

Eukaryotic Microbes

真核微生物

Moselio Schaechter



微生物学百科全书精编

Eukaryotic Microbes

真核微生物

Edited by
Moselio Schaechter

科 学 出 版 社

北 京

图字：01-2012-1934

This is an annotated version of

Eukaryotic Microbes

Edited by Moselio Schaechter.

Copyright © 2012 Elsevier Inc.

ISBN: 978-0-12-383876-6.

Material in the work originally appeared in Encyclopedia of Microbiology (Elsevier Inc., 2009), Current Opinion in Microbiology, Volume 13, Issue 4 (Elsevier Ltd 2010), Trends in Microbiology Volume 18, Issue 5 (Elsevier Ltd 2010), Trends in Biotechnology Volume 27, Issue 2 (Elsevier Ltd 2008) .

All rights reserved.

No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopy, recording, or any information storage and retrieval system, without permission in writing from the publisher.

AUTHORIZED EDITION FOR SALE IN P. R. CHINA ONLY

本版本只限于在中华人民共和国境内销售

图书在版编目(CIP)数据

真核微生物 = Eukaryotic Microbes: 英文 / (美) 谢策特 (Schaechter, M.) 主编. — 北京: 科学出版社, 2012

(微生物学百科全书精编)

ISBN 978-7-03-034293-5

I. ①真… II. ①谢… III. ①真核生物—微生物学—英文 IV. ①Q19②Q93

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 093511 号

责任编辑: 孙红梅 责任印制: 钱玉芬

封面设计: 耕者设计工作室

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>

北京佳信达欣艺术印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2012年6月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2012年6月第一次印刷 印张: 32

字数: 759 000

定价: 150.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

导 读

真核微生物是相对于原核微生物的一类微生物，不仅对地球物质化学循环有着举足轻重的作用，亦强烈影响着人类的生产与生活。随着分子生物学、生物信息学技术的飞速发展，越来越多的真核微生物被人们关注并加以利用，然而，我们对真核微生物中的大部分类群知之甚少，更谈不上对这些生物之间相互作用的机制有所了解。而由 Moselio Schaechter 教授主编的《真核微生物》一书，恰恰为我们打开了一扇能够了解真核微生物这一庞大类群奥秘的大门。

本书有三个突出的特点。首先，在《微生物百科全书》第三版的基础上邀请了诸多真菌、原生生物领域的权威专家进行撰稿，不仅仅囊括了现存的经典理论，亦引入了各个领域的最新研究进展以及撰稿人及其研究团队对各自研究领域未来的展望；其次，很少有著作将真菌和原生生物放在同一本书里，而这两部分存在密切的相互关系，本书将广义的真菌和原生生物放在一起撰写，以便真菌研究人员或是原生生物研究者对这两大类群生物的相互关系进行思索；第三，本书并没有以我们所熟知的分类单元来分门别类论述，而是以更易于读者接受和理解的方式进行撰写，尤其突出具有重要意义的一类群。

本书共有三十三章，分为两部分。第一部分包括前十二章，主要介绍了具有重要意义的一类群的真菌类群，分别从定义、分类、细胞结构、生长发育、代谢、生态作用、基因组、分子生物学以及人为利用系统全面的论述，并且根据不同类群的特点重点论述。第一、二章分别以具有重要经济意义的酵母和曲霉属真菌为对象，第三、四章分别以与植物共生的麦角菌科、植物内生微生物为对象，第五章论述了动物寄生的微孢子虫，第六、七章论述了与植物专性共生的菌根和与藻类共生的地衣；第八、九章分别论述了植物病原真菌及原生生物；第十、十一、十二章分别论述了侵染昆虫的虫生真菌和感染人的系统性真菌感染和表皮感染。

本书的第二部分包括二十一章内容，主要包括了原生生物的各个章节。第十三章将为我们介绍一类古老的原生生物，无线粒体原生生物，这类生物包括双滴虫类，副基体类和锐滴虫类；第十四章和第十五章介绍变形虫和纤毛虫在形态学、系统学和生态学方面的知识；第十六章可以看作是第十五章有关纤毛虫内容的一个延伸，主要是一些有关纤毛虫以及假定的无性真核微生物的相关内容；从第十七章到第十九章，分别介绍了颗石藻、硅藻、甲藻三个类群，着重介绍了三者形态学、系统学、多样性方面的知识。其中颗石藻一章中包括水华形成的相关内容；第二十章是有关黏菌的内容，从多个方面对黏菌基因表达和细胞分化进行详细的阐述；第二十一章和第二十二章是关于有孔虫及眼虫的相关内容，作为原生生物中的两类典型类群，研究有孔虫与眼虫有助于我们更好的了解一些细胞器的起源，解释动植物之间的进化关系；第二十三章和二十四章介绍了一些病原原生生物，在第二十三章以典型的阿米巴变形虫和隐孢子虫为例说明肠道原生生物，第二十四章介绍利什曼虫的相关内容；第二十五、二十六、二十七章分别介绍了关于卵菌、微微型真核藻、茸鞭类生物的相关内容；从第二十八章到第三十章，我们将接触到两类十分致命的病原原生生物，弓浆虫和锥体虫，这两类群原生生物会分别引起弓形体病和昏睡病。在这三

章中，详细阐述了这两种病原生物的定义、分布、寄主以及生活周期，并且从流行病学、分子生物学角度对弓形体病和昏睡病的发病机制、传播周期及临床表现进行说明。同时我们也会介绍这两种疾病的诊断、治疗以及预防知识；第三十一章是有关次级胞内共生的知识，这一章简单探讨有关真核细胞起源的相关问题；第三十二章是有关藻华的相关内容，提供了由藻华引起的诸多环境问题的相关知识；最后一章从微生物的食物或营养网络的角度综合介绍了不同微生物之间的关系。

刘杏忠

中国科学院微生物研究所

前 言

相对于原核微生物，真核微生物（包括真菌和原生生物）在地球物质循环等重要过程中发挥重要作用。根据其生命特征，真菌是物质循环重要的降解者，原生生物是重要的光合作者（或者也可以称其为重要的捕食者）。如果没有这些生物，自然界的物质化学循环将完全不同，尤其是生物圈将不能维持下去。

鉴于真核微生物的重要性，本书的主要章节是在《微生物学百科全书》第三版的基础上重新撰写的。这本书所有的章节都由这一领域的权威专家编写。不仅结合了最新研究进展，而且对未来研究进行了展望。本书没有按照现有的分类体系进行分门别类论述，而是按照便于读者阅读的章节顺序进行撰写的。

本书中所用的真菌和原生生物是广义的概念。将这两类生物放在一起是不多见的。多数专著只关注其中的真菌或原生生物。尽管这两个庞大的类群没有共同的亲缘关系，但是它们分享广阔的栖息地，并共同发挥作用，因此将他们放在一起是有道理的。同时，通过对其中一类的了解有助于对另一类的了解。

Numbers in the parentheses indicate the pages on which the authors' contributions begin.

- I. Čepička** (175), Charles University in Prague, Prague, Czech Republic
- R.A. Andersen** (373), Bigelow Laboratory for Ocean Sciences, West Boothbay Harbor, ME, USA
- J.M. Archibald** (427), Dalhousie University, Halifax, NS, Canada
- P. Assmy** (435), Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Bremerhaven, Germany
- C.J. Bacchi** (397), Pace University, New York, NY, USA
- D. Bhattacharya** (373), University of Iowa, Iowa City, IA, USA
- S.M. Boo** (373), Chungnam National University, Daejeon, Republic of Korea
- J.C. Boothroyd** (385), Stanford University School of Medicine, Stanford, CA, USA
- J.J. Burdon** (97), CSIRO, Canberra, Australia
- Frédéric Delbac** (65), Clermont Université, Université Blaise Pascal, Laboratoire Microorganismes: Génome et Environnement, BP 10448, F-63000 Clermont-Ferrand, France
CNRS, UMR 6023, LMGE, F-63177 Aubiere, France
- J. Dighton** (73), Rutgers University Pinelands Field Station, New Lisbon, NJ, USA
- Micah Dunthorn** (227), Organismic and Evolutionary Biology, University of Massachusetts, Amherst, MA 01003, USA
Corresponding author: Dunthorn, M. (dunthorn@rhrk.uni-kl.de) Present address: Department of Ecology, University of Kaiserslautern, 67653 Kaiserslautern, Germany.
- Hicham El Alaoui** (65), Clermont Université, Université Blaise Pascal, Laboratoire Microorganismes: Génome et Environnement, BP 10448, F-63000 Clermont-Ferrand, France
CNRS, UMR 6023, LMGE, F-63177 Aubiere, France
- L. Ericson** (97), Umeå University, Umeå, Sweden
- M.A. Farmer** (311), University of Georgia, Athens, GA, USA
- Richard Gordon** (249), Department of Radiology, University of Manitoba, Winnipeg MB R3A 1R9, Canada
- A.B. Gould** (105), Rutgers University, New Brunswick, NJ, USA
- S. Hammer** (85), Boston University, Boston, MA, USA
- H. Huang** (397), Albert Einstein College of Medicine, Bronx, NY, USA
- R.A. Humber** (127), USDA-ARS Biological Integrated Pest Management Research Unit, Ithaca, NY, USA
- C.D. Huston** (323), University of Vermont College of Medicine, Burlington, VT, USA
- R.W. Jordan** (235), Yamagata University, Yamagata, Japan
- S. Kamoun** (347), The Sainsbury Laboratory, Norwich, UK
- Laura A. Katz** (227), Organismic and Evolutionary Biology, University of Massachusetts, Amherst, MA 01003, USA
Department of Biological Sciences, Smith College, Northampton, MA 01063, USA
- L.V. Kirchhoff** (397), University of Iowa, Iowa City, IA, USA
- Dusan Losic** (249), Ian Wark Research Institute, University of South Australia, Mawson Lakes, Adelaide SA 5095, Australia
- D. Lynn** (213), University of Guelph, Guelph, ON, Canada
- F.S. Machado** (397), Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil
- R. Massana** (355), Institut de Ciències del Mar, Barcelona, Catalonia, Spain
- I. Maudlin** (411), Centre for Infectious Diseases, The University of Edinburgh, 1 Summerhall Square, Edinburgh, UK
- P.C. Melby** (335), South Texas Veterans Health Care System and The University of Texas Health Science Center at San Antonio, San Antonio, TX, USA

- S. Mukherjee** (397), Albert Einstein College of Medicine, Bronx, NY, USA
- Stephen S. Nagy** (249), Montana Diatoms, PO Box 5714, Helena MT 59604, USA
- G.B. Ogden** (335), St. Mary's University and The University of Texas Health Sciences Center at San Antonio, San Antonio, TX, USA
- J. Pawlowski** (291), University of Geneva, Geneva, Switzerland
- K. Picozzi** (411), Centre for Infectious Diseases, The University of Edinburgh, 1 Summerhall Square, Edinburgh, UK
- K. Pierce** (323), University of Vermont College of Medicine, Burlington, VT, USA
- C. Scazzocchio** (19), Institut de Génétique et Microbiologie, Université Paris-Sud, Orsay, France; Department of Microbiology, Imperial College London, London, UK
- P. Schaap** (279), University of Dundee, Dundee, UK
- C. Scott** (279), University of Dundee, Dundee, UK
- B.F. Sherr** (451), Oregon State University, Corvallis, OR, USA
- E.B. Sherr** (451), Oregon State University, Corvallis, OR, USA
- P.P. Simarro** (411), World Health Organization, Control of Neglected Tropical Diseases, Innovative and Intensified Disease Management, Geneva, Switzerland
- A.G.B. Simpson** (175), Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada
- V. Smetacek** (435), Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Bremerhaven, Germany
- A. Smirnov** (191), St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia
- P.G. Sohnle** (167), Division of Infectious Diseases, Department of Medicine, Medical College of Wisconsin, and the Section of Infectious Diseases, VA Medical Center, Milwaukee, WI, USA
- M.-O. Soyer-Gobillard** (263), Université Pierre et Marie Curie Paris 6, Laboratoire Arago, Banyuls-sur-Mer, France
- J.F. Staab** (143), Oregon Health Science University, Portland, OR, USA
- Frithjof A.S. Sterrenburg** (249), Stationsweg 158, Heiloo 1852LN, The Netherlands
- M. Tadych** (51), Rutgers University, New Brunswick, NJ, USA
- H.B. Tanowitz** (397), Albert Einstein College of Medicine, Bronx, NY, USA
- Catherine Texier** (65), Clermont Université, Université Blaise Pascal, Laboratoire Microorganismes: Génome et Environnement, BP 10448, F-63000 Clermont-Ferrand, France
CNRS, UMR 6023, LMGE, F-63177 Aubiere, France
- P.H. Thrall** (97), CSIRO, Canberra, Australia
- Mary Ann Tiffany** (249), Center for Inland Waters, San Diego State University, 5500 Campanile Drive, San Diego CA 92182, USA
- M.S. Torres** (41), Rutgers University, New Brunswick, NJ, USA
- Cyril Vidau** (65), Clermont Université, Université Blaise Pascal, Laboratoire Microorganismes: Génome et Environnement, BP 10448, F-63000 Clermont-Ferrand, France
CNRS, UMR 6023, LMGE, F-63177 Aubiere, France
- Bernard Viguès** (65), Clermont Université, Université Blaise Pascal, Laboratoire Microorganismes: Génome et Environnement, BP 10448, F-63000 Clermont-Ferrand, France
CNRS, UMR 6023, LMGE, F-63177 Aubiere, France
- D.K. Wagner** (167), Division of Infectious Diseases, Department of Medicine, Medical College of Wisconsin, and the Section of Infectious Diseases, VA Medical Center, Milwaukee, WI, USA
- G.M. Walker** (1), University of Abertay Dundee, Dundee, Scotland, UK
- C.J. Watts** (167), Division of Infectious Diseases, Department of Medicine, Medical College of Wisconsin, and the Section of Infectious Diseases, VA Medical Center, Milwaukee, WI, USA
- H.D. Weiss** (397), Albert Einstein College of Medicine, Bronx, NY, USA
- L.M. Weiss** (397), Albert Einstein College of Medicine, Bronx, NY, USA
- S.C. Welburn** (411), Centre for Infectious Diseases, The University of Edinburgh, 1 Summerhall Square, Edinburgh, UK
- J.F. White** (41), (51), Rutgers University, New Brunswick, NJ, USA
Rutgers University, New Brunswick, NJ, USA
- B. Wong** (143), Oregon Health Science University, Portland, OR, USA
- H.S. Yoon** (373), Bigelow Laboratory for Ocean Sciences, West Boothbay Harbor, ME, USA

The eukaryotic microbes, fungi and protists, vie with the prokaryotic ones for importance in the affairs of this planet. Fungi are the great recyclers, protists the great photosynthesizers (or, if you prefer, the great predators), to name but two of their life-driving attributes. If these organisms were lacking, the biochemical cycles of matter in nature would have a different quality, one that would not sustain our biosphere as we know it.

Given their importance, it pleases us to present a compendium of chapters on these organisms derived from the *Encyclopedia of Microbiology*, 3rd edition. A few chapters from other sources have also been included; all were written by investigators with authority in their fields. Where appropriate, these contributions have been updated with current

references and a section on future developments. The organization of this book does not follow a proscribed taxonomy, which would be an uncertain endeavor. Rather, the chapters are presented in an order we believe is convenient to the readers.

The terms *fungi* and *protists* are used here *sensu lato*. The housing of these two groups between the same covers is unusual; most treatises deal with one or the other. We find this union to be justified. Although these two huge groups do not share a common phylogeny, unless, of course, one traces them back to the early branches, they do share vast habitats where they surely play collaborative roles. Those mainly interested in but one of the two should find ample reasons herein to also explore the other.

目 录

第一部分 真菌

1. 酵母

定义	3
酵母的定义和分类	3
酵母的定义和特征	3
酵母的分类	3
酵母的生物多样性	4
酵母的生态学	4
酵母的自然生活环境	4
酵母在食物链中的作用	4
酵母的微生物生态学	5
酵母的细胞结构	5
一般细胞特征	5
酵母细胞学方法	5
酵母亚细胞结构和功能	6
酵母的营养、代谢和生长	6
酵母生长的营养和环境条件	6
酵母的碳代谢	8
酵母的氮代谢	9
酵母的生长	10
酵母的遗传学	12
酵母的生活史	12
酵母的遗传操作	12
酵母的基因组和蛋白组计划	13
酵母在工业、农业、医学领域的重要性	14
酵母在工业上的重要性	14
酵母在环境和农业上的重要性	16
酵母的医学重要性	16
酵母科学和技术最新研究进展	16
拓展阅读	17

2. 曲霉

定义	19
----------	----

备注	19
什么是曲霉属?	19
曲霉对食品的污染	21
曲霉致病菌	21
人类致病曲霉	21
动物致病曲霉	24
聚多曲霉: 一种柳珊瑚致病菌	24
有益的曲霉	25
东方食品中的曲霉	25
曲霉产生胞外酶: 曲霉作为重组蛋白的宿主	25
曲霉与有机酸生产	26
医用次生代谢物	26
模式生物构巢曲霉 (构巢裸孢壳)	26
构巢曲霉遗传体系	26
构巢曲霉线粒体 DNA	27
构巢曲霉作为遗传代谢性疾病模式	28
基因表达调控	29
构巢曲霉作为细胞生物学模式	33
构巢曲霉的发育途径	35
曲霉属的基因组时代	38
拓展阅读	39

3. 麦角菌科

定义	41
前言	41
自由生活腐生菌和昆虫寄生菌	41
软体介壳虫上的物种	43
植物活体营养	43
麦角菌科的化学多样性	45
次生代谢物的生物活性	46
麦角菌科内生菌在经济、农业、生态中的重要性	47

麦角生物碱的起源和发展	47	Lolines	60
麦角生物碱的功能	47	最新研究进展	61
植物内生麦角菌与禾本科植物防御共生的证据	47	内生真菌的进一步分类	62
防御共生辩论：关于功能的争论 ...	48	新的内生互作体系	62
从自我防御到宿主防御的防御共生的演化	48	菌丝生长新机制	63
结论	48	宿主抗逆性防御共生及机制	63
致谢	49	生物活性化合物	63
拓展阅读	49	内生真菌研究新方法	63
4. 内生微生物		结论	64
定义	51	致谢	64
前言	51	拓展阅读	64
植物内生真菌	52	5. 微孢子虫：最小的寄生物-寄主互作模式	
一些常见的内生真菌与禾本科植物的相互关系	55	前言	65
苇状羊茅—— <i>Neotyphodium coenophialum</i> 共生体系	55	微孢子虫极管和孢子壁在宿主细胞入侵中的作用	66
黑麦草—— <i>Neotyphodium lolii</i> 共生体系	55	简短和紧凑的微孢子虫基因组反映寄主依赖	66
稗子—— <i>Neotyphodium occultans</i> 共生体系	56	寄主免疫反应：从保护到战胜抵御	68
洋醉马草—— <i>Neotyphodium chisosum</i> 共生体系	56	结论和展望	70
醉马草—— <i>Neotyphodium gansuense</i> 共生体系	56	参考文献和推荐阅读	70
醉草—— <i>Neotyphodium melicicola</i> 共生体系	56	6. 菌根	
森林刺猬草—— <i>Neotyphodium</i> 共生体系	57	定义	73
‘Huecú’ Grasses—— <i>Neotyphodium tembladerae</i> 共生体系	57	前言	73
内生真菌的生态影响	57	菌根类型	74
无毒素内生真菌植物生产	58	内生菌根	74
内生真菌活性代谢产物资源	58	外生菌根	75
麦角生物碱	59	兰科植物菌根	75
吡啶二萜代谢物	59	其他菌根	76
波胺	60	菌根的功能	76
		营养吸收	76
		水份吸收	77
		植物防御	77
		菌根生态学	78
		菌根类型的全球分布和土壤养分 ...	78
		菌根菌对植物群落的影响	78
		菌根型食用菌	79

菌根和植物生产	79
农业	79
经济林	79
恢复	80
菌根和污染	80
酸化污染	80
重金属污染	80
放射性核污染	81
有机物污染	81
气候变化	81
真菌自然保育	81
最新研究进展	82
拓展阅读	82
7. Lichens 地衣	
定义	85
前言	85
历史注记	89
地衣的进化	90
共生	92
讨论	94
拓展阅读	94
8. 植物病原菌和病害	
定义	97
前言	97
源于分布的简单生态学变化导致的病害 发生	98
病原物随人为引起寄主植物分布变化而 引发的病害	98
转移到新的、未接触过病原的宿主	98
病原物的遗传改变引发的病害	99
环境的改变引发的病害	102
我们能否预测未来疾病的发生?	102
.....	
对抗入侵的植物疾病	103
结论	103
拓展阅读	104

9. 真菌和原生生物植物病原体	
定义	105
前言	105
真菌的特征	106
菌丝和真菌细胞	106
营养	106
生殖	108
散布和生存	109
真菌和环境	110
植物真菌病害症状	111
生长异常	111
脱落	111
取代寄主组织	111
坏死	111
永久性枯萎	112
病原菌类群	113
原生动物界	113
茸鞭生物界	113
真菌界	116
诊断	123
防治	124
拓展阅读	125
10. 虫生真菌	
定义	127
前言	127
病程及病理生物学	128
穿透表皮过程中真菌和寄主的互动	128
真菌在血腔的扩展	132
虫生真菌的应用	134
真菌生防制剂的研发	134
真菌是病原物还是腐生物?	136
真菌生防制剂的安全性	136
虫生真菌的展望	137
现代系统学和分类	137
虫生真菌的非传统和非有机体应用	137

多学科整合的昆虫真菌学	138	系统学	179
最近研究进展	139	生活习性	182
拓展阅读	140	细胞组成	182
11. 系统性真菌感染		双滴虫类	182
定义	143	副基体类	183
前言	143	锐滴虫类	185
病原真菌的分类	143	氢化酶体与纺锤剩体	185
寄主对真菌侵染的防御	145	遗传学和基因组学	187
研究真菌致病机理的分子手段	147	重要的致病物种	188
常见真菌疾病	150	拓展阅读	189
病原菌引起的疾病	150	14. 叶足状变形虫	
条件致病菌引起的疾病	157	定义	191
最近研究进展	165	前言	191
总结和结论	166	一些重要时期	192
拓展阅读	166	系统与系统发育	192
12. 皮肤性真菌感染		形态学	193
定义	167	裸变形虫类形态类型	200
寄主皮肤的防御	167	多态性	200
皮肤的结构	167	变形运动	207
角质化和表皮细胞增殖	167	生物学和生态学	209
抗真菌物质	167	重要性	210
先天免疫系统	168	拓展阅读	211
炎症反应	168	15. 纤毛虫	
皮肤的免疫系统	168	定义	213
疾病描述	169	前言	213
浅部真菌感染	169	形态特征	215
皮肤和皮下真菌病	171	纤毛虫的起源	215
系统性真菌病的皮肤表现	173	纤毛虫皮层的演变	216
近期研究进展	173	核二形性的进化	217
拓展阅读	173	主要分支	218
第二部分 原生生物		纤毛虫皮层的超微结构和结构的保守性	219
13. 无线粒体原生生物 (双滴虫类、副基体类和锐滴虫类)		分子系统学和主要分支	219
定义	177	纲水平上的多态性	219
前言	177	2 个亚门	219
无线粒体原生生物和真核生物演化	178	11 个纲	219
		种水平上的多态性检测	224
		种水平的形态多样性	224

种水平上的分子技术	224	拓展阅读	247
拓展阅读	226	18. 玻璃动物园：硅藻在纳米技术里的新应用	
16. 真核微生物中神秘的纤毛虫和假定无性型		为什么是硅藻?	249
假定的无性真核微生物	227	硅藻硅结构	251
难于观察	228	二氧化硅生物矿化和硅藻基因组学	251
一种改进的进化框架	229	硅藻生物光子学	255
性别缺失的结果	229	硅藻内部的微流体	256
古代无性生殖?	231	硅藻的药物输送用途	257
结束语和悬而未决的问题	231	用 Compustat 进行的硅藻选育	258
致谢	231	硅藻计算	258
参考文献	232	结论	258
17. 颗石藻		致谢	258
定义	235	参考文献	259
形态学	235	19. 甲藻	
颗石藻细胞的一般特征	235	定义	263
颗石藻的形态	237	前言	263
颗石藻的繁殖	238	甲藻的进化	263
颗石藻的功能	238	甲藻的多样性	265
分类	238	寇氏隐甲藻	265
从金藻纲到定鞭藻纲	238	夜光藻	268
定鞭藻门分类	239	原甲藻	269
基于形态学的分类概念	239	混合营养型甲藻	270
基于分子遗传学的分类概念	240	有丝分裂器的进化	271
采集方法	240	结论	274
生物地理与生态学	241	拓展阅读	277
一般分布	241	20. 网柄细胞黏菌属	
季节性和深度偏好	241	定义	279
水华	242	分类、进化和生态学	279
颗石藻水华的检测	242	基因组学及驯化	281
颗石藻病毒	244	盘基网柄菌的基因组	281
对区域气候和环境的影响	244	实验驯化	282
碳释放和水华淹没	245	盘基网柄菌的发育	283
进化	245	形态发生	283
颗石藻的起源	245	基因表达和细胞分化	286
颗石藻的多样性与灭绝	246	网柄细胞黏菌属最新研究进展	288
古代的颗石藻华	246	产孢级联	288
生物地层学用途	247		

全系统发育基因组测序	288	动基体	317
cAMP 信号的进化史	288	动质体中的 RNA 编辑	318
结论	289	糖酵解酶体	318
拓展阅读	289	<i>Diplonemids</i> 及其他类眼虫	319
21. 有孔虫		进化关系	320
定义	291	拓展阅读	321
前言	291	23. 肠内原生动	
细胞学和形态学特征	292	定义	323
粒网状伪足	292	前言	323
细胞核和其他细胞器	292	顶复亚门：隐孢子虫	324
实验形态学	293	小孢子虫目	326
生活史及繁殖	294	鞭毛虫纲：肠贾第虫	327
生态学	295	阿米巴变形虫纲：溶组织内阿米巴	329
分布和数量	295	研究现状	331
取食策略	295	隐孢子虫	331
共生	295	肠贾第虫	332
采集和保存	297	溶组织内阿米巴	332
基于形态学分类	297	结论	332
分子系统发育和多态性	298	拓展阅读	332
系统发育地位	298	24. 利什曼虫	
宏进化关系	300	定义	335
分子多样性	308	分类及形态学	335
进化史和地质学意义	308	生活史及生态学	336
拓展阅读	309	细胞生物学	337
22. 眼虫		质膜及表面分子	337
定义	311	鞭毛	338
分类学	311	其他膜界定的细胞器	338
细胞结构	312	分子生物学及基因表达调控	339
鞭毛结构	312	基因结构	339
线粒体	314	mRNA 加工	339
细胞核	314	基因表达调控	340
细胞骨架	314	转染及基因靶向	340
眼虫	314	病理机制及宿主反应	340
菌膜	314	流行病学及疾病	341
鞭毛	315	诊断、治疗及防控	343
叶绿体	315	研究现状	344
取食器	316	拓展阅读	344
动质体	317		

25. 卵菌 (水霉、植物病原物)

定义	347
环境及农业影响	347
生物学	348
进化史	348
普通生物学特征	349
特有生物学特征	350
基因结构	350
病理学	350
侵染周期	350
宿主组织的黏附、穿透及定植	350
类病症状及防御反应的诱导	351
宿主酶的抑制作用	351
效应子	352
结论	352
拓展阅读	353

26. 微微型真核藻

定义	355
前言	355
什么是海洋微微型真核藻	355
依赖于方法的海洋微微型真核藻史	356
可培养海洋微微型真核藻生物学	358
可培养株系	358
细胞结构	359
生理学参数	360
微小形体的启示	360
海洋环境中的微微型真核藻	361
庞大的丰度及广泛的分布	361
光合微微型浮游植物生态作用	362
异养微微型浮游植物的生态作用	362
研究微微型真核藻的分子工具	363
非分子工具揭示的原位多样性的视图	363
环境基因克隆及测序	363

克隆文库以外的方法：荧光原位杂交及 指纹分析技术	364
原位系统发育多样性	365
18s rDNA 文库概述	365
相对知名的类群	365
海洋 Alveolates 及海洋异鞭毛类	367
重要高级系统发育群	367
生物地理学	367
基因组时代	368
可培养微微型真核藻基因组计划	368
环境基因组学或宏基因组学	368
研究现状	368
结论	370
拓展阅读	370

27. 茸鞭类生物

定义	373
茸鞭类生物的进化史	373
茸鞭类生物的起源	374
茸鞭类生物的化石记录及分化时间	374
茸鞭类生物多样性	376
茸鞭类生物的质体	377
细胞壁	379
鞭毛	379
茸鞭类生物系统发育及分类	380
无色茸鞭类生物	380
光合茸鞭类生物	381
褐藻纲	383
结论	383
拓展阅读	383

28. 弓形体病

定义	385
前言	385
分类	386
生活史	386
临床研究及公众健康	387

病状	387	流行病学	405
诊断	387	病理学及发病机理	406
治疗	387	临床表现	407
公众健康	388	诊断	407
人口生物学	388	治疗	407
主要基因型	388	预防	409
株系专化性毒力	389	拓展阅读	409
分子生物学及遗传学	389	30. 昏睡病	
基因组及基因表达	389	定义	411
遗传学	389	背景	411
可用于弓浆虫研究的分子遗传学工具	390	昏睡病的流行病学	412
细胞生物学	390	分布	412
细胞器	390	疾病库	413
溶菌性循环	391	传播周期	414
宿主免疫反应	393	流行病因	415
宿主免疫反应	393	诊断	416
宿主易感性遗传学	394	临床症状	416
免疫研究	394	诊断检验	416
对行为的影响	394	治疗	417
改善弓形体病防控的前景展望	394	疾病分布	418
公众健康	394	经济影响	418
疫苗接种	394	昏睡病的控制	419
化疗	395	干比亚昏睡病控制	419
拓展阅读	395	罗德西亚昏睡病控制	419
29. 锥体虫		昏睡病控制的前景展望	420
定义	397	被忽视的疾病	420
美洲锥虫	397	治疗	422
传播	398	诊断学	422
寄生生物及生活史	398	传播介体控制	423
兽疫学及流行病学	400	未来：控制或消除？	423
临床表现	401	干比亚昏睡病	423
发病机理	402	罗德西亚昏睡病	423
诊断	403	拓展阅读	425
治疗	403	31. 次级胞内共生	
预防	404	定义	427
布氏锥虫	404	真核生物光合作用的起源	427
寄生生物及生活史	404	初级胞内共生	427
		胞内共生的基因传递及质体蛋白的引入	429