现于冷却肉。在流通中当肉表面的细菌数达 $5000\text{ 万}/\text{cm}^2$ 个时就出现黏液。最初污染的细菌数越多,达到这种状态所需的日数越短;并且温度越高、湿度越大,越容易产生发黏现象。

② 颜色变化:腐败肉的颜色变化通常是某些细菌所分泌的水溶性或脂溶性的黄、红、绿、紫、黑等颜色,最常见的颜色是绿色。这是由于蛋白质分解产生的硫化氢与肉中的血红蛋白结合形成的硫化氢血红蛋白所致。另外黏质赛氏杆菌

在肉表面产生红色的斑点,深蓝色假单胞菌产生蓝色,黄杆菌在肉表面产生黄色;而有些酵母菌则能产生白色、粉红色、灰色等。

③ 霉斑:肉体表面有霉菌生长时,往往形成霉斑,特别是一些干腌制品如金华火腿更为常见。枝菌和刺霉在肉表面产生羽毛状菌丝;白色侧孢霉和白地霉产生白色霉斑;扩展青霉、草酸青霉产生绿色霉斑;蜡叶芽枝霉在冷冻肉上产生黑色斑点。

④ 腐败味:肉类腐败后往往伴随一些不正常或难闻的气味。最常见的是肉类中蛋白质被水解所产生的腐败味,而另一些微生物则可作用于氨基酸和肽,将氨基酸氧化脱羧生成胺和相应的酮酸。有些则分解氨基酸生成吲哚、甲基吲哚、甲胺和硫化氢等。蛋白质在分解过程中产生的酪胺、组胺对人体有毒,而吲哚、硫化氢等则有恶臭,是肉类变质、发臭的原因;还有在乳酸菌和酵母菌作用下产生酸败味。微生物对脂肪的作用是产生酸败味的另一重要原因,但肉中严重的酸败问题不只是由微生物所引起的,而是因空气中的氧,在光线、温度以及金属离子催化下进行氧化的结果。因此对环境条件的控制也是至关重要的。

(4) 控制肉腐败的方法 肉的腐败主要由微生物繁殖引起,肉组织中的各种酶也起到一定的催化作用。因此肉腐败的控制,主要是抑制微生物的生长和降低酶的活力。考虑到可加工性,采用的方法以避免引起原料肉理化性质的改变为宜,如蛋白质的变性等。

① 温度是决定微生物生长的重要因素,温度越高微生物生长繁殖越快,因此肉的成熟过程常采用低温操作。

② 防腐剂的使用可以有效地抑制微生物的生长,目前常采用乳酸链球菌素、乳酸钠等溶液的涂膜保鲜法。

③ 辐射技术在食品保鲜中的应用也是非常方便、有效的方法,并经过多年的实验证明是安全可靠的。

④ 加工及贮藏环境以及工人的卫生状况均会影响肉的腐败变质,操作中应严格按照车间卫生操作规程进行。生产过程中应采用 HACCP 控制体系、GMP 体系等一系列确保肉品质量的管理方法。

(5) PSE 肉和 DFD 肉 在正常成熟过程中,为避免微生物繁殖,屠宰后胴体在 $0 \sim 4^{\circ}\text{C}$ 下冷却。当 pH 在 $5.4 \sim 5.6$,温度也未达到 $37 \sim 40^{\circ}\text{C}$,因此在成熟中蛋白质不会变性。但有些猪死后的糖酵解速度却比正常猪进行得要快得多,在胴体温度还未充分降低时就达到了极限 pH,所以就会产生明显的肌肉变性,即动物宰后 $30 \sim 45\text{min}$ 肉的 pH 低于 5.8 ,肉会变得多汁、苍白,风味和保水性差,这种肉称为 PSE (pale soft exudative) 肉。其特征为肉色苍白、质地柔软、持水性降低、表面渗水。PSE 肉以猪肉最为常见。出现这种现象的原因是糖原消耗迅速,致使猪体在宰杀后肉酸度迅速提高 (pH 下降)。当胴体温度超过 30°C 时,