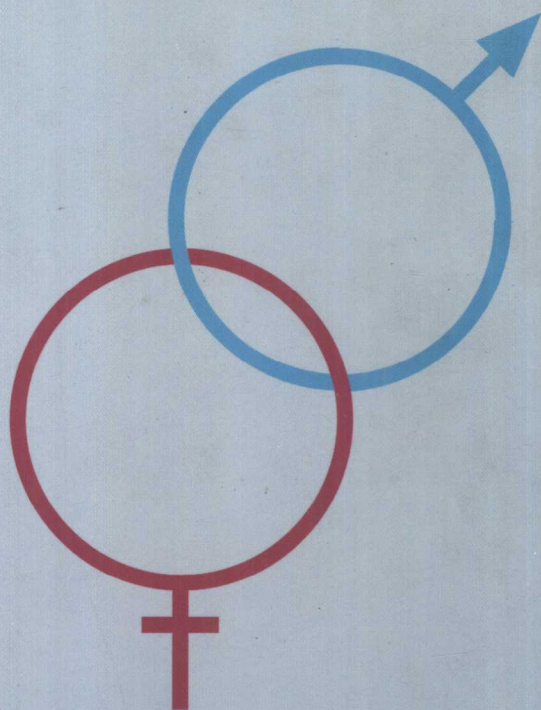




华夏英才基金学术文库

杨增明 孙青原 夏国良 主编

生殖生物学



科学出版社

www.sciencep.com



华夏英才基金学术文库

生殖生物学

杨增明 孙青原 夏国良 主编

国家杰出青年科学基金
"973"——生殖健康的基础研究 资助

科学出版社

内 容 简 介

本书综合国内外在生殖生物学领域的研究论文和著作,介绍生殖生物学的发展历史、生殖细胞的发育及成熟、受精机理、胚胎发育及胚胎着床、妊娠识别、胎盘的形成和分娩的机理、性别决定及控制、生殖缺陷及辅助生殖技术、生殖免疫等方面的基本知识和概念,国内外的最新研究成果和动态,现代生殖生物学实验技术以及生殖生物学在生物学、医学、农业中的应用和前景。本书以小鼠、人和家畜为主,既介绍哺乳动物生殖的共性,又具体阐述各类动物的特性。

本书可作为高等院校的高年级学生、研究生、教师以及相关的科研院所从事生殖生物学、动物胚胎学、动物遗传育种学、发育生物学、妇产科学、野生动物研究的研究人员的参考书,也可作为大学本科生的教材用书。

图书在版编目(CIP)数据

生殖生物学/杨增明,孙青原,夏国良主编. —北京:科学出版社, 2005

ISBN 7-03-013761-2

I. 生… II. ①杨…②孙…③夏… III. 生殖-生物学 IV. Q492

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 077793 号

责任编辑:霍春雁 贾学文/责任校对:包志虹

责任印制:钱玉芬/封面设计:陈 敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005年1月第 一 版 开本:787×1092 1/16

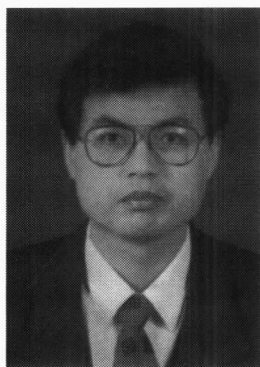
2005年1月第一次印刷 印张:41 1/4

印数:1—2 500 字数:950 000

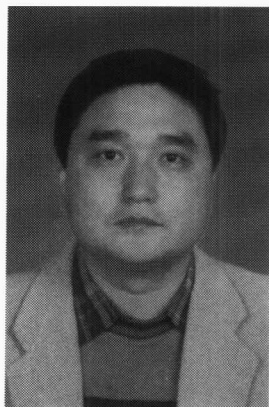
定价:110.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

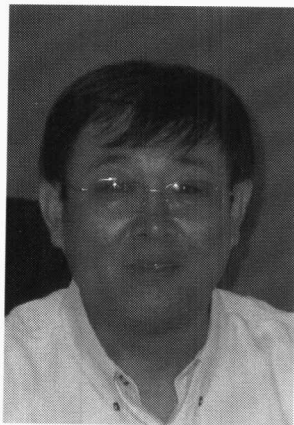
主编简介



杨增明 1962年8月出生于甘肃省兰州市。1979~1986年在兰州大学攻读学士和硕士学位；1986~1989年在东北农业大学攻读博士学位；1989~1991年在中国科学院动物研究所从事博士后研究；1991~1996年先后在美国北卡罗来纳州立大学、贝勒医学院和堪萨斯大学医学中心从事动物生殖方面的研究。现为东北农业大学教授及博士生导师。2000年被聘为教育部“长江学者奖励计划”特聘教授。研究方向为哺乳动物胚胎发育和胚胎着床。1998年获“国家杰出青年基金”及国家教育部“跨世纪优秀人才培养计划”基金。自1998年以来，先后主持国家自然科学基金重点项目2项、美国避孕药研究与开发项目2项等12项课题。于1994、1997及1998年先后获得3项美国专利。共计发表科研论文110篇，其中35篇发表在SCI源期刊。现为美国 *Biology of Reproduction* 和 *Theriogenology* 等杂志的特邀审稿人，并兼任中国《动物学报》和《动物学杂志》编委。1998年被评为“全国优秀教师”，2002年获“中国青年科技奖”，2003年获“国家留学回国人员成就奖”。现为国务院学位委员会第五届学科评议组成员、全国生殖生物学会副理事长、中国动物学会细胞及分子显微技术学分会副主任委员、美国生殖生物学会会员。



孙青原 1964年12月出生于山东省招远市。现任中国科学院动物研究所研究员、中国科学院研究生院教授、博士生导师。1994年毕业于东北农业大学，获理学博士学位。1996年由中国科学院动物研究所博士后出站后留所工作。曾先后在美国、日本和以色列进行过四年的博士后培训。研究方向为卵母细胞减数分裂、受精和早期胚胎发育的基因表达与信号转导和动物克隆机理。发表SCI收录论文100篇，其中有关影响因子大于2.0的46篇，在生殖生物学领域最具影响的 *Biology of Reproduction* 上发表22篇，影响因子总和190被引用600余次。受邀为包括 *Biology of Reproduction* 在内的8种SCI期刊撰写综述。作为副主编编著了由科学出版社出版的《受精生物学》；参编了美国 Humana Press 出版的 *Methods in Molecular Biology: Germ Cells*、《动物发育生物学》和《大百科全书》等著作。是 *Biol Reprod*、*Reproduction*、*Dev Dynam* 等20余种国内、外期刊的审稿人和日本动物繁殖学会会志 *J Reprod Dev* 的编委会委员。1999年获“中国科学院青年科学家奖”，2002年获国家杰出青年科学基金资助，2003年获“中国科学院十大杰出青年”称号和“国家留学回国人员成就奖”，2004年获“中国青年科技奖”和“新世纪百千万人才工程国家级人选”称号。



夏国良 现任中国农业大学生物学院教授、博士生导师。教育部“长江学者奖励计划”特聘教授，“国家杰出青年基金”获得者。1983~1988年师从北京农业大学动物生理生化杨传任教授，攻读硕士和博士学位研究生并从事生殖内分泌学的研究。1991~1994年，公派到丹麦国家教学研究医院（Rigshospitalet）生殖生物学实验室做博士后研究工作，师从国际著名胚胎学家 Anne Grete Byskov 教授。从事胚胎卵巢中卵细胞的发育和调节的研究。1994年回到母校中国农业大学工作，当年破格提升为教授。在回国人员启动基金和国家自然科学基金的资助下，继续研究促性腺激素诱导卵母细胞体外成熟的作用机制。已发表论文 90 余篇，其中在国内外重要的 SCI 源期刊中发表 30 余篇。论文被国外引用 200 余次。此外，还担任《中国农业大学学报》编辑委员会副主任、主编，《中华中西医》杂志常务编委、《动物学杂志》编委、中国农业大学国家“211 工程”项目“畜禽细胞与分子生物学实验室”负责人、中国生殖生物学会副理事长、中国生理学会理事、中国动物学会教学工作委员会委员、中国畜牧兽医学会动物生理生化学会副理事长。

编委会名单

- 主 编** 杨增明 (东北农业大学)
孙青原 (中国科学院动物研究所)
夏国良 (中国农业大学)
- 编 委** (按姓氏笔画排序)
刁红录 (东北农业大学)
王松波 (中国农业大学)
文端成 (中国科学院动物研究所)
田文儒 (莱阳农学院)
宁 刚 (中国农业大学)
李文英 (上海计划生育研究所)
杨建鸽 (中国农业大学)
范衡宇 (中国科学院动物研究所)
栾黎明 (东北农业大学)
高尔生 (上海计划生育研究所)
陶 勇 (安徽农业大学)
崔 胜 (中国农业大学)
彭景梗 (中国科学院动物研究所)
韩代书 (中国医学科学院基础医学研究所)
谭慧宁 (东北农业大学)

序

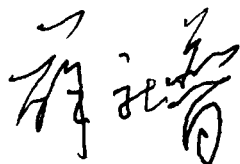
生殖是生物体的基本特征之一，生物通过生殖实现一代到下一代生命的延续。不同生物生殖过程的复杂性差异很大，生殖方式可分为无性生殖和有性生殖两种形式。生殖本身是一个古老的话题，而生殖生物学是用现代生物学手段，研究整个生殖过程的一门学科，是在动物胚胎学、繁殖学、妇产科学、发育生物学及动物生理学等学科的基础上发展起来的一门新兴学科。随着人工授精、体外受精、胚胎移植、细胞核移植，以及很多辅助生殖技术的广泛应用，这门学科在生物学、医学及农业中的地位越来越重要。而且，随着细胞生物学、分子生物学、生物化学、生理学等学科的飞速发展，以及各种现代生物学技术在生殖过程研究中的广泛应用，人们对生殖过程中的各种现象及其分子机制的了解有了长足的进步。

生殖生物学的研究不仅可使我们了解生命繁衍的奥秘，也在多方面使人类自身受益。20 世纪中叶，生殖内分泌基础研究的重大突破，导致了女用口服甾体避孕药的出现；精子获能现象的发现，导致了目前广泛应用于不育症治疗的试管婴儿技术的产生；20 世纪 80 年代，对激素受体研究的重大发现，产生了第二代甾体避孕药。1997 年克隆羊“多莉”的出生，引发了很多深层次的理论问题和人们对该技术应用前景的期望。所有这些突破性研究成果对生殖生物学的发展起到了巨大的推动作用。目前，不孕症的发病率在逐年上升（约为 15%~20%），而且病因也趋向于复杂化，使得辅助生殖技术面临极大的挑战。各种环境因素对生殖过程的不良影响也越来越明显。人们对避孕措施的安全性、可靠性及多样性等方面的要求也越来越高，发展非甾体、无毒无害、无副作用的避孕措施是社会发展的必然要求。随着我国畜牧业的迅速发展，对肉、蛋和奶的需求逐年增加，迫切需要增加奶牛、肉牛、肉羊、猪等的数量，并提高其质量，亟待加速各种辅助生殖技术在畜牧业中的应用。这些需求一方面为生殖生物学研究提出了新的挑战，另一方面也为生殖生物学的发展提供了一个难得的发展机遇。随着多聚酶链反应、基因敲除、基因芯片、蛋白芯片、基因组学、蛋白质组学、细胞分离技术等方面的飞速发展，许多以前未知的生殖现象、生殖过程及生殖功能逐渐被发现和了解，也为生殖生物学提供了更加宽广的发展空间。

目前，国内尚无一本系统介绍生殖生物学领域研究成果和发展动态的

书。该书是国内从事生殖生物学研究的一批学者，综述当前国内外该领域的最新研究进展，并结合自己的研究成果编写的一部全面反映生殖生物学基本概念、基础理论、研究技术、研究成果和发展动态等的综合性教学和科研用书。该书的三位主编均为国家杰出青年科学基金获得者，杨增明博士和夏国良博士现为教育部“长江学者奖励计划”特聘教授，孙青原博士 2003 年获“中国科学院十大杰出青年”称号。

我期望这本书的问世将对我国生殖生物学的发展起到积极的推动作用，并对生殖生物学领域的研究、教学和临床实践等有所裨益。



中国医学科学院教授
中国科学院资深院士

2004 年 4 月 15 日

目 录

序

第一章 生殖及生殖生物学	1
第二章 生殖器官的结构与功能	8
第一节 雌性生殖器官	8
第二节 雄性生殖器官	17
第三章 精子发生与成熟	26
第一节 精子发生	26
第二节 精子发生的调控机制	45
第三节 精子的成熟与获能	57
第四章 卵泡发育、卵子发生和排卵	73
第一节 卵泡发育和卵子发生	73
第二节 卵子成熟	97
第三节 排卵	115
第四节 黄体的形成和退化	126
第五章 受精	137
第一节 受精研究历史的简单回顾	137
第二节 受精的概述	138
第三节 精子与卵透明带识别和结合的分子基础	144
第四节 精子顶体反应	149
第五节 精子与卵质膜结合和融合的分子基础	153
第六节 卵子激活	158
第七节 精子核去浓缩及雄原核形成	170
第八节 卵子皮质反应及多精受精的阻止	171
第九节 受精过程的中心体遗传	177
第六章 胚胎发育	182
第一节 卵裂	182
第二节 早期胚胎发育过程中的基因表达	187
第三节 基因印迹	196
第四节 细胞分化与胚层形成	199
第五节 子宫胎盘循环的建立	205
第六节 胚胎干细胞	205
第七章 胚胎着床及妊娠识别	213
第一节 胚胎着床	213

第二节 胚胎着床的分子调控·····	228
第三节 延迟着床·····	238
第四节 蜕膜化·····	240
第五节 妊娠识别·····	245
第六节 宫外孕和葡萄胎·····	250
第八章 胎膜和胎盘的结构与功能 ·····	253
第一节 胎膜·····	253
第二节 胎盘的类型与结构·····	260
第三节 胎盘的生理功能·····	272
第九章 妊娠的维持和妊娠期的生理变化 ·····	289
第一节 胎儿的组织性营养与血液性营养·····	289
第二节 妊娠的维持·····	292
第三节 妊娠期的生理变化·····	303
第四节 妊娠诊断·····	307
第十章 分娩与泌乳 ·····	313
第一节 分娩发动和分娩预兆·····	313
第二节 分娩·····	320
第三节 乳腺的结构与发育·····	327
第四节 泌乳的发动和维持·····	337
第五节 乳汁的排出（排乳）·····	342
第十一章 性别决定与性腺发育 ·····	345
第一节 性别决定·····	345
第二节 性腺的发育·····	355
第三节 原始生殖细胞的迁移·····	359
第四节 不同性别胚胎的发育·····	362
第十二章 生殖激素 ·····	367
第一节 脑部生殖激素·····	367
第二节 性腺激素·····	395
第三节 胎盘激素·····	409
第四节 前列腺素·····	416
第十三章 性行为及激素调节 ·····	424
第一节 控制性行为的神经-内分泌系统·····	424
第二节 雄性性成熟和性行为·····	431
第三节 雌性性成熟和性行为·····	438
第四节 性周期及其影响因素·····	445
第十四章 生殖缺陷与辅助生殖 ·····	458
第一节 生殖缺陷·····	458
第二节 辅助生殖技术·····	463

第十五章 生殖免疫	500
第一节 配子免疫.....	500
第二节 母胎免疫.....	516
第三节 妊娠期免疫.....	523
第四节 病理妊娠与免疫.....	529
第十六章 动物的无性生殖	534
第一节 自然条件下动物的无性生殖.....	534
第二节 人工辅助条件下动物的无性生殖.....	536
第十七章 环境与生殖健康	572
第一节 物理因素对生殖健康的影响.....	573
第二节 化学因素对生殖健康的影响.....	577
第三节 生物因素对生殖健康的影响.....	591
第四节 个人行为对生殖健康的影响.....	592
第十八章 现代生殖生物学研究方法与技术简介	597
第一节 细胞离体培养和操作.....	597
第二节 基因的克隆、表达检测及功能分析.....	602
第三节 微观形态学技术.....	608
第四节 模式生物.....	613
第五节 研究模型的选择.....	615
中英文索引	617

第一章 生殖及生殖生物学

“天地之大德曰生”。生命永远是宇宙中最宝贵的，生命具有无可争辩的意义，是第一本位的。“种”的繁衍生殖自然就具有无与伦比的重要意义。生命的承传、沿袭是人类赖以永恒存在的源泉。宇宙中的一切事物，因为有了生命的存在才显示了自身的价值和意义。每个有生命的个体总会以某种方式繁衍与自己性状相似的后代以延续生命，这就是生殖 (reproduction)。从生理学的角度来看，生殖是一切生物体的基本特征之一，一个个体可以没有生殖而生存，但一个物种的延续则必须依赖于生殖。

生物通过生殖实现亲代与后代个体之间生命的延续。尽管遗传信息决定了后代继承亲代的特征，但遗传是通过生殖而实现的。亲代遗传信息在传递过程中会发生变化，从而使物种在维持稳定的基础上不断进化成为可能。生命的延续本质上是遗传信息的传递。在生物代代繁衍的过程中，遗传和变异与环境的选择相互作用，导致生物的进化。因此，生殖过程本身除了是生物由一代延续到下一代的重要生命现象外，与遗传、进化，甚至生命起源的问题紧密相关。

一、生殖现象的研究历史

Macedonian Aristotle (公元前 384~前 322) 是最早系统从事动物生殖与发育方面研究的学者，首先提出了胚胎是由简单到复杂逐渐形成的观点。1683 年 Antoni van Leeuwenhoek 首次在精液中发现了精子，并提出“精源说”，认为在精子中存在人的雏形，发育只是这个雏形的放大而已。以后 Marcello Malpighi (1628~1694) 和 Jan Swammerdam (1637~1680) 等又提出了“卵源说”，认为在卵子中存在一个人的雏形。此后，Charles Bonnet (1720~1793) 在蚜虫中首次发现了孤雌生殖现象。

Lazzaro Spallanzani (1729~1799) 首次成功地进行了青蛙的人工授精，并发现在缺乏精子穿入时，则卵子发生退化。在进行狗的实验时，他提出只有当卵子和精液共同存在时，才能产生一个新的个体。Caspar Friedrich Wolff (1738~1794) 观察到，从受精卵的卵黄中形成了有形态结构的胚胎。Carl Ernst von Baer (1792~1876) 对几种哺乳动物的卵子进行了比较研究。以后，Ernst Haeckel (1834~1919) 提出了个体发育是系统发育简要重演的观点。

Oscar Hertwig (1849~1922) 和 Richard Hertwig (1850~1937) 兄弟在 Otto Butschli 的研究基础上，进一步对受精现象进行了研究，提出受精的本质是雌雄配子细胞核的融合。并且，Oscar Hertwig 在海胆的卵子中观察到极体以及极体中的细胞核。

1883 年，van Beneden 在蛔虫受精卵的第一次有丝分裂纺锤体上看到四条染色体，其中两条来自父方，两条来自母方，提出父母的染色体通过精卵的融合传给子代。此后，Theodor Boveri (1862~1915) 通过对蛔虫卵的进一步观察，提出了染色体理论，

并通过实验证实了染色体对发育的重要性。20 世纪初, 美国生物学家 McClung (1902) 第一次将 X 染色体和昆虫的性别决定联系起来。Stevens (1905) 及 Edmund Beecher Wilson (1905) 同时将 XX 性染色体与雌性对应, 而 XY 及 XO 与雄性相联系, 并提出一种特异的核成分在性别表型决定中起作用, 即性别由遗传而非环境决定。虽然, 自 1921 年以来, 就已知道男性中具有 X 和 Y 染色体, 而女性中具有两条 X 染色体, 但这些染色体在人性别决定中的作用在 1959 年以前一直不清楚。Jacobs 和 Strong (1959) 以及 Ford 等 (1959) 首次证明, Y 染色体在小鼠和人类的性别决定中起关键作用。

二、生殖过程

生殖是指所有的生物能够产生与它们自己相同或相似的、新的生物个体的能力, 也指单细胞或多细胞的动物或植物自我复制的能力。在各种情况下, 生殖都包括一个基本的过程, 即亲本的原材料或转变为后代, 或变成将发育成后代的细胞。生殖过程中也总是发生遗传物质从亲本到后代的传递, 从而使得后代也能复制它们自己。在不同生物中, 尽管生殖过程所采取的方式和复杂性变化很大, 但都可分为两种基本的生殖方式, 即无性生殖 (asexual reproduction) 和有性生殖 (sexual reproduction)。在无性生殖中, 一个个体可分成两个或两个以上相同或不同的部分, 仅有一个亲本的参与, 生殖过程中没有配子的形成。而在有性生殖过程中, 特化的雄性生殖细胞和雌性生殖细胞发生融合, 形成的合子同时携带有两个亲本的遗传信息。

1. 无性生殖

无性生殖的优点在于可使有益的性状组合持续存在, 不发生改变, 并且不需要经过易受环境因素影响的早期胚胎发育的生长期, 常见于大多数的植物、细菌、原生生物及低等的无脊椎动物中。单细胞生物常以分裂 (fission) 方式或有丝分裂 (mitosis) 方式, 分成两个新的、相同的个体。所形成的细胞可能聚集在一起形成丝状 (如真菌), 也可能成群生长 (如葡萄球菌)。断裂或裂片生殖 (fragmentation) 是指在丝状的生物中, 身体的一部分断裂后, 发育形成一个新的个体。孢子生殖或孢子形成 (sporulation) 为原生动物及许多植物中的一种无性生殖方式; 一个孢子是一个生殖细胞, 不需要受精就能形成一个新的个体。在水螅等一些低等动物和酵母中, 出芽为一种常见的生殖方式; 在身体表面长出一个突起后, 逐渐长大, 并与身体分离后形成一个新的个体。在海绵的内部也可长出小芽, 称为芽球 (gemmule)。

再生是无性生殖的一种特化形式, 海星和蛞蝓等动物可通过再生替代受伤或丢失的部分。很多植物通过再生可产生一个完整的个体。分类上越低等的动物, 其完全再生的能力也就越强。到现在为止, 还未见到脊椎动物具有再生完整个体的能力。但通过实验的手段, 已在鱼类、两栖类和哺乳类等脊椎动物中获得了无性生殖的个体。特别需要提到的是, 1997 年首次通过体细胞核移植手段, 获得了无性生殖的哺乳动物——克隆绵羊。

自然条件下的无性生殖包括孤雌生殖和孤雄生殖等。人工辅助无性生殖指在物理或化学因子作用于卵子后的单性生殖, 以及利用细胞核移植技术而进行的动物克隆。

2. 有性生殖

在有性生殖的生物体（高等生物）中含有两大类细胞，一是构成组织和器官并执行各种功能的体细胞（somatic cell），二是携带有特定的遗传信息并具有受精后形成合子能力的生殖细胞（germ cell）。生殖细胞又包括卵子和精子两类。有性生殖周期是体细胞与生殖细胞相互转变的过程。在高等生物的机体中，只有一小部分细胞为生殖细胞，然而它们却是正常生命周期中的一个关键环节。

有性生殖发生在很多的单细胞生物和所有的动物和植物中。除在个别动物中可进行孤雌生殖外，有性生殖是高等的无脊椎动物和所有的脊椎动物自然情况下唯一的一种生殖方式。有性生殖过程中，一种性别的细胞（配子）被另一种性别的细胞（配子）受精后，产生一个新的细胞（合子或受精卵），以后受精卵发育形成一个新的个体。两个结构相同但生理上不同的同形配子（isogamete）的结合，称为同配生殖（isogamy），仅见于低等的水棉属的绿藻（*spirogyra*）和一些原生动物中。异配生殖（heterogamy）是指两种明显不同的配子的结合，即精子和卵子的结合。许多生物具有特殊的生殖机制来保证受精的进行。在陆生动物中，通过交配进行体内受精，从而提供了一个受精必需的液体环境。

有性生殖的优越性在于来自两个亲本的细胞核融合后，子代可源源不断地继承各种各样的性状组合，从而具有很大的发生变异的空间，对于改进物种本身以及物种的生存具有重要的意义。精卵结合形成的子代在遗传学上互不相同，也不同于各自的亲代，从而保证了物种的多样性。有性生殖产生的后代中随机组合的基因对物种可能有利，也可能不利，但至少会增加少数个体在难以预料和不断变化的环境中存活的机会，从而对物种的延续提供有利的条件。此外，在进行有性生殖的物种中，生命周期中都具有二倍体和单倍体交替的特征。二倍体的物种每一基因都有两份，其中一份在功能上处于备用状态，对各种突变等具有一定的抵御作用。这也可能是高等生物以有性生殖为主的原因。因为即使在细菌等进行无性生殖的生物中，也发生遗传物质的交换。在蚯蚓等雌雄同体（hermaphrodite）的动物中，由于解剖结构的特化或雌雄配子的成熟时间不同，总是避免自体受精的发生。

生殖过程不是一个连续的活动，而是受一些形式和周期的约束。通常，这些形式和周期与环境条件有关，从而使得生殖过程能有效地进行。例如，一些有发情周期的动物仅在一年的一段时间内发情，使得后代能在适宜的环境条件下出生。同样，这些形式和周期也受激素和季节因素的控制，使得生殖过程中的能量消耗得到很好地控制，从而最大限度地提高了后代的生存能力。

三、生殖生物学

生殖是亲代与后代个体之间生命延续的过程。生殖生物学（reproductive biology）是研究整个生殖过程的一门学科，既是发育生物学的一个分支，又是生理学的一个分支，属于一门新的充满活力的、融合了现代生物化学、细胞生物学、内分泌学和分子生物学等学科的交叉学科。过去的几十年中，生殖生物学研究领域取得了许多世人瞩目的

重大突破。例如，对下丘脑 - 垂体 - 性腺内分泌轴系这一重大理论问题的揭示，导致了口服避孕药的诞生；从精子获能和卵子体外成熟等基础研究着手而创立的“试管婴儿”技术，使国内外成千上万的不育夫妇获得了后代；1997 年克隆绵羊“多莉”的诞生，将无疑会对未来人类社会产生深远的影响。生殖生物学已成为生物学中一个活跃的、充满机遇和挑战的重要研究领域。

生殖生物学主要研究性腺发育、配子发生、受精、胚胎发育及着床、性别决定、妊娠维持、胎盘发育和分娩等过程的调控，以及生殖道的恶性肿瘤、异常妊娠、生殖道感染、环境和职业性危害等对生殖的影响等问题。此外，生殖生物学也研究在青春期、泌乳、衰老和妊娠等过程中与生殖相关的内分泌变化，以及性行为的形成和影响因素等。

随着人工授精、体外受精、胞浆内单精子注射（ICSI）、胚胎移植、细胞核移植，以及很多辅助生殖技术的广泛应用，这门学科在生物学、医学及农业中的地位越来越重要。例如，自 1978 年英国科学家首次成功地获得世界首例试管婴儿至今，全世界已有约 100 万试管婴儿诞生，体外受精和胞浆内单精子注射技术已成为临床上不育症治疗的最主要手段，为许多不育夫妇带来了福音。

最近 20 年来，细胞生物学、分子生物学、生物化学、生理学等学科飞速发展，各种现代生物学技术已广泛渗透到生殖生物学的研究过程中，使得人们对生殖过程中的各种现象及其分子机制的了解有了长足的进步。

四、生殖生物学的相关学科

随着生殖生物学的迅速发展，生殖生物学的研究范围也在逐步扩大，与很多学科间的交叉也变得越来越明显，这里仅简单介绍与生殖生物学相关性很强的一些学科。

1. 动物胚胎学 (embryology)

动物胚胎学是研究动物个体发育过程中形态结构及其生理功能变化的一门科学，实际上是对受精和出生之间动物发育过程的研究。个体发育包括生殖细胞的起源、发生、成熟、受精、卵裂、胚层分化、器官发生，直至发育为新个体，以及幼体的生长、发育、成熟、衰老和死亡。通常也将个体发育的整个过程分为胚前发育、胚胎发育和胚后发育。胚前发育主要研究生殖细胞的起源、单倍体的精子和卵子的发生、形成和成熟。胚胎发育是指从受精到分娩或孵出前的发育过程。胚后发育包括出生或孵出的幼体的生长发育、性成熟、体成熟，以及以后的衰老和死亡。胚胎学一般只研究胚前发育和胚胎发育。

2. 发育生物学 (developmental biology)

发育生物学是在动物胚胎学的基础上，结合细胞生物学、遗传学和分子生物学等学科的发展，而逐渐形成的一门新兴学科。它是应用现代生物学的技术，来研究生物发育本质的科学，主要研究生殖细胞的发生、受精，胚胎发育、生长、衰老和死亡等过程，分析从受精一直到主要胚胎器官形成时动物发育的基本现象及形式，偏重于研究细胞决定及分化的机制，以及形态发生过程中的细胞间相互作用等问题。

3. 动物繁殖学 (animal reproduction or theriogenology)

动物繁殖学主要研究家畜和家禽生殖过程中的形态、生理和功能的变化, 以及调节和控制生殖过程的相关技术。它是畜牧科学的一个重要组成部分, 主要包括家畜和家禽的生殖生理、繁殖技术以及家畜繁殖力的评价和家畜生产的影响因素和管理等。

4. 生殖医学 (reproductive medicine)

生殖医学是一门综合性的新兴学科, 包括范围很广, 涉及生育、不育、节育和出生缺陷等。生殖医学的主要任务是通过常规的诊断和治疗措施, 将现在的各种生殖技术应用于不育病人, 使其产生后代。自 1978 年, 世界上第一例试管婴儿诞生以来, 辅助生殖技术已得到了突飞猛进的发展。在国外及国内, 大量的生殖医学中心或辅助生殖中心相继建立, 为越来越多的不孕症患者解除了痛苦。在提供的服务方面, 也由简单的人工授精及体外受精, 逐渐向胞浆内单精子注射、卵细胞质互换、着床前胚胎的遗传诊断等多方位发展。

5. 产科学 (obstetrics)

产科学主要是研究妊娠、分娩、胎儿出生及出生后事件的一门临床科学, 它的任务是既要保证产生一个健康的后代, 又要确保母体的健康不受损害。可通过超声等手段来判断子宫内的情况, 对母体子宫的大小、妊娠期的长短、胎儿的大小和位置等进行分析, 从而使胎儿顺利产出。在异常情况下, 通过剖腹产手术等来保证胎儿的分娩。

6. 妇科学 (gynecology)

妇科学是主要研究雌性生殖系统各种失调的一门科学。现代妇科学涉及月经失调、绝经、生殖器官的感染性疾病和异常发育、性激素紊乱、良性和恶性肿瘤, 以及各种与避孕相关的问题。由妇科学产生的一门分支学科为生殖医学。与妇科学相应, 也产生了男科学或男性学 (andrology), 主要研究男性生殖器官的各种异常或病变, 以及男性的不孕症等问题。

事实上, 与生殖生物学相关的学科还有很多, 特别是内分泌学、细胞生物学和分子生物学的进展对于阐明生殖过程的机理起了巨大的推动作用。

五、生殖生物学的发展前景

据报道, 不孕症在国外的发病率约为 15% ~ 20%。自从世界上第一例试管婴儿路易·布朗 (Louise Brown) 1978 年 7 月 25 日在英国诞生以来, 体外受精、促排卵技术、显微受精、胚胎培养、胚胎冷冻等辅助生殖技术迅速发展, 并不断完善, 已为很多不孕患者解除了痛苦。据估计, 全世界每年大约有 100 000 例试管婴儿出生。自我国的第一例试管婴儿 1988 年出生以来, 辅助生殖技术已在全国的绝大多数地区得到推广。

性和生殖健康是人们生活和幸福的核心内容。生殖健康的主要内容是保证妊娠的正常及安全进行, 使用更安全的避孕措施, 以及防治生殖道的感染等。由于世界人口