



全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教学指导委员会审定

组织学与胚胎学

Z U Z H I X U E Y U P E I T A I X U E

彭克美 张登荣 主编

动物科学 动物医学 生物类专业用



中国农业出版社

全国高等农业院校教材
全国高等农业院校教学指导委员会审定

组织学与胚胎学

彭克美 张登荣 主编

动物科学 动物医学 生物类专业用

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

组织学与胚胎学/彭克美, 张登荣主编. —北京: 中国农业出版社, 2002.2

全国高等农业院校教材

ISBN 7-109-07417-X

I. 组... II. ①彭...②张... III. ①兽医学: 组织学(生物) — 高等学校 — 教材②兽医学: 胚胎学 — 高等学校 — 教材 IV. S852.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 096332 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 武旭峰

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×960mm 1/16 印张: 17.25

字数: 388 千字

定价: 23.20 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

序

动物的组织结构和发育过程，是生命科学重要的研究内容之一，也是其他生命科学学科的基础。很难想象，不了解动物的微细结构和发育模式，怎么去研究其生命活动和进行人为控制并使其为人类服务。因此，几百年来，科学家对动物的认识，首先是从研究其结构和发育开始的。

组织学和胚胎学就是研究动物体的微细、分子结构和发生、发展的科学，从而成为生物类院校重要的专业基础课之一。因为只有在这方面打下了良好的基础，才会继续学好生理生化、病理、遗传、繁殖等其他专业基础学科，而后者又成为生物医学临床和生产实践等学科的重要基础。

几十年来，我国编写了大量的组织学、组织学与胚胎学教科书，无疑对我国生物科学的发展，起到了推动作用。但是，由于我国地域辽阔，自然资源地区性很强，虽然本学科是带有普遍意义的基础学科，但是，在不同地区，服务对象又是千差万别的。因此，有一定的特殊性，也是合理的。所以，医学院校从南到北，编写了多本组织学与胚胎学教材。农业院校在南、北方也出了一些这方面的书籍，这无疑对取长补短、知识更新、提高教学水平，具有很大的好处，也对发挥教师的个人特长，提供了难得的机遇。

彭克美教授等人，受全国高等农业院校教学指导委员会和中国农业出版社的委托编写的这本《组织学与胚胎学》，是在前人工作的基础上，结合各校的教学实践和特点，组织了南、北方院校的16位教授、副教授、硕士和博士生导师，历经两年有余的千辛万苦，编写成功了这本全国高等农业院校使用的规划教材，十分可嘉。我仔细阅读了以后，感到本书主要有以下特点：内容比较全面，但有繁有简，重要部分不惜笔墨；突出了结构联系机能的特点，可以提高学生的学习兴趣与学习质量；在重要的内容方面，进入了分子细胞学的当代先进水平；插图简繁兼顾，以易学易懂效果好为准；畜禽胚胎学内容比较详细，不仅专门设置了一章，而且重点突出，详述了附植前的发育过程，为生产实践提供了理论依据与主要方法。

所以,我认为这本《组织学与胚胎学》,可以补充其他同类教科书的不足,适用于农业院校的动物医学、动物科学、动物生理生化、动物生物工程和生物技术等专业,以及综合性大学、师范大学动物专业学生的学习参考。对从事畜牧兽医、生物科学的研究人员,也具有一定的参考价值。

秦昭春

于东北农业大学生命科学学院

2001年9月20日

前 言

教育部最近颁发的文件中指出：教材的质量直接体现着高等教育和科学研究的发展水平，也直接影响本科教学的质量。按照“教育面向现代化、面向世界、面向未来”的要求，为适应经济全球化和科技革命的挑战以及为适应我国加入 WTO 后形势发展的需要，高等学校要结合学科、专业的调整，加快教材的更新换代。

组织学与胚胎学是动物医学、动物科学和生物科学类各专业的重要基础理论学科之一。因此，长期以来组织学与胚胎学教材的编写和修订，始终受到全国各高等农业院校的高度重视。我国曾先后出版过多部《家畜组织胚胎学》教材，这些著作对推动本学科的教学，做出了卓越的贡献。随着畜牧兽医事业和生物科学与相关学科的飞速发展，组织学与胚胎学内容正在发生日新月异地变化，一方面向着细胞与分子水平不断深入，另一方面又与交叉学科相互渗透。因此，为适应 21 世纪学科发展和教学改革新形势的需要，特别需要编写一部便于教和学、内容适度、重点突出、文字精练、插图清晰、密切结合动物医学临床和动物生产实际的新教材。受全国高等农业院校教学指导委员会和中国农业出版社的委托，我们结合各兄弟院校长期的教学实践经验和各自的学术专长，以及近年来组织胚胎学研究的最新成果，同时参考了国内外大量同类书籍，编写了这本《组织学与胚胎学》。本书供动物医学、动物科学、草业科学、生物工程、生物技术和生物科学等专业的本科、专科教学用，也可供广大生物工作者和畜牧兽医科技人员参考。

本书有以下几方面特点：

1. 密切结合动物医学临床和动物生产实际，能激发学生的学习兴趣，增强分析问题和解决问题的能力，为后续课程的学习打好基础。
2. 为适应禽类和小动物养殖业的发展及其临床诊断的需要，在相应的章节里将其组织结构和功能特点有机地糅合在一起。
3. 内容适度，重点突出，文字精练，深入浅出，总篇幅约 30 万字。大体

解剖学中的内容,本书不再赘述,以减少篇幅和避免重复。

4. 全部插图(200幅)均采用点线图,清晰明了、科学实用。

5. 全书既保持了本学科的完整性,又注重反映本学科的最新研究成果和科学前沿。

6. 层次分明,在内容排版上采用科技论文的层次编排顺序,使人一目了然。

7. 每一章后面都附有几个思考题,便于学生抓住本章课程的主线和课后复习。

8. 书后附有参考文献,既充分尊重了他人的劳动成果,也为学生的自学提供了重要的参考依据。

参加本书编写的有9所院校的16位同仁:华中农业大学彭克美、唐文花,邯郸高等农业专科学校张登荣、闫金坤,河北农业大学胡永芬、崔亚利,湖北农学院金升藻、钱玉阶,黑龙江八一农垦大学杨隽、黄丽波,南京农业大学杨倩、陈秋生、毛卫华,甘肃农业大学崔燕,贵州大学高登慧,安徽农业大学李福宝。

1998年7月,主编和部分编委着手准备工作。1999年8月召开了编委会,确定了编写大纲及分工。具体编写分工是:第一章、第七章、第十一章由彭克美、杨隽、唐文花、黄丽波编写,第二章由陈秋生编写,第三章、第五章由胡永芬、崔亚利编写,第四章、第十五章由崔燕编写,第六章由金升藻、钱玉阶编写,第八章、第十章由高登慧、李福宝编写,第九章、第十二章由张登荣、闫金坤编写,第十三章由杨倩、毛卫华编写,第十四章由杨隽、黄丽波编写,第十六章由杨隽、彭克美、黄丽波编写。刘华珍、何文波绘制部分插图。2001年3月,正当各位编委的初稿陆续完成的时候,《家畜组织学与胚胎学》第三版发行了。这一方面给我们树立了一个很好的榜样,为我们提供了有力的参考依据;另一方面,也给我们带来了新的压力,给本书提出了更高的要求。5月底编委们又在华中农业大学召开了审稿会,对全书进行了反复认真的修改,最后由主编定稿。

全书由著名组织胚胎学专家秦鹏春教授、幸志光教授主审。两位老前辈高度负责、不辞辛劳,详细认真地、逐字逐句审阅了全部文稿和每一幅插图,提出了许多具体的宝贵意见和建议,为把好本书的质量关,付出了辛勤的劳动。秦鹏春教授欣然为本书作序。在此,谨向他们致以崇高的敬意和衷心的感谢!

按照秦鹏春教授和幸志光教授审阅后所提出的意见和建议,主编又对书稿和插图进行了全面的修改,最后寄交出版社。

在全书的整个编写和出版过程中,得到了各位编委所在单位和中国农业出

版社教材出版中心的大力支持。许多同仁提出了中肯的意见和建议。华中农业大学教务处、教材科、畜牧兽医学院等单位的领导高度重视，提供了诸多的方便和热情支持。在此，谨对所有关心和支持本书出版的单位、领导和同仁致以由衷的感谢！

本书中的一部分插图是根据所附参考文献中的有关插图而改绘或仿绘的。在此，特别对原书的作者和出版社致以铭心的谢意！

本书是在前人工作的基础上，各个部门的支持下，集体的智慧和结晶。但由于编者水平所限，书中的不妥之处，热忱欢迎各位同仁和广大读者批评指正。

编 者

2001年12月8日

主 编	彭克美	张登荣		
副主编	金升藻	杨 隼	胡永芬	
	高登慧	杨 倩	崔 燕	
编 委	(以姓氏笔画为序)			
	毛卫华	闫金坤	李福宝	杨 隼
	杨 倩	陈秋生	张登荣	金升藻
	胡永芬	高登慧	唐文花	钱玉阶
	黄丽波	崔亚利	崔 燕	彭克美
主 审	秦鹏春	幸志光		
审 稿	(以姓氏笔画为序)			
	杨 隼	张登荣	金升藻	胡永芬
	唐文花	崔亚利	彭克美	程国富

目 录

序 前言

第一章 绪论 1

- 1 组织学与胚胎学的研究内容 1
- 2 组织学与胚胎学的发展简史 2
- 3 组织学与胚胎学的研究技术 3
- 4 组织学与胚胎学的学习方法 8

第二章 细胞学 9

- 1 细胞的基本概念 9
- 2 细胞的构造与功能 10
- 3 原核细胞与真核细胞 23
- 4 细胞周期与细胞分裂 24
- 5 细胞分化 27
- 6 细胞的衰老与死亡 27

第三章 上皮组织 29

- 1 被覆上皮 29
- 2 腺上皮和腺 36
- 3 感觉上皮 38
- 4 上皮组织的更新与再生 39

第四章 结缔组织 40

- 1 固有结缔组织 40
- 2 软骨组织和软骨 47

3 骨组织和骨	49
4 血液与淋巴	53
第五章 肌组织	61
1 骨骼肌	61
2 心肌	64
3 平滑肌	65
第六章 神经组织	68
1 神经元	68
2 神经元之间的连接结构——突触	71
3 神经纤维	73
4 神经末梢	75
5 神经胶质细胞	77
第七章 神经系统	81
1 中枢神经系统	81
2 周围神经系统	87
第八章 循环系统	90
1 血管	91
2 淋巴管	96
3 微循环	97
4 心脏	97
第九章 免疫系统	100
1 淋巴细胞和抗原呈递细胞	100
2 淋巴组织	102
3 几种主要的淋巴器官	103
4 单核巨噬细胞系统	116
第十章 内分泌系统	118
1 甲状腺	118
2 甲状旁腺	120

3 肾上腺	121
4 脑垂体	123
5 松果体	128
6 弥散神经内分泌系统	129
第十一章 消化系统	131
1 消化管的一般组织结构	131
2 口腔	132
3 食管	133
4 单室胃	134
5 多室胃	137
6 家禽胃的组织结构特点	139
7 小肠	142
8 大肠	145
9 家禽的泄殖腔	145
10 胃肠内分泌细胞	146
11 唾液腺	147
12 肝	149
13 胆囊	155
14 胰	156
第十二章 呼吸系统	159
1 鼻腔和气管	159
2 肺	162
第十三章 泌尿系统	170
1 肾	170
2 排尿管道	180
第十四章 生殖系统	181
1 雄性生殖系统	181
2 雌性生殖系统	187

第十五章 被皮系统与感觉器官	198
1 皮肤	198
2 皮肤的衍生物	201
3 眼球	205
4 内耳	209
第十六章 畜禽胚胎学基础	212
1 概述	212
2 配子的发生和形态结构	213
3 受精	223
4 卵裂	230
5 囊胚形成与附植	233
6 原肠胚和胚层形成	235
7 神经胚形成	237
8 胚层分化和中轴器官形成	237
9 家畜主要器官系统的发生	240
10 哺乳动物的胚胎发育进程	244
11 胎膜和胎盘	246
12 胚胎工程简介	253
主要参考文献	261

第一章 绪 论

1 组织学与胚胎学的研究内容

组织学与胚胎学包括组织学和胚胎学两门学科，所研究的动物以家畜和家禽为主，兼顾宠物、经济动物和部分实验动物。组织学（histology）是研究正常机体的微细结构及功能关系的科学；胚胎学（embryology）是研究机体发生及发育规律的科学。机体的各种结构和功能都需要经过一定的发生发展过程逐渐形成和不断完善。在了解机体发生发展规律的基础上，可以更好地理解其结构和功能。所以，组织学和胚胎学两门学科间有着密切的内在联系，在我国的动物医学、动物科学、草业科学、生物工程、生物技术和生物学等专业教育中习惯地将它们列为一门课程。

组织学的研究内容包括细胞学、基本组织学和器官系统组织学三大部分。

细胞（cell）是机体形态结构的基本单位，是新陈代谢、生长发育和增殖分化的结构基础。

组织（tissue）是由许多在结构和功能上密切相关的细胞，借细胞间质结合在一起所构成的细胞群体。组织有多种类型，在机体中有一定的分布规律。根据其来源、功能和结构特点，通常将机体所有的组织分为四大类，即上皮组织、结缔组织、肌组织和神经组织，统称为基本组织（elementary tissue）。但随着近代组织学研究的不断深入，越来越多的发现表明：一种组织内细胞的结构和功能是多种多样的，其起源也常有不同。因此，上述组织的分类只是一种相对性的归纳。

器官（organ）是由几种不同的组织按一定的规律结合而成，如心、肝、脾、肺、肾等。每一器官各有一定的形态结构和特定的生理机能。

系统（system）由许多功能相关的器官联合在一起构成。每个系统在体内执行特定的相对独立的功能。如泌尿系统由肾、输尿管、膀胱和尿道组成，主

要完成机体的泌尿和排尿功能。机体由神经、循环、免疫、内分泌、被皮、感官、消化、呼吸、泌尿、生殖等系统组成。各个系统既有相对的独立性，又有严密而完整的统一性，在神经和体液的调节下进行着各种生命活动。

胚胎学的研究内容包括胚胎早期发育和各器官系统发育两个时期。前者包括受精、卵裂、囊胚与附植、三胚层形成与分化、胎膜与胎盘等；后者包括各器官系统的发育及胎儿的生长。本书重点介绍畜禽胚胎早期发育。

组织学与胚胎学是动物医学、兽医卫生检疫、中兽医学、动物科学、动物营养学、草原学、动物生理生化、经济动物和生物学等专业的基础学科之一，旨在揭示动物机体的微细结构、生理机能及发生规律，为进一步研究机体的生命活动、物质代谢和病理发生机制奠定必备的专业基础知识。本学科既是动物解剖学的延续，又与后续课程生理学和生物化学有着密切的联系，并为今后学习动物医学专业的病理学、免疫学、临床诊断学、产科学及动物科学专业的遗传学、繁殖学、饲养学和养禽学等课程奠定基础。

2 组织学与胚胎学的发展简史

随着科学技术的进步，组织胚胎学的研究迅猛发展。从发现细胞和细胞学说的建立开始，组织学的发展经历了 300 多年的历史。1664 年，英国学者 Robert Hooke 用自制的放大镜观察软木薄片，发现了许多小格，把它命名为“cell”，即细胞。随后，荷兰学者 Leeuwenhoek 用高倍放大镜发现了精子、红细胞、肌细胞和神经细胞等。19 世纪初，法国学者 Bichat 提出了“组织”这一名词，并将机体的组织分为 21 种。19 世纪 30 年代，德国学者 Schleiden 和 Schwann 分别提出动物和植物都是由细胞构成的，创立了细胞学说。19 世纪中期以后，随着光学显微镜、切片技术及染色方法的不断改进与提高，推进了组织学的飞速发展。20 世纪 40 年代，电子显微镜问世，经过不断的改进，如今可将标本放大几十万倍到上百万倍。而最新发明的扫描隧道显微镜可直接从原子水平观察物质的超微结构。这些先进的设备为人类揭示丰富多彩的微观世界之奥秘提供了强有力的手段。

近 30 年来，新的技术和方法不断涌现并应用于组织学，如组织培养术、细胞融合术、免疫组织化学和免疫细胞化学术、放射自显影术、荧光和激光术、原位杂交术、图像分析和立体计量术等。这些技术的运用，使研究内容不断充实，研究领域不断扩大，因而出现了各学科间基本理论互相渗透，基本技术互相引用、促进，关系日益密切。形成了一些新兴的边缘学科，如功能组织学、分子生物学、细胞遗传学、神经内分泌学等，其中都包含有丰富的组织学内容。

人们对胚胎发育的认识经历了长期的过程。古希腊学者 Aristotle 最早对胚胎发育进行了观察和描述。在 17 世纪 50 年代,英国学者 Harvey 提出“一切生命皆来自卵”的假设。随后,荷兰学者 Leeuwenhoek 和 Graaf 分别发现精子与卵泡,提出“先成论”学说,认为在精子或卵子内已有微小的机体,并逐渐长大成为胎儿。18 世纪中叶,德国学者 Wolff 提出了“渐成论”学说,认为胚胎是经历了由简单到复杂的渐变过程而形成的。1885 年,德国学者 Remark 提出了胚胎发育的三胚层学说。此后,胚胎的发育经显微镜观察,否定了先成论,提出在受精卵细胞核内的脱氧核糖核酸(DNA)中,存在有决定胎儿全身形态结构的各种基因,胚胎发育是各个基因活动的逐步表达;20 世纪 50 年代后,随着 DNA 结构的阐明和中心法则的确立,诞生了分子生物学。人们开始用分子生物学的观点和方法研究胚胎发育过程中遗传基因表达的时空顺序和调控机理,形成了分子胚胎学。分子胚胎学与实验胚胎学、细胞生物学、分子遗传学等学科的互相渗透,发展建立了发育生物学(developmental biology),主要研究胚胎发育的遗传物质基础、胚胎细胞和组织的分子构成和生理生化及形态表型如何以遗传为基础进行演变、来源于亲代的基因库如何在发育过程中按一定时空顺序予以表达、基因型和表型间的因果关系等。20 世纪的 70 年代,试管婴儿诞生,90 年代克隆动物问世。随着科学的不断发展,人类对胚胎发育的认识也日趋清楚和深刻。胚胎学和发育生物学已成为现代生命科学的重要基础学科。

3 组织学与胚胎学的研究技术

组织学与胚胎学是以微细结构的形态描述为基本内容,主要利用显微镜(图 1-1)进行观察研究。光学显微镜(light microscope, LM, 简称光镜)下所见的结构称光镜结构,其分辨率约为 $0.2\mu\text{m}$,可将物体放大约 1 500 倍。有的光镜虽可放大 4 000 倍,但其分辨率不高。电子显微镜(electron microscope, EM, 简称电镜)下所见的结构称超微结构(ultrastructure)其分辨率可达 0.2nm ,可将物体放大 100 万倍。光镜和电镜常用的计量单位和换算关系是:

$$1\text{mm} (\text{毫米, millimeter}) = 1\,000\mu\text{m}$$

$$1\mu\text{m} (\text{微米, micrometer}) = 1\,000\text{nm}$$

$$1\text{nm} (\text{纳米, nanometer}) = 1\,000\text{pm}$$

$$1\text{pm} (\text{皮米, picometer}) = 1/10^6\mu\text{m}$$

现代组织学与胚胎学的研究技术发展迅速,涉及面很宽。现就几种常用的研究技术简要介绍如下。

3.1 光学显微镜术 用常规光学显微镜(图 1-1)观察组织切片是本学

科的基本技术。取新鲜组织,先用固定剂固定,使组织中的蛋白质迅速凝固。然后经脱水、透明,采用石蜡、火棉胶或树胶等包埋,用切片机切成厚度为 $3\sim 10\mu\text{m}$ 的组织薄片。若想保存细胞内酶的活性或快速制片,可选用冰冻切片法,即将组织在低温条件下快速冷冻,直接制成切片。血液、骨髓等液体组织可直接涂于玻片上制成涂片;疏松结缔组织和肠系膜等软组织可制成铺片;骨等坚硬组织可制成磨片。在上述各种制片过程中,应根据不同的研究目的,采用相应的染色方法处理,将切片置于光镜下进行观察。

最常用的染色法是用苏木精(hematoxylin)和伊红(eosin)染色,简称 HE 染色。苏木精可将细胞核内的染色质和细胞质内的核糖体等染成蓝紫色,伊红可将多数细胞的胞质染成粉红色。因苏木精为碱性染料,能被其染色的结构称嗜碱性(basophilia);伊红为酸性染料,能被其染色的结构,称嗜酸性(acidophilia)。对碱性和酸性染料的亲和力均不强,称嗜中性(neutrophilia)。

机体内有些结构经硝酸银染色后,可使硝酸银还原,形成棕黑色的银微粒附着在组织结构上,这种特性称亲银性(argentaffin);有的组织结构本身不能使硝酸银还原,需加还原剂才能使其还原,这种特性称嗜银性(argyrophilia)。有的细胞或组织在染色时,会出现与染料颜色完全不同的情况,这种性质称为异染性(metachromasia)。

现将几种特殊光学显微镜术分述如下。

3.1.1 暗视野显微镜术(dark field microscope, DM) 与普通光镜相比,其主要特点是分辨率较高。其内部装有暗视野集光器,视野内不能直接看到照明光线而呈黑暗状态。由于被检物体表面衍射或散射的光亮,可以观察物体的外形和运动,如细胞核、线粒体和纤毛的运动。

3.1.2 荧光显微镜术(fluorescence microscope, FM) 是用来观察标本中的自发荧光物质或以荧光素染色或标记的细胞和结构。组织中的自发性荧光物质如神经细胞和心肌细胞内的脂褐素是棕黄色荧光,肝贮脂细胞和视网膜色素上皮细胞内的维生素 A 呈绿色荧光,某些神经内分泌细胞和神经纤维内的单胺类物质(儿茶酚胺、5-羟色胺、组织胺等)在甲醛作用下呈不同颜色的荧光,组织内含有的奎宁、四环素等药物也呈现一定的荧光。细胞内的某些成分可与荧光素结合而显荧光,如溴化乙啶和吖啶橙可与 DNA 结合,进行细胞内 DNA 含量测定。荧光显微镜更广泛地用于免疫细胞化学研究,即以荧光素标记抗体(一抗或二抗),以检测相应抗原的存在与分布。

3.1.3 相差显微镜术(phase contrast microscope, PCM) 用于观察组织培养中活细胞的形态结构。活细胞无色透明,一般光镜下不易分辨细胞轮廓及其结构。相差显微镜能将活细胞不同厚度及细胞内各种结构对光产生的不同