

科 学 家 谈 生 物

KEXUEJIA TAN SHENGWU

生命迷宫

——发育的秘密

SHENGMING MIGONG—FAYU DE MIMI

仝允栩 王子仁 编著



湖南教育出版社

《科学家谈生物》第二辑

伟大的创举、精细的操作

——基因工程

生命迷宫

——发育的秘密

人体的保护神

——血液与淋巴

我们生活在同一片蓝天下

——生物与环境

生命科学的新世纪

——克隆羊和克隆技术

开发自我

——脑、社会和心理

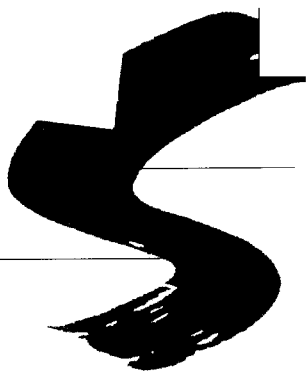
ISBN 7-5355-3043-5



9 787535 530431 >

ISBN7-5355-3043-5/G·3038

定价:15.00 元



科学家谈生物

KEXUEJIA TAN SHENGWU

生命迷宫

——发育的秘密

SHENGMING MIGONG — FAYU DE MIMI

仝允栩 王子仁 编著

湖南教育出版社

生命迷宫——发育的秘密

全允栩 王子仁 编著

责任编辑:刘百里

湖南教育出版社出版发行

湖南省新华书店经销 长沙市银都教育印刷厂印刷

850×1092 长 32 开 印张:10.375 字数:170000

1999 年 10 月第 1 版 1999 年 10 月第 1 次印刷

印数:1—2000

ISBN7—5355—3043—5/G·3038

定价:15.00 元

本书若有印刷、装订错误,可向承印厂调换

(厂址:长沙市远大一路马王堆 邮编:410001)

编者的话

五年前，我们便酝酿出版一套面向中学生的生物学科普读物，经过不懈的努力，在二十几位中国科学院院士、研究员、教授的大力支持下，终于撰写出了这套《科学家谈生物》丛书。

生物科学近年来发展很快，随着学科的交叉和新兴交叉学科的不断涌现，传统的学科界限正在消失。对于即将到来的激动人心的生物科学时代，两极的发展加快，细胞、分子、量子生物学和种群、生态、生物圈的研究加强；生物科学与物理、化学、数学、技术科学的交叉渗透大大增强，边缘学科迅速发展；生物科学中重大问题的多学科、多层次、多方法的综合研究日益受到重视；受现代新兴学科的推动，生物科学朝着从定性到定量、从实验到理性、从描述到数学模式、从分析到综合的方向发展。

面对生物科学的蓬勃发展，世界各国都作出了积极反应。如美国则作出了“人类基因组”(又称人体“阿波罗”)和“脑的十年”两个重要的研究计划。

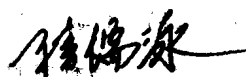
在人才培养和经费保障方面都做了很充分的准备。美国现在每年培养的博士有30万，其中51%~52%是属于生物学领域的；美国联邦政府每年拨款的科研经费上千亿美元，生物科学所占的比例将近一半。

国际上对生物科学都十分重视，已经造成了世界范围内生物科学家求职较易、需求人才极多的局面。

另外，生物科学在精神文明建设中也发挥着巨大作用，破除迷信，辨识真伪科学。在农村普及生物科学知识，倡导科学种田，促进科技兴农，大面积提高农、牧、林、副、渔业的产量和质量，脱贫致富。提倡计划生育，优生、优育。加强对环境和整个生态系统的保护，有利于人类和自然的和谐发展，都将得益于生物科学的发展和普及。

本套丛书的编撰，力求做到内容新颖，以生动、活泼的语言，流畅、通俗的文字，反映当前世界上最新的成果、最新的动态、最新的发展趋势。但又必须保证其科学性、知识性、预见性、启发性，让读者能真正开卷有益。

中国科学院院士
北京师范大学教授



1996年11月30日

序

张克勤

生物科学是研究一切生命现象及其运动规律的科学总称。由于它与人类生存、人民健康和社会发展密切相关，生物科学一直是自然科学中最受关注的学科之一。特别是近半个世纪以来得到迅猛发展的现代生物科学，更有可能成为 21 世纪自然科学的主角。

生物科学是农业生产的理论基础。近两百年来，生物学家将地球上的生物进行了科学分类，并初步揭示了绿色植物光合作用的秘密、生物新陈代谢的生理生化机制和生长、发育、生殖、遗传、进化的规律。在这些研究的基础上，农业科学家培育出了各种优良的动植物品种，研究出了各种农业生物优质高产的生产技术，从而促进了农业生产率的大幅度提高，满足了人类的生活需要。但是，随着人口的急剧增加和耕地面积的减少，对农业生产的

要求越来越高，科学家必须培育更多的高产、优质、抗逆、抗病虫的动植物品种，提供效率更高的高产优质生产技术和更好保护地球环境的可持续发展策略。要做到这些，必须依靠现代生物科学和技术的发展。

依靠生物学和医学的帮助，人类已经战胜了天花、霍乱、伤寒、鼠疫、结核等许多可怕的疫病。但人类的生命仍然面临着免疫系统疾病、恶性肿瘤、心血管病和遗传性疾病的严重威胁，而现代生物学的发展可以为人类降服这些病魔奠定胜利的基础。

现代生物科学是依靠化学、物理学、数学和技术科学之助成长发展起来的，而生物科学的成就也成为工程原理和技术思想的源泉。可以预期，在 21 世纪，生物科学与技术科学和其他自然科学会更紧密地结合，从而导致计算机、人工智能、机器人、生物工程和太阳能利用等高技术领域的革命性变化。

生物科学对人类社会的发展实在是太重要了。要把握住新世纪的脉搏，就必须多了解一些生物科学的知识。湖南教育出版社的这套《科学家谈生物》丛书，正好可以满足读者的需要。丛书各册均由著名的生物学家撰写，内容丰富，深入浅出，较好地介绍了生物科学方方面面的研究和发展概况，是值得一读的生物科学普及读物，故乐于为之作序，并郑重向读者特别是青少年朋友推荐。

前 言

地球上生活着熙熙攘攘的人类，每时每刻都有婴儿呱呱坠地；同时，也有人以各种不同的原因而死亡。众多的动物更是如此。人从生到死，尽管各人的遭遇各种各样：有的人一帆风顺，有的却一生坎坷；幸福和苦难，欢乐和悲哀交织着奏出生命的交响乐！但他们都经历了相同的发育过程：从父、母的精、卵结合开始，经过十月怀胎，离开母体来到人世间；从婴儿、幼儿、少年、青年、壮年、老年，到衰老死亡。尽管人生经历千差万别，但这个漫长的生长发育过程，在正常的情况下却是惊人的相似。因此，关于人和动物是怎样产生的，自古以来就令人困惑不解。同时，各种各样动物类群多变的胚胎发育历程，也一直吸引着人们坚持不懈的进行探索。于是，由此产生并发展出一系列关于研究个体发育的学科：胚胎学、比较胚胎学、实验胚胎

学、化学胚胎学和分子胚胎学等。早在 16 世纪就
已有人解剖和研究了十多种脊椎动物的胚胎，当时
仅仅是纯粹描述动物的胚胎发育过程。到 19 世纪
末创立了用实验和分析的方法研究发育的机制，进
而发展为今天的发育生物学。

本书是简要介绍发育生物学的主要内容，包括
胚胎发育和胚后发育两大阶段。就是从雌、雄生殖
细胞的发生、受精、胚胎形成直到出生或孵化，又
开始机体的生长、发育、性成熟、繁殖、衰老到死
亡。发育过程不仅各种动物千差万别，即使在同一
种动物的胚胎中，各种器官的发育也不一样，所以
内容十分广泛丰富。可是发育生物学的核心问题只
有一个，就是细胞分化，即胚胎各部分之间差异的
产生，也就是细胞何时和如何从一种类型的细胞
(卵裂球)发育为构成胚胎各种不同类型的细胞的
问题。在个体发育中，细胞分化、组织发生(由胚
胎细胞形成胚胎各种组织的发育过程)和器官发生
(不同胚层来源的细胞构成器官的过程)是并行的，
又是合拍的。

细胞分化的基础是各种细胞要合成它们本身特
有的蛋白质，并表现出各自的形态特点。例如，血
液中的红细胞合成血红蛋白，眼晶状体细胞合成晶
体蛋白以及肌肉细胞合成肌动蛋白和肌球蛋白等。
根据“中心法则”，基因的 DNA 转录成信息 RNA，

再翻译为各种蛋白质。那么就要问：在卵裂期各个卵裂球的核拥有全套遗传信息，为什么后来每类细胞却只有一小部分表现出功能活动，产生它们特有的蛋白质？这表明细胞分化是由于基因的表达有时、空的选择性。那么这种有选择的基因表达是如何被调控和激活的？这就是说，发育的关键问题是发育过程中基因表达的时、空程序等问题，也是研究发育机制的中心内容。

可是关于动物发育的研究不只限于某一个水平，它应该包括分子、细胞、组织、器官和个体各个水平。无论哪个水平的发育都可从基因的调节和激活进行探索。有关基因何时被激活？受它指导所合成的蛋白质在何时和如何在不同的水平上起作用，导致在各个水平上形成不同的形态，执行不同的功能，就成为发育生物学的重中之重了。

关于各种细胞器在卵子受精后进行分裂时的行为，庄孝德先生曾引用我国著名生物学家朱洗的一个很形象的比喻：分裂过程好比一出戏，各种细胞器好比演员，一出戏唱得好，演员要按一定的先后顺序出场，要在一定的场合按一定的唱腔，唱一定的唱词，而且要走一定的台步。一句话，要有严格的时间、空间秩序。否则，不必说所有的演员同时站在台上各唱各的，不能算一出戏；即便唱腔或唱词唱错了，或台步走错了，这出戏也是失败的。这

个比喻完全可应用到个体发育的全过程。这种时间和空间秩序应当取决于基因活动在时间和空间上的调节控制。

上面我们勾划出发育生物学的大致轮廓。从研究内容看，动物和人的发育过程既有共性也有个性，错综复杂，限于篇幅不可能都在本书中详加说明。因此，这里只能将各类动物的基本生殖方式、生殖细胞的发生、胚胎期发育的主要变化及对生活环境的适应、变态、再生和基因在发育中的作用等作出扼要介绍。但我们认为这些内容是对有兴趣的读者进一步学习和深入了解发育的基础或入门。希望读者能从中有所收获，帮助揭开对发育认识中的一些迷团；更希望有志于发育生物学的中学生和青少年参加到这个领域的学习和研究中来，这也是我们编写此书的愿望。另外，限于我们的理论知识水平，加之时间仓促，错误和欠妥之处在所难免，尚祈读者不吝批评指正。

编者于兰州大学

1998年10月

目 录

一、传宗接代，各显神通（生殖方式）

- (1)
- 由体细胞进行的生殖——无性生殖
..... (2)
- 独占鳌头的有性生殖 (10)
- 动物界中的单亲子女——天然单性生殖
..... (17)
- 没有外祖父的癞蛤蟆——人工单性生殖
..... (21)

二、生殖细胞 (23)

- “传家宝”的来历——生殖细胞的发生
过程 (23)
- 有丝分裂一视同仁，减数分裂情有独钟
..... (25)
- 灵活机动的精子 (31)

精子细胞要经过脱胎换骨的改造才能	
形成精子	(35)
精子的成熟和排放	(36)
雍容华贵的卵子	(40)
卵子的方位——极性、卵轴和对称	
.....	(47)
瓜熟蒂落——卵子的成熟和排放	(50)
生殖细胞的发育、成熟和排放的	
“总指挥”——激素	(54)
三、起死回生，受精——新生命的开始	
.....	(56)
精卵结合不是简单的“拉郎配”	(57)
精子以多取胜，奋勇争先争夺卵子	
.....	(61)
精卵结合前精子的二重奏	(65)
卵子一触即发，震荡不已	(69)
重重设防，确保一个精子入卵	(74)
雌、雄原核融合，受精大功告成，诞生	
新的生命	(77)
四、从水到陆——生殖细胞及胚胎	
发育的适应	(79)
卵的类型和卵的自我保护——卵膜	
.....	(80)

安居工程：胚外的保护膜——胎膜	
.....	(88)
哺乳动物胚胎的“豪华公寓”——	
胎膜和胎盘	(93)
五、胚胎中轴的奠定——神经胚的形成	
.....	(109)
从量变到质变：从卵裂期到囊胚期	
.....	(109)
发育中的“宿命论”——胚胎预定命运	
图谱	(117)
囊胚层细胞的大迁移——原肠形成和原	
肠胚	(120)
胚胎中轴的奠基——神经胚的形成	
.....	(122)
神奇的背唇——胚胎诱导	(127)
六、分道扬镳，各司其职，完成发育	
大业	(130)
最高司令部——神经系统的发生	(132)
君从何处来？神经组织的发生	(133)
多潜能、善迁移的神经嵴细胞	(150)
为什么有的神经损伤后能再生，有的	
则很难再生？	(154)
感受五彩缤纷的世界——眼的发生	
.....	(157)

眼原基起源于脑	(159)
眼发育过程中的诱导链	(161)
视网膜中神经细胞的迁移和分化	(165)
婴儿为什么看不清?	(168)
生儿育女——生殖系统的发育	(169)
生殖腺的发生和原始生殖细胞的迁移	(170)
性别的决定	(176)
如何控制动物性别	(179)
七、修残补缺——再生	(182)
神通广大的再生能力	(183)
断肢无需再植——有尾两栖类的附肢 再生	(192)
哪些因素影响断肢的再生?	(197)
两栖类的眼不需人工晶状体移植—— 晶状体再生	(201)
八、变态——变是为了生存	(204)
变态广泛存在于动物界	(204)
形形色色的昆虫变态	(207)
蝌蚪为什么像鱼而不像蛙? ——两栖类 的变态	(211)
激素控制变态	(214)
九、异常发育, 畸胎学	(220)
畸胎学, 研究发育的一种途径	(220)

注意！警惕危险的致畸因子	(224)
连体婴儿和双胞胎	(230)
附录：一些已知的和可能的致畸药物 和化学物质	(233)
十、定向转变，细胞分化	(234)
已分化细胞的标准	(235)
站在发育的同一起跑线上——基因组的 等能性	(241)
但是“克隆羊”并不是最早的“克隆动物” ——两栖类无性生殖系 (Cloning)	(250)
“克隆羊”为何在世界上引起强烈轰动	(256)
含相同遗传物质的细胞分化为不同类型 的细胞——不同基因的选择表达	(259)
十一、小小基因主持发育大舞台	(267)
中心法则，发育的遗传基础	(268)
在转录水平控制发育	(270)
通过 RNA 的加工控制发育	(282)
在翻译水平对发育的调控	(287)
翻译后水平调节基因的表达	(297)
十二、蓬勃发展的发育生物学	(306)
发育生物学是生命科学的总括	(307)