

Inhaltsverzeichnis

1	Mikrobiologie als Wissenschaft	1
1.1	Was ist ein Mikroorganismus?	2
1.1.1	Merkmale von Mikroorganismen	2
1.1.2	Gruppen von Mikroorganismen	3
1.2	Historische Meilensteine in der Mikrobiologie	4
1.3	Wo begegnen uns Mikroorganismen?	5
1.4	Welche Bedeutung haben Mikroorganismen für Mensch und Natur?	5
	Literatur	7
2	Aufbau und Funktion der Zelle	9
2.1	Größe und Komplexität von Zellen	11
2.2	Die Bakterienzelle	12
2.2.1	Die Morphologie von Bakterien	13
2.2.2	Die Zellhülle	13
2.2.3	Die Plasmamembran	14
2.2.4	Transport durch die Plasmamembran	17
2.2.5	Die Zellwand	20
2.2.6	Die äußere Membran von Gram-negativen Bakterien	24
2.2.7	S-Layer	25
2.2.8	Kapseln und Schleime	25
2.2.9	Das bakterielle Cytoskelett	26
2.2.10	Fimbrien und Pili	26
2.2.11	Flagellen	27
2.2.12	Gleitende Bakterien	29
2.2.13	Taxien bei Bakterien	30
2.2.14	Das Nucleoid	30
2.2.15	Interne Strukturen	31
2.2.16	Ribosomen	34
2.2.17	Differenzierte Zellen	35
2.3	Besonderheiten bei Archaeen	37
2.3.1	Besonderheiten der Plasmamembran	37
2.3.2	Besonderheiten der Zellwand	38
2.3.3	Besonderheiten des Cytoskeletts	38
2.3.4	Besonderheiten der Flagellen	38
2.3.5	Besonderheiten der DNA und des Nucleoids	39
2.4	Die eukaryotische Zelle	39
2.4.1	Besonderheiten der Membranen bei Eukaryoten	39
2.4.2	Transport bei Eukaryoten	40
2.4.3	Die Zellwand von Eukaryoten	41
2.4.4	Das Cytoskelett bei Eukaryoten	41
2.4.5	Bewegung bei Eukaryoten	42
2.4.6	Die Organisation des Erbmateri als bei Eukaryoten	43

2.4.7	Eukaryotische Ribosomen	44
2.4.8	Besonderheiten von Pilzzellen	45
2.5	Der Aufbau von Viren	46
2.5.1	Organisation des genetischen Materials	47
2.5.2	Struktur des Capsids	47
2.5.3	Struktur der Virenhülle	48
2.5.4	Beispiele von Virentypen.....	48
2.6	Die Organisation von Viroiden	50
2.7	Die Organisation von Prionen	50
	Literatur	50
3	Wachstum und Vermehrung	51
3.1	Physikochemische Bedingungen	52
3.1.1	Die Toleranzkurve.....	52
3.1.2	Physikochemische Parameter.....	53
3.2	Energiequellen	60
3.3	Nährstoffe und Zusatzsubstanzen	61
3.3.1	Makroelemente.....	62
3.3.2	Mikro- oder Spurenelemente	65
3.3.3	Wachstumsfaktoren	65
3.4	Zellteilung	66
3.4.1	Zellteilung bei Bakterien und Archaeen	66
3.4.2	Zellteilung bei Eukaryoten.....	69
3.5	Wachstum und Vermehrung von Bakterien	69
3.5.1	Exponentielles Wachstum.....	70
3.5.2	Wachstumsphasen	70
3.5.3	Kontinuierliche Kultur	72
3.5.4	Die Bildung von Endosporen.....	72
3.6	Vermehrung bei Pilzen	74
3.7	Vermehrungszyklen bei Viren	75
3.7.1	Die Wachstumskurve von Viren	75
3.7.2	Lebenszyklus von Bakteriophagen.....	76
3.7.3	Lebenszyklus tierischer Viren.....	78
3.7.4	Lebenszyklus pflanzlicher Viren.....	80
	Literatur	80
4	Der Metabolismus	81
4.1	Drei entscheidende Größen des Stoffwechsels	83
4.2	Allgemeine Untergliederung von Stoffwechselwegen	84
4.3	Energie und Entropie	84
4.3.1	Thermodynamische Größen	84
4.3.2	Die Gibbs-Energie als bestimmende Größe	85
4.3.3	Enzyme als Katalysatoren.....	86
4.3.4	Energiequellen von Mikroorganismen.....	89
4.3.5	Biochemische und biophysikalische Energieträger.....	89

4.4	Elektronencarrier	94
4.4.1	Richtung der Elektronenwanderung	94
4.4.2	Biochemische Elektronencarrier.....	95
4.5	Der Katabolismus	98
4.5.1	Von Glucose bis Pyruvat	100
4.5.2	Der oxidative Pyruvatabbau.....	105
4.5.3	Der Citratzyklus.....	106
4.5.4	Oxidativer Fettsäureabbau	109
4.5.5	Pyruvatabbau über Gärungen.....	110
4.5.6	Weitere Gärungen.....	115
4.5.7	Syntropie	116
4.6	Elektronentransportketten	117
4.6.1	Allgemeine Aufgaben und Eigenschaften von Elektronentransportketten.....	117
4.6.2	Unterschiede zwischen Elektronentransportketten	118
4.6.3	Die aerobe Atmungskette.....	119
4.6.4	Anaerobe Atmung	124
4.6.5	Chemolithotrophie.....	130
4.6.6	Photosynthetische Elektronentransportketten	133
4.7	ATP-Synthase	140
4.8	Der Anabolismus	142
4.8.1	Die Fixierung von Kohlendioxid	143
4.8.2	Die Synthese von Monosacchariden.....	148
4.8.3	Die Biosynthese von Fettsäuren	150
4.8.4	Die Stickstofffixierung	151
4.8.5	Die Biosynthese von Aminosäuren.....	153
4.8.6	Die Biosynthese von Purinen und Pyrimidinen.....	154
4.8.7	Die Biosynthese von Polymeren	155
4.9	Besondere Synthesen bei Pilzen	157
	Literatur	158
5	Genetik	159
5.1	Die Organisation des bakteriellen Erbmaterials	162
5.1.1	DNA und RNA	162
5.1.2	Das bakterielle Genom.....	165
5.1.3	Das Konzept des Gens	166
5.2	Die Replikation der DNA	168
5.2.1	Die Replikation des bakteriellen Chromosoms	168
5.2.2	Die Replikation der Plasmide.....	172
5.3	Mutationen	172
5.3.1	Arten von Mutationen.....	172
5.3.2	Ursachen von Mutationen	174
5.3.3	Test auf Mutagenität	175
5.3.4	Reparaturmechanismen	176
5.4	Mobile genetische Elemente	177

5.5	Die Transkription	179
5.5.1	Die RNA-Polymerase	179
5.5.2	Ablauf der Transkription	180
5.5.3	Typen von RNA.....	183
5.5.4	Regulation der Transkription	183
5.5.5	Hemmung der Transkription durch Antibiotika.....	193
5.6	Aufbau der mRNA	193
5.7	Die Translation	194
5.7.1	Der genetische Code	194
5.7.2	tRNAs als Übersetzer	195
5.7.3	Ribosomen.....	196
5.7.4	Ablauf der Translation	197
5.7.5	Regulation der Translation.....	200
5.7.6	Hemmung der Translation durch Antibiotika	201
5.8	Posttranslationale Prozesse.....	202
5.8.1	Chemische Modifikationen	202
5.8.2	Proteinfaltung	203
5.8.3	Einbau in die Membran.....	203
5.8.4	Export aus der Zelle.....	204
5.8.5	Abbau von Proteinen.....	205
5.9	Der Transfer von Erbmateri al	206
5.9.1	Konjugation.....	206
5.9.2	Transformation.....	210
5.9.3	Transduktion	211
5.10	Rekombination	212
5.10.1	Homologe Rekombination	213
5.10.2	Ortsspezifische Rekombination	214
5.11	Abwehrmechanismen gegen fremde Gene	214
5.11.1	Restriktionsmodifikationssysteme.....	214
5.11.2	Das CRISPR/Cas-System	215
5.12	Besonderheiten der Archaeengenetik.....	217
5.12.1	Die Organisation des Genoms von Archaeen	217
5.12.2	Die Genregulation bei Archaeen	218
5.12.3	Der Abbau von Proteinen.....	218
5.12.4	Konjugation bei Archaeen	218
5.12.5	Transduktion bei Archaeen.....	219
5.12.6	Abwehrmechanismen von Archaeen gegen fremde DNA	219
5.13	Besonderheiten der Eukaryotengenetik.....	219
5.13.1	Die Organisation des eukaryotischen Genoms.....	219
5.13.2	Besonderheiten der Transkription bei Eukaryoten	219
5.13.3	Besonderheiten der eukaryotischen prä-mRNA.....	220
5.13.4	Besonderheiten der Translation bei Eukaryoten	220
5.13.5	Die Genregulation bei Eukaryoten	221
5.13.6	Der Abbau von Proteinen.....	221
5.13.7	Die Aufnahme von Fremd-DNA	221

5.14	Besonderheiten der Virengenetik	222
5.14.1	Allgemeine Besonderheiten bei Viren	222
5.14.2	Besonderheiten des Genoms.....	222
5.14.3	Besonderheiten der Genexpression	222
5.14.4	Besonderheiten der Replikation	223
5.14.5	Besonderheiten einzelner Viren.....	223
5.14.6	Modellsystem Bakteriophage T4	224
5.14.7	Retroviren: Das HI-Virus	225
	Literatur	226
6	Mikrobielle Evolution.....	227
6.1	Die Entwicklung der Mikroorganismen.....	228
6.1.1	Die chemische Evolution	228
6.1.2	Die Entstehung des Lebens	229
6.1.3	Der letzte gemeinsame Vorfahr	230
6.1.4	Die Entstehung der eukaryotischen Urzellen	231
6.2	Mechanismen der Evolution.....	232
6.2.1	Verändernde Prozesse	232
6.2.2	Auswählende Prozesse.....	233
6.3	Die Entstehung neuer Arten.....	234
6.3.1	Der Artbegriff bei Bakterien	234
6.3.2	Die Anpassungsfähigkeit von Bakterien	235
6.3.3	Mechanismen der Artbildung	236
6.3.4	Verwandtschaftsbeziehungen als Stammbaum.....	236
6.3.5	Molekulare Uhren	237
7	Systematik der Mikroorganismen	241
7.1	Klassifizierung und Nomenklatur	242
7.1.1	Die Einordnung von Mikroorganismen	242
7.1.2	Die Benennung von Mikroorganismen.....	243
7.2	Systematik der Bakterien (Bacteria).....	244
7.2.1	Der Stammbaum der Bakterien	244
7.2.2	Merkmale einiger Hauptgruppen der Bacteria	245
7.3	Systematik der Archaeen (Archaea)	250
7.3.1	Die Phyla der Archaeen	250
7.4	Systematik der eukaryotischen Mikroorganismen (Eukarya).....	253
7.4.1	Merkmale einiger Hauptgruppen der Eukarya	253
8	Die Ökologie der Mikroorganismen.....	261
8.1	Umweltfaktoren aus Sicht der Zelle.....	262
8.1.1	Physikochemische Faktoren.....	262
8.1.2	Biologische Faktoren.....	262
8.2	Lebensräume für Mikroorganismen	264
8.2.1	Leben in Gewässern	265
8.2.2	Leben im Boden.....	268

8.2.3	Pflanzen als Lebensraum.....	269
8.2.4	Tiere als Lebensraum	272
8.2.5	Der Mensch als Lebensraum	273
8.3	Stoffkreisläufe	276
8.3.1	Nahrungsnetz.....	277
8.3.2	Kohlenstoffkreislauf	278
8.3.3	Wasserkreislauf	278
8.3.4	Stickstoffkreislauf	280
8.3.5	Schwefelkreislauf.....	282
8.3.6	Phosphorkreislauf	283
8.3.7	Eisenkreislauf.....	283
9	Medizinische Mikrobiologie	285
9.1	Typen von Krankheitserregern	286
9.2	Infektionen	286
9.2.1	Arten von Infektionen	287
9.2.2	Infektionsverlauf.....	289
9.2.3	Schutz vor Infektionen	290
9.3	Bakterielle Krankheitserreger	291
9.3.1	Genetik der Pathogenität.....	291
9.3.2	Virulenzfaktoren	292
9.3.3	Intrazelluläre Pathogene	296
9.3.4	Beispiele bakterieller Infektionen.....	297
9.4	Eukaryotische Krankheitserreger	303
9.4.1	Pilze	303
9.4.2	Protisten	306
9.5	Virale Krankheitserreger	309
9.5.1	Verlauf viraler Infektionen.....	309
9.5.2	Die Interaktion von Virus und Wirtszelle.....	311
9.5.3	Die Bekämpfung pathogener Viren.....	313
9.5.4	Beispiele viraler Infektionen	314
9.6	Antimikrobielle Therapien	321
9.6.1	Impfungen	321
9.6.2	Antibiotika	324
9.6.3	Antimykotika.....	332
9.6.4	Antiprotozoika	333
9.6.5	Virostatika	334
10	Mikrobielle Biotechnologie	337
10.1	Kultivierung technologisch nutzbarer Stämme	338
10.1.1	Die Auswahl der Stämme	338
10.1.2	Anzucht im Fermenter.....	339

10.2	Nutzbare Produkte von Mikroorganismen.....	340
10.2.1	Zellen und Zellextrakte	340
10.2.2	Stoffwechselprodukte	341
10.2.3	Enzyme	342
10.3	Nahrungsmittelproduktion	344
10.3.1	Gentechnisch veränderte Mikroorganismen	345
10.3.2	Beispiele für mikrobiell produzierte Nahrungsmittel	346
10.4	Pharmazeutische Produktion.....	350
10.5	Umweltschutzaufgaben.....	351
10.5.1	Abwasserreinigung	351
10.5.2	Verwertung von Biomüll	351
10.5.3	Bodensanierung	352
10.5.4	Pflanzenschutz	352
10.6	Andere Einsatzgebiete mikrobieller Biotechnologie.....	352
10.6.1	Energieträger	352
10.6.2	Biokunststoffe.....	352
10.6.3	Bioleaching.....	353
11	Mikrobiologische Arbeitsmethoden.....	355
11.1	Mikroskopie	357
11.1.1	Lichtmikroskopie.....	357
11.1.2	Elektronenmikroskopie.....	358
11.2	Zucht von Mikroorganismen.....	359
11.2.1	Nährmedien	359
11.2.2	Kultivierung von Bakterien	361
11.2.3	Bestimmung der Zellzahl	363
11.2.4	Kultivierung von Eukaryoten	365
11.2.5	Kultivierung von Viren	365
11.3	Färbungen	366
11.3.1	Methylenblaufärbung	367
11.3.2	Gram-Färbung	367
11.3.3	Schaeffer-Fulton-Färbung	368
11.3.4	Negativfärbung oder Tuschefärbung	368
11.3.5	MacConkey-Agar	368
11.4	Untersuchung von Zellbestandteilen	368
11.4.1	Aufschluss von Zellen	368
11.4.2	Zentrifugation	369
11.4.3	Elektrophorese	370