



Animal Biochemistry

# 动物生物化学

肖尚修 李伟华 主编

清华大学出版社

Animal Biochemistry

# 动物生物化学

肖尚修 李伟华 主编

清华大学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书为精品课程配套教材,以够用为原则,以实用为目的,体现职业性与实用性。内容包括:蛋白质、核酸化学,酶与维生素,生物氧化,糖、脂类、蛋白质的代谢,核酸、蛋白质的生物合成,抗生素,物质代谢调节,生物工程技术简介。每章列出学习目标,附有小结、习题和阅读材料。以激发学生的学习兴趣和扩大知识范围,巩固所学知识。

本书可供技能型、应用型人才培养的动物科学、动物医学、动物营养、动物防疫与检疫、生物制药等专业学生使用,也可供从事相关工作的人员参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

## 图书在版编目(CIP)数据

动物生物化学/肖尚修,李伟华主编. —北京:清华大学出版社,2009.10  
ISBN 978-7-302-20900-3

I. 动… II. ①肖… ②李… III. 动物学:生物化学 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 160963 号

责任编辑:柳 萍

责任校对:王淑云

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:170×230 印 张:18.25 字 数:342 千字

版 次:2009 年 10 月第 1 版 印 次:2009 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:32.00 元

---

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:034661-01

根据教育部《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》文件精神,我们按照全国高等职业院校精品课程建设的基本要求,针对高职高专教育发展的特点,为培养畜牧兽医及相关专业的高等技术应用型人才组织编写了这本教材。

本教材拟定的总教学时数为 58 学时,其中讲授为 30 学时,实验实训为 28 学时。

动物生物化学是畜牧兽医及相关专业的重要专业基础课程。它针对学生学习后续课程,提高学生的综合素质,培养适应生产、管理、服务等第一线需要的应用型专门人才,具有十分重要的意义。

本教材在内容编排上,着重体现“基础性、实用性、适用性、够用性”的原则。简要介绍糖类、脂类、蛋白质、核酸、酶和维生素等的结构、性质、功能;主要介绍糖代谢、脂类代谢、蛋白质和氨基酸代谢、核酸和核苷酸代谢途径的基本知识。实验实训主要介绍分光光度计的使用技术、微量滴定技术、层析技术、电泳技术和有关实验等。本教材贯彻理论联系实际的原则,突出职业性,注意联系畜牧生产与动物医学临床的实际。在叙述上力求做到深入浅出、通俗易懂、条理清晰;在内容选择上力求做到简明扼要。本教材每章后都附有与人类生活息息相关的或关于生物化学最新进展的阅读材料,以激发学生的学习兴趣,扩大知识面。另外,每章后还附有思考题,以巩固所学知识。

本教材由肖尚修、李伟华主编;房存金、刘万玲、杨艳玲担任副主编;岳学友、刘素环主审。

参加编写人员,按笔画先后顺序有:丁利、王留、刘万玲、李伟华、肖尚修、房存金、杨艳玲、张代、张丽明、赵香菊。张福寿对书中一些化学反应式、插图、表格进行制作、修改,付出了辛勤劳动。本教材在编写中引用了一些资料和数据,在此对相关作者表示衷心的感谢。

由于编者学识水平所限,书中难免存在不足之处,敬请读者和同行专家批评指正。

编者

2009年3月

绪论	1
思考题	5
第 1 章 蛋白质化学	6
1.1 蛋白质的化学组成	6
1.1.1 蛋白质的元素组成	6
1.1.2 蛋白质的基本结构单位——氨基酸	7
1.1.3 氨基酸的理化性质	9
1.2 蛋白质的分子结构	12
1.2.1 蛋白质分子的一级结构	12
1.2.2 蛋白质分子的空间结构	13
1.2.3 蛋白质的结构与功能的关系	17
1.3 蛋白质的理化性质	18
1.3.1 两性电离与等电点	18
1.3.2 胶体性质	19
1.3.3 变性作用	19
1.3.4 沉淀作用	20
1.3.5 水解反应	22
1.3.6 蛋白质的颜色反应	22
1.4 蛋白质的分类	23
1.4.1 按分子组成分类	23
1.4.2 按分子形状分类	24
1.4.3 按蛋白质的功能分类	24
本章小结	25

思考题 .....	25
阅读材料 蛋白质工程 .....	26
<b>第 2 章 核酸化学</b> .....	<b>27</b>
2.1 核酸的化学组成 .....	28
2.1.1 核酸的元素组成 .....	28
2.1.2 核酸的分子组成 .....	28
2.1.3 核酸的基本组成单位——单核苷酸 .....	30
2.1.4 细胞内重要的核苷酸 .....	32
2.2 核酸的分子结构 .....	33
2.2.1 DNA 的分子结构 .....	33
2.2.2 RNA 的分子结构 .....	38
2.3 核酸的物理化学性质 .....	41
2.3.1 核酸的物理性质 .....	42
2.3.2 核酸的化学性质 .....	42
本章小结 .....	44
思考题 .....	44
阅读材料 人类基因组计划 .....	45
<b>第 3 章 酶与维生素</b> .....	<b>46</b>
3.1 酶的分子结构与功能 .....	47
3.1.1 酶的分子组成 .....	47
3.1.2 酶分子的结构 .....	48
3.1.3 酶的结构与功能的关系 .....	49
3.2 酶促反应的特点与原理 .....	51
3.2.1 酶促反应的特点 .....	51
3.2.2 酶促反应的基本原理 .....	52
3.3 影响酶促反应速度的因素 .....	54
3.3.1 底物浓度对酶促反应速度的影响 .....	54
3.3.2 酶浓度对酶促反应速度的影响 .....	56
3.3.3 温度对酶促反应速度的影响 .....	56
3.3.4 pH 对酶促反应速度的影响 .....	57
3.3.5 激活剂对酶促反应速度的影响 .....	57
3.3.6 抑制剂对酶促反应速度的影响 .....	58

3.4 酶的命名、分类与在畜牧兽医中的应用 .....	60
3.4.1 酶的命名 .....	60
3.4.2 酶的分类 .....	61
3.4.3 酶在畜牧兽医实践中的应用 .....	63
3.5 维生素和辅酶 .....	64
3.5.1 维生素的概念 .....	64
3.5.2 维生素的命名与分类 .....	64
3.5.3 水溶性维生素 .....	65
3.5.4 脂溶性维生素 .....	72
本章小结 .....	78
思考题 .....	78
阅读材料 酶与抗艾滋病药物 .....	79
<b>第4章 生物氧化</b> .....	<b>80</b>
4.1 概述 .....	80
4.1.1 生物氧化的概念 .....	80
4.1.2 生物氧化的特点 .....	80
4.1.3 生物氧化的方式 .....	81
4.2 生物氧化中二氧化碳的生成 .....	81
4.2.1 直接脱羧 .....	81
4.2.2 氧化脱羧 .....	82
4.3 生物氧化中水的生成 .....	82
4.3.1 呼吸链的组成及作用机理 .....	82
4.3.2 动物体内重要的呼吸链 .....	83
4.3.3 胞液中 NADH 的氧化 .....	85
4.4 生物氧化中能量的生成与利用 .....	87
4.4.1 高能键与高能化合物 .....	87

<b>第 5 章 糖代谢</b> .....	93
5.1 糖在动物体内的代谢概况 .....	93
5.1.1 糖的生理功能 .....	93
5.1.2 糖在动物体内的代谢 .....	94
5.1.3 血糖 .....	94
5.2 糖的分解代谢 .....	96
5.2.1 多糖的消化和吸收 .....	96
5.2.2 糖的分解代谢 .....	98
5.2.3 磷酸戊糖途径 .....	106
5.3 糖的合成代谢 .....	108
5.3.1 糖异生作用的途径 .....	108
5.3.2 糖原的合成 .....	109
本章小结 .....	110
思考题 .....	111
阅读材料 肝脏在糖代谢中的作用 .....	111
<b>第 6 章 脂类代谢</b> .....	113
6.1 概述 .....	113
6.1.1 脂类的分类与生理功能 .....	113
6.1.2 脂类的运输、储存和动员 .....	115
6.2 脂肪的分解代谢 .....	117
6.2.1 脂肪的水解 .....	117
6.2.2 甘油的代谢 .....	118
6.2.3 脂肪酸的分解代谢 .....	118
6.3 脂肪的生物合成 .....	123
6.3.1 $\alpha$ -磷酸甘油的来源 .....	124
6.3.2 长链脂肪酸的合成 .....	124
6.3.3 脂肪的合成 .....	126
6.4 类脂的代谢 .....	127
6.4.1 磷脂代谢 .....	127
6.4.2 胆固醇的代谢与转变 .....	129
本章小结 .....	132
思考题 .....	132



阅读材料 酮体的生成和利用 健康的隐性杀手——高脂血症	
磷脂和脂肪肝 .....	133
<b>第 7 章 蛋白质的分解代谢 .....</b>	<b>135</b>
7.1 蛋白质的酶促分解 .....	135
7.1.1 蛋白质的水解酶 .....	135
7.1.2 蛋白质的消化吸收 .....	136
7.1.3 组织蛋白的水解 .....	137
7.2 氨基酸的降解与转化 .....	137
7.2.1 氨基酸的脱氨基作用 .....	137
7.2.2 氨基酸的脱羧基作用 .....	140
7.2.3 氨代谢 .....	140
7.2.4 $\alpha$ -酮酸的代谢 .....	143
7.2.5 某些氨基酸的代谢 .....	144
7.3 非必需氨基酸的合成 .....	147
7.4 糖、蛋白质、脂肪代谢之间的关系 .....	148
7.4.1 相互关系 .....	148
7.4.2 相互影响 .....	150
本章小结 .....	151
思考题 .....	151
阅读材料 蛋白质的营养价值与合理膳食 .....	152
<b>第 8 章 核酸的生物合成 .....</b>	<b>154</b>
8.1 核酸代谢 .....	154
8.1.1 核酸的降解 .....	154
8.1.2 核苷酸的分解代谢 .....	155
8.1.3 核苷酸的合成代谢 .....	158
8.2 核酸的生物合成 .....	161
8.2.1 DNA 的生物合成 .....	161
8.2.2 RNA 的生物合成 .....	166
本章小结 .....	174
思考题 .....	176
阅读材料 DNA 分析在法医学中的应用 .....	176

<b>第 9 章 蛋白质的生物合成</b> .....	177
9.1 中心法则与 RNA 的作用 .....	177
9.1.1 中心法则 .....	177
9.1.2 RNA 在蛋白质合成中的作用 .....	178
9.2 蛋白质的生物合成过程 .....	181
9.2.1 参与蛋白质生物合成的酶 .....	181
9.2.2 蛋白质的生物合成过程 .....	182
9.3 蛋白质合成的调节 .....	186
9.3.1 原核生物基因表达调控 .....	186
9.3.2 真核生物基因表达调控 .....	190
本章小结 .....	191
思考题 .....	192
阅读材料 历史的启示——DNA 双螺旋的发现 .....	192
<b>第 10 章 抗生素</b> .....	195
10.1 抗生素的概念及在畜牧生产中的意义 .....	195
10.1.1 抗生素的概念 .....	195
10.1.2 抗生素在畜牧生产中的意义 .....	195
10.2 某些重要抗生素的化学结构及特性 .....	197
10.2.1 青霉素 .....	197
10.2.2 链霉素 .....	199
10.2.3 四环素族抗生素 .....	200
10.3 抗生素的作用机制 .....	200
10.3.1 抗生素的抗菌生物化学机制 .....	200
10.3.2 细菌对抗生素耐药性的生物化学机制 .....	203
本章小结 .....	205
思考题 .....	205
阅读材料 糖脂与 ABO 血型 .....	206
<b>第 11 章 物质代谢调节</b> .....	207
11.1 物质代谢调节概述 .....	207
11.1.1 物质代谢调节的生理意义 .....	207
11.1.2 物质代谢调节的基本方式 .....	208

11.2	细胞水平的代谢调节 .....	208
11.2.1	酶的定位调节 .....	208
11.2.2	酶含量的调节 .....	209
11.2.3	酶的活性调节 .....	210
11.3	激素对物质代谢的调节 .....	212
11.4	酸碱平衡 .....	213
11.4.1	体内酸碱物质的来源 .....	213
11.4.2	酸碱平衡的调节 .....	214
11.4.3	酸碱平衡失调 .....	218
11.5	水与无机盐代谢 .....	219
11.5.1	体液 .....	219
11.5.2	水与电解质的平衡及调节 .....	221
11.5.3	钙、磷代谢 .....	224
11.5.4	铁、镁及微量元素代谢概述 .....	227
	本章小结 .....	230
	思考题 .....	231
	阅读材料 蛋白质与免疫反应 .....	232
<b>第 12 章</b>	<b>生物工程技术简介 .....</b>	<b>233</b>
12.1	DNA 重组技术 .....	233
12.2	PCR 技术 .....	238
12.3	转基因技术 .....	240
12.4	体细胞克隆技术 .....	241
12.5	蛋白质工程 .....	241
	本章小结 .....	243
	思考题 .....	243
	阅读材料 酶工程简介 .....	244
<b>实验实训</b>	<b>.....</b>	<b>246</b>
实验 1	双缩脲法测定蛋白质的含量 .....	246
实验 2	牛乳中酪蛋白的制备 .....	248
实验 3	从动物肝脏中提取 DNA .....	250
实验 4	淀粉酶活性的测定 .....	252
实验 5	SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳法测定蛋白质的相对分子质量 .....	254

实验 6	琥珀酸脱氢酶的作用及其竞争性抑制 .....	258
实验 7	维生素 C 的定量测定 .....	260
实验 8	血糖含量的测定 .....	263
实验 9	血清谷氨酸、丙氨酸转氨酶的测定 .....	265
实验 10	氨基酸的纸上层析 .....	267
实验 11	血清蛋白醋酸纤维膜电泳 .....	271
实验 12	血清钙的测定 .....	273
实验 13	血清无机磷的测定 .....	274
主要参考文献 .....		277

# 绪 论

## 学习目标

- (1) 了解动物生物化学研究的对象和任务、研究内容及学习方法。
- (2) 了解动物生物化学的发展动态。
- (3) 明确动物生物化学与畜牧兽医及生物学科的关系。

## 1. 生物化学研究的对象和任务

生物化学是以生物为研究对象,运用物理、化学及生物学的理论与技术,研究生物体物质组成与结构,物质在生物体内发生的化学变化,以及这些变化与生理机能关系的一门学科。

动物生物化学是生物化学的一个分支,它以动物为研究对象,除了阐述生物化学基本理论和基本知识外,着重突出动物科学特点,较系统、完整地阐述动物机体代谢联系及调节机理等方面知识。

学习生物化学的任务,就是了解生物体的化学组成、代谢的一般规律,生物大分子的结构与功能的联系规律,为学习畜牧、兽医各学科课程打下必要的基础。通过学习掌握和运用这些规律,帮助认识疾病的发生、发展,为预防、诊断和治疗疾病提供有关依据。还可以直接运用生物化学的理论和技術,研究当前畜牧、兽医学科中存在的问题,促进畜牧、兽医事业的发展。

## 2. 动物生物化学研究的主要内容

### (1) 动物体物质的组成

动物体由各种组织器官构成,组织器官由各种细胞组成,细胞则由成千上万种化学物质组成。动物体的化学组成主要有水、糖类、蛋白质、脂类、核酸和无机盐。水和无机盐是无机物,其他则属于有机物。有机物包括小分子有机物和大分子有机物。动物体内的大分子有机物也称为生物大分子,例如蛋白质、核酸、多糖和脂

类等。通常将相对分子质量大于  $10^4$  的生物分子称为生物大分子。生物大分子种类繁多,结构复杂,但都是由基本组成单位按一定顺序和方式连接而形成的有机大分子。对生物大分子的研究除了基本组成单位的排列顺序外,更重要的是研究空间结构与功能的关系。分子结构是功能的基础,而功能则是结构的体现,生物大分子的功能还需要通过分子之间的相互识别和相互作用来实现。

### (2) 物质代谢、能量代谢及调节

生物体区别于非生命物体的一个最主要特征是其具有新陈代谢作用,即生物体与其外界环境之间不断地进行物质和能量的交换过程。生物体每时每刻都在进行物质交换,摄入营养物质和排出代谢废物,从而维持其内环境的相对稳定,延续生命。动物摄取的营养物质经消化吸收进入机体组织细胞后,作为机体生长发育、组织更新和修补、个体繁殖等过程需要的原料,经一系列的化学反应将其转变为自身物质,即进行合成代谢;同时,也可将自身的物质作为生命活动所需的能源,进行分解代谢,分解代谢所产生的废物经排泄器官排出体外。若物质代谢停止,生命即刻结束。体内各种物质之间存在着密切而复杂的联系,各种物质代谢途径经调节作用,按一定的规律有条不紊地进行,以适应内外环境的变化。物质代谢中绝大部分化学反应由酶来催化,而酶的结构和含量的变化对物质代谢调节起着重要作用。

### (3) 基因信息传递与调控

生物体区别于非生物体的另一个重要特征就是具有自我复制的能力,即以自身为模板复制出与自身相同的后代的能力,也称繁殖作用。其本质是遗传信息在生物体亲、子代之间的传递作用。DNA 是遗传物质,基因是 DNA 分子中的各个功能片段。生物体的遗传信息以基因为基本单位储存于 DNA 分子中。基因信息传递涉及遗传、变异、生长、分化等生命过程,也与遗传病、恶性肿瘤、心血管病、代谢异常、免疫缺陷等多种疾病的发生机制有关。因此,基因信息传递的研究在生命科学尤其是医学中的作用越来越显示出其重要性。

### (4) 生命物质的基本特征

生命是物质的一种特殊存在形式,生命物质具有一系列基本特征。

(1) 生物体内的化学反应遵循普通物理化学规律。

(2) 生物功能分子的结构、理化性质与功能之间具有明显的相互依存关系。

(3) 细胞是生命活动的基本结构和功能单位,一切重要功能分子都有明确的细胞定位。

(4) 生命是“一致性与差异性”的统一体:不同生物体内的各类有机大分子均由相同的单体构成;不同生物体内各类有机大分子的代谢均按照相同的方式进行;所有生物体均以核酸为遗传信息载体,并共用一套遗传密码。

### 3. 生物化学的发展

生物化学和其他自然科学一样,其产生和发展主要是由生产实践和科学研究需要决定的。早期生物化学发展的动力主要来自医药学及发酵业的兴起。在西方,17、18世纪工业革命的兴起对生物化学的发展也起着重大的推动作用,开始形成萌芽;19世纪初步发展,到19世纪末期至20世纪初期,生物化学成为一门独立的科学。

生物化学作为一门科学,其发展大体上可以分成3个阶段。

(1) 静态生物化学阶段 从19世纪末到20世纪30年代,主要是对生物体各种组成成分进行分离、纯化、结构测定、合成及理化性质的研究。侧重于研究生物体的物质组成及其含量、性质等。

(2) 动态生物化学阶段 从20世纪30年代至50年代,主要研究生物体内物质代谢途径,生命活动的化学变化,以及酶、维生素、激素等在代谢中的作用。此阶段突出成绩是确定了糖酵解、三羧酸循环及脂肪酸分解等重要的分解代谢途径,阐明了氨基酸、嘌呤、嘧啶及脂肪酸等的生物合成途径。

(3) 机能生物化学阶段 从20世纪50年代开始,主要研究生物大分子的结构、性质及其与功能的关系,并进一步从分子水平探讨生物体的亚细胞结构以及细胞、组织和器官的结构与功能的关系。在这一阶段,从1953年沃森和克里克提出DNA双螺旋结构以后,生物化学进入飞速发展时期,同时推动了生物学各个领域向纵深水平发展,进而产生了分子生物学,并在生命科学领域起着重大作用。如1973年重组DNA技术的成功,为基因工程的发展铺平了道路,按人类意愿改造蛋白质结构的蛋白质工程已经成为现实。20世纪80年代以来,基因工程的进一步发展定向培育动物、植物和微生物良种以及有效地控制和治疗一些动物类遗传性疾病提供了根本性的解决途径。

我国科学家对生物化学的发展做出了重大贡献,例如,1965年我国在世界上首次人工合成具有生物活性的牛胰岛素,为以后人工合成蛋白质开辟了道路;1972年我国对猪胰岛素X射线晶体0.25nm及0.18nm的分析研究,跨入了世界先进行列;1981年首次合成了具有生物活性的酵母丙氨酸转移核糖核酸,使我国在该领域的研究达到国际先进水平;2001年我国科学家绘制完成了人类基因组DNA分子的碱基排列顺序1%的测序任务,赢得了国际科学界的赞誉。尽管我国在生物化学某些领域里取得了重大成就,但是,我们还应该看到在该领域研究的整体水平上与国际先进水平比较还存在着差距,需要继续努力。我国是一个农业大国,保持农牧业的持续发展是我们面临的艰巨任务。作为未来的科技工作者,要学习和掌握生物化学的基本知识,更要能运用生物化学的理论和解决生产中存

在实际问题,为我国的经济建设做出应有的贡献。

#### 4. 动物生物化学与畜牧兽医及生物学等学科的关系

动物生物化学是畜牧、兽医等专业重要的基础课之一。畜牧业要科学地饲养动物、提供合理营养保证健康、培育优良品种和改变遗传特性等,兽医科学要探讨疾病的病因、进行疾病的诊断和治疗等,都需要动物生物化学的基本理论与技术。生物化学的应用在动物医学领域集中体现在四个方面:一是阐明疾病发生机理;二是提供临床生化检验和诊断方法;三是寻找治疗方法;四是为新药设计提供理论依据等。总之,动物生物化学与动物饲养、遗传育种、动物医学基础和动物医学临床等各学科的关系非常密切。

发酵工业是利用微生物的生命活动,生产人类所需产品(如生化饲料)的工艺过程。由原料的投入到产品的形成都是在人工控制的条件下,通过微生物的新陈代谢来实现的。在工业发酵过程中,人们之所以能够获得多种多样的产品,关键就是微生物代谢的多样性、工艺条件的不同性,因此生物化学知识对发酵工业来讲非常重要,它对阐明工业发酵机理、选择合理工艺条件、指导微生物菌种的选育等都有重要意义。

生物化学对牧草种植、中草药栽培等农业生产也有重要的使用意义,如弄清楚植物的新陈代谢规律,就可以控制植物的发育;摸清蛋白质、糖、脂类等的生物合成规律,就可以控制一定的条件,获得更多、更优质的植物产品。

目前,已应用先进的 DNA 指纹技术作为遗传标记,培育优良畜禽品种,保护和利用野生动物资源;运用转基因动物制成的“生物反应器”生产出多种人、畜需要的药物和蛋白质。

#### 5. 学习中应该注意的几个问题

生物化学属于专业基础课,被广大师生认为是学习难度最大的课程之一。主要是由于有机分子的结构式多,反应复杂,酶的名称与符号多,代谢路径纵横交错、凌乱而枯燥,讨论的是较为抽象的亚细胞结构内分子的微观世界。因此,学习时要注意以下方法:

(1) 善于思考,勤于记忆,在理解的基础上加深记忆,在大脑中建立知识框架,需掌握的要精读,了解的可略读。学用结合,达到创新的目的。

(2) 找规律,抓重点。物质代谢的途径都是有规律的,例如起始物、重要的中间产物及终产物,每一代谢途径的关键酶、反应步骤的能量变化,每一途径的特点、生理意义,以及在亚细胞的定位。需记住重点概念。

(3) 在学习过程中要善于总结归纳,分子结构、反应式有相似之处进行比较,



能加深记忆。并要提前预习,及时复习巩固。生物化学逻辑性强,学习时要循序渐进,注意章节内容之间的内在联系。学习中应理论联系实际,及时用生物化学的理论和技術去分析和解决相关问题。

## 思考题

- 0-1 动物生物化学的研究对象和任务是什么?
- 0-2 以实例说明动物生物化学与专业课有什么联系及其学习方法。