

食品科学与工艺学简明教程

· 下 册 ·

美国食品焙烤学院 编
无锡轻工业学院培训部与食品教研室 译
刘树楷 高福成 校
轻工业出版社

食品科学与工艺学简明教程

• 下 册 •

美国食品焙烤学院 编

无锡轻工业学院培训部与食品教研室 译

刘树楷 高福成 校

轻工业出版社

内 容 简 介

《食品科学与工艺学简明教程》是著名的美国食品焙烤学院组织美国著名大学及有关方面专家和学者编写，可作大学函授及短训班教材。全书内容丰富，涉及面广，包括了食品科学和工艺学各个范畴，相当于一部食品大全。文字简明扼要，每课均附有小结、术语词汇注释及学生自我测试题和练习题，将分为上、中、下三册出版。

本书为下册，共两个单元，内容包括：各类不同食品、食品的质量和安全性。

本书可供食品工业科技、生产、供销等人员及有关院校师生参考，并可作大学函授及短训班学员教材。

Food Science and Technology Correspondence Course American Institute of Baking

1983

食品科学与工艺学简明教程

· 下 册 ·

美国食品焙烤学院 编

无锡轻工业学院培训部与食品教研室 译

刘树楷 高福成 校

*

轻工业出版社出版

(北京安外黄寺大街甲3号)

同兴印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

787×1092毫米 1/16 印张，19 字数，450 千字

1990年12月 第一版第一次印刷

印数，1—2,500册 定价，19.80元

ISBN7—5019—0815—X/TS·0535

序 言

本书为著名的美国食品焙烤学院 (American Institute of Baking) 编写的《食品科学与工艺学》的函授教材。全书共46课, 分为10大单元, 译本略去第二单元基础科学中的数学2课, 化学2课和物理学3课, 共译出39课。

从所列各课标题即可看出本书的内容十分丰富, 涉及面很广, 包括了食品科学和工艺学的各个范畴, 可以说是一部食品大全。由于篇幅较大, 中译本分上、中、下三册出版。上册四个单元共九课, 内容包括: 绪论、基础科学、原料工艺学、食品工程。中册四个单元共十五课, 内容包括: 罐藏和加热处理; 冷冻食品、干制食品、其他保藏方法。下册两个单元共十五课, 内容包括: 各类不同食品、食品的质量和安全性。

参加原书编写的作者中不乏美国著名大学以及有关方面的专家和学者, 其中有:

食品焙烤学院院长

Dr. William J. Hoover

食品焙烤学院副院长

Dr. James Vetler

麻省理工学院 (MIT) 食品科学教授

Dr. J. T. R. Nickerson

堪萨斯州立大学肉类食品科学教授

Dr. Frank E. Cunningham

堪萨斯州立大学谷物科学及工业教授

Eugene Farrell

弗吉尼亚州立大学食品科学与工艺学教授

Dr. Anthony Lopez

北达科他州立大学谷类化学教授

Dr. Joel Dick

伊利诺州立大学食品科学系系主任

Dr. A. J. Seidler

伊利诺州立大学乳品工艺学教授

Dr. Joseph Jobios

美国农业部专家

Robert L. Olson

渔业发展顾问

Joseph W. Slavin

主编为伊利诺州立大学食品科学退休教授

Dr. Alvin I. Neison

本书独具风格, 与国内一般大学教材有所不同, 课文精简扼要, 段落分明, 每课最后均有小结, 还附有术语注解以及学生自我测验试题和练习题, 使读者一书在手, 就可按图索骥, 进行自学, 这种编排很适合于函授的特点。

众所周知, 函授教育覆盖面广, 招生容量大, 是高等教育的重要组成部分。目前我国共113所高校办有函大, 在学函授学生达36万余人。无锡轻工业学院食品专业课程函授在全国开办较早, 已作出一定的贡献。我们积多年经验, 深知欲办好函大, 必须解决教材问题。以往对国外函授教材的引进, 尚不多见。美国的食品加工是该国的最大行业之一, 他们对举办食品函授、培养技术人员富有经验, 也卓有成就。所编这本教材内容丰富, 材料新颖, 但却写得简明扼要, 通俗易懂 (不用高深的理论)。全书深入浅出, 适应面广, 深受该国读者的欢迎。他山之石, 可以攻玉, 我们认为本书也可用来作为我国函大教学的参考书, 同时也可供我国大学和专科学校有关师生以及各类食品工厂、科研单位、食品营养

卫生部门等工作人员的学习和参考。即便是一般食品行业的工作同志，也可通过自学本教材，达到掌握有关食品加工及食品科学的基本知识（在美国，此书不仅作为大学函授教材，也供作各类食品工厂、公司、商店的雇员、推销员、服务员、保管员以及原料采购员等自学之用）。

必须指出，由于国情不同，书中所列美国食品行业中的某些方面，对我国可能不一定适用。还要注意他们采用的单位是英美制。另外本书还有一些不足之处：有的章节内容重复（例如第6课与第7课）；个别单元操作写得也欠透彻（例如第四单元）。但可以说绝大部分都还写得比较好。

本教材在我院丁霄霖院长和培训部主任周志的积极支持下，由食品教研室的高福成教授、杨方琪副教授组织有关教师参加翻译。

具体分工如下：课文1、2、3、4（王海鸥），5（项建琳），6、7、8（林佩荣），9（梁心声），10、11、12、14（杨方琪），13（朱汉森），15（陈宏），16、17（陈效贵），18、19、29（于秋生），20、24（周新伟），21、22、23（赵建东），25、27（陶谦），26、28（林金资），30、31、32（张墨英），33、34（仇静安），35、36、37（周志），38（章克昌），39（张灏）。

高福成教授花了大量时间，进行校对和整理工作，最后由本人校阅和定稿。在翻译与校对的过程中，限于时间和水平，错误难免，敬请读者多赐指正。

刘 树 楷

· 下 册 ·

目 录

第九单元 各类不同食品	(1)
第25课 畜肉(红肉)	(1)
第26课 蛋与蛋制品	(21)
第27课 禽类与禽类制品	(35)
第28课 乳与乳制品	(49)
第29课 鱼和水产品	(73)
第30课 从油籽提取油脂、油脂精制和以油脂为基料的制品	(88)
第31课 谷物的碾磨和制粉	(114)
第32课 谷类加工食品和点心	(131)
第33课 焙烤食品	(148)
第34课 食用面团及制品	(188)
第十单元 食品的质量和安全性	(202)
第35课 食品添加剂	(202)
第36课 食品法规和等级标准	(213)
第37课 感官评价和食品检验	(229)
第38课 质量保证	(248)
第39课 食品工厂卫生	(270)
附录 单位换算表	(295)

第九单元 各类不同食品

第25课 畜肉(红肉)

内 容

引言

畜肉加工业的历史

肉的组成

生长和发育

肌肉到肉的转化

影响肌肉到肉转化的因素

鲜肉的性质

练习题

肉类加工

肉的保藏

肉制品的营养成分

肉的检验

肉的分级

练习题

小结

术语汇编

自我检查练习题

测验题

引 言

§ 25.01 畜肉(红肉)是指那些通常作为食物的哺乳动物的身体组织。牛肉、羊肉、猪肉和犊肉是最普遍食用的畜肉,但其它如山羊、兔子、水牛和一些野兽等哺乳动物也包括在这一范围内。“红肉”这个词源于这些动物骨骼肌和平滑肌所特有的血红蛋白。

畜肉加工业的历史

§ 25.02 畜肉工业与今天的许多现代化工业有很大的不同,因为处理肉类的基本程序是几个世纪前建立的。早期的探险者将牛肉、羊肉和猪肉引入了美国。美国最早的肉类包

装者乃是新英格兰的农场主，他们将肉和盐一起装在桶内以便贮存。肉类工业在19世纪初开始有较大的增长，但由于缺乏冷藏和运输手段，因而是季节性的营业，仅在大城市周围和水路两边发展大型的包装工厂。19世纪末，发展了氨制冷方法，肉类包装工业扩展为全年开工。本世纪初前后，畜类屠宰和肉类加工的新式机械的发展使肉类工业发生了革命性的变化。接着的重要变革发生在半个世纪之后，那时大型的肉类包装工厂迁离了大都市地区，更靠近产地。随着真空包装方法的问世，运出的肉是分箱包装的胴体初步分割肉，而不是胴片（胴体指动物经宰杀并取出内脏以后留下来的东西）。

§ 25.03 肉类工业是美国最大的工业之一，它在美国经济中起着重要作用。农业是美国经济的最大组成部分（以美元计），而肉用动物则构成农业的最大部分。以消费水平来看，仅畜肉每年就要消费超过300亿美元，在这300亿中，2/3为新鲜肉，1/3为经过加工的肉。每年每人的畜肉消费量约为200lb，其中50%是牛肉，30%是猪肉，4%是羊肉和鸡肉。肉品加工者在经营中面临一些特殊的问题。鲜肉是价格高、易腐败且赢利低的产品，大量的投资是用于在贮藏时必须进行冷藏或冻藏的设备机器上。市场价格的波动常常造成滞销，加工商不得不把肉贮藏起来，增加了现金流动的困难和费用。而且，鲜肉加工费工较多。所以为了在此竞争激烈的工业中取得成功，强有力的管理是必不可少的。

肉的组成

§ 25.04 肉由如下组织组成：（1）肌肉，（2）脂肪，（3）结缔组织，（4）骨头。肌肉是胴体中的重要组织（占35~65%），了解一下活体动物肌肉的组织、成分和功能对于理解活体转化为肉的宰后变化是很有必要的。

§ 25.05 在肉用畜身上可以分清三种不同类型的肌肉：（1）骨骼肌（随意横纹肌），（2）心肌（非随意横纹肌），（3）平滑肌（非随意非横纹肌）。平滑肌在肉中占极小的比例，位于血管壁、淋巴管和肠胃道及生殖系统中。心肌兼有类似平滑肌和骨骼肌的特点，与平滑肌一样，它的每个细胞仅有一个细胞核，且有分岔结构，它的结构类似于骨骼肌的是肌原纤维的条纹状外形；心肌位于心脏，它具有独特的从胚胎早期到死亡一直不停的有节律收缩的特性。

§ 25.06 哺乳动物体中有600多块肌肉，它们在大小、形状和活动性上有很大的不同。骨骼肌组织的构造单元是肌细胞或称肌纤维，这是一种极特殊的多核细胞。肌纤维一般占全部肌肉量（包括结缔组织、血管、神经纤维和构成残余物的胞外液）的75~90%，肌纤维是长长的不分岔的线状细胞，其两端逐渐变细。这些纤维可达几厘米长，但在大型动物中很少会伸长到与整块肌肉等长。

§ 25.07 肌纤维膜是包围肌纤维的膜。此膜由蛋白质和脂类组成，且富有弹性，在肌肉收缩时可以变形。运动神经纤维末梢终止在肌纤维膜上，形成结合点（图25-1），此结合点就是为肌肉收缩让神经冲动传到肌纤维上的地方。

§ 25.08 肌纤维的主要组成部分为肌原纤维，肌原纤维是细长的圆柱棒状物，它与肌纤维等长。肌原纤维由肌丝组成。肌丝在肌原纤维内的排列方式使肌原纤维具有明和暗的区域，或称区带效应，“横纹肌”这一术语因此而得到解释。肌原纤维含有按规律间隔的明显暗线条，称为Z线，两条Z线间的距离形成了肌肉的功能单元，称为肌节（图25-1）。

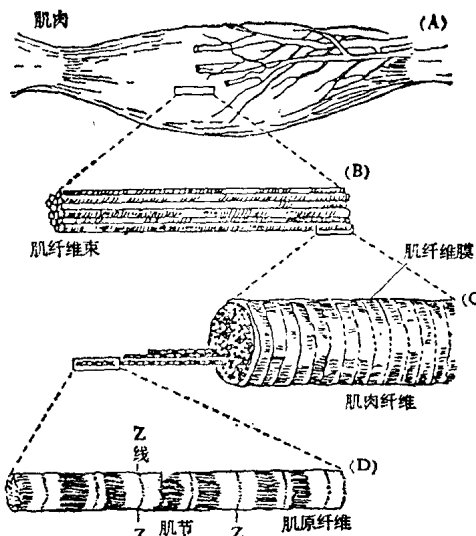


图 25-1 骨骼肌结构图
 (A)骨骼肌 (B)一束肌纤维 (C)一根肌纤维 (显示肌原纤维和肌纤维膜) (D)一根肌原纤维(显示肌节和Z线)

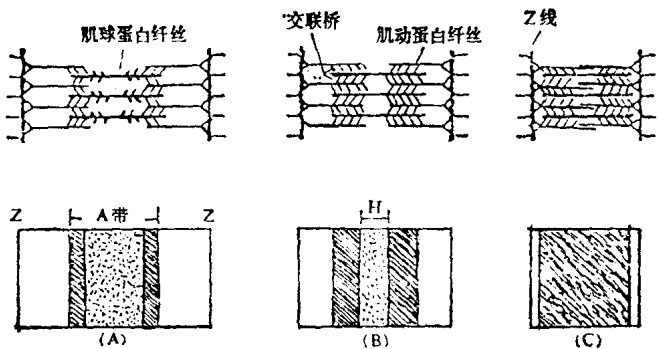


图 25-2 上排显示收缩过程中处于不同缩短阶段的一节肌节。下排表示在相应收缩程度下肌纤维的区带模式。显示的收缩阶段：
 (A)伸展的肌肉，(B)静止的肌肉，(C)剧烈收缩的肌肉。

§ 25.09 组成肌原纤维的有两种肌丝：粗丝和细丝，丝的不同在于其尺寸（直径与长度）、成分及其在肌原纤维内的位置。细丝是由几种收缩性蛋白质，主要是肌动蛋白组成；粗丝是由肌球蛋白加极少量其它蛋白质组成。

肌肉如何收缩这个问题的简单解释是肌膜受到神经的刺激，因而引起肌肉发生收缩现象。肌细胞中的钙从肌质网中释放出来，刺激粗丝和细丝的相互作用，当钙被吸收回肌质网中时，肌肉就会放松。图25-2从肌节的水平显示了肌肉收缩时发生的现象，此现象称为肌肉收缩的肌丝滑动模型，因为在收缩时肌丝没有改变尺寸，而是互相滑动。

§ 25.10 商品肉中脂肪占胴体重量的18~30%。脂肪为动物提供一种蓄能库，当动物吃进的营养物质能量超过为维持本身所需的能量时，脂肪就蓄积起来。在肉用畜生长期内，脂肪贮存出现的顺序是最初脂肪沉积在体内各器官的周围（如心脏、肾脏和胃等），然后是皮下脂肪的沉积，接着是脂肪在肌肉和肌肉之间的沉积（肌间脂肪或间隙脂肪），最后是在肌束间沉积形成五花肉（肌肉脂肪）。

§ 25.11 结缔组织，顾名思义是将身体的各部分连系和保持在一起的组织。结缔组织广泛地分布在体内：作为骨骼的成分；作为各器官结构的形式，沿血管及淋巴管分布；作为包围肌肉之类组织的皮膜形式和构成腱。

结缔组织由三种主要蛋白质构成：胶原、弹性蛋白和网硬蛋白。胶原是畜肉动物结缔组织的主要成分，存在于体内许多部位。对肉来说，有三类主要胶原是明确的：（1）肌外膜——包围着整块肌肉；（2）肌束膜——包围着肌束；（3）肌内膜——包围着每一根肌纤维。胶原是一种特殊的组织，随着动物年龄的增长，胶原纤维的交织程度及硬度增加了。胶原的一个不寻常的特性是在有水热的情况下变成可溶性，但胶原的溶解度则随胶原的开始交联而逐渐降低。

弹性蛋白作为一种有弹性的蛋白质成分，它在结缔组织中含量不多。弹性蛋白是一种

不溶性的蛋白质，在烹调时不分解。网硬蛋白由细小的纤维所组成，细纤维围绕细胞、血管、肌纤维和神经组织，构成精致的网络。

骨头中的主要蛋白质是胶原。在胚胎发育期，软骨是骨骼的主要成分；可是，随着动物长大，软骨就开始硬化，变成了骨头。这个过程要延续到所有的骨骼都是硬骨为止。

生长和发育

§ 25.12 生长被定义为由于组织的发育和长大（在组成上与原组织相同）而引起的体形增大的正常变化过程。体形尺寸增大的出现是由于：（1）肥大——细胞尺寸的增加；（2）增殖——细胞数目的增加；（3）积累——非细胞结构材料的增加。肉和其它各种食物的形成都有赖于这些生长过程。

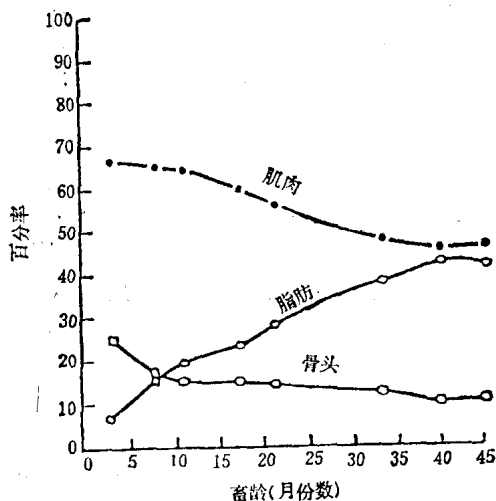


图 25-3 牛在生长期中，其胴体中肌肉、骨头和脂肪组成的变化。

§ 25.13 生长和发育可以划分成两种类型，即出生前和出生后的。肌肉量的最大增长发生在发育的早期，增长速度则随动物趋近成熟而下降。以百分数计，在出生后的生长过程中，肌肉和骨头的量稍有下降，而脂肪却有明显的增长(图25-3)。以重量计，肌肉和骨头都在增加，而脂肪以更快的速度增加。

§ 25.14 有多种因素影响成长发育。遗传对动物的成长起主要的作用，动物最终的大小和成分可能受动物品种的影响。虽然遗传决定了最大可能的生长和发育程度，而营养则控制着将要出现的生长发育速度。营养素的利用是根据生理重

要性来划分的，其先后顺序是：（1）重要器官，（2）骨头，（3）肌肉，（4）脂肪。可见，当营养水平提高时，最终会导致脂肪的蓄积。动物生活的环境对其生长速度和胴体成分有重要的作用。在寒冷的环境中，身体必须保存热量和产生额外热量，因而需要更多的营养以维持生命。反之，在温暖的环境中，动物必须消散热量，一般地饲料的消耗量和效率都降低了。

肌肉到肉的转化

§ 25.15 肌肉经历了许多变化，最终成为肉。宰杀家畜时，第一步是宰前麻昏，即让家畜失去知觉，但这一步还没有杀死动物(即它的心跳没有停止)。当动物失去知觉后，将它的后腿倒挂在空中，给它放血，并尽可能多地除去血液。血液约占动物活体重的8%，放血能除去体重的3~4%即血液的50%左右。这一步标志着肌肉在死后发生一系列变化的开始。当血液被除去后，血液循环就失去保证，肌肉也就得不到氧。缺乏氧气，细胞的新陈代谢就从有氧方式(TCA和氧化性的磷酸化作用)转变为无氧方式(糖原酵解)。无氧方式将维持一段自动调节的动态平衡时间，但是，糖原酵解的副产品(乳酸)的积累会导致肌肉pH值的下降(酸度增加)。糖原酵解所耗用的代谢燃料是糖原，肌肉的pH值

要一直下降到几乎耗尽所有的糖原为止。

§ 25.16 肌肉pH的下降是肌肉向肉转化时所发生的最重要的宰后变化之一。当肌肉能量被耗尽时，可缩蛋白就连接在一起（肌动蛋白——肌球蛋白），形成僵直，或称死后僵硬。僵直一般在pH约为6时发生。活的有功能的肌肉的pH值约为7，而胴体中肉的pH值大约在5.5。这时可能出现反常的情况，因而影响到肉的颜色及其性质。如果肌糖原的含量低，那么最后的pH值就会由于乳酸积累少而比正常情况高些（pH约为6）。随着pH的增高，肌肉外观颜色变深（DFD肉——深、硬、干的肉），这是由于结合水增加和光被吸收的缘故。另一种情况下，pH可能降得很低（pH5.2），而胴体温度仍很高，其结果是肌肉颜色很浅，因为结合水减少了。这种情况一般称为PSE肉（浅、软、潮的肉），这是猪肉的主要问题。

pH值的下降速率和僵直出现的速率随温度升高而增加。如果温度很快下降，则糖原酵解作用便减慢，从而pH值便较高，僵直的出现就推迟了。

§ 25.17 随着胴体组织的熟化，胴体组织即开始降解，结果失去了组织结构的牢固性。在肌肉中，存在于肌肉细胞内的蛋白水解酶和其它分解代谢酶被释放出来，并开始使肌肉组织降解。肉品熟化（排酸）过程中所发生的软化作用被认为是由于胶原和其它可缩蛋白质结构的破坏；以及在僵化过程中形成的肌动球蛋白键的放松造成的。

影响肌肉向肉转化的因素

§ 25.18 家畜的宰前处理对所得肉的质量有深刻影响。家畜在宰杀前一般都要经过若干处理步骤，包括分类、装载、运输、喂养、禁食、称重和击晕。大量的家畜在运输过程中会减膘或受伤。家畜在装运时所处的紧张状态会减少其肌肉组织中糖原的含量。牛在宰杀前的长时间紧张状态可能会产生DFD，也称为深色牛肉切块。猪在宰杀前处于紧张状况，则可能产生PSE（浅色猪肉切块）。大部分动物在宰杀前要进行24小时的禁食，以便取出内脏。

§ 25.19 胴体宰后温度的下降对胴体的某些特性有重大影响。要尽快降低温度以减缓微生物的生长和酶的作用。另一方面，在肌肉僵直前温度的快速下降常引起肌节的收缩（假挛缩），这会得到老化肉。当肌肉的温度于肌肉僵直开始形成之前下降到15℃以下时，通常会发生这种收缩，称为冷收缩。

§ 25.20 为了增加肉的嫩度，已经研究出许多新的处理方法，其中有牛肉电刺激法、缓慢冷却法以及悬挂胴体的各种方法。

电刺激法是研制出来的最新方法之一。此法实际上是一种利用电流造成僵直前牛胴体肌肉挛缩的方法。这种激发起来的肌肉挛缩引起糖原分解，由此便产生乳酸，从而使pH值迅速下降，然后胴体就在较高的温度下经历僵直变化的过程。另外，蛋白水解酶也会在此高温下释放出来，并以加快的速率进行嫩化反应。

上述同样的概念也适用于缓慢冷冻法，在此法中胴体被保持在室温下6~12小时而后进行冷却，此变化的温度加速了pH的下降和僵直的出现。曾经试验过多种胴体悬挂方法，目的是拉直骨肌肌，从而增加嫩度。尽管如此，但无一取得商业上的成功。

鲜肉的性质

§ 25.21 鲜肉是指屠宰后经历了化学和物理变化，但还未进一步加工的肌肉。鲜肉的性质（颜色、持水性能、组织结构）决定了商人和消费者对鲜肉的利用。

§ 25.22 持水性是对消费者和加工者都很重要的品质之一，它的定义是当施加外力如切割、加热、磨碎时肉保持水分的能力。因此，这是肉的湿润性的主要因素。肉含有三种形式的水：自由水、固定水和结合水，每种形式的水的含量都因蛋白质的化学状态而发生变化。肌肉内pH值的改变将增加或降低结合水和固定水的含量。这一特性与颜色现象PSE和DFD有关系。

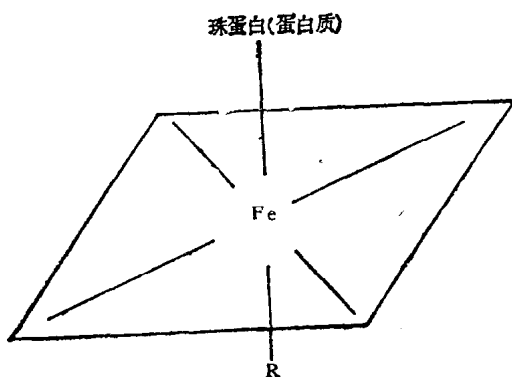


图 25-4 肌红蛋白的血红素络合物简图珠蛋白和水不是平面型血红素络合物的组成部分。

肌红蛋白 $R = H_2O$ (紫)
 氧合肌红蛋白 $R = O_2$ (红)
 亚硝基肌红蛋白 $R = NO$ (红——或肉色素)

§ 25.23 颜色是关系到新鲜畜肉为消费者乐意接受的最重要的品质之一。颜色是各种因素的综合结果，这些因素的特点与对象物的色彩（光被吸收和反射的波长）、强度及亮度有关。另外，肌肉的组织、质构和化学状态也涉及光的反射和吸收。对肉颜色有最重要贡献的是肉色素——肌红蛋白，它占肉中全部色素的80%到90%。鲜肉中肌红蛋白的浓度范围从兔肉的0.02%到公牛肉的0.5%左右。因此，尽管它对于颜色非常重要，却只是肉的次要成分。肉色泽强度的差异是由于肌红蛋白浓度不同的缘故，肌红蛋白是一种蛋白质，它含有被称为血红素的非蛋白质部分。血红素的环状结构部分相当重要，因为它是决定颜色的部分（图25-4）。

血红素的环状结构由中心为铁原子以及排成平面型结构的原子构成。蛋白质（珠蛋白）与铁相结合。在肌红蛋白中，铁还与一个水分子相结合。铁可以是氧化状态的(Fe^{3+})，也可以是还原状态的(Fe^{2+})。铁的这些状态将决定着颜色，并影响到铁以其它分子取代水分子的能力，以其它分子如氧或氧化氮取代水分子可使颜色发生变化。图 25-5 描绘了肌红蛋白的各种反应，这些反应对于肉及其生成的颜色是重要的。鲜肉最常见的颜色是

肌红蛋白(淡紫红) Fe^{2+} 氧化氮 氧化(亚硝酸盐) 还原(亚硝酸盐) 氧化 还原 氧化氮+还原 蛋白质变性(加热) 氧化 氧化氮+还原 亚硝基血色原(粉红) Fe^{2+} 还原 氧化 蛋白质变性(加热) 变性正铁肌红蛋白(褐) Fe^{3+}

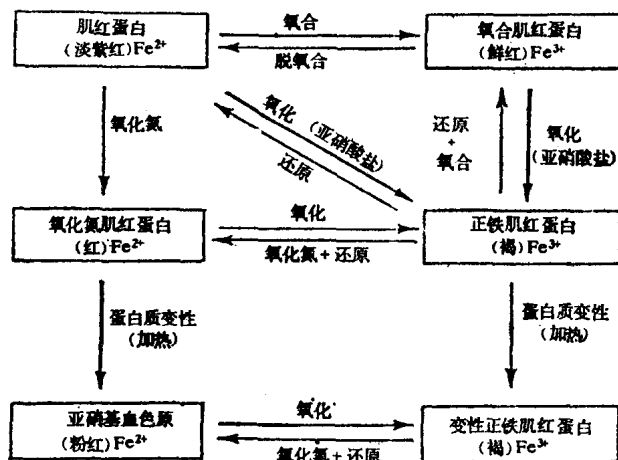


图 25-5 腌肉中的肌红蛋白在色素变化过程中可能发生的化学变化

紫色（肌红蛋白的天然状态）、鲜红色（氧合肌红蛋白）和褐色（正铁肌红蛋白）。由氧化产生的正铁肌红蛋白形式是鲜肉工业的一大问题，因为这种变色与腐败有关。在缺空气条件下，肌红蛋白呈现紫色；当暴露在空气中时，肌红蛋白变成红色的氧合形式。

§ 25.24, 嫩度对于肉是否受欢迎非常重要。影响嫩度的因素可分为两个主要类型：

(1) 僵直后肌肉的收缩状态；(2) 结缔组织的可溶性程度。正如前面提到的，肌肉肌节的长度可由于胴体的不适当处理而缩短，使肉制品的嫩度降低。另外，随着动物年龄的增长，通常结缔组织的交联愈来愈多，愈来愈不易溶解。当胶原变得难以溶解（不能被热和水分所分解）时，肌肉的嫩度就下降了。

练 习 题

(1) 畜肉是来源于_____的_____。(食用哺乳动物，组织。参阅25.01)。

(2) 肉类加工基本工艺的建立已有几个_____了。(世纪。参阅25.02。)

(3) 消费者每年花费在畜肉上的费用超过了_____美元。(300亿。参阅25.03。)

(4) 肉的四种主要组织是_____、_____、_____和_____。(肌肉，脂肪，结缔组织，骨骼。参阅25.04)。

(5) 存在于肉用动物中的三种不同肌肉是_____、_____和_____。(平滑肌，心肌，骨骼肌。参阅25.05。)

(6) 畜体内有_____多块肌肉。(600。参阅25.06。)

(7) 肌膜由_____和_____组成。(蛋白质，脂类。参阅25.07。)

(8) 两根Z线间的距离称为_____。(肌节。参阅25.08。)

(9) 细肌丝由_____组成，粗肌丝由_____组成。(肌动蛋白，肌球蛋白。参阅25.09。)

(10) 在肌肉细胞的_____中贮有钙。(肌质网。参阅25.09。)

(11) 市售家畜的畜体组成有_____ % 是脂肪。(18~30。参阅25.10。)

(12) 组成结缔组织的三种蛋白质是_____、_____和_____。(胶原，弹性蛋白，网状硬蛋白。参阅25.11。)

(13) 生长是通过_____、_____或_____来进行的。(肥大——细胞尺寸的增加，增殖——细胞数目的增加，积累——非细胞结构材料的增加，参阅25.12。)

(14) 营养物供给身体的优先顺序是_____、_____、_____和_____。(重要器官，骨骼，肌肉，脂肪。参阅25.14。)

(15) 动物被宰杀以后，其代谢从_____转变为_____。(有氧代谢，无氧代谢。参阅25.15。)

(16) _____是无氧代谢的最后产物。(乳酸。参阅25.15。)

(17) 当pH值达到_____时，通常发生僵直。(6。参阅25.16。)

(18) 当pH值降到低于_____时，便产生PSE肉。(5.2。参阅25.16。)

(19) _____是利用内源酶增加肉嫩度的过程。(肉熟化。参阅25.17。)

(20) 宰杀前的紧张状态会改变糖原水平和影响最终pH值,造成_____,从而_____和_____,从而影响肉的质量。(DFD, PSE。参阅25.18。)

(21) 僵直发生前,肌肉温度降低到低于_____℃时,产生冷收缩。(15。参阅25.19。)

(22) _____是肉牛屠宰业用的一种作业方法,其目的是趁温度还很高的时候造成pH值迅速下降来改善嫩度。(电刺激法。参阅25.20。)

(23) 鲜肉的_____,_____和_____决定了商人和消费者对鲜肉利用的方式。(颜色,持水性,质构。参阅25.21。)

(24) 持水能力是鲜肉具有_____的主要因素。(湿润性。参阅25.22。)

(25) 颜色是几种因素的综合结果,然而肉色素_____的作用最大。(肌红蛋白。参阅25.23。)

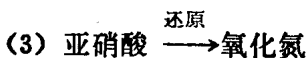
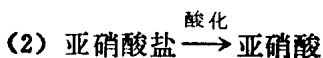
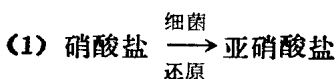
(26) 肉的颜色多半与肌红蛋白的状态有关:紫色的是_____,鲜红的是_____,褐色的是_____。(肌红蛋白,氧合肌红蛋白,正铁肌红蛋白。参阅25.23。)

(27) 嫩度的不同可归因于_____和_____。(肌肉的收缩状态,结缔组织的可溶性。参阅25.24。)

肉类加工

§ 25.25 加工的肉是经磨碎、斩碎、风干或捣碎的肉。肉的加工可分为两大类:腌制或熏制的肉;香肠。

肉制品的腌制是指为了便于保藏、增进风味和改善颜色而加入盐、糖、硝酸盐或亚硝酸盐的加工方法。盐和糖是依靠减少可利用水分和增加风味来保藏肉类;硝酸盐和亚硝酸盐可增加风味,防止某些危险的食品微生物的生长,延缓过熟味的发生,并使腌肉具有粉红色。腌制过程的基本反应是:



氧化氮和肌红蛋白反应而生成亚硝基肌红蛋白,亚硝基肌红蛋白经加热便生成亚硝基血色原(热稳定的粉红色素)。

§ 25.26 通常腌制配料混合物中还包含添加剂(腌制反应的催化剂,例如抗坏血酸盐、异抗坏血酸盐或葡萄糖酸- δ -内酯)、磷酸盐(碱性磷酸盐,作用是增加持水性和防止过熟味)和调味品。腌制配料在肉制品中的使用可以有多种方法,包括干腌、用溶液腌或综合法腌制。干腌是将腌制配料在肉表面上进行揉擦,依靠扩散作用使配料渗透和散布的方法。这是一个缓慢的过程,造成肉重量损失过大,并出现碱味。

§ 25.27 用含有腌制配料的水溶液进行腌制的方法可以将肉制品浸在盐水中,或将

盐水注入肉中。这种方法较快，并可以减少干缩。腌制配料的注射可以用空心针（注射法腌制），将腌制液注入不同的位置，也可以用一根钝头针将溶液注入肉块的动脉中，从而利用循环系统来分配溶液。

已研制出一种新的技术来加速腌制过程，此法是使肉块粘合在一起，制出看起来象一块整肉的无骨肉制品。这项技术包括利用盐抽提出蛋白质和进行机动的翻滚或按摩。翻滚和按摩的过程是利用摩擦力和动能来加强蛋白质的抽出，蛋白质可使肉块结合在一起并有助于腌制液的分配。

§ 25.28 烟熏会给肉制品增加风味，同时会使蛋白质产生凝固或变性。肉制品的烟熏常常伴随热处理一起进行。对肉制品施放熏烟可有许多方法，如：燃烧硬木锯屑或碎木片的方法；静电法（此法利用电荷使熏烟的化学物质结合到肉制品上去）；液体熏制剂法（此法将燃烧产物收集于水中并使之浓缩，然后喷到肉制品的表面上）。

§ 25.29 加工的肉可分成许多种类，但这里我们将把它分成五个主要种类来讨论：（1）熟烟熏细肉馅香肠；（2）烘制面包型肉和午餐肉；（3）生香肠或生烟熏香肠；（4）熟凝胶香肠；（5）干的和半干的发酵香肠。

§ 25.30 细肉馅类香肠包括法兰克福香肠和波洛尼亚香肠等等。香肠肉馅乳胶体的基本原理是把蛋白质、脂肪和水结合形成不可分开的多相胶体混合物。该过程包括肉和脂肪在有盐条件下的斩拌。盐与蛋白质发生相互作用，抽提出一些盐溶性的蛋白质（肌动蛋白-肌球蛋白），盐溶性蛋白质又会与脂肪及水发生相互作用，形成乳胶体（图25-6）。当加热制品时，蛋白质就发生变性，并阻止脂肪和水的分离。加工上有差错就会导致脂肪分离和其它问题。

在制发酵香肠时，许多香肠制品都是加入亚硝酸钠或硝酸钠进行腌制的，腌制反应的基本原理与前面讨论的相同。腌制也将有助于产生与这许多制品有密切关系的传统风味（如波洛尼亚香肠，团林根香肠等）。

§ 25.31 烘制面包型肉和午餐肉有多种制品，从细斩肉馅型制品到组织化的火腿制品。加工这些产品所采用的技术和加工原理已如前所述。总而言之，用盐是为了使蛋白质抽提出来，这对肉的粘合是必要的。每种特定制品都含有一种或多种独有的配料或加工步骤，赋予制品以某种特定的性质。

§ 25.32 制造香肠可以利用各种肠衣。三种主要的肠衣是天然肠衣、人工肠衣（纤维素肠衣）和复制胶原肠衣。天然肠衣和复制胶原肠衣是可食的，而纤维素肠衣是不可食的。天然肠衣是从动物的部分消化系统得到的，要经彻底清洗并用盐腌过。人工肠衣通常从短棉绒制得，有便于操作和不易破裂的优点。纤维素肠衣有多种尺寸供应用，分为小型纤维素的、大型纤维素的和纤维纸。复制胶原肠衣具有纤维素肠衣和天然肠衣的良好特性。

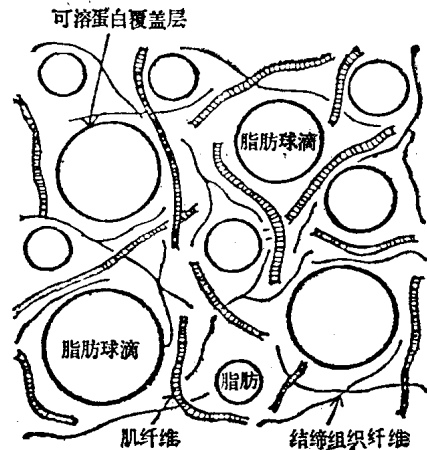


图 25-6 肉乳胶体的图示说明。脂肪滴分散在含有可溶性蛋白质、其它可溶性肌肉成分、肌纤维段及结缔组织纤维段的水相介质中。注意，每滴脂肪都包上一薄层已经从肌纤维中析出进入水相介质中的可溶性蛋白质（乳化剂）

§ 25.33 生猪肉香肠的制法是一种比较简单的方法，此法将肌肉、脂肪与某种调味料混合在一起并进行绞碎，常用冷藏肉的修边料。但现在正在采用包括宰后热胴体剔骨在内的新的设计思想。热胴体剔骨是一种快速加工的方法，动物被宰杀后立即对它进行剔骨，并对瘦肉进行绞碎或斩碎、包装、冷却。此法有几方面的优点，包括延长货架寿命、减少能耗、减少设备和场地的需要量等。

§ 25.34 干的或半干的发酵香肠的制造是一系列不同的加工程序。这里所谓发酵是指有控制地将糖原和另加的糖转变成成为乳酸，赋予最终产品以特有的烟熏酸味。将肉绞碎或斩碎到合乎要求的大小，并加入必需的调味品，还加入葡萄糖作为细菌发酵的补充碳源。细菌引入的方法各有不同。有的体系利用原有的细菌；另一些体系是用“肉酵头”（作为菌种引进少量正在发酵的肉）；还有其它的方法是利用商品发酵剂。在发酵完毕、pH已经降到4.5到5.0之后，然后将制品进行干燥（干制品含有约35%的水分，半干制品约含50%的水分）。

肉的保藏

§ 25.35 肉和肉制品容易腐败，在加工过程中要特别小心，要运用特殊的操作技术。肉的分解作用可分为三类：（1）微生物作用，（2）化学作用，（3）物理作用。肉的微生物污染发生在所有工序中，包括宰杀、切割、加工、贮存和产品销售。微生物污染的来源可有多种，从胴体与皮肤、脚爪等的接触，直到与已污染的设备和人手的接触。在肉上发现的微生物包括细菌、霉菌和酵母。影响微生物生长的外部因素（环境因素）是温度、相对湿度和有没有氧气等等，而内部因素则包括水分含量、pH值和有没有抑制剂。外部因素如温度可由加工者来加以调节。细菌可在各种温度下生长，但大多数微生物的最适生长温度在15~40℃范围。有些微生物在冷藏温度下（低于20℃）会生长得很好，称为嗜冷性微生物；最适生长温度高于45℃的微生物称为嗜热微生物；在20到45℃之间生长的称为嗜温微生物。大多数霉菌和酵母属于嗜冷微生物或嗜温微生物。低于5℃的温度阻碍大部分食品腐败微生物和几乎所有病菌的生长。冷冻将大大降低几乎所有细菌的生长，因此是保藏的有效方法。相对湿度对微生物生长起一定的作用，一般来说，较高的相对湿度会促进微生物的生长。细菌所要的相对湿度最大（92%），酵母需要90%，而霉菌在85%的相对湿度下也能存活。微生物按其生长是否需要氧气可分为：需氧、厌氧和兼性厌氧微生物。霉菌和酵母一般需要氧气，而有些细菌则可在无氧条件下生长。

§ 25.36 肉制品的物理状态也将影响微生物的生长。通常碎肉的污染水平高于其它肉，因为它的表面积增大了，可利用的水分及营养素更多，氧气渗透量更大。另外，肉的粉碎过程通常也意味着这些肉受到过进一步处理，已经与更多的设备接触过。

§ 25.37 水分活度 a_w 是影响细菌生长的内在因素之一，并且与相对湿度有关系（ $a_w \times 100 = \text{相对湿度}$ ）。换言之，它是微生物生长的有效水分含量。细菌所需的 a_w 是0.91，而酵母和霉菌可在0.8或更低时生长。pH值是控制微生物生长的又一内在因素。霉菌能在pH值2~8的不同酸度下生长，酵母在中等酸度（pH4.5）下生长最好，大多数细菌则在接近中性（pH7）条件下生长最好，不过也有例外的情况。

对所生产的多种肉制品来说，通常总存在最适于某些微生物生长的条件。外在因素是很容易控制的，可通过对肉的适当处理及实行严格的环境卫生来减少微生物作用的损失。

有关卫生规划和措施的细节，将在第46课讲到。

§ 25.38 温度对肉制品的货架寿命有很大影响。例如，如果将碎肉样品分装成三包（都含有相同数目的微生物）并存放在三种不同温度之下，则货架寿命就有很大的不同（图25-7）。

§ 25.39 肉的化学分解包括蛋白质、脂肪、碳水化合物和其它络合物的分子因化学反应而发生改性，或因内源酶（溶酶体酶）或外源酶（由微生物产生的酶）的作用而分解成简单化合物的各种变化过程。由这些反应产生的化合物包括肽、氨基酸、氨、含硫化合物和脂肪酸等，这些化合物能在肉制品中产生臭气、臭味以及不好的外观。

§ 25.40 肉制品的物理性分解包括肉表面脱水、冻伤（由于冻结和解冻引起的表面干燥变硬现象）和由于蒸发引起的干缩或重量损失，所有这些特征都是经济上的重大问题。

§ 25.41 为了延长肉品的货架寿命，已经开发了许许多多的保藏方法。冷藏是最普通的保藏法之一，不过此法一般只限于较短的时间，因为肉在冷藏温度下会发生变质。限制冷藏制品货架寿命的主要因素是原始微生物量、贮藏温度、湿度以及所用包装材料的类型。通常新鲜肉块有3~5天的货架寿命，而有些加工肉（如波洛尼亚香肠）则可能有30至60天的货架寿命。这样大的差别是包装方法和抑制微生物生长的内在因素造成的。

§ 25.42 采用冷冻法是为了延长肉的贮存时间，冷冻的结果在肉的质量方面比多数其它保藏方法不良的变化少。如果采用适当的冷冻方法，则熟肉制品的色、香、味、湿润性或营养价值就很少有变化。适当的冷冻方法涉及许多因素，其中包装材料和冷冻速度最为重要。有人建议要尽可能快地将肉冷冻到一定的温度（低于 -10°C ），采用这种方法的理由是肉中水分会在快速冷冻下形成细小的冰晶，这使细胞的完整性不致受到破坏。低温（ -18°C 或 0°F ）的维持对制止微生物学、化学和物理的降解是必要的。应该使用不透氧和不透水的包装材料。如果温度的波动幅度大，就会促进肉制品表面水分的蒸发，进而发生冷冻损伤。包装袋中若有氧气就会加速氧化腐败。解冻方法对冻肉的品质也有影响，因而建议在冷藏温度下对这些食品进行解冻。快速解冻会形成大的冰晶，最后产生与慢速冷冻相同的影响（细胞破裂、汁液流失过多和微生物生长）。

对许多消费者来说，经解冻的肉的重新冻结是个相当模糊的问题。再冻结的肉没有什么不好，但决定肉是否可以再进行再冻结有一条重要的标准，因为肉制品解冻供用时，微生物会继续生长，所以如果肉快要腐败，就不要再冻结了。

§ 25.43 热处理是肉制品的另一种保藏法。这种处理方法的目的在于杀死腐败菌和潜在的有毒微生物，钝化有可能导致肉品变质的内源酶。热处理法一般有两种强度可采用：

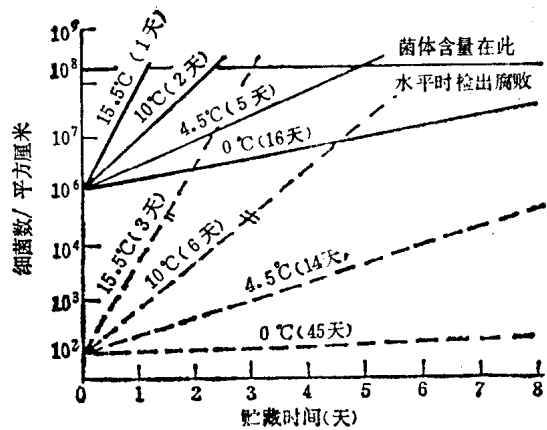


图 25-7 受过大量和少量嗜冷微生物污染的法兰克福香肠发生腐败所需的时间。腐败的检出是(根据粘液生成)在群体含量为每平方厘米表面含有1.5亿个细菌的时候。大量污染是1百万/cm²，用实线表示；少量污染是100个/cm²，用虚线表示。