



高职高专“十二五”工学结合精品教材（食品类）

# 肉制品加工技术

## ROUZHIPIN JIAGONG JISHU



车云波 林春艳 主编

孔保华 王娟丽 主审



 中国质检出版社

高职高专“十二五”工学结合精品教材(食品类)

# 肉制品加工技术

车云波 林春艳 主编  
孔保华 王娟丽 主审

 中国质检出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

肉制品加工技术/车云波,林春艳主编. —北京:中国质检出版社,2011.4 (2012.2 重印)  
(高职高专“十二五”工学结合精品教材. 食品类)

ISBN 978-7-5026-3415-5

I. ①肉… II. ①车… ②林… III. ①肉制品-食品加工-高校教材;技术学校-教材  
IV. ①TS251.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 023534 号

## 内 容 提 要

本书对肉制品加工技术进行了较全面而系统的介绍,体现以职业岗位为导向,以知识和技术应用能力培养为重点的高职高专教材特色,对肉制品加工的技术和工艺流程、技术要领和产品质量控制等作重点介绍。旨在培养学生的实际工作能力,在做中学习,注重学生综合能力的提高。

主要内容有肉的结构及性质、畜禽的屠宰及分割、肉的贮藏与保鲜、肉制品加工辅料、腌腊肉制品加工、酱卤肉制品加工、熏烤肉制品加工、肠类制品加工、肉干制品加工、肉类罐头加工、油炸肉制品加工、肉制品加工厂的卫生管理,并精选 10 个典型产品进行加工训练。

本教材可供高职高专食品类各专业及畜产品加工专业使用,也可作为从事肉品生产及检验工作人员的参考书。

中国质检出版社出版发行

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)

北京市西城区复外三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.net.cn

电话:(010)64275360 68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

\*

开本 787×1092 1/16 印张 14.5 字数 357 千字

2011 年 5 月第一版 2012 年 2 月第二次印刷

\*

定价 28.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68510107

# 教材编委会

---

主 任 贡汉坤 刘国普

副主任 刘宝兰 蔡 健 赵晨霞 彭珊珊 邓毛程  
罗红霞

委 员 (按姓氏笔画排序)

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 孔令明 | 车云波 | 王明跃 | 刘 静 | 刘兰泉 |
| 刘晓蓉 | 刘新华 | 林春艳 | 华景清 | 肖传英 |
| 李 芳 | 李玉崑 | 李平凡 | 李国名 | 李保忠 |
| 李海林 | 陈明之 | 陈维新 | 陈翠玲 | 宋德花 |
| 张德欣 | 郑 理 | 金 刚 | 金 鹏 | 周桃英 |
| 范 瑞 | 范建奇 | 范震宇 | 钟 萍 | 郭东方 |
| 贾 宁 | 凌 浩 | 徐 焱 | 顾宗珠 | 聂青玉 |
| 徐吉祥 | 徐清华 | 温兆清 | 解成骏 | 魏强华 |

策 划 刘宝兰 杨庚生

# 本书编委会

---

主 编 车云波(黑龙江生物科技职业学院)  
林春艳(黑龙江畜牧兽医职业学院)

副主编 李威娜(黑龙江生物科技职业学院)

参编人员 (按姓氏笔画顺序)  
车云波(黑龙江生物科技职业学院)  
李威娜(黑龙江生物科技职业学院)  
李晓红(黑龙江农业经济职业技术学院)  
杨玉红(河南鹤壁职业技术学院)  
金忠庆(黑龙江畜牧兽医职业学院)  
林春艳(黑龙江畜牧兽医职业学院)

主 审 孔保华(东北农业大学)  
王娟丽(山西轻工职业技术学院)

# 编写说明

为适应高职高专学科建设、人才培养和教学改革的需要,更好地体现高职高专院校学生的教学体系特点,进一步提高我国高职高专教育水平,加强各高等职业技术学校之间的交流与合作,根据教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作的若干意见》等文件精神,为配合全国高职高专规划教材的建设,同时,针对当前高职高专教育所面临的形势与任务、学生择业与就业、专业设置、课程设置与教材建设,由中国计量出版社组织北京农业职业学院、苏州农业职业技术学院、天津开发区职业技术学院、重庆三峡职业学院、湖北轻工职业技术学院、广东轻工职业技术学院、广东新安职业技术学院、内蒙古商贸职业学院、新疆轻工职业技术学院、黑龙江畜牧兽医职业学院等 60 多所全国食品类高职高专院校的骨干教师编写出版本套教材。

本套教材结合了多年来的教学实践的改进和完善经验,吸取了近年来国内外教材的优点,力求做到语言简练,文字流畅,概念确切,思路清晰,重点突出,便于阅读,深度和广度适宜,注重理论联系实际,注重实用,突出反映新理论、新知识和新方法的应用,极力贯彻系统性、基础性、科学性、先进性、创新性和实践性原则。同时,针对高职高专学生的学习特点,注意“因材施教”,教材内容力求深入浅出,易教易学,有利于改进教学效果,体现人才培养的实用性。

在本套教材的编写过程中,按照当前高职高专院校教学改革,“工学结合”与“教学做一体化”的课程建设和强化职业能力培养的要求,设立专题项目,每个项目均明确了需要掌握的知识 and 能力目标,并以项目实施为载体加强了实践动手能力的强化培训。在编写的结构安排上,既注重了知识体系的完整性和系统性,同时也突出了相关生产岗位核心技能掌握的重要性,明确了相关工种的技能要求,并要求学生利用复习思考题做到活学活用,举一反三。

本套教材在编写结构上特色较为鲜明,通过设置“知识目标”、“技能目标”、“素质目标”、“案例分析”、“资料库”、“知识窗”、“本项目小结”和“复习思考题”等栏目,既方便教学,也便于学生把握学习目标,了解和掌握教学内容中的知识点和能力点。编写过程中也特别注意使用科学术语、法定计量单位、专用名词和名称,运用了有关系统的规范用法,从而使本套教材更符合实际教学的需要。

相信本套教材的出版,对于促进我国高职高专教材体系的不断完善和发展,培养更多适应市场、素质全面、有创新能力的技术专门人才大有裨益。

教材编委会

2011 年 1 月

# 前 言

本书根据高职高专食品专业人才培养目标和基本要求,根据肉制品加工技术的理论体系和实践操作技能的要求来编写,体现以职业岗位为导向,以知识和技术应用能力培养为重点的高职教材特色。教材编写过程中强调基本原理和基本操作技术,对各种技术的工艺流程、技术要领和产品质量控制等作重点介绍。为便于实践教学,本教材以接近于生产实际的实训实例作为学生技能实训的指导,可以根据实际情况选择使用。

本书主要内容有:肉的结构及性质、畜禽的屠宰及分割、肉的贮藏与保鲜、肉制品加工辅料、腌腊肉制品加工、酱卤肉制品加工、熏烤肉制品加工、肠类制品加工、肉干制品加工、肉类罐头加工、油炸肉制品加工、肉制品加工厂的卫生管理,并精选 10 个典型产品进行加工训练。

本书由车云波、林春艳主编,孔保华、王娟丽主审。参加本书的编写人员(按编写任务顺序):项目一、项目八、项目九、项目十一、项目十二由车云波编写;项目二、项目六由金忠庆编写;项目三由李晓红编写;项目四由李威娜编写;项目五、项目七由林春艳编写;项目十由杨玉红编写;全书由车云波统稿。

本书在编写和出版过程中,得到了中国质检出版社的关心和支持,并得到各位作者和同行的悉心指导与帮助,谨此表示感谢。

尽管编者在编写与统稿过程中做了很大的努力,但由于编者水平和经验有限,书中缺点错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2011 年 1 月

# 目 录

|                   |    |
|-------------------|----|
| 项目一 肉的结构及性质       | 1  |
| 任务1 肉的概念及形态结构     | 1  |
| 一、肉的概念            | 1  |
| 二、肉的形态结构          | 1  |
| 任务2 肉的化学组成        | 5  |
| 一、水分              | 6  |
| 二、蛋白质             | 6  |
| 三、脂肪              | 9  |
| 四、浸出物             | 9  |
| 五、矿物质             | 10 |
| 六、维生素             | 10 |
| 七、影响肉化学成分的因素      | 10 |
| 任务3 肉的食用品质及物理性质   | 12 |
| 一、肉的食用品质          | 12 |
| 二、肉的物理性质          | 20 |
| 任务4 肉的成熟与变质       | 20 |
| 一、尸僵              | 20 |
| 二、自溶              | 22 |
| 三、肉的成熟            | 23 |
| 四、肉的变质            | 26 |
| 任务5 各种畜禽肉的特征及品质评定 | 27 |
| 一、各种畜禽肉的特征        | 27 |
| 二、肉品质的感官评定        | 27 |
| 【实训一】原料肉品质的评定     | 28 |
| 项目二 畜禽的屠宰及分割      | 31 |
| 任务1 畜禽宰前准备        | 31 |
| 一、肉用畜禽的选择         | 31 |
| 二、宰前检验            | 32 |
| 三、宰前管理            | 33 |
| 任务2 屠宰加工          | 34 |
| 一、家畜的屠宰加工工艺       | 34 |

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 二、家禽的屠宰工艺·····          | 37 |
| 任务3 胴体的分割·····          | 38 |
| 一、猪肉的分割·····            | 39 |
| 二、牛、羊肉的分割·····          | 39 |
| 三、禽肉分割·····             | 42 |
| 四、分割肉的包装·····           | 43 |
| 【实训二】肉的分割·····          | 44 |
| 项目三 肉的贮藏和保鲜·····        | 46 |
| 任务1 肉的低温贮藏·····         | 46 |
| 一、低温保藏的原理·····          | 46 |
| 二、肉的冷却·····             | 47 |
| 三、肉的冷冻·····             | 50 |
| 四、肉的解冻·····             | 53 |
| 任务2 肉的辐射保藏·····         | 54 |
| 一、辐射保藏的原理·····          | 54 |
| 二、辐射剂量和辐射杀菌类型·····      | 56 |
| 任务3 肉的其他保鲜方法·····       | 57 |
| 一、有机酸的防腐保鲜·····         | 57 |
| 二、抗氧化保鲜·····            | 59 |
| 三、真空包装·····             | 59 |
| 【实训三】不同贮藏温度冷却肉品质变化····· | 60 |
| 项目四 肉制品加工中常用辅料及特性·····  | 65 |
| 任务1 调味料·····            | 65 |
| 一、咸味料·····              | 65 |
| 二、甜味料·····              | 66 |
| 三、酸味料·····              | 67 |
| 四、鲜味料·····              | 68 |
| 五、调味肉类香精·····           | 69 |
| 六、料酒·····               | 69 |
| 任务2 香辛料·····            | 70 |
| 一、香辛料种类·····            | 70 |
| 二、常见香辛料及使用·····         | 70 |
| 任务3 添加剂·····            | 74 |
| 一、发色剂·····              | 74 |
| 二、发色助剂·····             | 75 |
| 三、着色剂·····              | 75 |
| 四、防腐剂·····              | 76 |
| 五、抗氧化剂·····             | 76 |
| 六、品质改良剂·····            | 76 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 【实训四】辅料的识别与分类 ..... | 79  |
| 项目五 腌腊肉制品加工 .....   | 81  |
| 任务1 腌腊肉制品加工原理 ..... | 81  |
| 一、腌制材料及其作用 .....    | 81  |
| 二、腌制过程中的呈色变化 .....  | 82  |
| 三、腌制过程中的保水变化 .....  | 84  |
| 四、肉的腌制方法 .....      | 84  |
| 任务2 腌腊肉制品加工 .....   | 86  |
| 一、咸肉加工 .....        | 86  |
| 二、腊肉加工 .....        | 86  |
| 三、板鸭的加工 .....       | 88  |
| 四、中式火腿的加工 .....     | 91  |
| 五、西式火腿加工 .....      | 95  |
| 【实训五】腊肉加工 .....     | 96  |
| 项目六 酱卤制品加工 .....    | 98  |
| 任务1 调味和煮制 .....     | 98  |
| 一、调味及其种类 .....      | 98  |
| 二、煮制 .....          | 99  |
| 任务2 酱卤制品加工 .....    | 100 |
| 一、酱卤制品种类 .....      | 100 |
| 二、酱卤制品加工工艺 .....    | 100 |
| 【实训六】北京酱牛肉加工 .....  | 105 |
| 项目七 熏烤制品加工 .....    | 108 |
| 任务1 熏烤制品概述 .....    | 108 |
| 一、烟熏的目的 .....       | 108 |
| 二、熏烟成分及其作用 .....    | 108 |
| 三、熏制方法 .....        | 109 |
| 四、烟熏对肉的影响 .....     | 110 |
| 五、熏烟设备及燃料 .....     | 111 |
| 六、烤制方法 .....        | 112 |
| 任务2 熏烤制品加工 .....    | 112 |
| 一、沟帮子熏鸡 .....       | 112 |
| 二、生熏腿 .....         | 113 |
| 三、北京熏猪肉 .....       | 114 |
| 四、培根 .....          | 115 |
| 五、北京烤鸭 .....        | 116 |
| 六、广东脆皮乳猪 .....      | 117 |
| 七、广东叉烧肉 .....       | 118 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 八、烤鸡 .....               | 119 |
| 【实训七】熏鸡加工 .....          | 119 |
| 项目八 肠类制品加工 .....         | 122 |
| 任务1 香肠制品分类和原辅材料 .....    | 122 |
| 一、香肠制品的分类 .....          | 122 |
| 二、原料肉 .....              | 124 |
| 三、肠衣 .....               | 125 |
| 四、其他添加成分 .....           | 126 |
| 任务2 中国传统香肠加工 .....       | 128 |
| 任务3 西式灌肠加工 .....         | 130 |
| 一、红肠 .....               | 130 |
| 二、维也纳肠 .....             | 133 |
| 三、克拉克肠 .....             | 134 |
| 四、肉粉肠加工 .....            | 134 |
| 五、灌肠类卫生标准 .....          | 135 |
| 任务4 小肚加工 .....           | 136 |
| 一、南京香肚加工 .....           | 136 |
| 二、肉小肚加工 .....            | 138 |
| 三、水晶肚加工 .....            | 138 |
| 四、罗汉肚 .....              | 139 |
| 任务5 灌肠生产中常见质量问题 .....    | 140 |
| 一、灌肠类产品发生爆裂 .....        | 140 |
| 二、红肠发“渣” .....           | 141 |
| 三、红肠有酸味或臭味 .....         | 142 |
| 任务6 发酵香肠加工 .....         | 142 |
| 一、概述 .....               | 142 |
| 二、发酵香肠的加工 .....          | 144 |
| 三、发酵香肠的安全性 .....         | 149 |
| 【实训八】灌肠加工 .....          | 151 |
| 项目九 肉干制品加工 .....         | 153 |
| 任务1 肉制品的干制原理和方法 .....    | 153 |
| 一、干肉制品的贮藏原理 .....        | 153 |
| 二、干制方法 .....             | 155 |
| 任务2 肉品干制中的变化及质量控制 .....  | 156 |
| 一、肉品在干制中的变化 .....        | 156 |
| 二、干肉制品在储藏期间质量变化及控制 ..... | 157 |
| 任务3 肉干加工 .....           | 158 |
| 一、肉干的传统加工工艺 .....        | 158 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 二、肉干生产新工艺 .....     | 160 |
| 任务4 肉脯加工 .....      | 161 |
| 一、肉脯的种类 .....       | 161 |
| 二、肉脯的传统加工工艺 .....   | 161 |
| 三、肉脯加工新工艺 .....     | 162 |
| 任务5 肉松加工 .....      | 163 |
| 一、肉松的种类 .....       | 163 |
| 二、肉松 .....          | 163 |
| 三、油松 .....          | 166 |
| 【实训九】干肉制品加工 .....   | 167 |
| 项目十 肉类罐头加工 .....    | 169 |
| 任务1 肉类罐头的种类 .....   | 169 |
| 一、罐头的种类 .....       | 169 |
| 二、罐头容器的选用和处理 .....  | 170 |
| 任务2 肉类罐头的加工工艺 ..... | 172 |
| 一、原料选择与预处理 .....    | 172 |
| 二、原料的预煮和油炸 .....    | 173 |
| 三、装罐 .....          | 173 |
| 四、排气与封罐 .....       | 176 |
| 五、杀菌 .....          | 178 |
| 六、冷却 .....          | 183 |
| 七、检验、包装与贮藏 .....    | 184 |
| 任务3 肉类罐头加工 .....    | 186 |
| 一、原汁猪肉罐头 .....      | 186 |
| 二、红烧牛肉罐头 .....      | 188 |
| 三、烧鹅罐头 .....        | 189 |
| 四、红烧排骨罐头 .....      | 190 |
| 五、红烧鸡罐头 .....       | 191 |
| 六、午餐肉罐头 .....       | 192 |
| 项目十一 油炸肉制品加工 .....  | 194 |
| 任务1 油炸及油炸食品 .....   | 194 |
| 一、油炸及油炸食品的概念 .....  | 194 |
| 二、油炸的分类 .....       | 195 |
| 任务2 油炸食品加工原理 .....  | 197 |
| 一、油炸的基本原理 .....     | 197 |
| 二、油炸过程 .....        | 197 |
| 三、油炸对食品质量的影响 .....  | 198 |
| 任务3 油炸制品加工 .....    | 200 |
| 一、炸乳鸽 .....         | 200 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 二、油淋鸡 .....                   | 200 |
| 三、炸猪排 .....                   | 201 |
| 四、炸猪肉皮 .....                  | 202 |
| 五、真空油炸牛肉干 .....               | 203 |
| 六、压力炸鸡 .....                  | 204 |
| 七、西式炸鸡 .....                  | 206 |
| 八、宜宾金丝牛肉 .....                | 207 |
| 【实训十】油淋鸡加工技术 .....            | 208 |
| <b>项目十二 肉制品加工厂的卫生管理</b> ..... | 210 |
| 任务1 肉制品加工厂一般卫生原则 .....        | 210 |
| 任务2 屠宰加工卫生 .....              | 211 |
| 任务3 肉制品生产中各工序的卫生管理要求 .....    | 212 |
| 一、原料肉的处理卫生管理要求 .....          | 212 |
| 二、腌制 .....                    | 213 |
| 三、细切、混合、充填卫生管理要求 .....        | 214 |
| 四、干燥、烟熏卫生管理要求 .....           | 215 |
| 五、蒸煮、冷却卫生管理要求 .....           | 216 |
| 六、包装、储存肉制品卫生管理要求 .....        | 217 |
| 任务4 肉制品生产人员卫生健康要求 .....       | 217 |
| <b>参考文献</b> .....             | 219 |

# 项目一 肉的结构及性质

## 【知识目标】

通过本章节的学习,了解肉的概念及形态结构,理解肉的化学组成、肉的营养品质及物理性质。

## 【技能目标】

熟悉肉的成熟与变质原理,掌握各种畜禽肉的特征及品质评定方法。

## 【素质目标】

培养学生获取信息、分析问题和解决问题的能力。

## 任务1 肉的概念及形态结构

### 一、肉的概念

肉是指各种动物宰杀后所得可食部分的总称,包括肉尸、头、血、蹄和内脏部分。在肉品工业中,按其加工利用价值,把肉理解为胴体,即畜禽经屠宰后除去毛(皮)、头、蹄、尾、血液、内脏后的肉尸,俗称白条肉,它包括肌肉组织、脂肪组织、结缔组织和骨组织等。肌肉组织是指骨骼肌而言,俗称“瘦肉”或“精肉”。胴体因带骨又称为带骨肉,肉剔骨以后称其为净肉。屠宰过程中产生的副产物如胃、肠、心、肝等称作脏器,俗称“下水”。脂肪组织中的皮下脂肪称作肥肉,俗称“肥膘”。

在肉品生产中,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( $0\sim 4^{\circ}\text{C}$ )而不冻结的肉称为冷却肉;经低温冻结后( $-23\sim -15^{\circ}\text{C}$ )的肉则称为冷冻肉;按不同部位分割包装的肉称为分割肉;将肉经过进一步的加工处理生产出来的产品称为肉制品。

### 二、肉的形态结构

肉(胴体)是由肌肉组织、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,它依动物的种类、品种、年龄、性别、营养状况不同而异。其组成的比例大致为:肌肉组织 50% ~ 60%,脂肪组织 15% ~ 45%,骨组织 5% ~ 20%,结缔组织 9% ~ 13%。

#### 1. 肌肉组织

肌肉组织在组织学上可分为三类,即骨骼肌、平滑肌和心肌。骨骼肌与心肌因其在显微镜下观察有明暗相间的条纹,因而又称为横纹肌。与肉品加工有关的主要是骨骼肌,具有较高的食用价值和商品价值。

##### (1) 肌肉组织的宏观结构

肌肉是由许多肌纤维和少量结缔组织、脂肪组织、腱、血管、神经、淋巴等组成。从组织学

看,肌肉组织是由丝状的肌纤维集合而成,每 50 ~ 150 根肌纤维由一层薄膜所包围形成初级肌束。再由数十条初级肌束集结,并由较厚的结缔组织膜所包围形成次级肌束(又称二级肌束)。由数个次级肌束集结,外表包着较厚膜,构成了肌肉(图 1-1)。

(2) 肌肉组织的微观结构

构成肌肉的基本单位是肌纤维,也叫肌纤维细胞。是属于细长的多核的纤维细胞,长度由数毫米到 20cm,直径只有 10 ~ 100 $\mu\text{m}$ 。在显微镜下可以看到肌纤维细胞沿细胞纵轴平行的、有规则排列的明暗条纹,所以称横纹肌,其肌纤维是由肌原纤维、肌浆、细胞核和肌鞘构成。

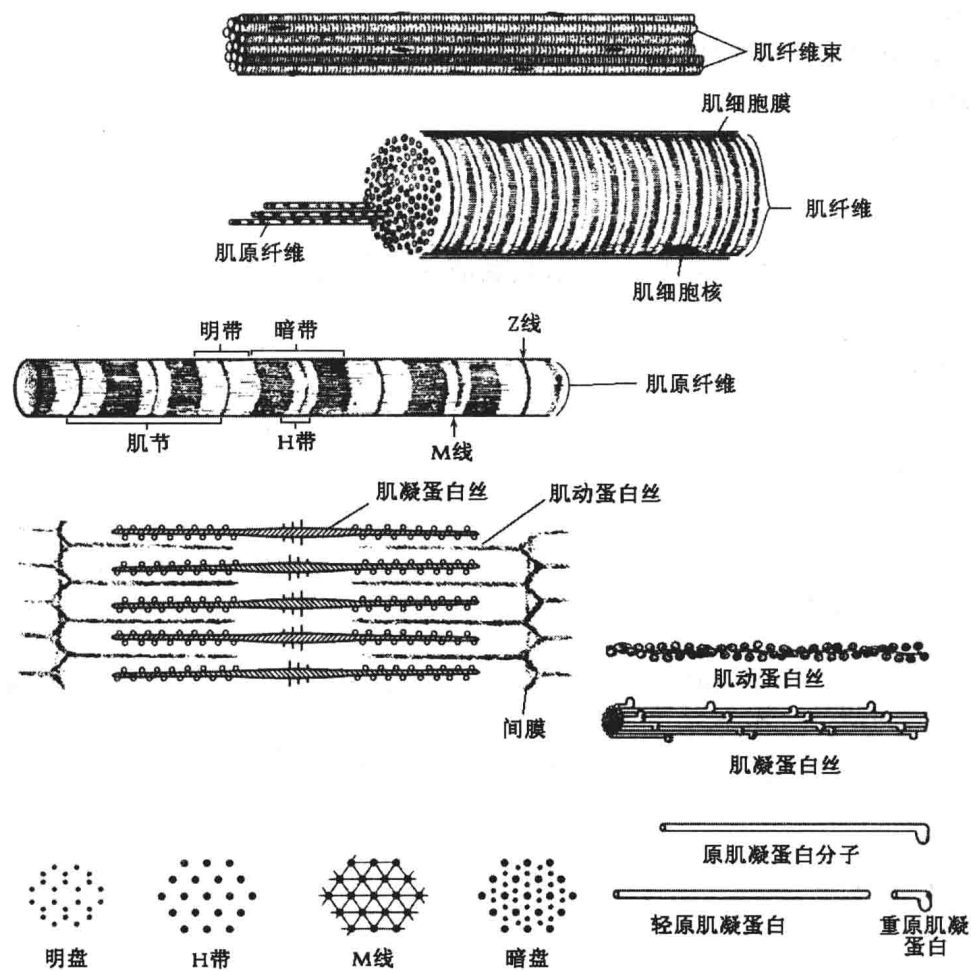


图 1-1 肌肉的构造

肌原纤维是构成肌纤维的主要组成部分,直径为 0.5 ~ 3.0 $\mu\text{m}$ 。肌肉的收缩和伸长就是由肌原纤维的收缩和伸长所致。肌原纤维具有和肌纤维相同的横纹,横纹的结构是按一定周期重复,周期的一个单位叫肌节。肌节是肌肉收缩和舒张的最基本的功能单位,静止时的肌节长度约为 2.3 $\mu\text{m}$ 。肌节两端是细线状的暗线,称为 Z 线,中间宽约 1.5 $\mu\text{m}$  的暗带或称 A 带,A 带和 Z 线之间是宽约为 0.4 $\mu\text{m}$  的明带或称 I 带。在 A 带中央还有宽约 0.4 $\mu\text{m}$  的稍明的 H 区,形成了肌原纤维上的明暗相间的现象。

肌浆是充满于肌原纤维之间的胶体溶液,呈红色,含有大量的肌溶蛋白质和参与糖代谢的

多种酶类。此外,尚含有肌红蛋白。由于肌肉的功能不同,在肌浆中肌红蛋白的数量不同,这就使不同部位的肌肉颜色深浅不一。

## 2. 脂肪组织

脂肪组织是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。对于改善肉质、提高风味均有影响。脂肪在肉中的含量变动较大,决定于动物种类、品种、年龄、性别及肥育程度。

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结在一起。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  $250 \mu\text{m}$ ,脂肪细胞越大,里面的脂肪滴越多,因而出油率也越高。脂肪细胞的大小与畜禽的肥育程度及不同部位有关。如牛肾周围的脂肪直径,肥育牛为  $90 \mu\text{m}$ ,瘦牛为  $50 \mu\text{m}$ ;猪脂肪细胞的直径皮下脂肪为  $152 \mu\text{m}$ ,而腹腔脂肪为  $100 \mu\text{m}$ 。

脂肪在体内的蓄积,因动物种类、品种、年龄、肥育程度不同而异。猪脂肪多蓄积在皮下、肾周围及大网膜;羊脂肪多蓄积在尾根、肋间;牛脂肪主要蓄积在肌肉内;鸡脂肪蓄积在皮下、腹腔及肠胃周围。脂肪蓄积在肌束内最理想,这样的肉呈大理石样,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提物质之一。脂肪组织的成分中,脂肪占绝大部分,其次为水分、蛋白质以及少量的酶、色素和维生素等。

## 3. 结缔组织

结缔组织是肉的次要成分,在动物体内对各器官组织起到支持和连接作用,使肌肉保持一定弹性和硬度。结缔组织由细胞、纤维和无定形的基质组成。细胞为成纤维细胞,存在于纤维中间;纤维由蛋白质分子聚合而成,可分为胶原纤维、弹性纤维和网状纤维三种。

### (1) 胶原纤维

胶原纤维呈白色,故称白纤维,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。胶原纤维呈波纹状,分布于基质内,直径  $1 \sim 12 \mu\text{m}$ ,有韧性及弹性,每条纤维由更细的原胶原纤维组成。胶原蛋白在白色结缔组织中含量多,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  $20\% \sim 25\%$ 。胶原蛋白中含有大量的甘氨酸,约占氨基酸总量的  $1/3$ 。另有脯氨酸( $12\%$ )及少量的羟脯氨酸。脯氨酸和羟脯氨酸是胶原蛋白特有的氨基酸,可区别于其他蛋白质。色氨酸、酪氨酸及蛋氨酸等必需氨基酸含量甚少,故此种蛋白质是不完全蛋白质。

胶原蛋白质地坚韧,不溶于一般溶剂,但在酸或碱的环境中则可膨胀。它不易被胰蛋白酶、糜蛋白酶所消化,但可被胃蛋白酶及细菌所产生的胶原蛋白酶所消化。因此,胶原蛋白在水中加热至  $62 \sim 63^\circ\text{C}$  时,发生不可逆收缩,于  $80^\circ\text{C}$  水中长时间加热,则形成明胶。

### (2) 弹性纤维

弹性纤维色黄,又称黄纤维。有弹性,直径  $0.2 \sim 12.0 \mu\text{m}$ 。弹性蛋白在黄色的结缔组织中含量多,为弹性纤维的主要成分,约占弹性纤维固形物的  $25\%$ 。弹性蛋白在很多组织中与胶原蛋白共存,但在皮、腱、肌内膜、脂肪等组织中含量很少,而在韧带与血管(特别是大动脉管壁)中含量最多。弹性蛋白的弹性较强,但强度不及胶原蛋白,其抗断力仅为胶原蛋白的  $1/10$ 。弹性蛋白在化学上很稳定,不溶于水,即使在水中煮沸以后,亦不能水解成明胶。弹性蛋白不被结晶的胰蛋白酶、胰凝乳蛋白酶、胃蛋白酶所作用,但可被无花果蛋白酶、木瓜蛋白

酶、菠萝蛋白酶和胰弹性蛋白酶水解。

弹性蛋白的氨基酸组成中,亦含有约 1/3 的甘氨酸,但羟脯氨酸含量较少,不含羟赖氨酸。从营养上考虑,弹性蛋白也是不完全蛋白质。

### (3) 网状纤维

网状纤维主要分布于输送结缔组织于其他组织的交界处,如在上皮组织的膜中、脂肪组织、毛细血管周围,均可见到极细致的网状纤维,在基质中很容易附着较多的粘多糖蛋白,可被硝酸银染成黑色,其主要成分是网状蛋白。

结缔组织的含量决定于年龄、性别、营养状况及运动等因素。老龄、公畜、消瘦及使役的动物其结缔组织含量高;同一动物不同部位也不同,一般来说,前躯由于支持沉重的头部而使结缔组织较后躯发达,下躯较上躯发达。羊肉各部的结缔组织见表 1-1。

表 1-1 羊胴体各部位结缔组织含量

| 部 位 | 结缔组织含量/% | 部 位 | 结缔组织含量/% |
|-----|----------|-----|----------|
| 前肢  | 12.7     | 后肢  | 9.5      |
| 颈部  | 13.8     | 腰部  | 11.9     |
| 胸部  | 12.7     | 背部  | 7.0      |

结缔组织为非全价蛋白,不易被消化吸收,能增加肉的硬度,降低肉的食用价值,可以用来加工胶冻类食品。牛肉结缔组织的吸收率为 25%,而肌肉的吸收率为 69%。由于各部的肌肉结缔组织含量不同,其硬度不同,剪切力值也不同。

肌肉中的肌外膜是由含胶原纤维的致密结缔组织和疏松结缔组织组成,还伴有一定量的弹性纤维。背最长肌、腰大肌、腰小肌这两种纤维都不发达,肉质较嫩;半腱肌这两种纤维都较发达,肉质较硬;股二头肌外侧弹性纤维发达而内侧不发达;颈部肌肉胶原纤维多而弹性纤维少。肉质的软硬不仅决定于结缔组织的含量,还与结缔组织的性质有关。老龄家畜的胶原蛋白分子交联程度高,肉质硬。此外,弹性纤维含量高,肉质就硬。由于各部位肌肉结缔组织含量不同,其硬度也不同,见表 1-2。

表 1-2 牛肉 105℃煮制 60min 的硬度

| 肌 肉  | 胶原蛋白含量/% | 剪切力值/kPa | 肌 肉 | 胶原蛋白含量/% | 剪切力值/kPa |
|------|----------|----------|-----|----------|----------|
| 背最长肌 | 12.64    | 220      | 前臂肌 | 14.46    | 260      |
| 半膜肌  | 11.22    | 230      | 胸肌  | 20.26    | 260      |

## 4. 骨组织

骨组织是肉的次要部分,食用价值和商品价值较低,在运输和贮藏时要消耗一定能源。成年动物骨骼的含量比较恒定,变动幅度较小。猪骨约占胴体的 5%~9%,牛占 15%~20%,羊占 8%~17%,兔占 12%~15%,鸡占 8%~17%。

骨由骨膜、骨质和骨髓构成,骨膜是由结缔组织包围在骨骼表面的一层硬膜,里面有神经、血管。骨骼根据构造的致密程度分为密致骨和松质骨,骨的外层比较致密坚硬,内层较为疏松多孔。按形状又分为管状骨和扁平骨,管状骨密致层厚,扁平骨密致层薄。在管状骨的管骨腔及其他骨的松质层空隙内充满有骨髓。骨髓分红骨髓和黄骨髓。红骨髓含的化学成分中,水分约占 40%~50%,胶原蛋白约占 20%~30%,无机质约占 20%。无机质的成分主要是钙和