

# Indice Microbiologia Generale e Agraria

## A - Introduzione alla Microbiologia 1

<b>1 - Breve storia degli "invisibili"</b> (Pier Luigi Manachini)	1
1.1 Il secolo XVIII	1
1.2 L'esplosivo secolo XIX	6
<i>Box 1.1 Un futuro nuovo regno</i>	12
1.3 L'esaltante Novecento	13
Bibliografia	16

## 2 - La cellula, la sua origine e la sua evoluzione

(Claudia Sorlini)	17
2.1 L'origine della vita	17
2.2 L'architettura della cellula	20
2.3 L'albero della vita	21
2.3.1 Evoluzione della cellula primitiva	22
2.4 Le differenze tra le cellule di procarioti ed eucarioti	23
<i>Box 2.1 RNA ribosomale, orologio molecolare dell'evoluzione</i>	27

## B - Morfologia e citologia 31

### 3 - Morfologia e citologia dei microrganismi

(Maria Luisa Callegari, Pier Sandro Cocconcelli)	33
3.1 Dimensioni e morfologia delle cellule batteriche	33
3.1.1 Forme cellulari	33
3.1.2 Dimensioni cellulari	35
3.2 La struttura della cellula	36
3.2.1 Membrana citoplasmatica	36
3.2.2 Parete cellulare	46
3.2.3 Membrana periplasmatica dei batteri Gram-negativi	53
3.2.4 Strato S (S-layer)	55
3.2.5 Capsula e strato mucoso	57
3.2.6 Appendici associate alla parete cellulare	58
3.3 Il movimento della cellula batterica	61
3.3.1 Chemiotassi e fototassi	61
3.4 Il citoplasma	63
3.4.1 Nucleoide	63
3.4.2 Ribosomi	64

3.4.3 Polimeri di riserva	65
3.4.4 Magnetosomi	65
3.4.5 Carbossisomi	66
3.4.6 Clorosomi	66
3.4.7 Tilacoidi	67
3.4.8 Vescicole gassose	67
3.5 L'organizzazione cellulare nel regno dei funghi	68

## 4 - Le tecniche microscopiche (Marina Basaglia) 69

3.4 Cenni di storia della microscopia	69
3.5 La teoria alla base delle tecniche microscopiche	69
3.6 I microscopi ottici	71
3.6.1 Microscopia confocale	73
3.7 La preparazione dei campioni per l'osservazione al microscopio ottico	74
3.7.1 Tecniche microscopiche <i>in situ</i>	75
3.7.2 Metodi microscopici per la conta diretta delle cellule batteriche	77
3.8 La microscopia elettronica	79
3.8.1 Microscopio elettronico a scansione	79
3.8.2 Microscopio elettronico a trasmissione	81

## C - Nutrizione e crescita 83

### 5 - Nutrizione e isolamento dei microrganismi

(Marilena Budroni, Ilaria Mannazzu)	85
5.1 Di cosa è fatta la cellula microbica	85
5.1.1 Macronutrienti	86
5.1.2 Micronutrienti	88
5.1.3 Fattori di crescita	89
5.2 I gruppi nutrizionali	90
5.3 I terreni colturali	91
5.3.1 Terreni colturali modificati per l'isolamento, l'identificazione e la caratterizzazione dei microrganismi	93
5.4 L'isolamento di microrganismi in coltura pura	94
5.4.1 Isolamento diretto	94
5.4.2 Isolamento per arricchimento	97
5.4.3 Alcuni esempi di isolamento diretto e per arricchimento	98

<b>6 - Crescita microbica e conservazione</b>	<b>101</b>		
6.1 Descrizione della crescita microbica (Gianluigi Mauriello, Giovanna Suzzi)	11		
6.1.1 Scissione binaria	101		
6.1.2 Curva di crescita	102		
6.2 Velocità della crescita microbica	104		
6.3 Misura della crescita microbica	106		
6.3.1 Conta diretta	106		
6.3.2 Allestimento delle diluizioni	108		
6.3.3 Conta indiretta	109		
6.3.4 Misura della torbidità	110		
6.4 Richieste ambientali per la crescita microbica	111		
6.4.1 Effetto della temperatura sullo sviluppo microbico	112		
6.4.2 Effetto del pH sulla crescita microbica	117		
6.4.3 Osmolarità e disponibilità di acqua	120		
6.4.4 Ossigeno	122		
6.5 L'endospora: sporulazione e germinazione (Roberto Ambrosoli, Paola Dolci)	125		
6.5.1 Fasi della sporulazione	125		
6.5.2 Regolazione della sporulazione	127		
6.5.3 La germinazione	128		
6.6 Implicazioni ambientali, sanitarie e tecnologiche della produzione di spore	128		
6.7 Metabolismo secondario associato alla sporulazione	129		
Box 6.1 <i>Le spore anche tra gli eucarioti</i>	130		
6.8 La conservazione delle colture microbiche (Ann Elizabeth Vaughan)	130		
6.8.1 I sistemi per il mantenimento di colture microbiche	131		
6.8.2 Trasferimenti periodici su substrato agarizzato	131		
6.8.3 Liofilizzazione dei microrganismi	132		
6.8.4 Conservazione di colture microbiche a bassissime temperature	133		
Box 6.2 <i>Procedura per il trasferimento di una coltura microbica</i>	133		
Box 6.3 <i>Procedura per la liofilizzazione di cellule microbiche</i>	134		
Box 6.4 <i>Congelamento di cellule microbiche con il sistema "Protect" 80 °C</i>	134		
<b>7 - Il controllo dei microrganismi</b>			
(Salvatore Massa)	137		
7.1 Agenti fisici	138		
7.1.1 Alte temperature	138		
7.1.2 Basse temperature	141		
7.1.3 Radiazioni	142		
7.1.4 Filtrazione	146		
7.2 Agenti chimici	147		
7.2.1 Fenoli	147		
7.2.2 Alcoli	148		
7.2.3 Aldeidi	148		
7.2.4 Detergenti cationici	149		
7.2.5 Agenti ossidanti	149		
7.2.6 Agenti gassosi	150		
7.2.7 Alogeni	150		
7.2.8 Metalli pesanti	152		
7.3 Agenti farmacologici	152		
7.3.1 Chemioterapici	153		
7.3.2 Antibiotici	153		
7.3.3 Antibiotici nei mangimi	155		
<b>D - Metabolismo microbico</b>	<b>157</b>		
<b>8 - Il metabolismo energetico o catabolismo</b>			
(Grazia Baggi, Roberto De Philippis, Raffaella Zanchi)	159		
8.1 La respirazione	160		
8.1.1 Respirazione aerobica della sostanza organica	160		
Box 8.1 <i>Processi bioenergetici nei microrganismi: fosforilazione a livello di substrato (SLP) e fosforilazione per trasporto di elettroni (ETP)</i>	161		
Box 8.2 <i>La teoria chemiosmotica</i>	164		
8.1.2 Respirazione aerobica dei composti inorganici	171		
Box 8.3 <i>Biochimica dell'ossidazione dei composti dello zolfo</i>	175		
8.1.3 Respirazione anaerobica	176		
Box 8.4 <i>Biochimica della solforiduzione</i>	178		
Box 8.5 <i>La resa energetica dell'ossidazione di composti organici nella solforiduzione</i>	179		
8.2 La fermentazione	182		
8.2.1 Vie fermentative degli idrati di carbonio	183		
8.2.2 Fermentazione dei composti azotati	190		
8.3 La fotosintesi	191		
Box 8.6 <i>Assorbimento della radiazione luminosa e sua conversione in energia chimica</i>	192		
8.3.1 Pigmenti fotosintetici	192		
8.3.2 Fotosintesi ossigenica	194		
8.3.3 Fotosintesi anossigenica	196		
Box 8.7 <i>Utilizzazione dell'energia luminosa nelle Halobacteriales</i>	199		
<b>9 - Il metabolismo biosintetico o anabolismo</b>			
(Grazia Baggi, Roberto De Philippis, Raffaella Zanchi)	159		
9.4 La sintesi degli zuccheri	201		
9.4.1 Assimilazione di CO <sub>2</sub>	201		
9.4.2 Gluconeogenesi	202		
9.5 La sintesi degli aminoacidi	203		
9.5.1 Assimilazione dell'azoto inorganico	204		
9.6 La sintesi degli acidi grassi	206		
8.7 La sintesi dei nucleotidi	207		

<b>10 - La regolazione del metabolismo</b> (Grazia Baggi, Roberto De Philippis, Raffaella Zanchi)	209	13.3.2 Caratteri genotipici	269
10.1 La regolazione dell'attività enzimatica	210	13.4 Tassonomia numerica	272
10.2 La regolazione della sintesi enzimatica: il controllo della trascrizione	210	13.5 Principali gruppi batterici	273
10.3 Sistemi di controllo globale: l'esempio della repressione da catabolita	214	13.5.1 Dominio <i>Bacteria</i>	273
		<i>Box 13.3 Batteri fotosintetici</i>	274
		13.5.2 Dominio <i>Archaea</i>	300
<b>E - Genetica</b>	<b>217</b>	<b>14 - Tassonomia, genetica, fisiologia ed ecologia dei miceti</b> (Gianluigi Cardinali, Maurizio Fatichenti, Giovanni Antonio Farris)	307
<b>11 - Genetica batterica</b> (Lorenzo Morelli, Paola Mattarelli)	219	14.1 Tassonomia	307
11.1 Il cromosoma batterico	219	14.1.1 Analisi statistica e inferenza filogenetica	307
11.1.1 Replicazione	220	14.1.2 Criteri di scelta dei caratteri	309
11.1.2 Trascrizione	223	<i>Box 14.1 Caratteri per la descrizione di un taxon</i>	310
11.1.3 Traduzione	224	14.2 Genetica	310
11.1.4 Il modello operone	228	14.2.1 Modello e sistema di studio	311
11.2 Ricombinazione e mutazione	228	14.2.2 Organizzazione genetica degli eucarioti	312
11.2.1 Tipologie di mutazioni	230	14.2.3 Sessualità degli eucarioti	314
11.2.2 Mutageni	231	14.2.4 Trascrizione degli eucarioti	317
11.2.3 Test di Ames	232	14.2.5 Regolazione dell'espressione genica degli eucarioti	318
11.2.4 Riparazione del DNA	233	<i>Box 14.2 Nomenclatura nella genetica dei lieviti</i>	319
11.3 I trasferimenti genetici orizzontali	233	<i>Box 14.3 Sistema del diibrido: un'applicazione per studiare in vivo le interazioni fra proteine</i>	320
11.3.1 Trasformazione	233	<i>Box 14.4 Ricombinazione omologa e sostituzione genica</i>	321
11.3.2 Coniugazione	234	14.3 Fisiologia dei lieviti	322
11.3.3 Elementi genetici repliconi: i plasmidi	235	14.3.1 Metabolismo	322
11.3.4 Elementi genetici non repliconi: sequenze di inserzione e trasposomi	235	14.3.2 Nutrizione e sviluppo	324
11.4 Le biotecnologie microbiche	242	14.4 Ecologia dei lieviti	326
11.4.1 Il DNA ricombinante	242	14.4.1 Habitat	326
<b>12 - Elementi di virologia</b> (Lorenzo Morelli, Paola Mattarelli)	247	14.4.2 Nutrizione e sviluppo	324
12.1 I batteriofagi	247	14.5 Caratteristiche generali dei funghi	329
12.1.1 I fagi virulenti: il T4	248	14.5.1 Organizzazione cellulare	329
12.1.2 I Fagi temperati: il fago $\lambda$ (lambda)	252	14.5.2 Riproduzione	329
12.2 La trasduzione	256	14.5.3 Organizzazione genetica	331
<b>F - Tassonomia microbica</b>	<b>259</b>	14.5.4 Diversità del metabolismo dei funghi	332
<b>13 - Tassonomia microbica</b> (Bruno Biavati, Marco Gobbetti, Paola Mattarelli)	261	14.5.5 Cenni di applicazioni industriali e biotecnologiche dei funghi	333
13.1 Criteri tassonomici	261	<i>Box 14.5 Classificazione sistematica dei principali eumiceti</i>	334
13.1.1 Classificazione	263	<b>G - Microbiologia applicata</b>	<b>337</b>
13.1.2 Nomenclatura	264	<b>15 - Microbiologia degli alimenti</b>	<b>339</b>
13.1.3 Identificazione	264	<b>I microrganismi come agenti di trasformazione e produzione di alimenti</b> (Angela Capece, Patrizia Romano)	329
13.2 Tassonomia filogenetica	265	15.1 I prodotti derivati dal latte	329
13.3 Tassonomia polifasica	266	15.1.1 Formaggio	340
13.3.1 Caratteri fenotipici	266	15.1.2 Latti fermentati	344
<i>Box 13.1 Principali caratteri fenotipici utilizzati nell'identificazione e nella caratterizzazione</i>	267	15.2 I prodotti derivati dai cereali	344
<i>Box 13.2 Principali metodiche genotipiche utilizzate nell'identificazione a livello di genere, specie e ceppo microbico</i>	268	15.2.1 Prodotti da forno	345

15.2.2 Birra	348	16.7.2 Bioincremento (o <i>bioaugmentation</i> )	396
15.3 I prodotti derivati da frutta e vegetali	350	16.7.3 Fitorisanamento ( <i>phytoremediation</i> )	397
15.3.1 Vino	350	16.7.4 Biorisanamento passivo (o intrinseco)	398
15.3.2 Bevande da vegetali	354	16.7.5 Biostimolazione	398
15.4 I prodotti derivati dalla carne	355	16.7.6 Landfarming	398
15.4.1 Salami	355	16.7.7 Compostaggio	398
<b>Le patologie di origine alimentare e le alterazioni microbiche negli alimenti</b> (Roberto Foschino, Antonietta Galli)	357	16.7.8 Bioreattori	400
15.5 Classificazione funzionale dei microrganismi negli alimenti	357	16.7.9 Vantaggi e svantaggi del biorisanamento	400
15.6 Microrganismi indicatori di sicurezza	358	<b>Il trattamento biologico delle acque reflue</b> (Claudia Sorlini)	401
15.6.1 Infezioni alimentari	359	16.8 Gli step della depurazione delle acque	401
15.6.2 Tossinfezioni alimentari	359	16.8.1 Trattamenti secondari o biologici	401
15.6.3 Intossicazioni alimentari	359	<b>17 - Microbiologia industriale</b> (Pietro Buzzini, Francesca Clementi, Eugenio Parente)	407
15.7 Microrganismi e metaboliti indicatori di qualità o di <i>shelf-life</i>	361	17.1 Tipi di processi	407
15.7.1 Attività degradative dei microrganismi	362	17.2 Microrganismi, substrati e prodotti della microbiologia industriale	409
15.7.2 Deperibilità nei prodotti alimentari	364	17.3 Classificazione dei metaboliti	412
15.8 Fattori che influenzano lo sviluppo microbico	365	17.4 Sistemi di coltura e cinetica delle fermentazioni	413
15.8.1 Temperatura	366	17.4.1 Coltura batch	414
15.8.2 Attività dell'acqua	368	17.4.2 Coltura fed-batch (semicontinuo)	414
15.8.3 pH e acidità	370	17.4.3 Coltura in continuo	414
15.8.4 Potenziale di ossidoriduzione	371	17.4.4 Cinetica delle fermentazioni	415
15.8.5 Sostanze antimicrobiche	373	17.5 L'accumulo di metaboliti di interesse industriale	415
15.8.6 Mutualismo e antagonismo	373	17.5.1 Strategie per l'ottenimento degli accumuli metabolici	416
<b>16 - Microbiologia ambientale</b>	<b>375</b>	17.6 Procedure per la selezione di microrganismi di interesse industriale	418
<b>I microrganismi come agenti geochimici</b> (Bruno Biavati)	375	17.6.1 Screening primario	419
16.1 Il suolo come ambiente dei microrganismi	375	17.6.2 Screening secondario	420
16.2 Cicli degli elementi fondamentali	378	17.7 I fermentatori	423
16.2.1 Ciclo del carbonio	378	17.7.1 Fermentatori ad agitazione meccanica	424
16.2.2 Ciclo dell'azoto	380	17.7.2 Fermentatori ad agitazione pneumatica	425
16.2.3 Ciclo dello zolfo	384	17.7.3 Fermentatori ad agitazione idraulica	425
<b>Le associazioni simbiotiche tra microrganismi</b> (Claudia Sorlini)	385	17.7.4 Altri tipi di fermentatori	426
16.3 Associazioni positive	386	17.7.5 Controllo dei parametri di fermentazione	426
16.3.1 Mutualismo	386	17.8 Lo sviluppo dei processi fermentativi	427
16.3.2 Proto cooperazione	387	17.9 Il downstream processing	428
16.3.3 Commensalismo	387	17.9.1 Tecniche per la separazione della biomassa	429
16.4 Associazioni negative	388	17.9.2 Tecniche per il recupero dei metaboliti	430
16.4.1 Competizione	388	17.10 I principali prodotti della microbiologia industriale	431
16.4.2 Antagonismo	388	17.10.1 Biomasse microbiche	431
16.4.3 Parassitismo	390	17.10.2 Etanolo	432
16.4.4 Predazione	390	17.10.3 Acidi organici	433
16.5 I licheni	391	17.10.4 Vitamine	433
16.6 Associazioni microrganismi-piante	393	17.10.5 Aminoacidi	434
<b>Il biorisanamento</b> (Bruno Biavati)	395		
16.7 Tecniche di biorisanamento	395		
16.7.1 Bioventing	396		

17.10.6 Enzimi	435	18.2.3 La modellazione dell'inattivazione	450
17.10.7 Antibiotici	435	18.3 Modelli probabilistici	453
17.10.8 Esopolisaccaridi	436	18.4 Modelli secondari	454
<b>18 - Microbiologia predittiva</b> (Eugenio Parente, Fausto Gardini)	439	18.4.1 Modello di Ratkowsky	455
18.1 La modellazione dei fenomeni biologici	440	18.4.2 Gamma concept e modelli cardinali	456
<i>Box 18.1 Le reti neurali artificiali</i>	442	18.4.3 Equazioni polinomiali	456
18.2 Modelli primari	443	18.4.4 Modellazione secondaria dell'abbattimento termico	459
18.2.1 La modellazione della crescita e della produzioni di metaboliti	443	18.5 I software e gli strumenti per la microbiologia predittiva	460
<i>Box 18.2 La tecnica di regressione</i>	445	18.6 Conclusioni	462
18.2.2 La modellazione della morte dei microrganismi	447	<b>Indice analitico</b>	<b>463</b>