

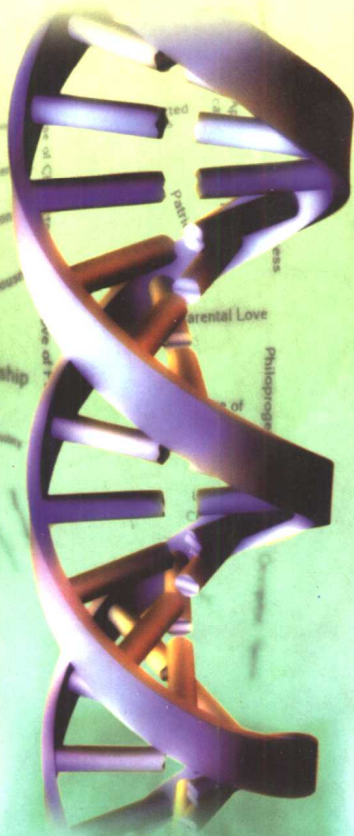
全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教学指导委员会审定

动物繁殖学

杨利国 主编

动物科学专业用



中国农业出版社

S814
4726

全国高等
全国高等农业院校教学指导委员会审定

动物繁殖学

杨利国 主编

动物科学专业用



江苏工业学院图书馆
藏书章

QAN 100/08

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

动物繁殖学 / 杨利国主编. —北京: 中国农业出版社,
2003. 2
全国高等农业院校教材
ISBN 7-109-08170-2

I. 动... II. 杨... III. 动物-繁殖-高等学校-
教材 IV. S814

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 005240 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: 傅玉祥

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
2003 年 3 月第 1 版 2003 年 3 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/16 印张: 24.75

字数: 597 千字

定价: 34.70 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本教材共分十章，内容涉及各种动物的繁殖理论、繁殖技术、繁殖障碍及其防治和繁殖管理四个方面。

繁殖理论主要介绍性别分化、性发育、性行为、雄性动物精子发生、射精、雌性动物卵泡发育和排卵、受精、胚胎发育与妊娠、分娩、泌乳等生殖活动的发生、发展规律及其调控机理，并对生殖器官和生殖细胞的形态结构和生理功能进行了描述与分析。繁殖技术主要介绍动物繁殖调控技术和繁殖监测技术的基本原理和基本方法。繁殖调控技术包括调控发情、排卵、受精、胚胎发育、性别发生、妊娠维持、分娩、泌乳等生殖活动的技术；繁殖监测技术包括发情鉴定、妊娠诊断、性别鉴定、激素测定等技术。繁殖障碍及其防治主要从畜牧学角度探讨引起动物发生繁殖障碍的原因及其防治措施。繁殖管理主要从群体角度研究提高动物繁殖效率的理论与技术措施，包括繁殖管理指标和繁殖管理技术及繁殖技术标准化等内容。

本教材的主要特点，是通过分析动物繁殖基本规律，比较各种动物的繁殖特点，以较少的篇幅介绍较多的内容，全面、系统地介绍动物繁殖学基础知识和操作技能。

主 编 杨利国 (南京农业大学)
副主编 丁家桐 (扬州大学)
施正旦 (华南农业大学)
章孝荣 (安徽农业大学)
石德顺 (广西大学)
薛立群 (湖南农业大学)
参 编 黄志坚 (福建农业大学)
黄国清 (江西农业大学)
潘庆杰 (莱阳农学院)
常仲乐 (山东农业大学)
姜勋平 (扬州大学)
王 锋 (南京农业大学)
袁安文 (湖南农业大学)
审 稿 王元兴 (南京农业大学)
朗介金 (浙江大学)

前 言

我国幅员辽阔，动物资源十分丰富。各省、各地区由于自然经济条件不一样，饲养的动物种类也有差异。为了适应当地经济发展的需要，全国许多农业院校根据当地畜牧业发展特点，出版了多种版本的《动物繁殖学》教材。10年前，由南京农业大学王元兴教授组织南方12所高等农业院校的15位教师编写了《动物繁殖学》（江苏科学技术出版社出版）教材，用于南方农业院校畜牧、兽医专业本科生教学。10年的教学实践证明，该书有一定特色，深受师生欢迎。但是，由于科学技术、特别是生物技术的发展突飞猛进，动物繁殖新理论和新技术也在不断发展，不仅研究对象扩大，而且研究手段更加先进，研究结果与生产实际结合愈来愈紧密。此外，在1999年，中共中央和国务院做出了“关于深化教育改革全面推进素质教育的决定”。为了适应科学技术发展和培养高素质人才的需要，王元兴教授等推荐杨利国教授联络原来参编院校、组织有关教师重新编写本教材。新组建的编写与审稿人员来自11个院校，共15位，其中10位参加原书编写，6位是博士生导师。参加编写与审稿的单位涉及6个博士学位授权点、8个硕士学位授权点。

本教材的编写，先由主编起草写作提纲和分工计划初稿，然后寄给各位编写人员修改。主编综合大家的修改意见后，将正式的写作提纲与分工计划寄给各位编写人员。2001年8月，各位编写人员携初稿相聚南京，进行认真的修改。为了保证书稿质量并减轻审稿人员的负担，编写人员之间相互交换书稿，进行审核。审核后的书稿退还原作者审核，然后交给主编。主编收到稿件后又进行了修改，并将修改后的稿件退还原作者审核。最后，主编将经原作者审核后的稿件清稿、打印后交审稿者。审稿者审核后，由主编审核、定稿，交出版社进一步审核。

本教材在编写过程中主要突出内容“新颖”、“科学”、“全面”、“实用”8个字。“新颖”是指尽可能引用学术论文或最新的文献综述文章，反映动物繁殖学最新研究成果；“科学”是指力求所反映的动物繁殖学理论与技术为普遍真理，为大多数学者所公认，经得起重复试验与验证；“全面”要求各章节内容涉及的动物种类广（包括猪、马、牛、羊、鹿、兔、猫、狗、禽、鼠、猴等），知识面宽，系统性强。本教材以生殖活动为线索，从生殖生理、繁殖技术、繁殖疾病控制和繁殖管理四个方面阐述基本理论和基本原理，属于共性部分，一并描述，属于特性部分，则指出各种动物的特点。“实用”则要求介绍的理论和可以直接指导生产，具有很强的可操作性。另外，为了方便记忆，列出了专有名词的英文缩写及中英文对照。

尽管我们已努力将本书编写成为加强素质教育推进教学改革的优秀教材，但由于水平有限，

书中谬误必定不少，恳请读者不吝指正。

本教材为全国高等农业院校“十五”规划教材，得到中国农业出版社的热忱帮助和大力支持。此外，各编者所在单位的领导给予多方面的关心和支持，谨此表示衷心感谢。

编 者

2002年9月

目 录

前言

绪论	1
一、概念与研究内容	1
二、发展历史	2
三、在动物生产中的意义	8
四、与其他学科的关系及基本研究方法	9
五、学习方法	11
第一章 动物的生殖器官及机能	12
第一节 雄性动物生殖器官及其机能	12
一、睾丸	13
二、附睾	15
三、阴囊	16
四、输精管	17
五、副性腺	17
六、尿生殖道	18
七、阴茎和包皮	18
第二节 雌性动物生殖器官	19
一、卵巢	20
二、输卵管	22
三、子宫	23
四、阴道	25
五、外生殖器	25
第三节 生殖器官的发生	26
一、雄性动物生殖器官的发生	27
二、雌性动物生殖器官的发生	27
第四节 性别分化的分子基础	28
一、SRY 基因分子特性	28

二、SRY 基因的作用及性别决定	28
三、性别分化中其他分子的作用	29
第二章 生殖激素	30
第一节 概述	30
一、激素定义	30
二、激素种类	30
三、生殖激素的种类及其分泌器官	32
四、生殖激素的合成、贮存及其作用	35
第二节 脑部生殖激素	38
一、下丘脑激素	38
二、松果体激素	44
三、垂体激素	47
四、中枢神经递质	54
第三节 性腺激素	60
一、性腺类固醇激素	60
二、性腺含氮激素	66
第四节 胎盘促性腺激素	70
一、孕马血清促性腺激素	70
二、人绒毛膜促性腺激素	72
第五节 其他组织器官分泌的生殖激素	73
一、前列腺素	73
二、内皮素	77
三、瘦素	78
四、外激素	81
五、促生长因子	83
第六节 生殖激素的测定	88
一、生物测定法	88
二、免疫测定法	89
三、受体测定法	91
四、其他理化测定方法	91
第三章 雄性动物生殖生理及其调控技术	93
第一节 雄性动物生殖机能的发育与性行为	93
一、生殖机能的发育及其调控	93
二、性行为表现	95
三、引起性行为的机理	96

四、影响性行为的因素	97
第二节 精子的发生和成熟	98
一、精子发生	98
二、精子在附睾内的成熟与贮存	103
第三节 精子形态结构与生活力	105
一、精子的形态和结构	105
二、精子生活力	107
三、环境因素对精子的影响	109
第四节 精液组成与理化特性	111
一、精液组成	111
二、精液的理化特性	114
三、影响精液品质的因素	115
第五节 精液品质检查	116
一、基本原则	116
二、检查项目及其方法	117
第四章 雌性动物性机能发育和发情排卵及其调控	124
第一节 性机能发育	124
一、初情期	124
二、性成熟期	125
三、适配年龄	125
四、体成熟期	126
五、繁殖能力停止期	126
第二节 发情与排卵	127
一、发情	127
二、卵泡发育	135
三、排卵	139
四、黄体形成与退化	142
五、发情鉴定	143
六、异常发情、乏情和产后发情	147
第三节 发情控制技术	149
一、诱导发情	149
二、同期发情	151
三、超数排卵	154
第四节 卵子发生及其形态结构与体外保存	154
一、卵子发生	154
二、卵子形态结构	156

三、卵母细胞成熟机理	157
四、卵母细胞体外成熟	158
五、卵母细胞体外保存	162
第五章 配种与受精	166
第一节 自然交配	166
第二节 人工授精	166
一、人工授精发展概况	167
二、人工授精的利弊	167
三、方法与操作步骤	168
第三节 受精	183
一、精子在受精前的准备	183
二、卵子在受精前的准备	187
三、受精	188
四、异常受精	191
五、影响受精的因素	192
第六章 妊娠与胚胎发育	193
第一节 妊娠	193
一、妊娠的识别与建立	193
二、妊娠期	194
三、妊娠维持	196
第二节 胚胎与胎盘发育	198
一、胚胎的早期发育	198
二、胚泡附植与胎盘形成	200
三、胎盘类型与功能	206
第三节 妊娠母畜主要生理变化	209
一、体重和膘情变化	209
二、生殖器官变化	209
三、生殖激素变化	211
第四节 妊娠诊断方法	214
一、外部检查法	214
二、直肠检查法	216
三、阴道检查法	223
四、超声波诊断法	224
五、激素测定法	227
六、其他诊断方法	227

第五节 影响妊娠和胚胎发育的因素	230
第七章 分娩与助产	234
第一节 分娩启动及其影响因素	234
第二节 分娩预兆与分娩过程	238
一、分娩预兆	238
二、决定分娩过程的要素	239
三、分娩过程	244
第三节 助产	247
一、产前准备	247
二、正常分娩的助产	248
三、难产及其助产	249
第四节 产后母畜及仔畜的护理	251
一、新生仔畜的护理	251
二、母畜产后生殖机能的恢复	253
三、产后母畜的护理	254
四、胎衣不下及其处理	254
第五节 诱导分娩与人工流产	255
一、意义和适用范围	256
二、原理与方法	256
三、注意事项	258
第八章 泌乳与哺乳	259
第一节 乳腺发育	259
一、体成熟前的乳腺发育	259
二、妊娠期的乳腺发育	259
三、乳腺发育的激素调节	260
第二节 乳房和乳腺结构	262
一、各种动物的乳房	262
二、乳腺基本结构	263
第三节 泌乳的发动与维持	267
一、泌乳的发动	267
二、泌乳的维持	268
第四节 排乳与哺乳	269
一、排乳	269
二、哺乳	271
第五节 仔畜吮乳规律与行为	271

一、单胎动物吮乳规律与行为	271
二、多胎动物吮乳规律与行为	272
第六节 影响泌乳力的因素与诱导泌乳	272
第九章 繁殖管理与繁殖障碍	276
第一节 繁殖管理	276
一、繁殖管理评定指标	276
二、各种动物的自然繁殖力和繁殖力现状	279
三、繁殖管理措施	284
第二节 繁殖障碍	286
一、引起繁殖障碍的原因	286
二、雄性动物繁殖障碍	288
三、雌性动物繁殖障碍	296
第三节 提高畜群繁殖力的措施	311
一、在育种中重视繁殖性状的选择	312
二、加强畜群的饲养管理	312
三、加强繁殖管理	313
四、推广应用繁殖新技术	313
五、控制繁殖疾病	314
第十章 繁殖新技术	315
第一节 胚胎移植	315
一、概况	315
二、原理	318
三、操作程序	320
第二节 体外受精	331
一、概述	331
二、精子体外获能	332
三、体外受精培养系统	335
四、体外受精质量评定	336
五、早期胚胎的体外培养	336
第三节 显微授精	340
一、概况	340
二、显微授精方法	341
三、显微授精的意义	342
第四节 克隆	343
一、胚胎分割	343

二、细胞核移植	343
第五节 性别鉴定与性别控制	346
一、性别鉴定	346
二、性别控制	349
第六节 转基因动物生产	351
一、概述	351
二、转基因动物的应用	352
三、转基因动物生产技术与方法	353
四、转基因动物研究面临的问题	354
第七节 胚胎干细胞	355
一、概况	355
二、形态与功能特征	356
三、胚胎干细胞建系技术要点	356
四、应用前景	357
第八节 胚胎嵌合	358
一、研究概况	358
二、操作方法	359
三、应用前景	359
第九节 免疫去势	360
一、概况	360
二、原理与方法	362
三、存在的问题与应用前景	363
第十节 激素免疫与基因免疫	364
一、概述	364
二、类固醇激素免疫	364
三、Ibn 免疫	366
四、基因免疫	367
英文缩写及中英文对照	374
主要参考文献	378

绪 论

一、概念与研究内容

(一) 概念 动物繁殖学 (animal reproduction) 是研究动物生殖活动及其调控规律和调控技术的科学, 是加强畜禽品种改良、保证畜牧业快速发展的重要手段, 是现代动物科学或畜牧科学中研究最活跃的学科之一。在畜牧生产中, 通过提高公畜和母畜繁殖效率, 可以减少繁殖家畜饲养量, 进而降低生产成本和饲料、饲草资源占用量。因此, 动物繁殖学是畜牧学或动物生产学中重要的应用基础科学。

动物繁殖学是生殖生物学 (reproductive biology) 的重要组成部分。生殖生物学是研究生物生殖活动及其调控规律和调控技术的科学, 研究对象包括人、动物和植物, 研究目标侧重于分析与发现生物的生殖活动规律, 以便开发、提高或控制 (如计划生育) 生殖的技术。动物繁殖学将理论与实践紧密结合起来, 主要研究对象是家畜或有可能驯化成为家畜的动物, 以及能直接被人类所利用的动物。因此, 动物繁殖学主要研究内容涉及发育生物学 (development biology)、生殖生理学 (reproductive physiology)、生殖内分泌学 (reproductive endocrinology) 等学科中所有有关动物繁殖的内容。

(二) 研究内容 动物繁殖学主要研究繁殖理论、繁殖技术、繁殖管理、繁殖障碍及其防治。

1. 繁殖理论 动物生殖活动有性别分化、性发育、性行为、雄性动物精子发生、射精、雌性动物卵泡发育和排卵、受精、胚胎发育与妊娠、分娩、泌乳等, 动物繁殖理论主要研究这些生殖活动的发生、发展规律及其调控机理, 并对生殖器官和生殖细胞的形态结构和生化特性进行描述与分析, 为开发防治繁殖障碍、提高动物繁殖效率的新技术提供理论依据。

动物生殖生理学和生殖病理学的研究内容, 主要涉及动物繁殖学的理论部分。内分泌学主要研究调控生殖、消化、代谢、生长、泌乳、血液循环和神经等系统的微量生物活性物质结构与功能关系。生殖内分泌学既是动物生殖生理学的重要研究内容, 又是内分泌学中研究动物生殖活动调控物质及其调控规律的科学。由于动物机体各器官系统之间相互作用, 构成有机整体, 所以内分泌学、生殖内分泌学与神经内分泌学之间既有区别, 又有联系。生殖免疫学 (reproductive immunology) 或免疫繁殖学 (immunological reproduction) 是动物繁殖学近期发展起来的新分支, 主要研究动物生殖活动中的免疫调节规律和免疫学技术在提高动物繁殖效率、检测动物繁殖激素、防治动物繁殖疾病等方面的应用, 因而包含理论和技术两部分内容。

2. 繁殖技术 由繁殖调控技术和繁殖监测技术两部分内容组成。繁殖调控技术包括调控发情、排卵、受精、胚胎发育、性别发生、妊娠维持、分娩、泌乳等生殖活动的技术, 是提高动物繁殖效率、加快育种速度的基本手段。例如, 近期发展起来的显微授精和胚胎生物工程技术等,

分别是提高公畜和母畜繁殖效率的重要手段。繁殖监测技术包括发情鉴定、妊娠诊断、性别鉴定、激素测定等技术,是促进繁殖管理、提高繁殖效率或畜牧生产效率的重要手段。

3. 繁殖管理 主要从群体角度研究提高动物繁殖效率的理论与技术措施,包括繁殖管理指标、繁殖管理技术及繁殖技术标准化等内容。例如,畜群繁殖力评定指标与方法、畜群结构优化理论与技术、提高畜群繁殖力的管理措施等。

4. 繁殖障碍及其防治 主要从畜牧学角度分析动物繁殖障碍的发病率和病因,探讨防治繁殖障碍的方法与技术措施。这部分内容与兽医产科学有交叉,主要区别在于兽医产科学从动物医学角度,注重动物个体生殖疾病的预防与治疗,而动物繁殖学则从畜牧学角度探讨引起动物发生繁殖障碍的原因及其防治措施。

二、发展历史

(一) 我国动物繁殖学发展历史 动物繁殖学在高等农业院校作为一门独立课程,在我国始于20世纪50年代,为《家畜人工授精学》,60年代正式命名为《家畜繁殖学》,80年代中期拓展为《动物繁殖学》。作为二级学科,国务院学位委员会于1981年将动物繁殖学确定为硕士学位授权学科,1984年确定为博士学位授权学科,1997年与动物遗传育种合并成动物遗传育种与繁殖学科。

在学术活动方面,我国于1978年11月在四川省成都市召开了“第一次全国家畜繁殖与人工授精学术讨论会”,于1982年10月在江苏省镇江市召开了第二次学术会议,产生了第一届全国家畜繁殖与人工授精研究会理事会。自镇江会议后,动物繁殖学术活动每两年召开一次,每四年进行换届选举,至今已召开了十次学术会议,产生了五届理事会。

分析在历次全国学术会议上提交的学术论文(表绪-1)和动物繁殖学发展趋势,发现随着动物繁殖学科的发展壮大,动物繁殖学的科学研究发生了很大变化。首先,研究的动物种类在不断扩展。早先以研究数量多、分布广、与人类生活密切相关的家畜为主,如牛(奶牛、肉牛、黄牛、水牛和牦牛)、羊(绵羊和山羊)、猪、兔、马、驴、骡、骆驼、犬等,渐渐地家禽(鸡、鸭、鹅)也成为重要的研究对象,特种经济动物(如狐狸、水獭、鹿、麝)和野生动物(如熊、猫、狮、虎、豹)等也愈来愈受到重视。其次,研究领域不断变化,如在历次全国学术会议上,有关精液保存与人工授精技术的研究逐渐减少,有关胚胎工程与生物技术的研究逐渐增多。另外,由于研究方向的变化,动物繁殖学发展形成若干分支,如动物生殖生理学、动物生殖内分泌学、免疫繁殖学、雄性生殖生物学、动物发育生物学、胚胎工程与生物技术等。

表绪-1 历次全国动物繁殖学术会议召开时间、地点与发表论文统计表

届次	时间	地点	参加 人数	论文 篇数	论 文 分 类									
					生殖生理与 内分泌		精液保存与 人工授精		胚胎工程		提高繁殖率		其他	
					篇数	%	篇数	%	篇数	%	篇数	%	篇数	%
1	1978.11	成都		48	2	4.2	20	41.7	8	16.7	15	31.3	3	6.3
2	1982.10	镇江		91	18	19.8	31	34.1	9	9.9	29	31.9	4	4.4
3	1985.8	长春	115	78	20	25.6	31	39.7	9	11.5	16	20.5	2	2.6

(续)

届次	时间	地点	参加 人数	论文 篇数	论 文 分 类									
					生殖生理与 内分泌		精液保存与 人工授精		胚胎工程		提高繁殖率		其他	
					篇数	%	篇数	%	篇数	%	篇数	%	篇数	%
4	1987.9	洛阳	190	85	14	16.5	22	25.9	15	17.6	31	36.5	3	3.5
5	1989.10	泰安	173	119	16	13.4	22	18.5	22	18.5	55	46.2	4	3.4
6	1991.11	北京	160	110	21	19.1	26	23.6	35	31.8	22	20.0	6	5.5
7	1993.11	广州	120	123	28	22.8	21	17.1	37	30.1	31	25.2	6	4.9
8	1995.10	南宁	119	100	17	17.0	14	14.0	32	32.0	26	26.0	11	11.0
9	1998.8	呼和 浩特	74	43	5	11.6	6	14.0	26	60.5	4	9.3	2	4.7
10	2000.11	武汉	110	57	26	45.6	6	10.5	9	15.8	12	21.1	4	7.0
11	2002.11	昆明	132	83	17	20.5	11	13.3	22	26.5	15	18.1	18	21.7
合计			1 193	937	184	19.6	210	22.4	224	23.9	256	27.3	63	6.7

有关动物繁殖学的研究在我国古代也有记载。如《礼记·月令》指出：“季春之月，累牛腾马，游牝于牧”。北魏贾思勰在《齐民要术》中提到“服牛乘马，量其力能，寒温饮饲，适其天性，如不肥充繁息者，未之有也”。此外，我国古代的“阴阳学说”、“蒂结成胎论”以及“生男生女论”等，虽不科学，但反映当时对生殖生理已进行了研究。例如，我国早在公元前 11 世纪（西周）就对动物和人的阉割有了认识，虽然那时并不了解阉割的作用机理，但从经验证明，睾丸与人的生殖能力和第二性征具有密切关系。公元 2 世纪末，道家甘始就曾饮用人尿来强壮身体。在公元 8 世纪（唐）就应用紫河车（胎盘组织）治病。公元 11 世纪（北宋），从人尿中提炼出了光滑洁白、灿烂可爱、无臭无味的“秋石还原丹”，运用于临床。

在近代，我国于 20 世纪 30 年代开始进行马人工授精研究；在 50 年代对猪人工授精技术的研究与推广做了大量工作，并取得可喜成效；在 70 年代开始进行生殖内分泌激素的放射免疫测定研究工作；在 80 年代开始进行生殖激素的酶免疫测定和胚胎移植技术研究工作。目前，这些技术均已在生产和临床中推广应用。

（二）国外动物繁殖学研究历史 国外研究动物繁殖和人类生殖最早是在亚历山大（Alexander）时期，距今已有两千多年历史。世界上第一本有关动物繁殖的书（Generation of Animals）就是在这个时期由亚里士多德（Aristotle，公元前 384—前 322）著作的。这本书主要描述动物的生殖现象，虽然有很多解释现在看来好像“天方夜谭”，但对动物繁殖学研究具有“启蒙”作用。两千多年后，英国的马歇尔（Marshall，1910）出版了世界第一本《生殖生理学》（Physiology of Reproduction），为以后研究动物生殖活动规律奠定了基础。虽然，盖伦（Galen，公元 130—200）和威廉哈夫（William Harvey，1665）也出版过类似书籍，但其影响远不及上述两本书大。

分析有关动物繁殖学的研究与发展历史，可以分为如下几个时期。

1. 逻辑推理期（16 世纪以前）这是动物繁殖学的“启蒙”阶段，由一些“智者”或“圣人”根据动物生殖活动的某些现象进行逻辑推理。例如，由于在妊娠期不出现“月经”，所以古