

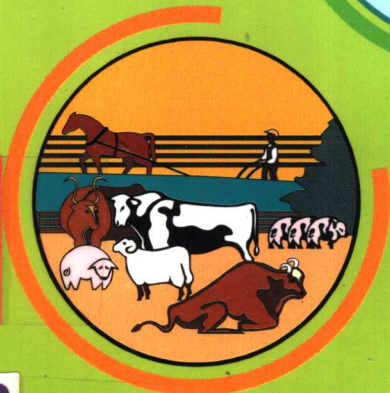
GAODENG ZHIYE JIAOYU JIAOCAI

• 高等职业教育教材 •

畜禽食品工艺学

CHUQIN SHIPIN GONGYIXUE

• 靳 烨 主编 •



中国轻工业出版社

ZHONGGUO QINGGONGYE CHUBANSHE

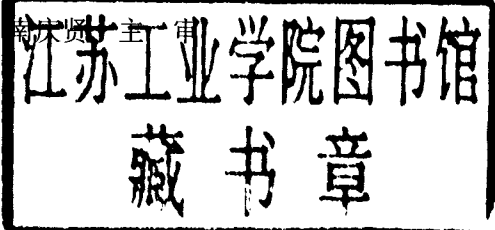
高等职业教育教材

畜禽食品工艺学

靳 烨 主 编

张和平 副主编

靳木贤 主 审



 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

畜禽食品工艺学/靳烨主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2004. 3
高等职业教育教材
ISBN 7-5019-4204-8

I. 畜… II. 靳… III. ①肉类-食品加工-高等学校: 技术学校-教材 ②乳品工业-高等学校: 技术学校-教材 ③蛋制品-食品加工-高等学校: 技术学校-教材 IV. TS201.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 112465 号

责任编辑: 白洁 责任终审: 滕炎福 封面设计: 刘鹏
版式设计: 郭文慧 责任校对: 李靖 责任监印: 吴京一

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: 北京市卫顺印刷厂

经销: 各地新华书店

版次: 2004年3月第1版 2004年3月第1次印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 15.75

字数: 412千字

书号: ISBN 7-5019-4204-8/TS·2483

定价: 30.00元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-88390721 88390722

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读者服务部联系调换

30863J1X101ZBW

编者名单

主 编 靳 烨

副主编 张和平

编 者(按姓氏笔画排序)

马丽珍 孔保华 兰凤英 生庆海 刘会平

刘 炎 刘振民 孙天松 张根生 李少英

杨续金 郑灿龙 梁 均 程 涛 董开发

童军锋

主 审 南庆贤

编写说明

随着社会的进步和人民生活水平的不断提高,优质动物蛋白食品在人们的膳食结构中的比例和作用越来越突出。改革开放以来我国的肉、乳和蛋等畜产品生产和加工业取得了令世人瞩目的成绩,从20世纪90年代开始我国就成为肉和蛋的最大生产国,乳品工业已成为近几年来国内发展最快的产业之一。肉、蛋、乳加工业在整个食品工业中逐渐成为支柱产业,甚至成为某些地区经济发展的支柱产业。资料表明,每年仅新上马和扩建的有规模的相关企业就达三位数,更不要说遍地开花的作坊式和个体小企业,因此,社会对该领域技术人才的需要和专业技能培训的需求相当大。

本教材的编写人员专门从事肉、乳、蛋专业教学和科研开发工作,承担了研究生、本科生、专科生、职业高中和企业技术培训等不同层次学员的教学工作,大都有在大型企业工作和实习的经历,有丰富的教学经验和实际工作能力。具体编写分工如下:

第一篇第一章和第四章由内蒙古农业大学靳烨教授编写,第二章由东北农业大学孔保华教授编写,第三章由湖南农业大学刘炎副教授和内蒙古农业大学靳烨教授编写,第六章和第七章由张家口农业高等专科学校兰凤英副教授编写,第五章和第八章由浙江大学童军锋编写,第九章和第十一章由黑龙江商业大学张根生教授编写,第十章由山西农业大学马丽珍教授编写。第二篇第一章由内蒙古农业大学张和平教授和孙天松副教授编写,第二章由内蒙古农业大学李少英副教授编写,第三章由新疆农业大学郑灿龙编写,第四章由东北农业大学程涛高工编写,第五章由山西农业大学刘会平博士编写,第六章由内蒙古农业大学杨续金编写,第七章由均瑶乳业刘振民博士编写,第八章由内蒙古农业大学张和平

教授和均瑶乳业刘振民博士编写,第九章由三鹿乳业生庆海高工编写,第十章由蒙牛集团梁均工程师编写。第三篇由江西农业大学董开发副教授编写。全文由我国著名畜产品加工专家中国农业大学的南庆贤教授审定。

本教材通过深入浅出的讲解,让学生获取肉、乳、蛋等畜产食品加工的基础理论、基本概念等知识,适当了解该学科最新理论的发展和技术的创新,掌握常见动物性食品贮藏和加工的实用技术和基本技能,让学生学有所用。本教材不但适用于食品专业高职学员的使用,而且可作为食品、烹饪、轻工、商业和农业等相关行业技术培训的教材和参考资料。

疏漏和不妥之处,敬请指正。

编者

目 录

第一篇 肉与肉制品

第一章 肉的组织结构和理化特性	(1)
第一节 肉的组织结构.....	(1)
第二节 肉的成分和理化性质	(10)
第二章 畜禽的屠宰	(20)
第一节 畜禽宰前的检验与管理	(20)
第二节 屠宰工艺流程	(21)
第三节 宰后的检验及处理	(27)
第三章 肉的宰后生化变化及宰后处理	(34)
第一节 肉的宰后生理	(34)
第二节 肉的贮藏与保鲜	(45)
第四章 肉制品添加剂与辅料	(60)
第一节 调味品	(60)
第二节 天然香料和香精	(63)
第三节 肉类添加剂	(66)
第四节 肉类用保鲜防腐剂	(70)
第五节 肉类加工着色剂	(71)
第五章 腌腊肉制品	(73)
第一节 腌制的作用和方法	(74)
第二节 主要腌腊制品的加工方法	(77)
第六章 酱卤制品	(96)
第一节 酱卤制品的分类及加工方法	(96)
第二节 酱卤制品的加工.....	(101)

第七章 烟熏制品	(116)
第一节 烟熏的作用与方法.....	(116)
第二节 烟熏工艺及制品加工.....	(125)
第八章 干肉制品	(136)
第一节 干制的目的和方法.....	(136)
第二节 干肉制品的加工方法.....	(138)
第九章 灌肠类制品	(148)
第一节 灌肠类制品加工的基本工艺.....	(149)
第二节 西式灌肠类制品的加工.....	(157)
第三节 中式灌肠类制品的加工.....	(162)
第十章 发酵肉制品	(165)
第一节 发酵肉制品的概念、种类及特点	(165)
第二节 发酵肉制品常用的微生物及其特性.....	(167)
第三节 发酵肉制品的质量控制.....	(168)
第四节 发酵干香肠和半干香肠的加工.....	(176)
第十一章 罐藏制品	(184)
第一节 肉类罐头生产的基本工艺.....	(184)
第二节 肉类罐头的加工.....	(191)

第二篇 乳与乳制品

第一章 乳的化学组成及理化特性	(199)
第一节 乳的一般组成及各成分存在状态.....	(199)
第二节 牛乳成分的理化性质.....	(201)
第三节 乳的理化特性.....	(226)
第四节 加工处理对乳性质的影响.....	(232)
第二章 原料乳中的微生物	(237)
第一节 原料乳中微生物的来源及种类.....	(237)
第二节 原料乳中微生物对乳质量的影响.....	(245)
第三节 微生物在乳品工业中的应用.....	(248)

第三章 乳的检验与初步加工	(252)
第四章 巴氏杀菌乳与灭菌乳	(260)
第一节 巴氏杀菌乳的加工工艺	(260)
第二节 超高温灭菌乳的加工工艺	(268)
第五章 发酵乳	(275)
第一节 概述	(275)
第二节 发酵乳的定义及分类	(276)
第三节 发酵乳的营养保健作用	(276)
第四节 发酵剂的制备	(279)
第五节 酸乳及其制作	(288)
第六章 乳饮料	(297)
第一节 中性调和乳饮料	(297)
第二节 果汁乳饮料	(303)
第三节 乳酸菌饮料	(305)
第七章 奶油生产	(311)
第一节 奶油的概述	(311)
第二节 乳的分离	(314)
第三节 奶油的生产工艺	(321)
第八章 奶粉生产	(338)
第一节 概述	(338)
第二节 奶粉生产工艺	(342)
第三节 婴儿配方奶粉	(354)
第九章 干酪的加工	(362)
第一节 概述	(362)
第二节 干酪的发酵剂	(366)
第三节 凝乳酶	(369)
第四节 天然干酪的一般加工方法	(372)
第五节 融化干酪	(380)
第十章 冰淇淋和雪糕的加工	(385)

第一节	概述	(385)
第二节	冰淇淋的加工工艺	(390)
第三节	雪糕及其生产工艺	(396)

第三篇 蛋与蛋制品

第一章	禽蛋化学成分及其特性	(402)
第一节	禽蛋的结构	(402)
第二节	禽蛋化学成分	(405)
第三节	禽蛋的功能特性	(412)
第四节	蛋的其它特性	(421)
第二章	禽蛋的品质鉴定	(424)
第一节	禽蛋的质量指标	(424)
第二节	蛋的品质鉴定方法	(426)
第三节	禽蛋的分级	(432)
第三章	禽蛋的保鲜	(435)
第一节	鲜蛋在贮藏中的变化	(435)
第二节	鲜蛋的贮藏方法	(439)
第四章	传统蛋制品的加工	(447)
第一节	皮蛋的加工	(447)
第二节	咸蛋加工	(475)
第三节	糟蛋加工	(482)
参考文献		(492)

第一篇 肉与肉制品

第一章 肉的组织结构和理化特性

本章基本理论知识

1. 了解肉的组织结构及不同组织的特性。
2. 掌握肉的化学组成和营养特点。
3. 熟悉肉的理化性质及应用。

第一节 肉的组织结构

肉(胴体)主要由肌肉组织、脂肪组织、结缔组织和骨组织四部分组成,这些组织的构造、性质及其含量直接影响到肉品质量、加工用途和商品价值,这些指标因屠宰动物的种类、品种、性别、年龄和营养状况等因素不同而有很大差异。但一般来讲,成年动物的骨组织含量比较恒定,约占 20%,而脂肪组织的变动幅度较大,在 2%~50% 之间,主要取决于肥育程度。成年动物肌肉组织占 40%~60%,结缔组织占 10% 左右。牛、猪、羊胴体各组织所占总质量的百分比列于表 1-1-1 中。

表 1-1-1	胴体的组成			单位: %
	猪 肉	牛 肉	羊 肉	
肌肉组织	39~58	57~62	49~56	
脂肪组织	15~45	3~16	4~18	
结缔组织	6~8	9~12	7~13.5	
骨 组 织	12~20	15~20	18~40	

一、肌肉组织

肌肉组织是肉的主要成分,在组织学上可分为骨骼肌、平滑肌和心肌三类,占胴体的 50% 左右。骨骼肌与心肌因在显微镜下观察有明暗相间的条纹,因而又被称为横纹肌。骨骼肌由于收缩受中枢神经系统的控制,所以又称随意肌,而心肌与平滑肌称为非随意肌。与肉品加工有关的主要是骨骼肌,所以重点介绍骨骼肌的构造与形态。

(一) 骨骼肌

畜体有 600 块以上形状各异、大小不同的肌肉,但其基本构造是一致的。肌肉的基本构造单位是肌纤维,从组织学角度讲肌肉组织是由丝状的肌纤维集合而成的,每 50~150 条肌纤维聚集成束(称为肌束),外包一层结缔组织肌膜(称为肌内周膜),这样形成的小肌束也叫初级肌束;由数十条初级肌束集结在一起并由较厚的结缔组织膜包围就形成次级肌束。由许多次级肌束集结在一起即形成了肌肉块,外面包的一层较厚的结缔组织称为肌外膜。在每一个肌束内每一根肌纤维之间由微细纤维网状结缔组织连接,这些纤维网就叫肌内膜。这些分布在肌肉中的结缔组织膜既起着固定肌肉结构的作用,又有着保护作用。在肌内膜和肌外膜之间分布着丰富的血管、神经并沉积着脂肪。微血管、神经和淋巴管等直接伸入到肌纤维的表面,以提供营养和传导神经冲动。脂肪沉积其中,使肌肉断面呈现大理石样纹理,赋予肌肉良好的嫩度和多汁性。

1. 肌纤维

和其它组织一样,肌肉组织也是由细胞构成的,但肌细胞是一种高度特殊化的细胞,呈长线状,不分枝,两端逐渐尖细,因此称为肌纤维(也叫肌纤维细胞),它由肌原纤维、肌膜、肌浆和肌细胞核等组成,在肌细胞中充满许多平行排列纵贯细胞全长的肌原纤维。肌纤维直径为 10~100 μm ,长度为 1~40mm,更长的可达 100~

200mm。

肌纤维根据其所含色素的不同可分为红肌纤维(红肌)、白肌纤维(白肌)和中间型纤维三类。有些肌肉全部由红肌纤维或全部由白肌纤维构成,如猪的半腱肌主要由红肌纤维构成。但多数肌肉是由两种或三种肌纤维混合而成。红色肌肉中所含红色肌纤维较多。一般来讲,肉用家畜的大多数肌肉所含的白色肌纤维多于红色肌纤维,尽管有的肌肉看上去为鲜红色。对于同一胴体的肌肉,不同部位的颜色也不同,活动性大的部位的肌肉颜色较红,而经常处于相对静止状态的肌肉颜色则较淡。

红色、白色和中间型肌纤维的构造、功能及代谢特性等均不相同。红色纤维中肌红蛋白的含量较高,白色纤维的直径较粗。纤维中所含有的酶中,与有氧代谢有关的酶在红色纤维中含量较高,而与糖酵解有关的酶在白色纤维中含量较高。红色纤维的供能方式主要是有氧代谢,其中有较高密度的微血管分布,营养供应充足且快捷,因此,只要有氧气供应就不易疲乏,这就表现在红色纤维的收缩缓慢而持久。白肌纤维的供能以糖原酵解为主,在有氧或无氧条件下均可进行,肌质网和T小管系统较发达。白色纤维在瞬间可急速收缩,但很容易疲乏,表现为间歇性收缩。中间型纤维的性状则介于红色纤维和白色纤维二者之间。

动物的不同生长发育阶段对肌肉的颜色也有影响,猪在出生后几个月内,一些红色纤维会变成白色纤维,即白色纤维的比率增加。肌肉纤维的形态受遗传影响,而与全身肌肉量及食肉品质有关系。

2. 肌原纤维

肌原纤维是肌细胞独有的细胞器,也是肌纤维的主要成分,占肌纤维固形成分的60%~70%,是肌肉的伸缩装置。肌原纤维在电镜下呈长的圆筒条状结构,其直径 $1\sim 3\mu\text{m}$,其长轴与肌纤维的长轴相平行并浸润于肌浆中。

肌原纤维的横切面可见两种大小不同的呈有序排列的点,这

些点实际上是肌原微丝。肌原微丝可分为粗肌原微丝(简称粗丝)和细肌原微丝(简称细丝)。粗丝相互平行排列整齐地横穿整个肌原纤维,而细丝也有相似的形态。这样,由于粗丝和细丝的排列在某一区域形成重叠,而在另一区域则没有重叠,从而形成了在显微镜下观察时所见的明暗相间的条纹,即横纹。一般将光线较暗的区域称暗带(A带),而将光线较亮的区域称为明带(I带)。I带的中央有一条暗线,称为Z线,将I带从中间分为左右两半;A带的中央也有一条暗线称M线,将A带分为左右两半。在M线附近有一颜色较浅的区域,称为H区。

肌原纤维从形态上讲是明暗相间的横纹结构,从构成上看它是由许多重复的单位组成的。两个相邻Z线间的肌原纤维单位即为一个肌节,它包括一个完整的A带和两个位于A带两边的半个I带。肌节是肌原纤维的重复构造单位,也是肌肉收缩、松弛交替发生的基本单位。肌节的长度是不恒定的,它取决于肌肉所处的状态。当肌肉收缩时,肌节变短;松弛时,肌节变长。哺乳动物放松时的肌肉,其典型的肌节长度为 $2.5\mu\text{m}$ 。

3. 肌膜

肌膜是由蛋白质和脂质组成的,具有很好的韧性,因而可承受肌纤维的伸长、收缩和大范围的弯曲。肌膜的构造、组成和性质与体内其它细胞膜一致。

4. 肌浆

肌纤维的细胞质称为肌浆,填充于肌原纤维间和核的周围,是细胞内的胶体物质,含水分75%~80%,其中含有各种细胞器,呈红色。肌浆内富含肌红蛋白、肌糖原及其代谢产物、无机盐类等。骨骼肌的肌浆内有发达的线粒体分布,说明骨骼肌的代谢十分旺盛。在肌浆内有肌质网,相当于普通细胞中的滑面内质网,呈管状或囊状,交织于肌原纤维之间。肌质网的管道内含有 Ca^{2+} ,肌质网的小管起着钙泵的作用,在神经冲动的作用下,可以释放或收回 Ca^{2+} ,从而控制着肌纤维的收缩和舒张。

肌浆中还有一种重要的器官叫溶酶体,它是一种小胞体,内含多种酶,其中能分解蛋白质的称为组织蛋白酶,有几种组织蛋白酶均对某些肌肉蛋白质有分解作用,它们对肉的成熟具有很重要的意义。

5. 肌细胞核

骨骼肌纤维为多核细胞,因其长度变化大,每条肌纤维所含核的数目不定。一条几厘米的肌纤维可能有数百个核。细胞核呈椭圆形,位于肌纤维的边缘,紧贴在肌纤维膜下,呈有规则的分布,核长约 $5\mu\text{m}$ 。

(二) 平滑肌

平滑肌由成束或分层聚集的平滑肌纤维细胞构成,广泛分布于动脉管壁、淋巴管、胃肠和生殖管道,但在食肉中仅占一小部分。平滑肌纤维的大小与形状因分布的部位不同而不同,多为纺锤形,也有的形状并不很匀称,平均直径约为 $10\mu\text{m}$,长约 $100\mu\text{m}$,最长者可达 $500\mu\text{m}$ 。平滑肌纤维的纵切面呈扁平椭圆形、三角形和多角形等不同的形状。平滑肌纤维的肌纤维膜与邻近纤维构成膜与膜间的相接桥梁。平滑肌纤维为单细胞核,细胞核位于细胞的中央,仅在大的纤维中细胞核可能有些移动。肌质网在平滑肌纤维细胞中不如在骨骼肌中的发达。肌动蛋白和肌球蛋白与骨骼肌的一致,但没有明显横纹结构。

平滑肌纤维以单一或成束两种形式存在,但其排列组成十分细致,网状纤维框架结构将平滑肌纤维固定在一定位置。单离的肌原纤维的肌原微丝分散于纤维间的基质中。平滑肌血液供应比骨骼肌差。平滑肌收缩有节律、缓慢而持久。

(三) 心肌

心肌主要分布于心脏中,构成心房和心室壁的肌层,在靠近心脏的大血管壁上也有分布。心肌具有节律性收缩的独特性质,自早期胚胎生命起直至死亡连续不停地跳动。心肌兼有骨骼肌和平滑肌二者的特性。心肌和平滑肌一样,一般有单一细胞核,位于肌

纤维中央。心肌受自主神经系统的控制,属不随意肌。心肌纤维具有分枝,其主干的长度和直径较骨骼肌的纤维短小。心肌纤维的肌浆中含有丰富的糖原颗粒,肌浆中的线粒体特别大且数目多。心肌的肌原纤维微丝组成也不像骨骼肌那样有明显的肌原纤维,而是纤维微丝集合在一起形成大小不一、差异很大的各种形态的肌原纤维,其大小也随着肌原纤维的长轴不一而不同,不过粗丝和细丝在显微镜观测下还是很清晰的,且排列成与骨骼肌相同的横纹结构。心肌中的肌质网不如骨骼肌的发达。

心肌纤维借助网状纤维和肌原纤维的连接而得以固定,与骨骼肌一样心肌纤维靠结缔组织肌膜的包裹而聚集成纤维束。心肌内分布着发达的微血管系统,具有很强的氧化代谢能力。心肌纤维收缩力量强、持续时间长,不出现强直收缩。

二、脂肪组织

脂肪组织是胴体中仅次于肌肉组织的第二个重要组成部分,具有较高的食用价值,它对于改善肉质、提高风味均有重要意义。脂肪在肉中的含量变动较大,主要取决于动物种类、品种、年龄、性别及肥育程度。脂肪组织是一种特异分化的结缔组织,是疏松状结缔组织的变形。当动物体能消耗过大、机体消瘦时,脂肪逐渐消失而恢复为原来的疏松状结缔组织纤维,这些纤维主要是胶原纤维和少量的弹性纤维。

脂肪的构造单位是脂肪细胞,脂肪细胞或单个或成群地借助于疏松结缔组织联在一起。细胞中心充满脂肪滴,细胞核被挤到周边。脂肪细胞外层有一层膜,膜由胶状的原生质构成,细胞核即位于原生质中。脂肪细胞是动物体内最大的细胞,直径为 $30 \sim 120\mu\text{m}$,最大者可达 $250\mu\text{m}$,脂肪细胞愈大,里面的脂肪滴愈多,因而出油率也高。脂肪细胞的大小与畜禽的肥育程度及部位有关,如猪皮下脂肪细胞的直径为 $152\mu\text{m}$,而腹腔脂肪的为 $100\mu\text{m}$ 。肥育后牛的肾脏脂肪细胞直径比肥育前增加近 1 倍。

脂肪在体内的蓄积根据动物的种类、品种、年龄、肥育程度不同而异。猪脂肪主要蓄积在皮下、肾周围及大网膜中,羊脂肪多蓄积在尾根、肋间,牛脂肪主要蓄积在肌肉间和皮下,鸡脂肪蓄积在皮下、体腔、卵巢及肠胃周围。脂肪蓄积在肌束内使肉呈大理石状,肉质较好。脂肪在活体组织内起着保护组织器官和提供能量的作用,在肉中脂肪是风味的前体物质之一。

脂肪组织的成分,脂肪占绝大部分,占 87%~92%,其次为水分(6%~10%)、蛋白质(1.3%~1.8%)以及少量的酶、色素和维生素。

三、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、淋巴结的主要成分,分布于体内各部,起到支持、连接各器官组织和保护组织的作用,使肉保持一定硬度和弹性。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%~12%,其含量和肉的嫩度有密切关系。结缔组织的主要纤维有胶原纤维、弹性纤维和网状纤维三种,其中以前二者为主。

(一) 胶原纤维

胶原纤维呈白色,故称白纤维,纤维呈波纹状,分布于基质内。胶原纤维长度不定,粗细不等,直径 1~12 μ m,有韧性及弹性,每条纤维由更细的胶原纤维组成。胶原蛋白在白色结缔组织中含量高,是构成胶原纤维的主要成分,约占胶原纤维固形物的 85%。胶原纤维广泛分布于皮、骨、腱、动脉壁及哺乳动物肌肉组织的肌内膜、肌束膜中。胶原蛋白是机体中最丰富的简单蛋白,相当于机体总蛋白质的 20%~25%。胶原蛋白中含大量的甘氨酸,约占氨基酸总量的 30%,并含有 12%左右的脯氨酸和少量羟脯氨酸。脯氨酸和羟脯氨酸是胶原蛋白特有的,可用于区别其它蛋白质。胶原蛋白中缺少色氨酸、酪氨酸和蛋氨酸等必需氨基酸,因此是不完全蛋白质。胶原纤维是肌腱、皮肤、软骨等组织的主要成分,