

国家重大出版工程项目

Lawrie's Meat Science

Seventh Edition

Lawrie's 肉品科学

第7版

R. A. Lawrie

诺丁汉大学食品科学教授

D. A. Ledward

雷丁大学食品科学教授

周光宏 主译

李春保 副主译



中国农业大学出版社

国家重大出版工程项目

Lawrie's Meat Science
Seventh Edition

Lawrie's 肉品科学

第 7 版

R. A. Lawrie
诺丁汉大学食品科学教授
D. A. Ledward
雷丁大学食品科学教授

周光宏 主 译
李春保 副主译

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

Lawrie's 肉品科学, 第 7 版/(英)劳瑞,(英)里德瓦著;周光宏主译.—北京:中国农业大学出版社,2009.2

ISBN 978-7-81117-278-2

书名原文:Lawrie's Meat Science

I.L… II.①劳… ②里… ③周… III.肉制品-食品加工 IV.TS251.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 177124 号

书 名 Lawrie's 肉品科学(第 7 版)
作 者 R. A. Lawrie, D. A. Ledward
主 译 周光宏

策划编辑	宋俊果	责任编辑	梁爱荣
封面设计	郑 川	责任校对	王晓凤 陈 莹
出版发行	中国农业大学出版社		
社 址	北京市海淀区圆明园西路 2 号	邮政编码	100193
电 话	发行部 010-62731190,2620	读者服务部	010-62732336
	编辑部 010-62732617,2618	出 版 部	010-62733440
网 址	http://www.cau.edu.cn/caup	e-mail	cbsszs @ cau.edu.cn
经 销	新华书店		
印 刷	涿州市星河印刷有限公司		
版 次	2009 年 2 月第 1 版 2009 年 2 月第 1 次印刷		
规 格	889×1 194 16 开本 22.5 印张 665 千字		
定 价	118.00 元		

图书如有质量问题本社发行部负责调换

Original English edition copyright information
原始英文版权信息

Published by Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington
Cambridge CB1 6AH, England
www.woodheadpublishing.com

Published in North America by CRC Press LLC, 6000 Broken Sound Parkway, NW,
Suite 300, Boca Raton, FL 33487, USA

First English edition 1966 Pergamon Press, reprinted 1968

Spanish edition 1967

German edition 1969

Japanese edition 1971

Russian edition 1973

Second English edition 1974, reprinted 1975

Second Spanish edition 1977

Third English edition 1979

Italian edition 1983

Fourth English edition 1985, reprinted 1988

Fifth English edition 1991

Sixth English edition 1998 Woodhead Publishing Limited, reprinted 2002

Third Spanish edition 1998

Brazilian edition 2005

Seventh English edition 2006 Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC

© 2006, Woodhead Publishing Limited

The authors have asserted their moral rights.

This book contains information obtained from authentic and highly regarded sources. Reprinted material is quoted with permission, and sources are indicated. Reasonable efforts have been made to publish reliable data and information, but the authors and the publishers cannot assume responsibility for the validity of all materials. Neither the authors nor the publishers, nor anyone else associated with this publication, shall be liable for any loss, damage or liability directly or indirectly caused or alleged to be caused by this book.

Neither this book nor any part may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, microfilming and recording, or by any information storage or retrieval system, without permission in writing from Woodhead Publishing Limited.

The consent of Woodhead Publishing Limited does not extend to copying for general distribution, for promotion, for creating new works, or for resale. Specific permission must be obtained in writing from Woodhead Publishing Limited for such copying.

Trademark notice: Product or corporate names may be trademarks or registered trademarks, and are used only for identification and explanation, without intent to infringe.

British Library Cataloguing in Publication Data

A catalogue record for this book is available from the British Library.

Library of Congress Cataloging in Publication Data

A catalog record for this book is available from the Library of Congress.

Woodhead Publishing ISBN-13; 978-1-84569-159-2 (book)

Woodhead Publishing ISBN-10; 1-84569-159-8 (book)

Woodhead Publishing ISBN-13; 978-1-84569-161-5 (e-book)

Woodhead Publishing ISBN-10; 1-84569-161-X (e-book)

CRC Press ISBN-13; 978-0-8493-8726-5

CRC Press ISBN-10; 0-8493-8726-4

CRC Press order number; WP8726

The publishers' policy is to use permanent paper from mills that operate a sustainable forestry policy, and which has been manufactured from pulp which is processed using acid-free and elementary chlorine-free practices. Furthermore, the publishers ensure that the text paper and cover board used have met acceptable environmental accreditation standards.

Typeset by SNP Best-set Typesetter Ltd., Hong Kong

Printed by TJ International, Padstow, Cornwall, England

翻 译 人 员

主 译 周光宏

副 主 译 李春保

参译人员 (以姓氏笔画为序):

王 鹏	卢士玲	朱学伸	杜 磊	沈振宁
张伟力	陈银基	高 峰	黄 明	曹锦轩
常海军				

翻 译 分 工

1 绪论	高 峰	沈振宁
2 肉用动物生长发育的影响因素	周光宏	高 峰
3 肌肉的组织结构和生长	周光宏	李春保
4 肌肉的化学组成和生物化学	周光宏	李春保
5 肌肉的宰后变化	黄 明	周光宏
6 生物污染引起的肉的腐败		曹锦轩
7 肉的贮藏与保鲜Ⅰ:温度控制	卢士玲	李春保
8 肉的贮藏与保鲜Ⅱ:水分控制	朱学伸	周光宏
9 肉的贮藏与保鲜Ⅲ:微生物直接抑制	杜 磊	李春保
10 肉的食用品质	常海军	李春保
11 肉类与人体营养	李春保	周光宏
12 仿制肉	陈银基	张伟力
		沈振宁
	王 鹏	李春保

译者序

1985年9月,我有生第一次乘坐飞机,目的地很远:英国。当时大部分公派留学生选择去美国,而我选择了英国,因为想读肉品科学。此学科鼻祖是 Lawrie,在英国诺丁汉大学食品与应用化学系当系主任。

当我见到他时,感觉一点也不奇怪,忙碌的老头,不适应的是他的苏格兰口音。他很忙,因为是系主任,更重要的是个学者,他每天要接到三四十封信,要回二三十封,虽然有秘书,大部分学术信件还是自己打(那时没有 E-mail)。

Lawrie 在英国剑桥大学任教期间,发现动物宰后肌肉发生很多有规律的变化,对肉品食用品质有很大影响。在他的带领下剑桥大学低温实验室对肌肉生物化学、肉的食用品质和肉品贮藏加工技术进行了系统研究。1966年,他应用学科发展规律将有关的研究发现归纳整合,出版了《肉品科学》一书,从此,一门新的学科诞生了。

他的著作在全世界被广泛翻译,1967年西班牙语版出版,1969年德语版出版,1971年日语版出版,1973年俄语版出版,1983年意大利语版出版,2005年巴西语版出版。20世纪70年代他又创建了“肉品科学”杂志,现已成为当今世界最著名的食品期刊之一。

Lawrie 是一个勤奋的人,一生都在工作,我硕士毕业他就退休了,但《肉品科学》一书还是每五年更新一次,任何相关的科学发现和重要研究进展,都要纳入此书,成为本学科研究者必读书籍。2007年,当第53届国际肉类科技大会在中国落下帷幕时,Lawrie 仙世了。他对中国承办此次大会寄予厚望,我想他欣慰了。

作为他的第一个中国学生,将他的原作翻译成中文是我的使命,我们翻译的是他的原作,亦是遗作。从此书我们可以看到一个杰出学者的风范:踏实严谨的科学态度,创造一门学科的智慧,尊重他人贡献和与时俱进的精神。

周光宏
2008年于南京

第 7 版 序

从本书第 1 版出版至今已经 40 年,肉类科学也取得了很大的发展,但我认为该书的总体框架没有必要改变。

自第 6 版出版以来,基于计算机技术的生物信息学的出现,使我们从细胞或组织水平认识 DNA 的表达方式(转录组学)、蛋白质种类的完整性(蛋白组学)及代谢产物(代谢组学)。纳米技术的出现,使我们从分子水平鉴别影响外在重要特征的分子结构,并对其进行控制。这些技术的发展为我们理解和控制肉的食用品质和营养品质提供新的方法。

胴体不同部位肉之间存在很大差异,因此,可通过一些处理改善分割肉的品质,提高其经济价值。不久的将来,消费者有望获得他们期望的肉色、多汁性、嫩度和风味。美国已建立的“肌肉图谱”即是一个例子。

如今,我们对肌肉蛋白质的组成、蛋白质水解在宰后成熟嫩化过程中的作用, Ca^{2+} 对肌肉收缩、蛋白质水解、肉的持水能力的作用,细胞膜及胞内许多酶的作用都有了更清晰的认识。

一些新的技术(如电子鼻分析)使我们更好地认识肉品感官的机理,同时了解影响感官的因素,如黏弹性等。

随着对 DNA 特性和基因作用方式认识的不断深入,人们可鉴别出肉和肉制品的种类,揭示 PSE 肉的形成机理,多组分分析微生物毒素等。

群体感应(quorum sensing)现象可揭示不同环境下微生物的相互交流和相互影响的机制。

肉类加工技术取得了很大的发展,如超高压技术、热处理技术、辐射技术和低于冻结点的贮藏技术都得到了广泛的应用。

近来,人们越来越关注食肉对消费者健康的影响。饱和脂肪酸对人体的健康不利,而多不饱和脂肪酸对健康有益。人们尝试各种方法,将饲料中的多不饱和脂肪酸转入到反刍动物的肌肉中。此外,肉也是硒、锌等微量元素的重要来源。

关于食肉的潜在危害,目前还没有证据表明人食用感染过牛海绵体状脑病(疯牛病)的动物肉会引起智力退行性变化。越来越多的研究表明,癌症的发生与食肉有关,但两者之间的生化基础仍没有确定。随着肉中抗药微生物的不断出现,人们关注“短生”问题。

不论好与坏,随着个体代谢生化研究方法的完善,肉对人类生活不可或缺的重要性将会得到进一步验证。目前,无论从营养学还是从感官品质来看,我们都不应该怀疑肉在平衡膳食中的作用。

R. A. LAWRIE
Sutton Bonington

第 1 版 序

食品科学兴起于二战后,涉及食品品质的许多方面,如动物的胚胎发育、植物种子的发芽、食物的消化吸收等。因此,食品科学家需要具有化学和生物化学、遗传学和微生物学、植物学和动物学、生理学和解剖学、农学和园艺学、营养学和医学、公共卫生学和心理学等方面的相关知识。

随着人口的增长,食品科学不仅要解决如何保持食品品质和营养价值的问题,还需要解决如何提高传统食品的生物学价值、开发新的饮食资源等问题。此外,食品科学的发展趋势将与医学密切相关,如一些已知疾病的病因和治疗,一些尚未被充分认识的亚临床疾病等,这将有助于延长人类的寿命。

肉是食品科学研究的主要食品之一,也是本书讨论的主题。我们不可能介绍肉的所有方面的内容,本书仅概括介绍肉的基础知识,包括肉用动物的起源和发育、肌肉组织的结构和化学特性、肌肉向食肉的转变、食用前的不利变化、微生物污染及肉的食品品质等。其中核心问题是动物进化过程中肌肉逐渐分化成不同运动类型,因此,它们的特性不可能完全相同。随着预包装技术的发展,消费者对肉的保存方式和食品品质的要求也各不相同,导致肉的品质差异很大,但这种差异可以预测和控制。

肉类经济的概念及与肉类研究的基本方法无关的概念在其他读物中有详细介绍,不在本书讨论之列。

我衷心感谢参加本书编写和相关工作的个人和组织,同时也感谢我在剑桥和布里斯班从事肉品研究 15 年间结识的同仁。我要特别感谢 D. P. Gatherum 先生和 C. A. Voyle 先生在图片处理方面给予的帮助,感谢 Strathclyde 大学食品科学系 J. Hawthorn(F. R. S. E.)教授给予的批评指导。

R. A. LAWRIE
Sutton Bonington

纪念已故 George C. Provan, F. R. C. P. “第一千人”。

致 谢

衷心感谢下列人员提供图片和表格。

- M. E. Bailey 教授, 美国哥伦比亚密苏里大学食品科学与营养系(表 5.5);
J. Barlow 先生, M. B. E. 英国布雷斯特 AFRC 食品研究所(图 6.1);
E. M. Barnes 博士, 英国诺利奇 AFRC 食品研究所(图 6.6);
J. A. Beltran 博士, 西班牙萨拉戈萨大学(表 4.25);
J. R. Bendall 博士(已故), 英国剑桥希斯顿(图 4.2);
E. Bendixen 博士, 丹麦农业服务研究所(Tjele)(图 4.1);
C. Brown 先生, 英国肉类畜牧业协会(密尔顿·凯恩斯)(表 1.3);
D. Croston 先生, 英国肉类畜牧业协会(密尔顿·凯恩斯)(表 1.2);
A. Cuthbertson 先生, 英国肉类畜牧业协会肉类品质研究室(密尔顿·凯恩斯)(图 3.2);
C. E. Devine 博士, 新西兰肉类工业研究所(图 10.4);
M. R. Dickson 博士, 新西兰肉类工业研究所(图 5.2);
J. B. Fox 博士, 美国农业部(宾夕法尼亚)(图 10.1);
Marion Greaser 教授, 美国威斯康星大学肌肉生物学实验室(图 3.9);
J. Gross 教授, 美国马萨诸塞总医院(波士顿)(图 3.5);
K. C. Hales(已故), 英国冷冻海运理事会(剑桥)(图 7.2);
R. Hamm 教授, 德国肉类研究所(库尔姆巴赫)(图 8.1, 图 8.2, 图 8.4 和图 10.2);
John Hammond 先生(已故), 英国剑桥大学动物生理学研究室(图 1.1, 图 1.2 和图 1.3);
H. E. Huxley 博士, FRS, M. R. C. 英国剑桥大学分子生物学研究室(剑桥)(图 3.7(f), 3.7(g), 3.8(a) 和图 3.8(c));
H. Iwamoto 教授, 日本九州大学(图 4.8);
N. King 先生, 英国诺利奇 AFRC 食品研究所(图 3.7(e));
G. G. Knappeis 教授, 丹麦哥本哈根大学神经生理学研究室(图 3.8(e));
Susan Lowey 博士, 美国哈佛医学院(图 3.8(d));
B. B. Marsh 教授, 美国威斯康星大学肌肉生物学实验室(图 4.6);
M. N. Martino 教授, 阿根廷拉普拉塔(图 7.6);
H. Palsson 博士(已故), 冰岛雷克雅未克(图 2.1);
I. F. Penny 博士, 英国布雷斯特 AFRC 食品研究所(图 8.7);
R. W. Pomeroy(已故), 英国布雷斯特 AFRC 食品研究所(图 3.2);
D. J. Restall 先生, 英国布雷斯特 AFRC 食品研究所(图 3.7(d)和图 3.7(e));
R. W. D. Rowe, 澳大利亚 C. S. I. R. O. 肉类调研室(昆士兰布里斯班)(图 3.4 和图 3.6);
R. K. Scopes 博士, 澳大利亚新英格兰大学(图 5.4);
Darl Schwartz 博士, 美国印第安纳大学医学院(图 3.9);
W. J. Scott 博士(已故)澳大利亚 C. S. I. R. O. 肉类调研室(昆士兰布里斯班)(图 6.4);
J. G. Sharp 博士(已故), 英国低温研究站(剑桥)(图 3.7(a), 图 5.5 和图 8.3);
K. Takahashi 教授, 日本北海道大学(图 3.3 和图 5.4);

M. C. Urbin 博士, 美国瑞典契约医院(芝加哥)(图 10.3);
C. A. Voyle 先生, 英国布雷斯特 AFRC 食品研究所(图 3.7(c), 图 3.7(d), 图 3.10 和图 3.11);
G. E. Welsh 先生, 英国生猪协会(表 1.4);
O. Young 博士和 S. R. Payne 博士, 新西兰肉类研究所(图 7.5)。

同时, 我也感谢下列出版商和机构:

美国学术出版社(纽约)(图 6.6, 图 8.1, 图 8.2, 图 8.4 和图 10.2);
美国肉类协会(芝加哥)(图 3.9);
伦敦 Butterworths 科学出版社(图 2.1 和图 5.1; 表 4.1);
剑桥大学出版社(图 3.2);
澳大利亚联邦科学与工业研究协会(墨尔本)(图 6.4, 图 7.1, 图 7.6, 图 10.4 和图 10.5);
英国 Elsevier 应用科学出版社(牛津)(图 3.3, 图 3.4, 图 3.6, 图 4.1, 图 4.8, 图 5.4, 图 7.5 和图 7.6);
《食品加工与包装》, (伦敦)(图 8.7);
美国杰拉德出版社(伊利诺斯尚佩恩)(图 10.1);
英国海纳曼教育出版社(伦敦)(图 4.2);
皇家出版局(伦敦)(图 6.2, 图 6.3 和图 8.3);
《农业科学杂志》(剑桥)(图 3.2 和表 4.32);
《动物科学杂志》(纽约)(图 10.3);
《细胞生物学杂志》(纽约)(图 3.8(e));
《分子生物学杂志》(剑桥)(图 3.8(d));
《生理学杂志》(牛津)(图 4.7);
《制冷学杂志》(伦敦)(图 7.8);
英国皇家学会(伦敦)(图 7.3);
新西兰肉类研究所(图 5.2);
美国科学发展协会(华盛顿)(图 3.8(a)和图 3.8(c));
美国科学出版社(纽约)(图 3.5);
英国化学工业学会(伦敦)(图 4.6, 图 5.5, 图 8.5 和图 8.6);
Novosti 出版社(伦敦)(图 7.4)。

目 录

1 绪论	(1)
1.1 肉和肌肉	(1)
1.2 肉用动物的起源	(1)
1.2.1 羊	(3)
1.2.2 牛	(4)
1.2.3 猪	(6)
1.3 现状和发展趋势	(7)
2 肉用动物生长发育的影响因素	(10)
2.1 概述	(10)
2.2 遗传因素	(10)
2.3 环境生理因素	(14)
2.4 营养因素	(16)
2.4.1 营养水平和质量的影响	(16)
2.4.2 动物种间的影响	(17)
2.4.3 土壤和植物的影响	(18)
2.4.4 土壤和牧草中微量元素的影响	(18)
2.4.5 非常规饲料原料的影响	(19)
2.5 外源调控	(20)
2.5.1 繁殖调控	(20)
2.5.2 生长调控	(21)
3 肌肉的组织结构和生长	(26)
3.1 羊、牛、猪肌肉的组成	(26)
3.2 组织结构	(28)
3.2.1 结缔组织	(28)
3.2.2 肌纤维	(33)
3.3 肌肉的正常生长	(39)
3.3.1 组织中蛋白质的组装和复制	(39)
3.3.2 组织的由来	(41)
3.3.3 肌肉组织的发育	(41)
3.4 肌肉的异常性生长	(42)
3.4.1 遗传因素	(43)
3.4.2 营养因素	(43)
3.4.3 生理因素	(44)
3.4.4 外在因素	(46)
4 肌肉的化学组成和生物化学	(48)
4.1 化学组成	(48)
4.1.1 肌肉蛋白质	(48)

4.1.2	肌肉脂肪	(53)
4.2	肌肉生物化学	(53)
4.2.1	活体状态下肌肉的功能	(53)
4.2.2	宰后糖原酵解	(55)
4.2.3	宰后僵直	(58)
4.3	影响肌肉功能和组成的因素	(60)
4.3.1	种类	(61)
4.3.2	品种	(65)
4.3.3	性别	(67)
4.3.4	年龄	(68)
4.3.5	解剖部位	(70)
4.3.6	训练和运动	(80)
4.3.7	营养水平	(81)
4.3.8	动物个体间的差异	(82)
5	肌肉的宰后变化	(84)
5.1	宰前管理	(84)
5.1.1	水分损失	(85)
5.1.2	糖原消耗	(85)
5.2	动物的死亡	(87)
5.2.1	致昏和放血	(87)
5.2.2	修整和分割	(89)
5.3	血液循环终止后的结果	(90)
5.4	成熟	(91)
5.4.1	蛋白质变性	(91)
5.4.2	蛋白质水解	(95)
5.4.3	其他化学变化	(100)
6	生物污染引起的肉的腐败	(102)
6.1	污染	(102)
6.1.1	内源性污染	(102)
6.1.2	外源性污染	(103)
6.2	腐败变质	(107)
6.3	影响肉中腐败微生物生长的因素	(108)
6.3.1	温度	(109)
6.3.2	水分含量和渗透压	(111)
6.3.3	pH 值	(113)
6.3.4	氧化还原电位	(115)
6.3.5	气体	(116)
6.3.6	高压	(117)
6.4	预防措施	(117)
6.4.1	卫生	(117)
6.4.2	生物控制	(118)
6.4.3	抗生素	(118)

6.4.4 电离辐射	(119)
7 肉的贮藏与保鲜Ⅰ:温度控制	(121)
7.1 冷藏	(121)
7.1.1 冰点以上温度贮藏	(121)
7.1.2 冰点以下温度贮藏	(133)
7.2 加热处理	(144)
7.2.1 巴氏杀菌	(144)
7.2.2 灭菌	(146)
7.2.3 新型的热加工方式	(147)
8 肉的贮藏与保鲜Ⅱ:水分控制	(148)
8.1 干燥	(148)
8.1.1 生化变化	(148)
8.1.2 物理变化	(150)
8.1.3 感官变化	(150)
8.2 冷冻干燥	(152)
8.2.1 组织学变化	(152)
8.2.2 物理和生化变化	(153)
8.2.3 感官变化	(156)
8.3 腌制	(158)
8.3.1 威尔特夏培根的腌制及其影响因素	(158)
8.3.2 生化变化	(160)
8.3.3 感官变化	(163)
8.3.4 半干肉制品	(165)
9 肉的贮藏与保鲜Ⅲ:微生物直接抑制	(166)
9.1 电离辐射	(166)
9.1.1 化学和生物化学变化	(166)
9.1.2 感官变化	(168)
9.1.3 辐射杀菌	(170)
9.1.4 政策和检测	(171)
9.2 抗生素	(171)
9.3 化学防腐剂	(173)
10 肉的营养品质	(175)
10.1 肉色	(175)
10.1.1 肌红蛋白的含量与化学特性	(176)
10.1.2 变色	(179)
10.2 持水能力和多汁性	(181)
10.2.1 生肉	(182)
10.2.2 熟肉	(187)
10.3 质地和嫩度	(190)
10.3.1 定义和测定方法	(190)
10.3.2 宰前因素的影响	(190)
10.3.3 宰后因素的影响	(194)

10.3.4	人工嫩化	(201)
10.4	气味和滋味	(203)
10.4.1	定义和特性	(203)
10.4.2	综合评价	(204)
10.4.3	气味和滋味的变化	(207)
10.4.4	异常的气味和滋味	(209)
11	肉类与人体营养	(213)
11.1	必需营养成分	(213)
11.1.1	氨基酸	(213)
11.1.2	矿物质	(215)
11.1.3	维生素	(216)
11.1.4	脂肪酸	(217)
11.2	毒素与残留	(219)
11.3	食肉与健康	(220)
12	仿制肉	(224)
12.1	常规肉制品的加工	(224)
12.1.1	机械回收肉	(224)
12.1.2	高压处理	(225)
12.1.3	重组肉	(226)
12.2	非肉成分	(227)
12.3	屠宰废弃物的利用	(229)
参考文献		(231)
索引		(272)

1 绪 论

1.1 肉和肌肉

凡作为人类食物的动物体组织均可称为“肉”。但实际上该定义仅限于 3 000 种哺乳动物中的少数几种,广义上通常将肌肉组织、内脏组织(如肝、肾)、脑组织以及其他可食性组织统称为肉。在英国,用于消费的肉类主要有羊肉、牛肉和猪肉,通常把兔肉划归为禽肉。在一些欧洲国家及其他地方,马肉、山羊肉和鹿肉也作为食肉。在不同的地方,各种各样的哺乳动物都根据其可获得性以及当地的风俗而被食用。如因纽特人把海豹和北极熊作为非常重要的食物;非洲中部的一些部落把长颈鹿、犀牛、河马和大象当作食物;澳大利亚土著居民捕食袋鼠;在东南亚,犬和猫被当成食物;在沙漠地区骆驼是非常重要的食物;在挪威和日本,鲸也上了餐桌。近来才发现,在过去的几十年里,那些偏僻的食人族部落把人肉也当作食物(Bjerre, 1956)。

对消费者来说,肉的食用品质和保藏品质存在很大差异;预包装技术的发展进一步验证了这一点。肉品特性的差异主要体现在肌肉组成和状态上的差异,而这种差异在宰后更明显。在认识肉之前,应知道肌肉组织由于受到各种内在和外在因素的影响而发生发育和分化。

1.2 肉用动物的起源

在 6 000 万年前,当哺乳动物刚出现在地球上时,羊、牛和猪的祖先同人类的祖先并没有什么区别。直到 200 万~300 万年前人类祖先才和现在被驯养的羊、牛和猪的祖先不同。古生物研究表明,早期人类饮食中,肉类占很大比重。当时,人们用磨尖的石头以及后来制成的石器分割动物肉体。在东非地区,原始人类的化石和石器一同被发现(Leakey, 1981)*。随着类人猿开始有计划地捕猎为生,他们逐渐进化为现在的人类。考古发现公元前 50 万年人类就开始狩猎。在当时猎手的聚集地,即现在的欧洲和北美洲,马鹿(*Cervus elaphus*)和美洲野牛(类似于北美的一种野牛)是兽皮、肌肉、骨骼和食肉的重要来源(Clutton-Brock, 1981)。从 Lascaux 的壁画看,在冰世纪中期(大约公元前 18 000 年),人类用狗放牧驯鹿;冰世纪末(10 000~12 000 年前),由于气候的变化,人类开始在适宜的环境下进行驯养。

Zeuner (1963)认为,人类对动物的驯养开始于自由交配。之后,动物就被限制交配。最后,人类根据需要,对动物进行有选择、有计划的育种,最终将那些野生动物淘汰。羊的驯养起始于公元前 7 000 年,而猪和牛的驯养起始于公元前 5 000 年,即定居农业社会建立以后。动物的驯化同农业的发展有着紧密联系。

驯化改变了动物的机体特征,产生了一些共同特征。如家畜的体型通常比它们的祖先小些**,肤色有所改变,面骨比头盖骨短,四肢骨也逐渐变得短而粗。这些特征与驯养条件下营养水平高有关,地球引力的影响可能也是一个重要方面。Tulloh 和 Romberg (1963)发现,在同样的营养水平下,背部负重的羔羊,其骨骼更粗(现有资料也表明,长时间处于失重状态会导致骨骼和肌肉重量下降)。幼年动物在

* Rixson (2000)阐述了人类怎样从石器工具社会发展到定居社会,再到后来的文明社会。

** 盎格鲁撒克逊时期驯养的牛、羊、猪小(Rixson, 2000)。