

Madigan • Martinko • Stahl • Clark

# BROCK BIOLOGIA DEI MICRORGANISMI

## 1 Microbiologia generale

Edizione italiana a cura di:

**Franco Baldi**, Università Ca' Foscari di Venezia  
**Paola Barbieri**, Università degli Studi dell'Insubria  
**Giorgio Gribaudo**, Università degli Studi di Torino  
**Giorgio Mastromei**, Università degli Studi di Firenze

© 2012 Pearson Italia, Milano-Torino

*Authorized translation from the English language edition, entitled **BROCK BIOLOGY OF MICROORGANISMS, 13<sup>th</sup> Edition**, by MICHAEL MADIGAN; JOHN MARTINKO; DAVID STAHL; DAVID CLARK, published by Pearson Education, Inc, publishing as Benjamin Cummings, Copyright © 2012*

*All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.*

*Italian language edition published by Pearson Italia S.p.A., Copyright © 2012.*

Le informazioni contenute in questo libro sono state verificate e documentate con la massima cura possibile. Nessuna responsabilità derivante dal loro utilizzo potrà venire imputata agli Autori, a Pearson Italia S.p.A. o a ogni persona e società coinvolta nella creazione, produzione e distribuzione di questo libro.

Per i passi antologici, per le citazioni, per le riproduzioni grafiche, cartografiche e fotografiche appartenenti alla proprietà di terzi, inseriti in quest'opera, l'editore è a disposizione degli aventi diritto non potuti reperire nonché per eventuali non volute omissioni e/o errori di attribuzione nei riferimenti.

I diritti di riproduzione e di memorizzazione elettronica totale e parziale con qualsiasi mezzo, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, sono riservati per tutti i paesi.

LA FOTOCOPIATURA DEI LIBRI È UN REATO. Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633.

Le riproduzioni effettuate per finalità di carattere professionale, economico o commerciale o comunque per uso diverso da quello personale possono essere effettuate a seguito di specifica autorizzazione rilasciata da AIDRO, corso di Porta Romana n. 108, 20122 Milano, e-mail [segreteria@aidro.org](mailto:segreteria@aidro.org) e sito web [www.aidro.org](http://www.aidro.org).

Curatori del primo volume dell'edizione italiana: Franco Baldi, Paola Barbieri, Giorgio Gribaudo, Giorgio Mastromei

Traduzione: Enrico Casalone (Capitolo 5), Mauro Colombo (Capitoli 1 e 10), Milena Grossi (Capitoli 9 e 14), Alessio Mengoni (Capitolo 12), Brunella Perito (Capitoli 2, 3 e 4), Gianni Prosseda (Capitoli 6, 7, 8, 11 e 13)

Realizzazione editoriale: Alberto Portalupi

Progetto grafico di copertina: Achilli Ghizzardi Associati – Milano

Stampa: EcoBook – Rho (MI)

Tutti i marchi citati nel testo sono di proprietà dei loro detentori.

978-88-7192-774-9

Printed in Italy

1<sup>a</sup> edizione: settembre 2012

Ristampa  
00 01 02 03 04

Anno  
12 13 14 15 16

## Dediche

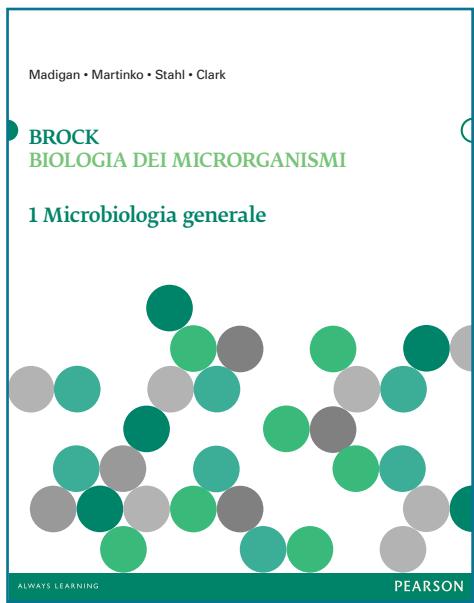
**Michael T. Madigan** dedica questo libro alla memoria dei suoi piccoli amici che ora riposano in pace: Andy, Marcy, Willie, Prugna, Papero e Zucchero. Lo hanno sempre accolto scodinzolando, nella buona e nella cattiva sorte.

**John M. Martinko** dedica questo libro alle sue figlie Sarah, Helen e Martha, e a sua moglie Judy. Grazie per tutto il vostro sostegno!

**David A. Stahl** dedica questo libro a sua moglie Lin. Il mio amore, che mi aiuta a vedere sempre le cose importanti nella giusta prospettiva.

**David P. Clark** dedica questo libro a suo padre, Leslie, che gli ha lasciato in eredità l'amore per la lettura.

# Indice breve



## Volume 1

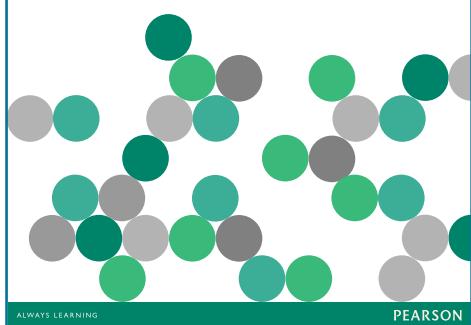
<b>Capitolo 1</b>	Microrganismi e microbiologia	2
<b>Capitolo 2</b>	Breve viaggio nel mondo dei microrganismi	24
<b>Capitolo 3</b>	Struttura e funzioni cellulari in <i>Bacteria</i> e <i>Archaea</i>	48
<b>Capitolo 4</b>	Nutrizione, coltura e metabolismo dei microrganismi	86
<b>Capitolo 5</b>	Crescita microbica	118
<b>Capitolo 6</b>	Biologia molecolare dei <i>Bacteria</i>	152
<b>Capitolo 7</b>	Biologia molecolare degli <i>Archaea</i> e degli <i>Eukarya</i>	194
<b>Capitolo 8</b>	Regolazione dell'espressione genica	213
<b>Capitolo 9</b>	Virus e virologia	240
<b>Capitolo 10</b>	Genetica di <i>Bacteria</i> e <i>Archaea</i>	268
<b>Capitolo 11</b>	Ingegneria genetica	299
<b>Capitolo 12</b>	Biologia della cellula eucariote e microrganismi eucarioti	322
<b>Capitolo 13</b>	Genomica microbica	350
<b>Capitolo 14</b>	Controllo della crescita microbica	378

## Volume 2

<b>Capitolo 15</b>	Fototrofia, chemiolitotrofia e principali biosintesi	410
<b>Capitolo 16</b>	Catabolismo dei composti organici	442
<b>Capitolo 17</b>	Cicli dei nutrienti, biodegradazione e biorisanamento	482
<b>Capitolo 18</b>	Metodi per studi di ecologia microbica	504
<b>Capitolo 19</b>	Principali habitat microbici e biodiversità	532
<b>Capitolo 20</b>	Simbiosi microbiche	562
<b>Capitolo 21</b>	Evoluzione e sistematica microbica	598
<b>Capitolo 22</b>	<i>Bacteria</i> : i <i>Proteobacteria</i>	627
<b>Capitolo 23</b>	Altri <i>Bacteria</i>	668
<b>Capitolo 24</b>	<i>Archaea</i>	706
<b>Capitolo 25</b>	Trattamento delle acque reflue, depurazione idrica e malattie microbiche di origine idrica	734
<b>Capitolo 26</b>	Conservazione degli alimenti e malattie microbiche di origine alimentare	752
<b>Capitolo 27</b>	Prodotti commerciali e biotecnologie	776

Madigan • Martinko • Stahl • Clark

**BROCK**  
**BIOLOGIA DEI MICRORGANISMI**  
**2 Microbiologia ambientale e industriale**



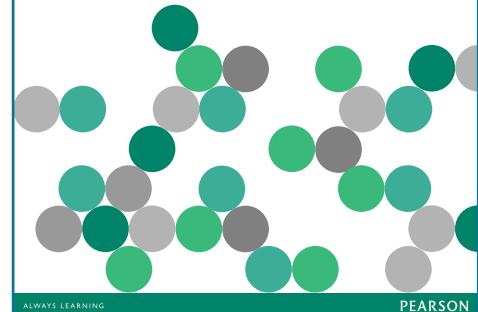
### Volume 3

<b>Capitolo 28</b>	Interazioni uomo-microrganismo	812
<b>Capitolo 29</b>	Diversità virale	840
<b>Capitolo 30</b>	Immunità e difese dell'ospite	870
<b>Capitolo 31</b>	Meccanismi immunitari	892
<b>Capitolo 32</b>	Immunologia molecolare	914
<b>Capitolo 33</b>	Microbiologia e immunologia diagnostica	934
<b>Capitolo 34</b>	Epidemiologia	970
<b>Capitolo 35</b>	Malattie microbiche trasmesse da persona a persona	1002
<b>Capitolo 36</b>	Malattie microbiche trasmesse da vettori e dal suolo	1040

Madigan • Martinko • Stahl • Clark

**BROCK**  
**BIOLOGIA DEI MICRORGANISMI**

**3 Microbiologia biomedica**



# Indice

<b>Autori</b>			
<b>Prefazione</b>			
<b>Ringraziamenti</b>			
<b>Capitolo 1</b>			
<b>Microrganismi e microbiologia</b>			
<b>I Introduzione alla microbiologia</b>			
<b>1.1 Microbiologia</b>	1	<i>Concetti fondamentali</i>	23
<b>1.2 Cellula microbica</b>	2	<i>Domande</i>	23
Proprietà della vita microbica	3	<i>Problemi</i>	23
Cellule come catalizzatori biochimici			
ed entità genetiche			
<b>1.3 Microrganismi e loro ambiente naturale</b>	4		
<b>1.4 Diffusione ed evoluzione della vita microbica</b>	5		
Prime cellule e inizio dell'evoluzione biologica	6	<b>Capitolo 2</b>	
Vita sulla Terra attraverso le ere	7	<b>Breve viaggio nel mondo dei microrganismi</b>	24
Diffusione della vita sulla Terra	8		
<b>1.5 Impatto dei microrganismi sull'uomo</b>	9	<b>I Osservazione del mondo microscopico</b>	25
Microrganismi come agenti di malattia	10	<b>2.1 Principi di microscopia ottica</b>	25
Microrganismi, processi digestivi e agricoltura		Microscopio ottico composto	25
Microrganismi, cibo, energia e ambiente		Ingrandimento e risoluzione	25
<b>II Scoperte in microbiologia</b>		<b>2.2 Aumento del contrasto in microscopia ottica</b>	26
<b>1.6 Radici storiche della microbiologia: Hooke, van Leeuwenhoek e Cohn</b>	12	Colorazioni: aumento del contrasto	26
<b>1.7 Pasteur e il crollo della teoria della generazione spontanea</b>	12	nella microscopia in campo chiaro	
Isomeri ottici e fermentazioni	14	Colorazioni differenziali: la colorazione di Gram	26
Generazione spontanea	14	Microscopia a contrasto di fase e in campo oscuro	27
Altre scoperte di Luis Pasteur	15	Microscopio a fluorescenza	28
<b>1.8 Koch, le malattie infettive e la coltura pura</b>	16	<b>2.3 Immagini tridimensionali della cellula</b>	29
Teoria microbica delle malattie e postulati di Koch	16	Microscopia a contrasto di fase interferenziale	29
Koch e la coltura pura	18	Microscopia a forza atomica	29
Un test per i postulati di Koch: la tubercolosi	18	Microscopia confocale a scansione laser	29
I postulati di Koch oggi	18	<b>2.4 Microscopia elettronica</b>	30
<b>Per approfondire: Terreni solidi, colture pure e nascita della sistematica microbica</b>	19	Microscopia elettronica a trasmissione	30
<b>1.9 Ascesa della diversità microbica</b>	20	Microscopia elettronica a scansione	31
Martinus Beijerinck e la tecnica delle colture di arricchimento	20	<b>II Struttura ed evoluzione della cellula</b>	32
Sergei Winogradsky, il concetto di chemiolitotrofia e la fissazione dell'azoto	20	<b>2.5 Elementi di struttura microbica</b>	32
<b>1.10 L'era moderna della microbiologia</b>	20	Cellule procariotiche ed eucariotiche	32
		Virus	33
		<b>2.6 Organizzazione del DNA nelle cellule microbiche</b>	34
		Confronto tra nucleo e nucleoide	34
		Geni, genomi e proteine	34
		<b>2.7 Albero evolutivo della vita</b>	35
		Determinazione delle relazioni evolutive	35
		I tre domini della vita	36
		<i>Eukarya</i>	36
		Contributi del sequenziamento molecolare alla microbiologia	36
		<b>III Diversità microbica</b>	37
		<b>2.8 Diversità metabolica</b>	37
		Chemiorganotrofi	37
		Chemiotrofici	37
		Fototrofi	37
		Eterotrofi e autotrofici	38
		Habitat e ambienti estremi	38
		<b>2.9 Bacteria</b>	38
		<i>Proteobacteria</i>	39

Batteri gram-positivi	39	<b>3.8 Parete cellulare degli <i>Archaea</i></b>	<b>64</b>
Cianobatteri	40	Pseudomureina e altre pareti polisaccardiche	64
Altri phyla importanti di <i>Bacteria</i>	40	Strati S	65
<b>2.10 Archaea</b>	<b>42</b>	<b>IV Altre strutture di superficie e inclusioni cellulari</b>	<b>65</b>
<i>Euryarchaeota</i>	42	<b>3.9 Strutture cellulari di superficie</b>	<b>65</b>
<i>Crenarchaeota</i>	43	Capsule e strati mucosi	66
<b>2.11 Analisi filogenetica delle comunità microbiche naturali</b>	<b>43</b>	Fimbrie e pili	66
<b>2.12 Eukarya microbici</b>	<b>44</b>	<b>3.10 Inclusioni cellulari</b>	<b>67</b>
Diversità dei microrganismi eucaristici	44	Riserve di carbonio polimerico	67
Conclusioni	45	Polifosfati e zolfo	68
<i>Concetti fondamentali</i>	46	Inclusioni di riserva magnetica: i magnetosomi	68
<i>Domande</i>	46	<b>3.11 Vescicole gassose</b>	<b>69</b>
<i>Problemi</i>	47	Struttura generale delle vescicole gassose	69
<b>Capitolo 3</b>		Struttura molecolare delle vescicole gassose	70
<b>Struttura e funzioni cellulari in <i>Bacteria</i> e <i>Archaea</i></b>	<b>48</b>	<b>3.12 Endospora</b>	<b>70</b>
<b>I Forma e dimensioni della cellula procariotica</b>	<b>49</b>	Formazione e germinazione dell'endospora	70
<b>3.1 Morfologia cellulare</b>	<b>49</b>	Struttura dell'endospora	71
Principali morfologie cellulari	49	<i>Per approfondire: Quanto può sopravvivere un'endospora?</i>	<b>72</b>
Morfologia e biologia	50	Core dell'endospora e piccole proteine acido-solubili (SASP)	73
<b>3.2 Dimensioni cellulari e importanza dell'“essere piccoli”</b>	<b>50</b>	Processo di sporulazione	73
Rapporto superficie e volume, tasso di crescita ed evoluzione	51	Diversità e aspetti filogenetici della formazione di endospora	74
Dimensioni minime della cellula	52	<b>V Locomozione microbica</b>	<b>75</b>
<b>II Membrana citoplasmatica e sistemi di trasporto</b>	<b>52</b>	<b>3.13 Flagelli e motilità</b>	<b>75</b>
<b>3.3 Membrana citoplasmatica</b>	<b>52</b>	Flagelli dei batteri	75
Composizione chimica della membrana	52	Struttura del flagello	75
Proteine di membrana	53	Movimento flagellare	76
Membrane degli <i>Archaea</i>	53	Flagello degli archea	76
<b>3.4 Funzioni della membrana citoplasmatica</b>	<b>55</b>	Sintesi flagellare	77
Membrana citoplasmatica come barriera di permeabilità	55	Velocità e moto cellulare	78
Proteine di trasporto	56	<b>3.14 Motilità per scivolamento</b>	<b>79</b>
<b>3.5 Trasporto e sistemi di trasporto</b>	<b>56</b>	Diversità della motilità per scivolamento	79
Struttura e funzione delle proteine di trasporto della membrana	56	Meccanismi della motilità per scivolamento	79
Trasporto semplice: la Lac permeasi di <i>Escherichia coli</i>	57	<b>3.15 Tassie microbiche</b>	<b>80</b>
Traslocazione di gruppo: il sistema delle fosfotrasferasi	57	Chemiotassi	80
Proteine di legame periplasmatiche e sistema ABC	58	Chemiotassi nei batteri con flagelli polari	81
Esportazione di proteine	58	Misurare la chemiotassi	81
<b>III Parete cellulare dei procarioti</b>	<b>59</b>	Fototassi	82
<b>3.6 Parete cellulare dei <i>Bacteria</i>: il peptidoglicano</b>	<b>59</b>	Altre tassie	83
Peptidoglicano	59	<i>Concetti fondamentali</i>	84
Diversità del peptidoglicano	60	<i>Domande</i>	85
Parete cellulare dei gram-positivi	61	<i>Problemi</i>	85
Cellule senza parete	61	<b>Capitolo 4</b>	
<b>3.7 Membrana esterna</b>	<b>62</b>	<b>Nutrizione, coltura e metabolismo dei microrganismi</b>	<b>86</b>
Chimica e attività dello strato lipopolisaccaridico	62	<b>I Nutrizione e coltura dei microrganismi</b>	<b>87</b>
Periplasma e porine	64	<b>4.1 Nutrizione e chimica cellulare</b>	<b>87</b>
Relazione tra struttura della parete cellulare e colorazione di Gram	64	Carbonio e azoto	87
		Altri macronutrienti: P, S, K, Mg, Ca, Na	87
		Micronutrienti: ferro e altri metalli in tracce	88
		Micronutrienti: fattori di crescita	89
		<b>4.2 Terreni di coltura</b>	<b>89</b>
		Classi di terreni di coltura	89

<b>4.3</b>	Richieste nutrizionali e capacità biosintetica	90	Biosintesi dei lipidi	112
	<b>Colture di laboratorio</b>	91	<b>4.16 Regolazione dell'attività degli enzimi biosintetici</b>	113
	Terreni di coltura solidi e liquidi	91	Inibizione da feedback	113
	Tecniche asettiche	92	Isoenzimi	114
<b>II</b>	<b>Energetica ed enzimi</b>	92	Regolazione degli enzimi mediante modificazione covalente	114
<b>4.4</b>	<b>Bioenergetica</b>	92	<i>Concetti fondamentali</i>	115
	Energetica di base	92	<i>Domande</i>	116
	Energia libera di formazione e calcolo di $\Delta G^0$ , $\Delta G^0'$ e $\Delta G$	93	<i>Problemi</i>	116
<b>4.5</b>	<b>Catalisi ed enzimi</b>	94		
	Enzimi	94	<b>Capitolo 5</b>	
	Catalisi enzimatica	95	<b>Crescita microbica</b>	
<b>III</b>	<b>Ossido-riduzione e composti ad alta energia</b>	95		118
<b>4.6</b>	<b>Donatori e accettori di elettroni</b>	96	<b>I Divisione della cellula batterica</b>	119
	Reazioni redox	96	<b>Crescita cellulare e scissione binaria</b>	119
	Potenziali di riduzione e coppie redox	96	<b>5.1 Proteine Fts e divisione cellulare</b>	119
	Torre redox e relazione con $\Delta G^0$	97	Proteine Fts e divisione cellulare	120
	Trasportatori di elettroni e ciclo NAD/NADH	97	Replicazione del DNA, proteine Min e divisione cellulare	121
<b>4.7</b>	<b>Composti ad alta energia e conservazione dell'energia</b>	97	<b>5.2 MreB e altri determinanti della morfologia cellulare</b>	121
	Adenosina trifosfato	98	Forma cellulare e proteine simili all'actina nei procarioti	121
	Coenzima A	98	Meccanismo d'azione di MreB	121
	Conservazione dell'energia	98	Crescentina	122
<b>IV</b>	<b>Elementi essenziali del catabolismo</b>	99	Morfologia degli <i>Archaea</i> ed evoluzione della divisione e della forma cellulare	122
<b>4.8</b>	<b>Glicolisi</b>	99		
	<i>Per approfondire: La fermentazione del lievito, l'effetto Pasteur e il birraio di casa</i>	100	<b>5.3 Sintesi del peptidoglicano e divisione cellulare</b>	123
	Stadio I: reazioni di preparazione	101	Biosintesi del peptidoglicano	123
	Stadio II: produzione di NADH, ATP e piruvato	102	Transpeptidazione	123
	Stadio III: consumo di NADH e formazione dei prodotti di fermentazione	102	Transpeptidazione e penicillina	124
	Fermentazione del glucosio: risultati finali ed effetti pratici	102		
<b>4.9</b>	<b>Respirazione e trasportatori di elettroni</b>	102	<b>II Crescita delle popolazioni microbiche</b>	124
<b>4.10</b>	<b>Forza proton-motrice</b>	104	<b>5.5 Concetto di crescita esponenziale</b>	124
	Generazione della forza proton-motrice: Complessi I e II	104	Crescita esponenziale	125
	Complessi III e IV: $bc_1$ e citocromi di tipo <i>a</i>	105	Implicazioni della crescita esponenziale	125
	ATP sintetasi	105	<b>5.6 Crescita esponenziale: trattazione matematica</b>	126
	Reversibilità dell'ATPasi	106	Relazione di $N$ e $N_0$ rispetto a $n$	126
<b>4.11</b>	<b>Ciclo dell'acido citrico</b>	107	Altri modi di esprimere la crescita	126
	Respirazione del glucosio	107	<b>5.7 Ciclo di crescita dei microrganismi</b>	126
	Rilascio di $CO_2$ e alimentazione della catena di trasporto degli elettroni	107	Fase di latenza	127
	Biosintesi e ciclo dell'acido citrico	108	Fase di crescita esponenziale	127
<b>4.12</b>	<b>Diversità catabolica</b>	108	Fase stazionaria	127
	Respirazione anaerobica	109	Fase di morte	128
	Chemiolitotrofia	109	<b>5.8 Colture continue: il chemostato</b>	128
	Fototrofia	109	Chemostato	128
	Forza proton-motrice e diversità catabolica	109	Parametri che influenzano la crescita in chemostato	129
<b>V</b>	<b>Elementi essenziali dell'anabolismo</b>	109	Usi sperimentali del chemostato	129
<b>4.13</b>	<b>Biosintesi degli zuccheri e dei polisaccaridi</b>	110		
<b>4.14</b>	<b>Biosintesi degli aminoacidi e dei nucleotidi</b>	110	<b>III Misura della crescita microbica</b>	130
	Monomeri delle proteine: aminoacidi	111	<b>5.9 Conta totale</b>	130
	Monomeri degli acidi nucleici: nucleotidi	111	<b>5.10 Conta vitale</b>	131
<b>4.15</b>	<b>Biosintesi degli acidi grassi e dei lipidi</b>	111	Diluizione della sospensione cellulare prima del piastramento	131
	Biosintesi degli acidi grassi	112	Fonti di errore nella conta in piastra	132
			Procedure mirate di conta in piastra	132
			La grande anomalia della conta in piastra	133
		<b>5.11 Metodi turbidimetrici</b>	133	
		Densità ottica	133	
		Rapporto tra OD e numero di cellule	133	

<b>IV Temperatura e crescita microbica</b>	<b>134</b>	<b>6.4 Cromosomi e altri elementi genetici</b>	<b>158</b>
<i>Per approfondire: Crescita microbica nel mondo reale: i biofilm</i>	135	Virus e plasmidi	159
		Elementi trasponibili	159
<b>5.12 Effetto della temperatura sulla crescita</b>	<b>136</b>	<b>II Cromosomi e plasmidi</b>	<b>160</b>
Temperature cardinali	136	<b>6.5 Il cromosoma di <i>Escherichia coli</i></b>	<b>160</b>
Suddivisione dei microrganismi in funzione della temperatura	136	Organizzazione dei geni nel cromosoma di <i>Escherichia coli</i>	160
<b>5.13 Vita microbica a basse temperature</b>	<b>136</b>	Inserzioni e trasferimento genico orizzontale	162
Ambienti freddi	137	<b>6.6 Plasmidi: principi generali</b>	<b>162</b>
Microrganismi psicrofili	137	Natura fisica e replicazione dei plasmidi	162
Microrganismi psicotolleranti	138	Incompatibilità ed eliminazione ( <i>curing</i> ) dei plasmidi	163
Adattamenti molecolari alla psicrofilia	139	Trasferimento dei plasmidi da cellula a cellula	163
Congelamento	139	<b>6.7 Biologia dei plasmidi</b>	<b>164</b>
<b>5.14 Vita microbica ad alte temperature</b>	<b>140</b>	Plasmidi di resistenza	164
Ambienti termali	140	Plasmidi di virulenza	164
Ipertermofili delle sorgenti termali	140	Batteriocine	165
Termofili	141	<b>III Replicazione del DNA</b>	<b>165</b>
Stabilità delle proteine ad alte temperature	141	<b>6.8 Stampi ed enzimi</b>	<b>165</b>
Stabilità della membrana ad alte temperature	142	<b>6.9 Forca di replicazione</b>	<b>166</b>
Termofilia e biotecnologia	142	Inizio della sintesi del DNA	167
<b>V Altri fattori che influenzano la crescita</b>	<b>142</b>	Filamento guida e filamento copia	167
<b>5.15 Acidità e alcalinità</b>	<b>142</b>	Sintesi di un nuovo filamento di DNA	168
Acidofili	143	<b>6.10 Replicazione bidirezionale e replisoma</b>	<b>169</b>
Basofili	143	Replisoma	169
pH intracellulare	143	Fedeltà della replicazione del DNA	170
Tamponi	143	Terminazione della replicazione	170
<b>5.16 Effetti osmotici</b>	<b>144</b>	<b>6.11 Reazione a catena della polimerasi (PCR)</b>	<b>172</b>
Attività dell'acqua e osmosi	144	PCR ad alta temperatura	172
Alofili e microrganismi correlati	144	Applicazioni e sensibilità della PCR	173
Soluti compatibili	145	<b>IV Sintesi dell'RNA: la trascrizione</b>	<b>173</b>
<b>5.17 Ossigeno e microrganismi</b>	<b>146</b>	<b>6.12 Visione di insieme della trascrizione</b>	<b>174</b>
Classificazione dei microrganismi in base alla richiesta di ossigeno	146	RNA polimerasi	174
Tecniche di coltura per aerobi e anaerobi	148	Promotori	174
<b>5.18 Forme tossiche di ossigeno</b>	<b>148</b>	<b>6.13 Fattori sigma e sequenze consenso</b>	<b>175</b>
Chimica dell'ossigeno	148	Fattori sigma alternativi in <i>Escherichia coli</i>	176
Anione superossido e altre forme tossiche di ossigeno	148	<b>6.14 Terminazione della trascrizione</b>	<b>176</b>
Superossido dismutasi e altri enzimi che distruggono i composti tossici dell'ossigeno	148	<b>6.15 Unità di trascrizione</b>	<b>177</b>
Superossido riduttasi	149	RNA transfer, RNA ribosomali e longevità degli RNA	177
<i>Concetti fondamentali</i>	150	mRNA policistronici e operoni	177
<i>Domande</i>	151	<b>V Struttura e sintesi delle proteine</b>	<b>178</b>
<i>Problemi</i>	151	<b>6.16 Polipeptidi, aminoacidi e legame peptidico</b>	<b>178</b>
<b>Capitolo 6</b>	<b>152</b>	<b>6.17 Traduzione e codice genetico</b>	<b>179</b>
<b>Biologia molecolare dei <i>Bacteria</i></b>	<b>152</b>	Proprietà del codice genetico	179
<b>I Struttura del DNA e informazione genetica</b>	<b>153</b>	Codoni di inizio e di stop	180
<b>6.1 Macromolecole e geni</b>	<b>153</b>	Fasi di lettura aperte	180
Acidi nucleici, DNA e RNA	154	Preferenza dei codoni	181
Geni e fasi di trasferimento delle informazioni	154	Modificazioni del codice genetico	181
<b>6.2 La doppia elica</b>	<b>155</b>	<b>6.18 RNA transfer</b>	<b>181</b>
Dimensioni e forma delle molecole di DNA	156	Struttura generale dei tRNA	181
Sequenze ripetute e invertite e strutture ansa-stelo	156	Anticodone e sito di legame dell'aminoacido	182
Effetto della temperatura sulla struttura del DNA	157	Riconoscimento, attivazione e caricamento dei tRNA	182
<b>6.3 Superavvolgimento del DNA</b>	<b>157</b>	<b>6.19 Fasi della sintesi delle proteine</b>	<b>183</b>
Topoisomerasi: la DNA girasi	157	Ribosomi	183

Inizio della traduzione	185	<b>Capitolo 8</b>	
Elongazione, traslocazione e terminazione	185	<b>Regolazione dell'espressione genica</b>	<b>213</b>
Ruolo degli RNA ribosomali nella sintesi delle proteine	185	<b>I Principi generali della regolazione</b>	<b>213</b>
Liberazione dei ribosomi bloccati	186	<b>8.1 Principali meccanismi di regolazione</b>	<b>213</b>
Effetto degli antibiotici sulla sintesi proteica	186	<b>II Proteine che legano il DNA e regolazione della trascrizione</b>	<b>213</b>
<b>6.20 Incorporazione di selenocisteina e di pirrolisina</b>	<b>186</b>	<b>8.2 Proteine che legano il DNA</b>	<b>214</b>
<b>6.21 Ripiegamento e secrezione delle proteine</b>	<b>187</b>	Interazione delle proteine con gli acidi nucleici	214
Livelli della struttura delle proteine	187	Struttura delle proteine che legano il DNA	214
Ruolo delle chaperonine nel ripiegamento delle proteine	187	<b>8.3 Regolazione negativa della trascrizione: repressione e induzione</b>	<b>215</b>
Denaturazione	189	Repressione e induzione di un enzima	216
Secrezione delle proteine e particelle di riconoscimento del segnale	189	Induttori e corepressori	217
Secrezione di proteine ripiegate: il sistema Tat	190	Meccanismi di repressione e induzione	217
<i>Concetti fondamentali</i>	190	<b>8.4 Regolazione positiva della trascrizione</b>	<b>218</b>
<i>Domande</i>	192	Catabolismo del maltosio in <i>Escherichia coli</i>	218
<i>Problemi</i>	192	Legame degli attivatori	218
<b>Capitolo 7</b>		Dagli operoni ai reguloni	219
<b>Biologia molecolare degli Archaea e degli Eukarya</b>	<b>194</b>	<b>8.5 Regolazione globale e operone lac</b>	<b>219</b>
<b>I Biologia molecolare degli Archaea</b>	<b>195</b>	Repressione da catabolita	219
<b>7.1 Cromosomi e replicazione del DNA negli archea</b>	<b>195</b>	AMP ciclico e proteina recettore dell'AMP ciclico	220
Organizzazione strutturale del DNA negli archea	195	<b>8.6 Regolazione della trascrizione negli Archaea</b>	<b>221</b>
Replicazione del cromosoma negli archea	196	<b>III Ricezione e trasduzione del segnale</b>	<b>222</b>
<b>7.2 Trascrizione e processamento dell'RNA negli archea</b>	<b>196</b>	<b>8.7 Sistemi di regolazione a due componenti</b>	<b>222</b>
Trascrizione negli archea	196	Esempi di sistemi di regolazione a due componenti	223
Sequenze interposte negli archea	198	<b>8.8 Regolazione della chemiotassi</b>	<b>224</b>
<b>7.3 Sintesi delle proteine negli archea</b>	<b>198</b>	Fase uno: risposta al segnale	224
<b>7.4 Caratteristiche comuni tra batteri e archea</b>	<b>199</b>	Fase due: controllo della rotazione del flagello	225
<b>II Biologia molecolare degli Eukarya</b>	<b>200</b>	Fase tre: adattamento	225
<b>7.5 Geni e cromosomi negli eucarioti</b>	<b>200</b>	Altri tipi di tassie	225
<b>7.6 Principi generali della divisione cellulare negli eucarioti</b>	<b>201</b>	<b>8.9 Quorum sensing</b>	<b>225</b>
<b>7.7 Replicazione del DNA lineare</b>	<b>202</b>	Meccanismo del quorum sensing	225
Replicazione del DNA lineare utilizzando una proteina innesco	202	Esempi di quorum sensing	227
Telomeri e telomerasi	202	<b>8.10 Risposta stringente</b>	<b>227</b>
Centromeri e cinetocori	203	<b>8.11 Altri sistemi di regolazione globale</b>	<b>228</b>
<b>7.8 Processamento dell'RNA</b>	<b>204</b>	Proteine dello shock termico	229
Spliceosoma	204	Risposta allo shock termico	229
Capping dell'RNA e coda di poli(A)	204	<b>IV Regolazione dello sviluppo nel modello batterico</b>	<b>230</b>
Introni con auto-splicing	205	<b>8.12 Sporulazione in <i>Bacillus</i></b>	<b>230</b>
<b>Per approfondire: Inteine e splicing proteico</b>	<b>206</b>	<b>8.13 Differenziamento in <i>Caulobacter</i></b>	<b>231</b>
<b>7.9 Trascrizione e traduzione negli eucarioti</b>	<b>207</b>	<b>V Regolazione mediata da RNA</b>	<b>232</b>
Trascrizione negli eucarioti	207	<b>8.14 Regolazione da RNA e RNA antisenso</b>	<b>232</b>
Traduzione negli eucarioti	208	<b>Per approfondire: Sistema di difesa antivirale CRISPR</b>	<b>234</b>
<b>7.10 Interferenza da RNA (RNAi)</b>	<b>206</b>	<b>8.15 Ribo-interruttori (riboswitch)</b>	<b>234</b>
<b>7.11 Regolazione mediata dai microRNA</b>	<b>210</b>	Meccanismo dei riboswitch	235
<i>Concetti fondamentali</i>	211	Riboswitch ed evoluzione	235
<i>Domande</i>	211	<b>8.16 Attenuazione</b>	<b>236</b>
<i>Problemi</i>	211	Attenuazione e operone triptofano	236
		Meccanismo di attenuazione	236
		Meccanismi di attenuazione indipendenti dalla traduzione	237
		<i>Concetti fondamentali</i>	238
		<i>Domande</i>	239
		<i>Problemi</i>	239

<b>Capitolo 9</b>		
<b>Virus e virologia</b>		
<b>I Struttura del virus e moltiplicazione</b>		
<b>9.1 Proprietà generali dei virus</b>	<b>240</b>	
Genomi virali	241	263
Ospiti dei virus e tassonomia	241	263
<b>9.2 Natura del virione</b>	<b>241</b>	264
Struttura del virione	241	264
Simmetria dei virus	241	264
Virus rivestiti	242	264
Virus complessi	242	264
Enzimi presenti nel virione	244	264
<b>9.3 Ospite virale</b>	<b>245</b>	
<b>9.4 Analisi quantitativa dei virus</b>	<b>245</b>	
Saggio delle placche	245	269
Efficienza di piastramento	246	269
Metodi di infettività su animali	247	269
<b>II Replicazione virale</b>	<b>247</b>	
<b>9.5 Caratteristiche generali della replicazione virale</b>	<b>247</b>	
<b>9.6 Attacco e penetrazione</b>	<b>248</b>	
Attacco	248	269
Penetrazione	248	269
Attacco e penetrazione dei batteriofagi provvisti di coda	249	269
Restrizione e modificazione del virus da parte dell'ospite	249	269
<b>9.7 Produzione di acido nucleico e proteine virali</b>	<b>250</b>	
Schema di classificazione di Baltimore e virus a DNA	250	269
Virus con genoma a RNA a filamento positivo e negativo	250	269
Retrovirus	251	269
Proteine virali	252	269
<b>III Diversità virale</b>	<b>252</b>	
<b>9.8 Visione d'insieme dei virus batterici</b>	<b>252</b>	
<b>9.9 Batteriofagi virulenti e T4</b>	<b>253</b>	
Genoma dei batteriofagi T pari	253	273
Eventi che si susseguono durante l'infezione di T4	253	273
<i>Per approfondire: II DNA è stato inventato dai virus?</i>	<b>254</b>	
<b>9.10 Batteriofagi temperati, lambda e P1</b>	<b>256</b>	
Ciclo replicativo di un fago temperato	256	273
Batteriofago lambda	257	273
Lambda: lisi o lisogenia?	257	273
<b>9.11 Visione d'insieme dei virus animali</b>	<b>258</b>	
Classificazione dei virus animali	258	273
Conseguenze dell'infezione virale nelle cellule animali	259	273
<b>9.12 Retrovirus</b>	<b>260</b>	
Caratteristiche dei genomi retrovirali e della replicazione	260	273
Attività della trascrittasi inversa	261	273
<b>IV Entità subvirali</b>	<b>262</b>	
<b>9.13 Virus difettivi</b>	<b>262</b>	
<b>9.14 Viroidi</b>	<b>262</b>	
Struttura e funzione dei viroidi	262	273
Malattia da viroide	263	273
<b>9.15 Prioni</b>	<b>263</b>	
Forme della proteina prionica		263
Malattie da prioni e ciclo infettivo		264
Prioni di animali che non appartengono ai mammiferi		264
<i>Concetti fondamentali</i>		265
<i>Domande</i>		266
<i>Problemi</i>		266
<b>Capitolo 10</b>		
<b>Genetica di Bacteria e Archaea</b>		<b>268</b>
<b>I Mutazione</b>		<b>269</b>
<b>10.1 Mutazioni e mutanti</b>		<b>269</b>
Genotipo contro fenotipo		269
Isolamento dei mutanti: screening contro selezione		269
Isolamento di auxotrofi nutrizionali e arricchimento con penicillina		270
<b>10.2 Basi molecolari della mutazione</b>		<b>271</b>
Sostituzione di una coppia di basi		271
Scivolamento dello schema di lettura ( <i>frameshift</i> ) e altre inserzioni o delezioni		272
Mutagenesi sito-specifica e trasposoni		273
Retromutazioni e reversioni		273
<b>10.3 Frequenza di mutazione</b>		<b>273</b>
Frequenza delle mutazioni spontanee		273
Mutazioni a carico dei genomi a RNA		274
<b>10.4 Mutagenesi</b>		<b>274</b>
Mutageni chimici		274
Radiazioni		275
Radiazioni ionizzanti		276
Sistemi di riparazione del DNA		276
Mutazioni che derivano dalla riparazione del DNA: il sistema SOS		276
Variazioni della frequenza di mutazione		277
<b>10.5 Mutagenesi e cancerogenesi: il test di Ames</b>		<b>278</b>
<b>II Trasferimento genico</b>		<b>278</b>
<b>10.6 Ricombinazione genica</b>		<b>279</b>
Eventi molecolari nella ricombinazione omologa		279
Effetto della ricombinazione omologa sul genotipo		279
Riconoscimento degli eventi di ricombinazione		280
<b>10.7 Trasformazione</b>		<b>281</b>
La trasformazione nella storia della biologia molecolare		281
Competenza nella trasformazione		281
Acquisizione del DNA nella trasformazione		282
Integrazione del DNA trasformante		282
Trasfezione		282
<b>10.8 Trasduzione</b>		<b>283</b>
Trasduzione generalizzata		283
Fago lambda e trasduzione specializzata		284
Conversione fagica		284
<b>10.9 Coniugazione: caratteristiche essenziali</b>		<b>285</b>
Plasmide F		285
Meccanismo di trasferimento del DNA durante la coniugazione		286
<b>10.10 Formazione dei ceppi Hfr e mobilizzazione del cromosoma</b>		<b>287</b>
Integrazione di F e mobilizzazione del cromosoma		288

Uso dei ceppi Hfr negli incroci genetici	288	<b>11.9 Batteriofago lambda come vettore di clonaggio</b>	<b>316</b>
Trasferimento di geni cromosomalni al plasmide F	290	Fagi lambda modificati	316
Altri sistemi di coniugazione	290	Fasi di clonaggio in lambda	316
<b>10.11 Complementazione</b>	<b>290</b>	Vettori cosmidici	317
Merodiploidi e complementazione	290	<b>11.10 Vettori per il clonaggio e sequenziamento</b>	<b>317</b>
Test di complementazione e cistrone	290	<i>genomico</i>	
<b>10.12 Trasferimento genico negli Archaea</b>	<b>291</b>	Vettori derivati dal batteriofago M13	318
<b>10.13 DNA mobile: gli elementi trasponibili</b>	<b>292</b>	Uso di M13 nel clonaggio molecolare	318
Trasposoni e sequenze di inserzione	292	Cromosomi artificiali	319
Meccanismi di trasposizione	293	Cromosomi artificiali batterici: i BAC	319
Mutagenesi con i trasposoni	294	Cromosomi artificiali eucariotici	319
<i>Concetti fondamentali</i>	295	<i>Concetti fondamentali</i>	320
<i>Domande</i>	296	<i>Domande</i>	321
<i>Problemi</i>	296	<i>Problemi</i>	321
 <b>Capitolo 11</b>			
<b>Ingegneria genetica</b>			
<b>I Metodi di manipolazione del DNA</b>	<b>298</b>	 <b>Capitolo 12</b>	
<b>11.1 Enzimi di restrizione e modificazione</b>	<b>299</b>	<b>Biologia della cellula eucariote</b>	
Meccanismo degli enzimi di restrizione	299	<b>e microrganismi eucarioti</b>	
Modificazione: protezione dalla restrizione	300	<b>1 Struttura e la funzione della cellula eucariote</b>	<b>323</b>
Elettroforesi su gel: separazione delle molecole	300	<b>12.1 Struttura della cellula eucariote e nucleo</b>	<b>323</b>
di DNA		Struttura generale	323
Analisi di restrizione del DNA	300	Nucleo	323
<b>11.2 Ibridazione degli acidi nucleici</b>	<b>301</b>	<b>12.2 Mitocondrio e idrogenosoma</b>	<b>324</b>
<b>11.3 Principi di clonaggio molecolare</b>	<b>302</b>	Mitocondrio	324
Fasi del clonaggio molecolare: sommario	303	Idrogenosoma	325
Ricerca del clone corretto	303	<b>12.3 Cloroplasto</b>	<b>325</b>
Rilevamento delle proteine espresse negli ospiti	304	<b>12.4 Endosimbiosi: rapporti tra mitocondri</b>	<b>326</b>
di clonaggio		<i>e cloroplasti nei Bacteria</i>	
<b>11.4 Metodi molecolari per la mutagenesi</b>	<b>304</b>	Prova a supporto dell'ipotesi endosimbiontica	326
Sintesi del DNA	305	Endosimbiosi secondarie	327
Mutagenesi sito-specifica	305	<b>12.5 Altri organelli e strutture della cellula eucariote</b>	<b>327</b>
Applicazioni della mutagenesi sito-specifica	306	Reticolo endoplasmatico, ribosomi e apparato	327
Mutagenesi a cassetta e inattivazione genica	306	del Golgi	
<b>11.5 Fusioni geniche e geni reporter</b>	<b>307</b>	Lisosomi e perossisomi	328
Geni reporter	307	Microtubuli, microfilamenti e filamenti intermedi	328
Fusioni geniche	307	Flagelli e cilia	328
<i>Per approfondire: Uso combinato delle sonde</i>	<b>308</b>	Componenti extracellulari: parete cellulare	329
<i>fluorescenti</i>		e matrice extracellulare	
<b>II Clonaggio genico</b>	<b>309</b>	<b>II Diversità degli eucarioti microbici</b>	<b>329</b>
<b>11.6 Plasmidi come vettori di clonaggio</b>	<b>309</b>	<b>12.6 Filogenesi degli Eukarya</b>	<b>329</b>
Esempio di vettore di clonaggio:		Un punto di vista sugli SSU rRNA e altre opinioni	329
il plasmide pUC19		sull'evoluzione degli eucarioti	
Clonaggio di geni in vettori plasmidici	310	Evoluzione degli eucarioti: il grande schema	329
<b>11.7 Ospiti per i vettori di clonaggio</b>	<b>311</b>	<b>III Protisti</b>	<b>331</b>
Ospiti procariotici	311	<b>12.7 Diplomonadi e parabasalidi</b>	<b>331</b>
Ospiti eucariotici	312	Diplomonadi	331
Trasfezione nelle cellule eucariotiche	312	Parabasalidi	331
<b>11.8 Vettori shuttle e vettori di espressione</b>	<b>312</b>	<b>12.8 Euglenozoi</b>	<b>332</b>
Vettori shuttle	312	Cinetoplastidi	332
Vettori di espressione	314	Euglenoidi	332
Regolazione della trascrizione nei vettori	314	<b>12.9 Alveolati</b>	<b>332</b>
di espressione		Ciliati	332
Regolazione dell'espressione mediante elementi	315	Dinoflagellati	333
di controllo del batteriofago T7		ApicompleSSI	334
Traduzione di un gene clonato	315	<b>12.10 Stramenopili</b>	<b>334</b>
Vettori eucariotici	315	Diatomee	335
		Oomiceti	335

Algue dorate	336	<b>13.4 Genomi degli organelli eucarioti</b>	<b>361</b>
<b>12.11 Cercozoi e radiolari</b>	<b>336</b>	Genoma dei cloroplasti	361
Cercozoi	336	Genoma dei mitocondri	362
Radiolari	336	Editing dell'RNA	363
<b>12.12 Amoebozoi</b>	<b>336</b>	Organelli e genoma nucleare	363
Gimnamebe ed entamebe	337	<b>13.5 Genomi dei microrganismi eucarioti</b>	<b>363</b>
Funghi mucillaginosi	337	Genoma del lievito	364
<b>IV Funghi</b>	<b>339</b>	Insieme minimo dei geni in lievito	365
<b>12.13 Fisiologia, struttura e simbiosi dei funghi</b>	<b>339</b>	Introni in lievito	365
Nutrizione e fisiologia	339	Altri microrganismi eucarioti	365
Morfologia dei funghi, spore e pareti cellulari	339	<b>13.6 Metagenomica</b>	<b>365</b>
Simbiosi e patogenesi	340	<b>II Funzione e regolazione del genoma</b>	<b>366</b>
<b>12.14 Riproduzione e filogenesi dei funghi</b>	<b>341</b>	<b>13.7 Microarray e trascrittoma</b>	<b>366</b>
Spore sessuali dei funghi	341	Microarray e chip a DNA	366
Filogenesi dei funghi	341	Applicazioni dei chip genici: espressione genica	367
<b>12.15 Chitridomiceti</b>	<b>342</b>	Applicazioni nelle identificazioni	367
<b>12.16 Zigomiceti e glomeromiceti</b>	<b>342</b>	<b>13.8 Proteomico e interattoma</b>	<b>368</b>
<i>Rhizopus</i> , la comune muffa del pane	342	Metodi nella proteomica	368
Microsporidi	343	Genomica e proteomica comparativa	369
Glomeromiceti e micorrizze arbuscolari	343	Interattoma	369
<b>12.17 Ascomiceti</b>	<b>343</b>	<b>13.9 Metabolomica</b>	<b>369</b>
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	343	<b>III Evoluzione dei genomi</b>	<b>371</b>
Riproduzione sessuale in <i>Saccharomyces</i>	344	<b>13.10 Famiglie geniche, duplicazioni e delezioni</b>	<b>371</b>
<b>12.18 Basidiomiceti e ciclo vitale dei funghi</b>	<b>345</b>	Paraloghi e ortologhi	371
<b>V Algue rosse e verdi</b>	<b>346</b>	Duplicazione genica	371
<b>12.19 Algue rosse</b>	<b>346</b>	Analisi genica in domini differenti	372
Caratteristiche di base	346	<b>13.11 Trasferimento genico orizzontale e stabilità del genoma</b>	<b>372</b>
<i>Cyanidium</i> e parenti	346	Rilevare il flusso genico orizzontale	372
<b>12.20 Algue verdi</b>	<b>347</b>	Trapianto e sintesi dei genomi batterici	373
Algue verdi molto piccole e alghe verdi coloniali	347	<b>13.12 Trasposoni e sequenze di inserzione</b>	<b>373</b>
Fototrofi endofitici	348	Evoluzione del genoma e trasposoni	373
<i>Concetti fondamentali</i>	348	Sequenze di inserzione	373
<i>Domande</i>	349	Integroni e super-integroni	374
<i>Problemi</i>	349	<b>13.13 Evoluzione della virulenza: le isole di patogenicità</b>	<b>374</b>
<b>Capitolo 13</b>		<i>Concetti fondamentali</i>	376
<b>Genomica microbica</b>		<i>Domande</i>	377
<b>I Genomi e genomica</b>	<b>350</b>	<i>Problemi</i>	377
<b>13.1 Introduzione alla genomica</b>	<b>351</b>	<b>Capitolo 14</b>	
<b>13.2 Sequenziamento e annotazione dei genomi</b>	<b>351</b>	<b>Controllo della crescita microbica</b>	<b>378</b>
Sequenziamento del DNA: il metodo dei dideoossi di Sanger	353	<b>I Metodi fisici per il controllo della crescita microbica</b>	<b>379</b>
Sequenziamento automatizzato	353	<b>14.1 Sterilizzazione mediante calore</b>	<b>379</b>
Pirosequenziamento 454	353	Misura della sterilizzazione mediante calore	379
Assemblaggio delle sequenze genomiche	354	Endospore e sterilizzazione mediante calore	380
Assemblaggio e annotazione	354	Autoclave	380
Come fa un computer a trovare una ORF?	354	Pastorizzazione	381
<b>13.3 Analisi bioinformatica e distribuzione dei geni</b>	<b>356</b>	<b>14.2 Sterilizzazione mediante radiazioni</b>	<b>382</b>
Dimensioni dei genomi procarioti	356	Radiazioni ultraviolette	382
<i>Per approfondire: Genomi batterici da primato</i>	<b>357</b>	Radiazioni ionizzanti	382
Genomi di piccole dimensioni	357	Applicazione delle radiazioni	383
Genomi di grandi dimensioni	358	<b>14.3 Sterilizzazione mediante filtrazione</b>	<b>384</b>
Contenuto genico dei genomi procarioti	358	Filtri a spessore	384
ORF non caratterizzate	359	Membrane filtranti	384
Categorie geniche come funzione delle dimensioni dei genomi	360		
Distribuzione dei geni nei <i>Bacteria</i> e negli <i>Archaea</i>	360		

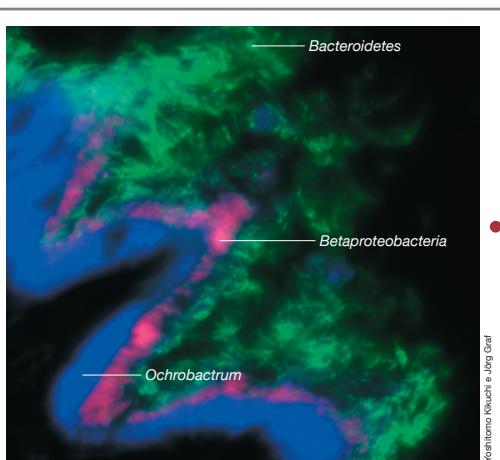
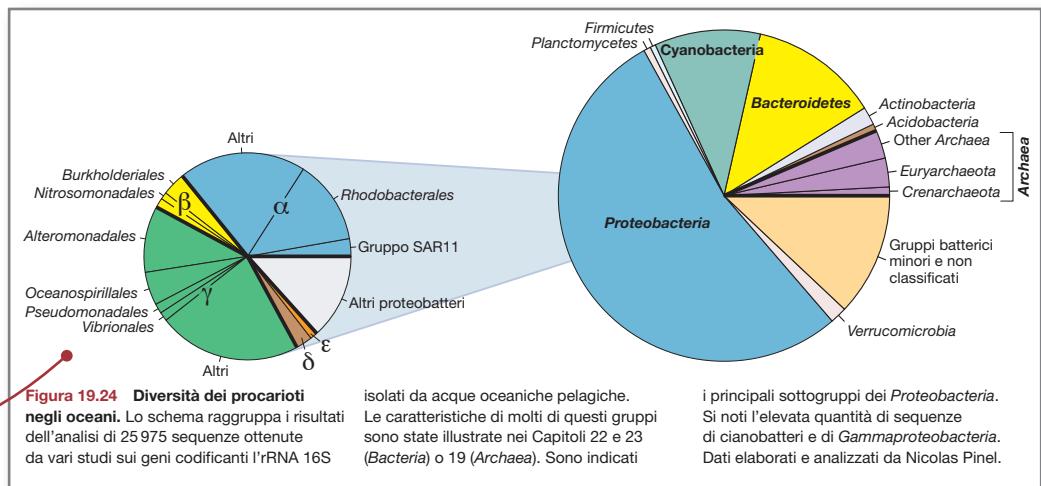
<b>II</b>	<b>Metodi chimici per il controllo della crescita microbica</b>	<b>385</b>	Daptomicina	397	
14.4	Controllo della crescita mediante l'uso di agenti chimici	385	Platensimicina	397	
	Effetti degli agenti antimicrobici sulla crescita	385			
	Misura dell'attività antimicrobica	386			
14.5	Agenti chimici antimicrobici per uso esterno	387	<b>IV</b>	<b>Controllo dei virus e dei patogeni eucarioti</b>	<b>398</b>
	Sterilizzanti	387	14.10	Farmaci antivirali	398
	Disinfettanti e igienizzanti	389		Agenti antivirali	398
	Antisettici e germicidi	389		Agenti antivirali contro i virus influenzali	398
	Efficacia antimicrobica	389		Interferoni	398
<b>III</b>	<b>Agenti antimicrobici utilizzati <i>in vivo</i></b>	<b>389</b>	<b>14.11</b>	<b>Farmaci antimicotici</b>	<b>400</b>
14.6	Farmaci antimicrobici sintetici	389		Inibitori dell'ergosterolo	400
	Analoghi dei fattori di crescita	389		Echinocandine	400
	<i>Per approfondire: Come prevenire la resistenza ai farmaci antimicrobici</i>	390		Altri agenti antimicotici	401
	Sulfamidici	391	<b>V</b>	<b>Resistenza ai farmaci antimicrobici e ricerca di nuovi farmaci</b>	<b>401</b>
	Isoniazide	393	14.12	Resistenza ai farmaci antimicrobici	401
	Analoghi di basi degli acidi nucleici	393		Meccanismi di resistenza	401
	Chinoloni	393		Meccanismo di resistenza mediato dai plasmidi R	402
14.7	Farmaci antimicrobici naturali: gli antibiotici	393		Origine dei plasmidi di resistenza	403
	Antibiotici e tossicità antimicrobica selettiva	394		Diffusione della resistenza ai farmaci antimicrobici	403
	Antibiotici che interferiscono con la sintesi	394		Patogeni antibiotico-resistenti	404
	proteica		<b>14.13</b>	<b>Ricerca di nuovi farmaci antimicrobici</b>	<b>405</b>
	Antibiotici che interferiscono con la trascrizione	394		Nuovi analoghi di composti antimicrobici esistenti	405
14.8	Antibiotici $\beta$ -lattamici: penicillina e cefalosporine	394		Progettazione computerizzata di farmaci	406
	Penicilline	394		Prodotti naturali ad attività antibiotica	406
	Meccanismo d'azione	395		Combinazioni di farmaci	407
	Cefalosporine	395		Batteriofagi	407
14.9	Antibiotici prodotti dai procarioti	396	<i>Concetti fondamentali</i>	408	
	Aminoglicosidi	396	<i>Domande</i>	409	
	Macrolidi	396	<i>Problemi</i>	409	
	Tetracicline	396	<b>Appendice – Termodinamica e bioenergetica microbica</b>	<b>A-1</b>	
			<b>Glossario</b>	<b>G-1</b>	
			<b>Crediti</b>	<b>C-1</b>	
			<b>Indice analitico</b>	<b>I-1</b>	

# Una trattazione innovativa che include le attuali avanguardie nel campo della microbiologia ecologica

La 13<sup>a</sup> edizione di "Brock, *Microbiologia ambientale e industriale*", pone un particolare interesse ai temi dell'ecologia e dell'evoluzione ed è l'unico testo presente sul mercato che propone una trattazione specialistica della biologia molecolare dei batteri e degli archea. Troverete quindi le ricerche più avanzate in questo campo, soprattutto nei capitoli che si occupano di ecologia microbica.

Il **Capitolo 18** si occupa delle metodiche di laboratorio utilizzate nel campo dell'ecologia microbica ed è aggiornato in modo esaustivo sulle ultime novità, tra cui la CARD-FISH, l'ARISA, i biosensori, le NanoSIMS, la citometria a flusso e l'amplificazione "multiple displacement". Si troveranno nuovi ed eccitanti approfondimenti relativi ai metodi per l'analisi funzionale delle singole cellule, tra cui l'analisi genomica della cellula singola e l'analisi degli isotopi stabili, insieme a un'estesa trattazione dei metodi di analisi delle comunità microbiche tra cui la metagenomica, la metatrascrittomica e la metaproteomica.

Il **Capitolo 19** si occupa dei principali habitat microbici e della loro diversificazione, e compara tra loro i principali habitat di *Bacteria* e *Archaea*. La trattazione è supportata da nuove spettacolari fotografie e da illustrazioni che riassumono la biodiversità filogenetica e il significato funzionale degli eucarioti in ogni singolo habitat.



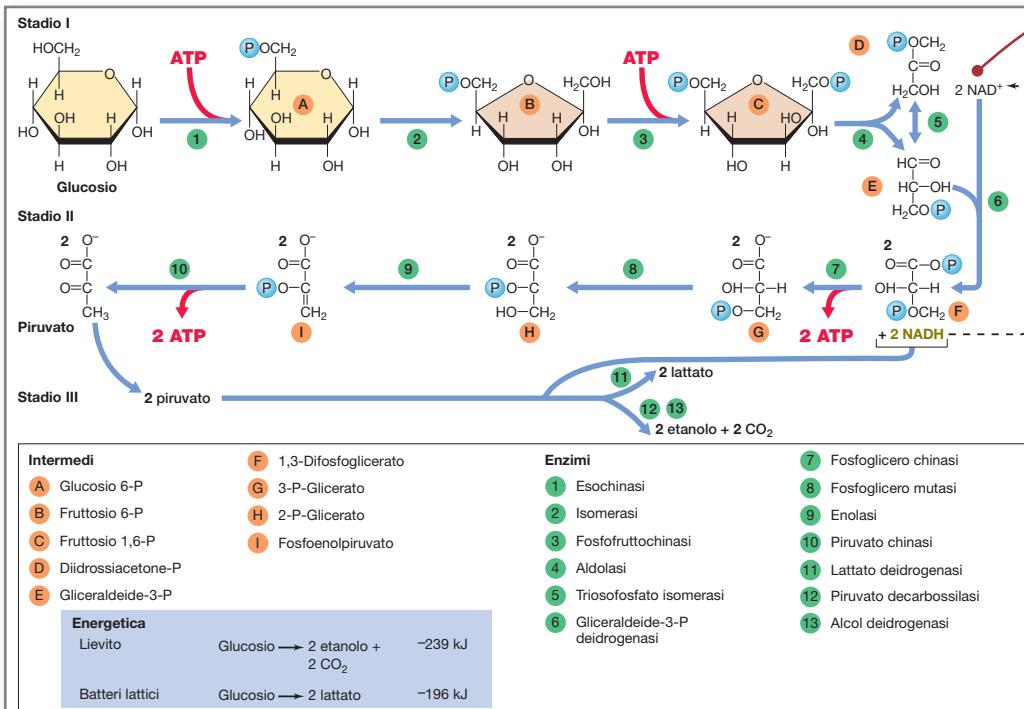
Il **Capitolo 17** si occupa dei cicli dei nutrienti, di biodegradazione e *bioremediation*. Troverete gli aggiornamenti relativi ai sorprendenti meccanismi che regolano i cicli dei nutrienti, la componente fondamentale della microbiologia ambientale e dell'ecologia microbica.

Il **Capitolo 20** è completamente nuovo e si concentra interamente sulle simbiosi microbiche, sia le simbiosi tra batteri e batteri sia le simbiosi tra i batteri e i loro ospiti, che siano piante, mammiferi o invertebrati. Vengono trattate le simbiosi già note e anche quelle di nuova scoperta, come le simbiosi che coinvolgono l'apparato digerente umano e il controllo dell'obesità da parte del microbioma, quelle del rumine degli animali importanti da un punto di vista zootecnico, quelle dell'apparato digerente delle termiti e quelle dell'organo luminoso di alcuni cefalopodi. Vengono inoltre trattate le simbiosi tra i batteri chemiolitotrofi e gli animali che vivono nei pressi delle sorgenti idrotermali, le principali simbiosi tra batteri e insetti, i licheni importanti in medicina, i coralli delle barriere e altre ancora.

Questo capitolo sulla simbiosi tiene uniti i concetti chiave dell'intero testo: salute, diversificazione ed ecosistema umano.

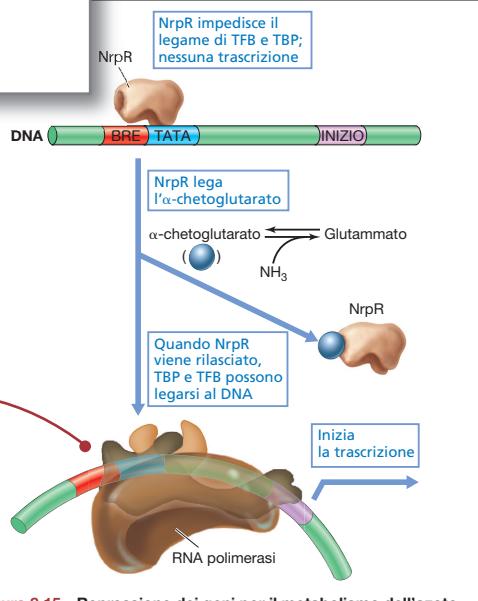
# Illustrazioni rivisitate e domande

Tutte le illustrazioni del testo sono state riviste e aggiornate per dare agli studenti una migliore possibilità di addentrarsi nel mondo microbico. Sono stati utilizzati colori e stile convenzionali per permettere una comprensione facile e accessibile.



Le **nuove illustrazioni** sono state attentamente riviste per essere una guida solida attraverso concetti che possono essere complessi. Lo stile dei *pathway* metabolici e degli schemi dei processi biochimici è stato semplificato, con l'introduzione di passaggi codificati da colori convenzionali e da disegni delle strutture chimiche più facilmente comprensibili.

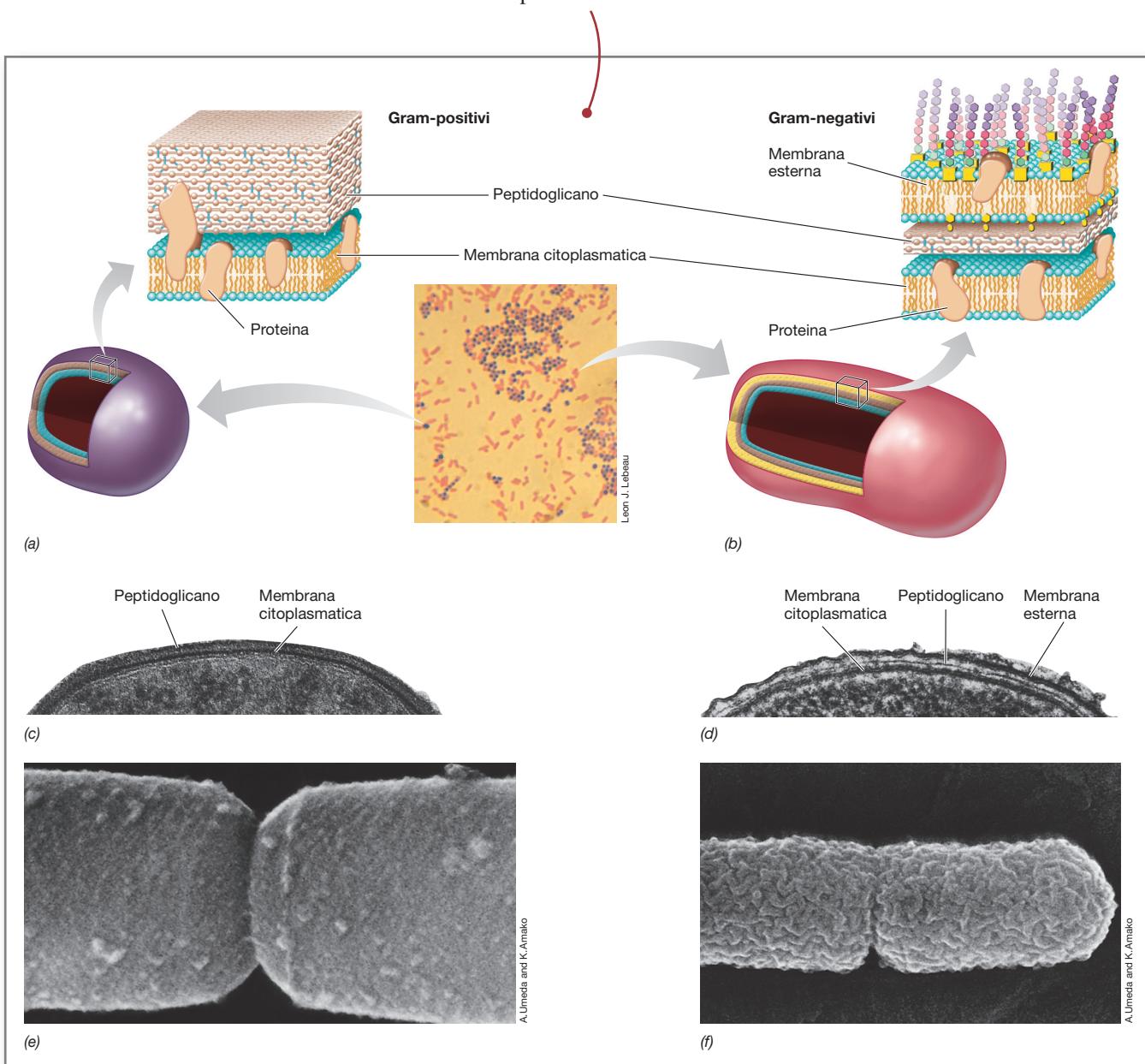
**Figura 4.14** Via di Embden-Meyerhof-Parnas (glicolisi). Sequenza delle reazioni nel catabolismo del glucosio fino a piruvato e, successivamente, ai prodotti di fermentazione. Il piruvato è il prodotto finale della glicolisi e da esso derivano i prodotti di fermentazione. Nella tabella blu in basso a sinistra sono riportati i valori di energia prodotta nella fermentazione del glucosio da parte del lievito e dei batteri lattici.



Ad alcune figure è stata aggiunta la **tridimensionalità** per portare più realismo e vivacità alle immagini. Le illustrazioni che raffigurano le cellule e gli acidi nucleici sono ora più attenti alle dimensioni per consentire di identificare meglio i geni chiave e le strutture cellulari.

**Figura 8.15** Repressione dei geni per il metabolismo dell'azoto negli archea. La proteina NrpR di *Methanococcus maripaludis* agisce come repressore. Essa infatti impedisce il legame delle proteine TFB e TBP, necessarie per il riconoscimento del promotore, rispettivamente al sito BRE e alla TATA box. In caso di carenza di ammoniaca, l'α-chetoglutarato non viene convertito in glutammato, pertanto si accumula e si lega a NrpR inducendone il rilascio dal DNA. A questo punto le proteine TBP e TFB possono legarsi e favorire il legame della RNA polimerasi al promotore e la trascrizione dell'operone.

Spesso alle illustrazioni vengono affiancate le **fotografie** relative per avvicinare la presentazione alla situazione reale e per consolidare la connessione tra teoria e pratica.



**Figura 3.15 Parete cellulare dei batteri.**

**(a, b)** Rappresentazione schematica della parete cellulare dei batteri gram-positivi e gram-negativi. La fotografia al centro mostra la colorazione di Gram di cellule di *Staphylococcus aureus* (in viola,

gram-positive) e di *Escherichia coli* (in rosa, gram-negative). **(c, d)** Micrografia elettronica a trasmissione (TEM) che mostrano la parete cellulare di un batterio gram-positivo e di uno gram-negativo. **(e, f)** Micrografia

elettronica a scansione rispettivamente di un batterio gram-positivo e di uno gram-negativo. Si notino le differenze nella trama superficiale. Ciascuna cellula ha una dimensione di circa 1  $\mu\text{m}$ .

# Una struttura per argomenti che aiuta gli studenti a focalizzare gli argomenti più importanti

Le informazioni relative alla diversità metabolica precedono quelle della diversità microbica, con una migliorata connessione tra queste due aree di studio così importanti e spesso correlate tra loro.

**Indice breve**

**Volume 1**

Capitolo	Titolo	Pagine
1	Microrganismi e microbiologia	2
2	Breve viaggio nel mondo dei microrganismi	24
3	Struttura e funzioni cellulari in <i>Bacteria</i> e <i>Archaea</i>	48
4	Nutrizione, coltura e metabolismo dei microrganismi	86
5	Crescita microbica	118
6	Biologia molecolare dei <i>Bacteria</i>	152
7	Biologia molecolare degli <i>Archaea</i> e degli <i>Eukarya</i>	194
8	Regolazione dell'espressione genica	213
9	Virus e virologia	240
10	Genetica di <i>Bacteria</i> e <i>Archaea</i>	268
11	Ingegneria genetica	299
12	Biologia della cellula eucariote e microrganismi eucarioti	322
13	Genomica microbica	350
14	Controllo della crescita microbica	378

**Volume 2**

Capitolo	Titolo	Pagine
15	Fototrofia, chemiotrofia e principali biosintesi	410
16	Catabolismo dei composti organici	442
17	Cicli dei nutrienti, biodegradazione e biorisanamento	482
18	Metodi per studi di ecologia microbica	504
19	Principali habitat microbici e biodiversità	532
20	Simbiosi microbiche	562
21	Evoluzione e sistematica microbica	598
22	<i>Bacteria</i> : i <i>Proteobacteria</i>	627
23	Altri batteri	668
24	<i>Archaea</i>	706
25	Trattamento delle acque reflue, depurazione idrica e malattie microbiche di origine idrica	734
26	Conservazione degli alimenti e malattie microbiche di origine alimentare	752
27	Prodotti commerciali e biotecnologie	776

**Volume 3**

Capitolo	Titolo	Pagine
28	Interazioni uomo-microrganismo	812
29	Diversità virale	840
30	Immunità e difese dell'ospite	870
31	Meccanismi immunitari	892
32	Immunologia molecolare	914
33	Microbiologia e immunologia diagnostica	934
34	Epidemiologia	970
35	Malattie microbiche trasmesse da persona a persona	1002
36	Malattie microbiche trasmesse da vettori e dal suolo	1040

Il capitolo sull'immunologia è stato rivisitato per fornire ai docenti il più adeguato strumento didattico relativo agli aspetti base dell'immunologia, compresi i concetti fondamentali riguardanti la risposta immunitaria agli attacchi degli agenti infettivi. Chi volesse approfondire l'argomento potrà consultare i capitoli 30, 31 e 32.

I primi undici capitoli riguardano i principi fondamentali della microbiologia, che vengono prima introdotti e in seguito approfonditi grazie alla trattazione più dettagliata dei singoli argomenti.

Le nuove sezioni “Concetti fondamentali” alla fine di ogni capitolo riassumono i punti più importanti della trattazione, i punti cioè necessari alla comprensione da parte degli studenti.

## Concetti fondamentali

### 2.1

I microscopi sono essenziali per lo studio dei microrganismi. La microscopia in campo chiaro, la forma più comune di microscopia, fa uso di un microscopio con una serie di lenti per ingrandire e risolvere le immagini.

### 2.2

Una limitazione intrinseca alla microscopia in campo chiaro è la mancanza di contrasto tra le cellule e il mezzo circostante. Questo problema può essere superato mediante l'uso di colorazioni o di forme alternative di microscopia ottica come quelle a contrasto di fase o in campo oscuro.

### 2.3

La microscopia a contrasto di fase interferenziale e la microscopia confocale a scansione laser permettono la visualizzazione tridimensionale dei preparati o la visione attraverso preparati spessi. Il microscopio a forza atomica fornisce un'immagine tridimensionale molto dettagliata di preparati vitali.

### 2.4

Il microscopio elettronico ha un potere di risoluzione molto più elevato di quello del microscopio ottico, con un limite di risoluzione intorno a 0,2 nm. Le due forme principali di microscopia elettronica sono quella a trasmissione, usata soprattutto per osservare le strutture interne alla cellula, e quella a scansione, usata per esaminare la superficie dei preparati.

### 2.5

Tutte le cellule microbiche condividono alcune strutture essenziali, come la membrana citoplasmatica e i ribosomi; la maggior parte delle cellule batteriche ha una parete cellulare. Si distinguono due tipi di struttura cellulare: i procarioti e gli eucarioti. I virus non sono cellule e dipendono da cellule ospiti per la loro replicazione.

### 2.6

I geni governano le proprietà e le funzioni della cellula, e il corredo di geni di una cellula è chiamato genoma. Il DNA è organizzato nelle cellule sotto forma di cromosomi. La maggior parte delle specie procariotiche ha un singolo cromosoma circolare, mentre nelle specie eucariotiche il DNA è organizzato in più cromosomi lineari.

### 2.7

L'analisi comparativa delle sequenze geniche degli RNA ribosomali ha permesso di definire tre domini della vita: *Bacteria*, *Archaea* ed *Eukarya*. Il confronto delle sequenze ha mostrato che gli organelli degli *Eukarya* erano originariamente dei *Bacteria* e ha prodotto nuovi strumenti per l'ecologia microbica e la microbiologia clinica.

### 2.8

Tutte le cellule hanno bisogno di una fonte di energia e di carbonio per la crescita. I chemiorganotrofi, i chemiolitotrofi e i fototrofi utilizzano, come fonte di energia, rispettivamente i composti organici, le sostanze inorganiche o la luce. Gli autotrofi usano la CO<sub>2</sub> come fonte di carbonio, mentre gli eterotrofi utilizzano sostanze organiche. Gli estremofili vivono bene in condizioni ambientali di elevata pressione o concentrazione salina, o a valori estremi di temperatura e pH.

### 2.9

Sono noti diversi phyla di *Bacteria*, che presentano un'enorme diversità di morfologie cellulari e di caratteristiche fisiologiche. I *Proteobacteria* rappresentano il gruppo più grande dei *Bacteria* e contengono molti batteri ben noti, come *Escherichia coli*. Altri phyla importanti sono i batteri gram-positivi, i cianobatteri, le spirochete e i batteri verdi.

### 2.10

Esistono due phyla principali di *Archaea*: gli *Euryarchaeota* e i *Crenarchaeota*; i loro rappresentanti coltivabili sono per la maggior parte estremofili.

### 2.11

L'isolamento e l'analisi dei geni per rRNA da cellule presenti in campioni ambientali hanno mostrato che in natura esistono moltissimi *Bacteria* e *Archaea* filogeneticamente distinti non ancora coltivabili.

### 2.12

I microrganismi eucariotici costituiscono un gruppo eterogeneo che comprende alghe e protozoi (protisti), funghi e muffle mucillaginose. Diverse alghe e funghi hanno sviluppato forme di associazioni mutualistiche chiamate licheni.

Le domande relative agli argomenti trattati alla fine dei paragrafi, sfidano gli studenti a confrontarsi con la loro comprensione dei principi chiave presentati in ogni sezione.

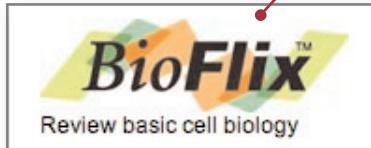
## Verifica

- Quali sono il principale regolatore di risposta e la principale chinasi sensore che entrano in gioco nella regolazione della chemiotassi?
- Perché il fenomeno dell'adattamento è importante nella chemiotassi?
- Nella chemiotassi, in che cosa differisce la risposta a un attractante da quella a un repellente?

## Contenuti digitali

Alcune delle attività didattiche sono in lingua inglese.

Questo vi fornirà uno spunto per contestualizzare alcune delle tematiche trattate nel corso del capitolo fornendo un percorso di apprendimento della lingua inglese nel contesto della disciplina.

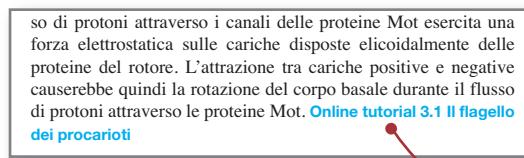


Bioflix

A corredo del testo, da usare in aula, trovate 5 spettacolari rappresentazioni tridimensionali di fenomeni e processi, accompagnati da un commento audio, che trovate elencate qui di seguito:

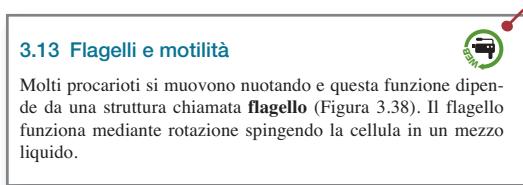
- metabolismo
  - immunologia
  - mitosi
  - duplicazione del DNA
  - visita guidata di una cellula animale
  - meiosi

Queste attività sono disponibili sia in italiano sia in inglese e sono corredate (a uso del docente) dei lucidi di presentazione.



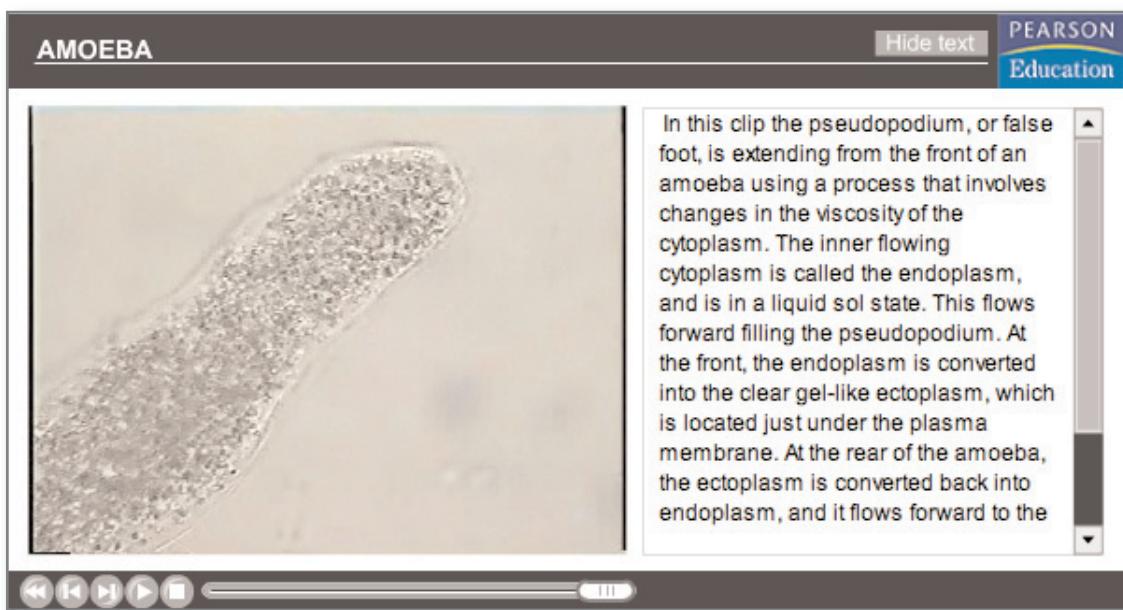
## Tutorial

Nel corso della trattazione, segnalate da un'icona, si sono affrontate una serie di attività che trovate in formato interattivo sul sito Web. In questi tutorial vengono riprodotte le simulazioni spiegate passo passo di alcuni processi fondamentali in microbiologia.



## Animazioni

Le numerose animazioni presenti sul sito web illustrano una serie di processi e fenomeni fondamentali della microbiologia e sono segnalate nel testo da un'icona.



## Video

Sul sito sono stati raccolti 25 video di microrganismi ripresi in vitro, che gli studenti hanno incontrato durante la lettura. Le animazioni includono una didascalia descrittiva in lingua inglese e la trascrizione in italiano. Usatela per verificare la vostra comprensione.

**Domande a risposta multipla**  
 Vi si accede attraverso il sito Web associato al testo; sono ideali per verificare rapidamente il livello raggiunto nello studio della materia e per simulare la prova d'esame.

**Capitolo 1: Domande di verifica**

Questa attività contiene 5 domande.

**1. Quale tra le seguenti NON è una delle principali linee evolutive microbiche?**

- Viridae
- Bacteria
- Eukarya
- Archaea

**2. Quale tra queste attività può essere considerata un esempio di ricerca microbica applicata?**

- Esperimenti che verificano la possibilità di biorisanamento delle acque
- Studi sul meccanismo di formazione delle endosporo
- Esperimenti che verificano le ipotesi di comunicazione intercellulare
- Studi sul controllo della replicazione del DNA

**3. Quale tra queste attività può essere considerata un esempio di ricerca microbiologica di base?**

- Studi sulla risposta cellulare ai danni subiti dal DNA per mezzo dell'attivazione di un pathway di riparazione
- Esperimenti per la produzione di un vaccino per prevenire la tubercolosi
- Studi sulla prevenzione della perdita di fertilità nel suolo dovuta all'azione di microorganismi
- Esperimenti che verificano le possibilità di migliorare la produzione casearia

## Domande – Problemi

Ogni capitolo si chiude con una raccolta di domande e problemi che consentono di verificare e rafforzare la preparazione.

Gli studenti possono confrontare le loro risposte con le soluzioni disponibili sul sito Web del libro.

Domande
<p>1. Cosa sono gli enzimi di restrizione? Qual è il probabile ruolo di un enzima di restrizione nella cellula? Perché la presenza di un enzima di restrizione nella cellula non determina la degradazione del DNA della cellula stessa (Paragrafo 11.1)?</p> <p>2. Come si può individuare una coltura contenente un gene clonato se è nota la sequenza del gene in questione (Paragrafo 11.2)?</p> <p>3. L'ingegneria genetica dipende dall'uso dei vettori. Descrivete le proprietà necessarie per realizzare un buon vettore di clonaggio plasmidico (Paragrafo 11.3).</p> <p>4. Come si può individuare una coltura contenente un gene clonato se non se ne conosce la sequenza, ma è disponibile il suo prodotto purificato (Paragrafo 11.4)?</p> <p>5. Quali sono i principali utilizzi del DNA sintetizzato artificialmente (Paragrafo 11.4)?</p> <p>6. Che cosa permette di fare la mutagenesi sito-specifica che non è possibile fare con la mutagenesi normale (Paragrafo 11.4)?</p> <p>7. Cos'è un gene reporter? Descrivete due geni reporter ampiamente utilizzati (Paragrafo 11.5).</p> <p>8. Come vengono utilizzate le fusioni geniche quando si vuole studiare la regolazione di un gene (Paragrafo 11.5)?</p> <p>9. In che modo l'inattivazione inserzionale del gene per la <math>\beta</math>-galattosidasi permette di verificare la presenza di DNA esogeno in un vettore come pUC19 (Paragrafo 11.6)?</p> <p>10. Descrivete due ospiti di clonaggio procariotici e i pro e contro del loro utilizzo (Paragrafo 11.7).</p> <p>11. Descrivete le similitudini e le differenze tra vettori di espressione e vettori shuttle (Paragrafo 11.8).</p> <p>12. Come è stato utilizzato il batteriofago T7 nell'espressione di geni esogeni in <i>Escherichia coli</i> e quali caratteristiche utili possiede questo sistema di regolazione (Paragrafo 11.8)?</p> <p>13. Quali vantaggi ci sono nell'utilizzare un vettore di clonaggio derivato da lambda rispetto all'uso di un vettore plasmidico (Paragrafo 11.9)?</p> <p>14. Quali sono le caratteristiche essenziali di un cromosoma artificiale? Qual è la differenza tra BAC e YAC? Quali caratteristiche del plasmide F lo rendono meno utile <i>in vitro</i> (Paragrafo 11.10)?</p>
Problemi
<p>1. Supponete di dover costruire un vettore di espressione plasmidico utilizzabile per il clonaggio molecolare in un organismo di interesse industriale. Elencate le caratteristiche che dovrebbero avere un plasmide di questo tipo e le fasi necessarie per realizzarlo.</p> <p>2. Supponete di aver determinato la sequenza in basi del DNA di un promotore particolarmente forte di <i>Escherichia coli</i> e di essere interessati all'inserimento di questa sequenza in un vettore d'espressione.</p> <p>ne. Descrivete le fasi della procedura che utilizzerete. Quali precauzioni sono necessarie per assicurare che questo promotore funzioni adeguatamente in questa nuova localizzazione?</p> <p>3. Molti sistemi genetici utilizzano il gene <i>lacZ</i>, codificante la <math>\beta</math>-galattosidasi, come reporter. Quali vantaggi o problemi deriverebbero dall'uso come reporter (a) della luciferasi o (b) della GFP al posto della <math>\beta</math>-galattosidasi?</p>

# Autori

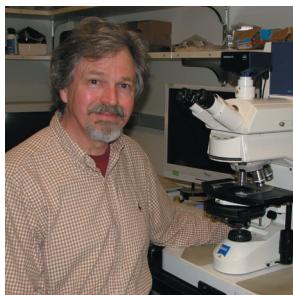


**Michael T. Madigan** si è laureato in Biologia alla Wisconsin State University di Stevens Point nel 1971, per poi ottenere la specializzazione (1974) e il dottorato di ricerca (1976) in Batteriologia presso la University of Wisconsin di Madison. Ha svolto la tesi di dottorato nel laboratorio di Thomas Brock dedicandosi allo studio del

batterio *Chloroflexus*, una specie che si è adattata a vivere nei pressi delle sorgenti calde. In seguito ha frequentato un periodo di post dottorato di tre anni presso il Dipartimento di Microbiologia della Indiana University, per poi spostarsi alla Southern Illinois University di Carbondale dove ha ottenuto l'incarico di professore di microbiologia, ruolo che ha ricoperto per 32 anni. È stato il coautore di *Biologia dei Microrganismi* fino alla sua quarta edizione (1984) e ha insegnato microbiologia di base, diversità batterica, microbiologia applicata e microbiologia diagnostica. Nel 1988 ha ottenuto un importante premio per le sue qualità di insegnante da parte del Collegio delle Scienze, che lo ha premiato anche per le sue attività di ricercatore nel 1993. Nel 2001 ha poi ottenuto il SIUC Outstanding Scholar Award. Nel 2003 è stato premiato con il Carski Award per l'insegnamento, premio istituito dalla Società Americana di Microbiologia (ASM), ed è stato eletto membro dell'Accademia Americana di Microbiologia. Le ricerche di Mike si concentrano sui batteri che vivono in ambienti estremi, e negli ultimi 12 anni si è dedicato allo studio della flora microbica dei laghi ghiacciati della McMurdo Dry Valleys in Antartide. Oltre ai suoi articoli scientifici ha pubblicato un importante trattato sui batteri fototrofi ed è stato per oltre dieci anni il *chief editor* della rivista *Archives of Microbiology*. Attualmente lavora nel gruppo di editor delle riviste *Environmental Microbiology* e *Antoine von Leeuwenhoek*. I suoi interessi extra scientifici includono la silvicoltura, la lettura e la cura dei suoi cani e dei suoi cavalli.



**John M. Martinko** si è laureato in Biologia alla Cleveland State University. Ha poi lavorato alla Case Western Reserve University dove ha condotto studi sulla sierologia e l'epidemiologia di *Streptococcus pyogenes*. Ha frequentato il dottorato presso la State University of New York di Buffalo, dove si è occupato di specificità anticorpale e di idiotipi. Nel suo periodo di post dottorato ha lavorato all'Albert Einstein College of Medicine di New York, dove ha studiato le proteine del complesso maggiore di istocompatibilità. Dal 1981 lavora al Dipartimento di Microbiologia della Southern Illinois University di Carbondale dove ha ricoperto gli incarichi di professore e di direttore delle facoltà di Biologia Molecolare, Microbiologia e Biochimica. Nel 2009 ha lasciato gli incarichi ma rimane attivo all'interno del dipartimento come ricercatore e insegnante. I suoi lavori di ricerca si concentrano sui cambiamenti strutturali delle proteine che formano il complesso maggiore di istocompatibilità, mentre come docente gestisce corsi avanzati di immunologia e tiene seminari sulle difese immunitarie dell'ospite per gli studenti di medicina. È anche responsabile dell'Institutional Animal Care and Use Committee del SIUC. Per il suo valore come insegnante è stato insignito dell'Outstanding Teaching Award nel 2007. È anche un appassionato golfista e ciclista. Oggi vive a Carbondale con la moglie Judy, un'insegnante di scuola superiore.



**David A. Stahl** si è laureato in Microbiologia alla University of Washington di Seattle, per poi specializzarsi in filogenesi microbica ed evoluzione con Carl Woese presso il Dipartimento di Microbiologia della University of Illinois di Champaign-Urbana. I suoi lavori successivi, come studente di post dottorato del National Jewish Hospital del Colorado, si sono focalizzati sull'utilizzo dell'RNA 16S per lo studio delle comunità microbiche in natura. Nel 1984 è stato assunto dalla University of Illinois, dove ha cominciato a insegnare nei corsi di laurea di Veterinaria, Microbiologia e Ingegneria Civile. Nel 1994 si è trasferito al Dipartimento di Ingegneria Civile della Northwestern University, e nel 2000 è tornato alla sua *alma mater*, la University of Washington di Seattle, come professore del Dipartimento di Ingegneria civile e Ambientale e del Dipartimento di Microbiologia. Dave è noto per i suoi lavori relativi all'evoluzione, all'ecologia e alla sistematica dei microrganismi, tanto da ricevere il Bergey Award nel 1999 e il Procter & Gamble Award in Microbiologia ambientale e applicata da parte dell'ASM nel 2006. In seguito è stato anche eletto membro dell'American Academy of Microbiology. I suoi principali interessi scientifici sono la biologia e la geochemica dei composti azotati e sulfurei, nonché le comunità microbiche coinvolte nei loro cicli. Nel suo laboratorio si è potuto coltivare per la prima volta un gruppo di *Archaea* ossidanti l'ammoniaca, che si ritiene essere il principale mediatore nei processi chiave del ciclo dell'azoto. Ha insegnato in diversi corsi di microbiologia ambientale, è uno dei cofondatori della rivista *Environmental Microbiology* ed è stato membro di numerosi comitati di revisione. Quando non è impegnato nei suoi studi Dave ama camminare, andare in bicicletta, passare il tempo con la sua famiglia, leggere libri di fantascienza e, insieme alla moglie Lin, ristrutturare una vecchia fattoria sull'isola Bainbridge al largo di Seattle.



**David P. Clark** è cresciuto a Croydon, un sobborgo di Londra. Ha vinto una borsa di studio al Christ's College di Cambridge, dove si è laureato in Scienze Naturali nel 1973. Nel 1977 ha ottenuto un Ph.D. dal Dipartimento di Batteriologia della Bristol University per i suoi lavori relativi all'influenza della composizione della membrana cellulare sull'ingresso degli antibiotici in *Escherichia coli*. Ha poi lasciato l'Inghilterra per seguire corsi di post dottorato sulla genetica del metabolismo dei lipidi nel laboratorio di John Cronan alla Yale University. Un anno dopo si è trasferito alla University of Illinois di Urbana-Champaign, occupandosi dello stesso argomento. David è poi stato assunto dal Dipartimento di Microbiologia della Southern Illinois University di Carbondale nel 1981, dove ha sviluppato progetti di ricerca focalizzati sulla crescita batterica per fermentazione in condizioni anaerobiche. Ha pubblicato numerosi articoli ed è stato relatore di oltre venti studenti di master e di dottorato. Nel 1989 ha vinto il College of Science Outstanding Researcher Award della SIUC. Nel 1991 è diventato membro della Royal Society Guest Research del Dipartimento di Biologia Molecolare e Biotecnologia della Sheffield University. Oltre a *Biologia dei Microrganismi* di Brock, David è autore di altri quattro testi scientifici: *Molecular Biology made simple and fun*, arrivato alla quarta edizione; *Molecular Biology: understanding the genetic revolution*; *Biotechnology: applying the genetic revolution*; *Germs, genes & civilization: how epidemic shake who we are today*. David non è sposato, ma vive con due gatti, Little George, un gatto rosso pa-recchio curioso, e Mr. Ralph, un gatto nero che mangia il cartone delle scatole.

# Prefazione

Gli autori, insieme alla Benjamin Cummings Publishers, sono orgogliosi di presentare la tredicesima edizione di *Biologia dei Microrganismi di Brock (BBOM, Brock, Biology of Microorganism, 13/e)*. Questo libro può a ben ragione essere considerato una pietra miliare tra i testi di microbiologia, per aver fatto conoscere la materia a generazioni di studenti per ben 41 anni, più di ogni altro testo simile. Ma anche se la sua storia copre ben quattro decenni, i suoi obiettivi principali rimangono gli stessi della prima edizione pubblicata nel 1970: (1) presentare i principi della microbiologia in modo chiaro e stimolante, e (2) fornire ai docenti gli strumenti didattici necessari per proporre eccellenti corsi di microbiologia. La tredicesima edizione del *BBOM* assolve questi compiti con sempre maggiore entusiasmo.

I lettori si accorgeranno sicuramente del livello che la tredicesima edizione ha raggiunto nel campo dell'ecologia e dell'evoluzione, anche se non bisogna dimenticare gli altri argomenti affrontati: i principi base della microbiologia; la biologia molecolare e le basi genetiche della microbiologia; la grande diversità di organismi e di forme di metabolismo; gli aspetti medici e immunologici della microbiologia. Siamo convinti che l'eccellenza dei contenuti e della loro presentazione renderanno questa edizione del *BBOM* il testo di microbiologia più comprensibile ed efficace tra quelli oggi disponibili.

## Le novità della tredicesima edizione

Gli insegnanti che hanno usato il *BBOM* in passato riconosceranno nella sua tredicesima edizione il vecchio amico con cui hanno collaborato in precedenza, sia per i contenuti proposti sia per il suo ruolo di strumento pedagogico. Si tratta quindi di un testo accurato, aggiornato e impeccabilmente organizzato, oltre che seducente dal punto di vista grafico. Come parte integrante del testo si possono anche trovare ausili di vario tipo e domande di valutazione. In questa edizione debutta, per esempio, la sezione "Verifica", pensata per testare la comprensione da parte degli studenti dei contenuti appena esposti. È presente inoltre alla fine di ogni capitolo la sezione "Concetti fondamentali", che riassume i contenuti chiave e li confeziona in uno stile di chiaro impatto che riceverà il gradimento degli studenti, soprattutto di quelli sotto esame. A completare il pacchetto didattico potrete trovare il glossario, due appendici dettagliate e un indice analitico. Ulteriori risorse didattiche si possono trovare anche online.

L'impatto visivo è altrettanto coinvolgente. Il libro è stato allestito in modo che la lettura fosse semplice e appagante, lasciando agli strumenti didattici gli spazi necessari e consentendo agli

autori di esprimersi al meglio, soprattutto attraverso una nuova veste grafica. A supporto del testo troverete infatti illustrazioni spettacolari, particolarmente curate e di effetto, che completano e integrano le centinaia di foto presenti nel *BBOM*, molte delle quali sono una novità di questa edizione. D'altra parte i nostri lettori già sanno che l'aspetto grafico è quello che contraddistingue maggiormente il *BBOM* dagli altri testi di microbiologia.

Gli autori hanno lavorato moltissimo per essere sicuri che ogni parte del libro tenga presente ciò che gli studenti già sanno e cosa hanno bisogno di sapere, avendo ben chiaro il principio che la microbiologia è diventata una delle scienze biologiche più utili e interessanti. Il risultato finale è un testo che tratta la microbiologia in modo efficiente e stimolante, con modalità che saranno sicuramente apprezzate da studenti e insegnanti.

## Principali miglioramenti

### Capitolo 1

- Maggiori approfondimenti nel campo dell'evoluzione e dei principali habitat dei microrganismi, la biomassa terrestre più diffusa e abbondante.
- Una trattazione più incisiva, anche dal punto di vista grafico, dell'impatto dei microrganismi sull'uomo, che permette di valutare meglio la loro importanza anche nei confronti dell'intera vita del pianeta.

### Capitolo 2

- Maggiori approfondimenti sulla biologia cellulare e sulle caratteristiche dei cromosomi delle cellule procariotiche ed eucariotiche, aiutati da una panoramica graficamente coinvolgente sul mondo microbico.

### Capitolo 3

- Il nuovo capitolo 3 esplora la struttura e le funzioni cellulari con un forte supporto grafico, e approfondisce la trattazione dei lipidi e della parete batterica di *Bacteria* e *Archaea*.

### Capitolo 4

- Maggiori e aggiornati approfondimenti relativi al catabolismo e alle principali reazioni anaboliche.
- Le nuove illustrazioni sono in grado di rendere lo studio delle reazioni metaboliche una vera e propria esperienza visiva.

## Capitolo 5

- Aggiornati approfondimenti relativi alle varie fasi della divisione cellulare e alle loro relazioni con la microbiologia medica, per consentire una migliore valutazione dei legami tra la scienza di base e quella applicata.
- Le nuove illustrazioni fanno sì che gli importanti concetti di divisione cellulare e di crescita della popolazione diventino un'esperienza vivida, coinvolgente e interattiva.

## Capitolo 6

- Sono stati aggiornati quei concetti base della biologia molecolare che ogni studente dovrebbe conoscere, includendo una panoramica della struttura degli acidi nucleici e della natura di cromosomi e plasmidi.

## Capitolo 7

- Maggiori approfondimenti sulle nuove scoperte nel campo della biologia molecolare degli *Archaea*, confrontati con gli analoghi processi molecolari dei *Bacteria*.
- Una nuova sezione si occupa delle ultime scoperte nel campo della regolazione operata dai microRNA degli eucarioti.

## Capitolo 8

- Valutazione delle principali novità relative alla regolazione dell'espressione genica, una delle aree di studio di maggiore interesse, che comprendono un importante approfondimento del meccanismo di *sensing* cellulare e di trasduzione del segnale.
- Sarete colpiti dalla sezione relativa al CRISPR, il sistema di regolazione mediato dall'RNA di recente scoperta, che viene utilizzato da *Bacteria* e *Archaea* per difendersi dagli attacchi virali.

## Capitolo 9

- Valutazione delle principali novità della virologia, completa da una migliorata panoramica della diversità virale.
- Le nuove illustrazioni sottolineano la rilevanza e l'importanza dei virus come agenti di scambio genetico.

## Capitolo 10

- I principi fondamentali di genetica microbica sono stati aggiornati e approfonditi in modo da mettere in evidenza le somiglianze e le differenze tra la genetica degli *Archaea* e quella dei *Bacteria*.

## Capitolo 11

- Trattazione completa di tutte le metodiche di biologia molecolare, compresi il clonaggio e la manipolazione genetica;

sarà il preludio della discussione sulla genomica che troverete nel capitolo successivo.

- Sarete piacevolmente colpiti dalla sezione che si occupa dei nuovi metodi di marcatura in fluorescenza, in grado di differenziare specie batteriche molto vicine da un punto di vista genetico.

## Capitolo 12

- Profonda rivisitazione della biodiversità degli eucarioti microbici, aiutata da molte foto eccezionali ottenute al microscopio.
- Ulteriore approfondimenti sulle relazioni filogenetiche esistenti tra gli eucarioti e sull'"origine batterica" degli organelli.

## Capitolo 13

- Aggiornamenti sulla genomica e trascrittomica microbica, insieme a un'approfondita trattazione delle nuove aree di studio a essa collegate, come la metabolomica e la *interactomics*.
- I lettori si meraviglieranno di quanto sia vasta la diversificazione microbica, che troveranno nell'inserto Per approfondire, "Genomi batterici da primato".

## Capitolo 14

- Importanti aggiornamenti sui meccanismi di resistenza agli antibatterici, supportati da nuove illustrazioni che ci pongono di fronte alla drammatica evidenza che alcuni patogeni umani sono resistenti a tutti gli antibiotici noti.

## Contenuti digitali

Questo titolo è corredata da una cartolina con un codice di registrazione che consente l'accesso ai contenuti digitali. Seguendo le istruzioni contenute nella cartolina potrete accedere a un'area che include materiali da usare in aula e per lo studio individuale:

- le **Panoramiche** dei concetti fondamentali, presi in esame nel capitolo
- numerosi **Tutorial** correlati ad alcuni aspetti di particolare interesse del corso
- le **Animazioni** e i **BioFlix** su argomenti di grande rilevanza nell'ambito della microbiologia
- **Video** con microrganismi ripresi dal vivo
- le **Soluzioni ai problemi e domande** di fine capitolo
- **Domande di ripasso** in formato interattivo, suddivise per ciascun capitolo per la preparazione dell'esame
- le **Flashcard** per lo studio e il ripasso dei concetti chiave in vista dell'esame.

# Ringraziamenti

Un testo di questo livello non è solo il prodotto dei suoi autori, ma uno sforzo collettivo di tutte le persone che ne costituiscono il gruppo di lavoro e che comprende chi lavora per la Benjamin Cummings, ma anche chi lavora per altre compagnie o istituzioni. L'*executive director* Deirdre Espinoza e il *project editor* Katie Cook lavorano entrambi alla Benjamin Cummings e possono essere considerati i veri “cavalli da tiro” dell’intero progetto. Deirdre è colui che ha permesso l’uscita della tredicesima edizione superando con maestria gli inevitabili intoppi che accompagnano i più importanti progetti editoriali. Katie ha gestito i problemi quotidiani del gruppo di lavoro con grande professionalità dedicandosi agli aspetti principali del lavoro così come ai dettagli, riuscendo a focalizzare il lavoro verso l’obiettivo finale.

La squadra di produzione è stata guidata da Michele Mangelli (della Mangelli Production), che ha supervisionato il lavoro di Yvo Riezebos (Riezebos Holzbaur Design Group) e di Laura Southworth (della Benjamin Cummings). La magia artistica di Yvo è chiaramente visibile nella copertina della tredicesima edizione del *BBOM*. Laura ha lavorato alla nuova immagine illustrativa del libro, che sarà sicuramente apprezzata dai lettori per il suo stile chiaro, coerente e moderno. Gli autori ringraziano sentitamente Michele, Yvo e Laura, così come tutti i disegnatori della Imagineering (Toronto) per averli aiutati a rendere così accattivante questo libro. Alla produzione hanno collaborato anche Karen Gulliver, Jean Lake e Maureen Spuhler. Karen, nella sua mansione di *production editor*, ha permesso di trasformare un manoscritto grezzo nel lavoro finito, mentre Jean, la nostra *art coordinator*, ha gestito la produzione e la scelta delle illustrazioni, lavorando come punto di collegamento con lo studio artistico. Maureen si è occupata della ricerca delle fotografie più adatte a descrivere i testi degli autori garantendo il livello qualitativo del *BBOM*. Gli autori ringraziano sentitamente Karen, Jean e Maureen, che hanno saputo trasformare migliaia di pagine scritte in un superbo strumento di apprendimento.

Gli autori vogliono anche ringraziare di cuore altri quattro membri della squadra di produzione: Elmarie Hutchinson, Anita Wagner, Elisheva (Ellie) Marcus e Elizabeth McPherson. Elmarie, il nostro *developmental editor*, ha svolto un ruolo chiave nelle prime fasi del progetto, aiutando gli autori a legare meglio tra loro testo e figure ed elaborando la parte scritta per migliorarne la leggibilità. Anita è il nostro insostituibile *copyeditor*, un ruolo chiave ricoperto da una persona efficiente e brillante. Anita ha migliorato l’accuratezza, la chiarezza e la coerenza del testo, con una modalità e uno stile di lavoro che ha permesso di risparmiare tempo e lavorare meglio. Ellie (Benjamin Cummings), grazie al suo dono unico di riuscire a valutare le illustrazioni da un punto di vista sia artistico sia scientifico, si è occupata di tra-

durre le intenzioni degli autori agli artisti che si occupavano dell’aspetto figurativo. Possiamo quindi dire che la coerenza, la chiarezza e la precisione delle illustrazioni del *BBOM* tredicesima edizione sono in gran parte dovute al suo eccellente lavoro. Elizabeth (University of Tennessee) ha valutato l’accuratezza del manoscritto: grazie al suo colpo d’occhio, alla sua estesa conoscenza nel campo della microbiologia, ai suoi suggerimenti e al suo talento nel risolvere i problemi editoriali, siamo riusciti a migliorare la precisione e l’autorevolezza del prodotto finale.

Gli autori vogliono anche ringraziare gli eccellenti contributi del dottor Matt Sattley della Indiana Wesleyan University. Matt, che è stato uno studente di dottorato di Michael Madigan, si è occupato del *Manuale per gli insegnanti* che accompagna questa edizione del *BBOM*. Si tratta di un ottimo strumento di aiuto per i docenti, per poter meglio organizzare i loro corsi di microbiologia e per selezionare le domande più importanti da sottoporre agli studenti. Ringraziamo anche Christopher Gulvik della University of Tennessee per la sua rivisitazione del corpo delle domande didattiche inserite in questa edizione.

Nessun testo di microbiologia potrebbe essere mai pubblicato senza un completo riesame del manoscritto e il regalo di nuove fotografie in possesso degli esperti nei vari campi di studio. Siamo perciò estremamente grati per il prezioso aiuto dei molti studiosi che hanno garantito una rilettura generale e specifica del manoscritto e a coloro che hanno fornito le fotografie. I loro nomi sono elencati nel seguito. Prima però è doveroso da parte degli autori ringraziare le donne della loro vita: Nancy (Michael Madigan), Judy (John Martinko), Linda (David Stahl) e Donna (David Clark). Grazie per i sacrifici degli ultimi due anni, quando il libro era in preparazione, e per aver sopportato gli autori nella difficile prova che hanno affrontato.

F.C. Thomas Allnutt

Daniel Arp, *Oregon State University*

Marie Asao, *Ohio State University*

Tracey Bass, *University of Rochester*

Zsuzsanna Balogh-Brunstad, *Hartwick College*

Teri Balser, *University of Wisconsin di Madison*

Tamar Barkay, *Rutgers University*

John Baross, *University of Washington*

Douglas Bartlett, *Scripps Institute of Oceanography*

Carl Bauer, *Indiana University*

David Bechlofer, *Mount Sinai School of Medicine*

Mercedes Balanga, *University of Barcelona (Spagna)*

Werner Bischoff, *Wake Forest University School*

*of Medicine*

Luz Blanco, *University of Michigan*

Robert Blankenship, *Washington University di St. Louis*  
Antje Boetius, *Max Plank Institute for Marine Microbiology*  
(Germania)  
Jörg Bollman, *University of Toronto* (Canada)  
Andreas Brune, *Universität Marburg* (Germania)  
Don Bryant, *Penn State University*  
Richard Calendar, *University of California* di Berkeley  
Donald Canfield, *University of Southern Denmark*  
Centers for Disease Control and Prevention Public Health  
Image Library di Atlanta, Georgia  
Kee Chan, *Boston University*  
Jiguo Chen, *Mississippi State University*  
Randy Cohrs, *University of Colorado Health Sciences Center*  
Morris Cooper, *Southern Illinois University School of Medicine*  
Amaya Garcia Costas, *Penn State University*  
Lluïsa Cros Miguel, *Institut de Ciències del Mar* (Spagna)  
Laszlo Csonka, *Purdue University*  
Diana Cundell, *Philadelphia University*  
Philip Cunningham, *Wayne State University*  
Cameron Currie, *University of Wisconsin*  
Holger Daims, *University of Vienna* (Austria)  
Dayle Daines, *Mercer University School of Medicine*  
Richard Daniel, *Newcastle University Medical School*  
Edward F. DeLong, *Massachusetts Institute of Technology*  
James Dickson, *Iowa State University*  
Kevin Diebel, *Metropolitan State College* di Denver  
Nancy DiJulio, *Case Western Reserve University*  
Nicole Dubilier, *Max Planck Institute for Marine Microbiology*  
(Germania)  
Paul Dunlap, *University of Michigan*  
Tassos Economou, *Institute of Molecular Biology  
and Biotechnology*, Iraklio-Crete (Grecia)  
Siegfried Engelbrecht-Vandré, *Universität Osnabrück*  
(Germania)  
Jean Euzéby, *École Nationale Vétérinaire de Toulouse* (Francia)  
Tom Fenchel, *University of Copenhagen* (Danimarca)  
Matthew Fields, *Montana State University*  
Jed Fuhrman, *University of Southern California*  
Daniel Gage, *University of Connecticut*  
Howard Gest, *Indiana University*  
Steve Giovannoni, *Oregon State University*  
Veronica Godoy-Carter, *Northeastern University*  
Gerhard Gottschalk, *University of Göttingen* (Germania)  
Jörg Graf, *University of Connecticut*  
Dennis Grogan, *University of Cincinnati*  
Ricardo Guerrero, *University of Barcelona* (Spagna)  
Hermie Harmsen, *University of Groningen* (Paesi Bassi)  
Terry Hazen, *Lawrence Berkeley National Laboratory*  
Heather Hoffman, *George Washington University*  
James Holden, *University of Massachusetts*, Amherst  
Julie Huber, *Marine Biological Laboratories* di Woods Hole  
Michael Iibb, *Ohio State University*  
Johannes Imhoff, *University of Kiel* (Germania)  
Kazuhito Inoue, *Kanagawa University* (Giappone)  
Rohit Kumar Jangra, *University of Texas Medical Branch*  
Ken Jarrell, *Queen's University* (Canada)  
Glenn Johnson, *Air Force Research Laboratory*  
Deborah O. Jung, *Southern Illinois University*

Marina Kalyuzhnaya, *University of Washington*  
Deborah Kelley, *University of Washington*  
David Kehoe, *Indiana University*  
Stan Kikkert, *Mesa Community College*  
Christine Kirvan, *California State University di Sacramento*  
Kazuhiko Koike, *Hiroshima University* (Giappone)  
Martin Konneke, *Universität Oldenburg* (Germania)  
Allan Konopka, *Pacific Northwest Laboratories*  
Susan F. Koval, *University of Western Ontario*  
Lee Krumholz, *University of Oklahoma*  
Martin Langer, *Universität Bonn* (Germania)  
Amparo Latorre, *Universidad de València* (Spagna)  
Mary Lidstrom, *University of Washington*  
Steven Lindow, *University of California* di Berkeley  
Wen-Tso Liu, *University of Illinois*  
Zijuan Liu, *Oakland University*  
Jeppe Lund Nielsen, *Aalborg University* (Danimarca)  
John Makemson, *Florida International University*  
George Maldonado, *University of Minnesota*  
Linda Mandelco, *Bainbridge Island*, Washington  
William Margolin, *University of Texas Health Sciences Center*  
Willm Matens-Habbena, *University of Washington*  
Margaret McFall-Ngai, *University of Wisconsin*  
Michael McInerney, *University of Oklahoma*  
Elizabeth McPherson, *University of Tennessee*  
Aubrey Mendonca, *Iowa State University*  
William Metcalf, *University of Illinois*  
Duboise Monroe, *University of Southern Maine*  
Katsu Murakami, *Penn State University*  
Eugene Nester, *University of Washington*  
Tullis Onstott, *Princeton University*  
Aharon Oren, *Hebrew University di Gerusalemme*  
Victoria Orphan, *California Institute of Technology*  
Jörg Overmann, *Universität Munich* (Germania)  
Hans Paerl, *University of North Carolina*  
Vijay Pancholi, *Ohio State University College of Medicine*  
Matthew Parsek, *University of Washington*  
Nicolas Pinel, *University of Washington*  
Jörg Piper, *Bad Bertrich* (Germania)  
Thomas Pistole, *University of New Hampshire*  
Edith Porter, *California State University di Los Angeles*  
Michael Poulsen, *University of Wisconsin*  
ScoziaNiels Peter Revsbech, *University of Aarhus* (Danimarca)  
Jackie Reynolds, *Richland College*  
Kelly Reynolds, *University of Arizona*  
Anna-Louise Reysenbach, *Portland State University*  
Gary Roberts, *University of Wisconsin*  
Melanie Romero-Guss, *Northeastern University*  
Vladimir Samarkin, *University of Georgia*  
Kathleen Sandman, *Ohio State University*  
W. Matthew Sattley, *Indiana Wesleyan University*  
Gene Scalarone, *Idaho State University*  
Bernhard Schink, *Universität Konstanz* (Germania)  
Tom Schmidt, *Michigan State University*  
Timothy Sellati, *Albany Medical College*  
Sara Silverstone, *Nazareth College*  
Christopher Smith, *College of San Mateo*  
Joyce Solheim, *University of Nebraska Medical Center*

Evan Solomon, *University of Washington*  
John Spear, *Colorado School of Mines*  
Nancy Spear, *Murphysboro, Illinois*  
John Steiert, *Missouri State University*  
Selvakumar Subbian, *University of Medicine and Dentistry of New Jersey*  
Karen Sullivan, *Louisiana State University*  
Jianming Tang, *University of Alabama di Birmingham*  
Yi-Wei Tang, *Vanderbilt University*  
Ralph Tanner, *University of Oklahoma*  
J.H. Theis, *School of Medicine University of California di Davis*  
Abbas Vafai, *Center for Disease Control and Prevention*  
Alex Valm, *Woods Hole Oceanographic Institution*  
Esta van Heerden, *University of the Free State (Sudafrica)*  
Michael Wagner, *University of Vienna (Austria)*  
David Ward, *Montana State University*  
Gerhard Wanner, *Universität Munich (Germania)*  
Ernesto Weil, *University of Puerto Rico*  
Dave Westenberg, *Missouri University of Science and Technology*  
William Whitman, *University of Georgia*  
Fritz Widdel, *Max Planck Institute for Marine Microbiology (Germania)*

Arlene Wise, *University of Pennsylvania*  
Carl Woese, *University of Illinois*  
Howard Young  
Vladimir Yurkov, *University of Manitoba (Canada)*  
John Zamora, *Middle Tennessee State University*  
Davide Zannoni, *Università di Bologna (Italia)*  
Stephen Zinder, *Cornell University*

Per quanti sforzi il gruppo editoriale possa fare, nessun libro sarà mai privo di errori. Sebbene abbiano fiducia che i lettori incontreranno molte difficoltà a trovare errori nella tredicesima edizione del *BBOM*, qualsiasi errore presente, di qualsiasi genere, è sola responsabilità degli autori. Per le edizioni precedenti gli utenti erano stati tanto gentili da contattarci quando trovavano un errore. Gli utilizzatori devono sentirsi liberi di continuare a farlo e di rivolgersi direttamente agli autori per qualsiasi errore, problema o domanda che possono incontrare usando il libro; faremo del nostro meglio per rispondere.

**Michael T. Madigan** (madigan@micro.siu.edu)  
**John M. Martinko** (martinko@micro.siu.edu)  
**David A. Stahl** (dastahl@washington.edu)  
**David P. Clark** (clark@micro.siu.edu)