

Olaf Fritsche

Mikrobiologie

Inhaltsverzeichnis

1	Mikrobiologie als Wissenschaft	1
	<i>Olaf Fritsche</i>	
1.1	Was ist ein Mikroorganismus?	2
1.1.1	Merkmale von Mikroorganismen	2
1.1.2	Gruppen von Mikroorganismen	2
1.2	Historische Meilensteine in der Mikrobiologie	4
1.3	Wo begegnen uns Mikroorganismen?	4
1.4	Welche Bedeutung haben Mikroorganismen für Mensch und Natur?	5
2	Aufbau und Funktion der Zelle	7
	<i>Olaf Fritsche</i>	
2.1	Größe und Komplexität von Zellen	9
2.2	Die Bakterienzelle	9
2.2.1	Die Morphologie von Bakterien	10
2.2.2	Die Zellhülle	10
2.2.3	Die Plasmamembran	11
2.2.4	Transport durch die Plasmamembran	14
2.2.5	Die Zellwand	17
2.2.6	Die äußere Membran von Gram-negativen Bakterien	21
2.2.7	S-Layer	22
2.2.8	Kapseln und Schleime	22
2.2.9	Das bakterielle Cytoskelett	22
2.2.10	Fimbrien und Pili	23
2.2.11	Flagellen	23
2.2.12	Gleitende Bakterien	25
2.2.13	Taxien bei Bakterien	26
2.2.14	Das Nucleoid	26
2.2.15	Interne Strukturen	27
2.2.16	Ribosomen	30
2.2.17	Differenzierte Zellen	30
2.3	Besonderheiten bei Archaeen	32
2.3.1	Besonderheiten der Plasmamembran	32
2.3.2	Besonderheiten der Zellwand	32
2.3.3	Besonderheiten des Cytoskeletts	33
2.3.4	Besonderheiten der Flagellen	33
2.3.5	Besonderheiten der DNA und des Nucleoids	33
2.4	Die eukaryotische Zelle	34
2.4.1	Besonderheiten der Membranen bei Eukaryoten	34
2.4.2	Transport bei Eukaryoten	35
2.4.3	Die Zellwand von Eukaryoten	35
2.4.4	Das Cytoskelett bei Eukaryoten	35
2.4.5	Bewegung bei Eukaryoten	36

2.4.6	Die Organisation des Erbmaterials bei Eukaryoten	37
2.4.7	Eukaryotische Ribosomen	38
2.4.8	Besonderheiten von Pilzzellen	39
2.5	Der Aufbau von Viren	40
2.5.1	Organisation des genetischen Materials	41
2.5.2	Struktur des Capsids	41
2.5.3	Struktur der Virenhülle	41
2.5.4	Beispiel von Virentypen	42
2.6	Die Organisation von Viroiden	43
2.7	Die Organisation von Prionen	43
3	Wachstum und Vermehrung	45
	<i>Olaf Fritsche</i>	
3.1	Physikochemische Bedingungen	46
3.1.1	Die Toleranzkurve	46
3.1.2	Physikochemische Parameter	46
3.2	Energiequellen	53
3.3	Nährstoffe und Zusatzsubstanzen	54
3.3.1	Makroelemente	54
3.3.2	Mikro- oder Spurenelemente	57
3.3.3	Wachstumsfaktoren	57
3.4	Zellteilung	58
3.4.1	Zellteilung bei Bakterien und Archaeen	58
3.4.2	Zellteilung bei Eukaryoten	60
3.5	Wachstum und Vermehrung von Bakterien	60
3.5.1	Exponentielles Wachstum	61
3.5.2	Wachstumsphasen	61
3.5.3	Kontinuierliche Kultur	63
3.5.4	Die Bildung von Endosporen	63
3.6	Vermehrung bei Pilzen	65
3.7	Vermehrungszyklen bei Viren	65
3.7.1	Die Wachstumskurve von Viren	66
3.7.2	Lebenszyklus von Bakteriophagen	67
3.7.3	Lebenszyklus tierischer Viren	68
3.7.4	Lebenszyklus pflanzlicher Viren	69
4	Der Metabolismus	71
	<i>Olaf Fritsche</i>	
4.1	Drei entscheidende Größen des Stoffwechsels	73
4.2	Allgemeine Untergliederung von Stoffwechselwegen	73
4.3	Energie und Entropie	74
4.3.1	Thermodynamische Größen	74
4.3.2	Die Gibbs-Energie als bestimmende Größe	75
4.3.3	Enzyme als Katalysatoren	75
4.3.4	Energiequellen von Mikroorganismen	78
4.3.5	Biochemische und biophysikalische Energieträger	79

4.4	Elektronencarrier	82
4.4.1	Richtung der Elektronenwanderung	82
4.4.2	Biochemische Elektronencarrier	83
4.5	Der Katabolismus	86
4.5.1	Von Glucose bis Pyruvat	88
4.5.2	Der oxidative Pyruvatabbau	93
4.5.3	Der Citratzyklus	93
4.5.4	Oxidativer Fettsäureabbau	96
4.5.5	Pyruvatabbau über Gärungen	97
4.5.6	Weitere Gärungen	101
4.5.7	Syntropie	102
4.6	Elektronentransportketten	103
4.6.1	Die aerobe Atmungskette	104
4.6.2	Anaerobe Atmung	109
4.6.3	Chemolithotrophie	114
4.6.4	Photosynthetische Elektronentransportketten	117
4.7	ATP-Synthase	123
4.8	Der Anabolismus	124
4.8.1	Die Fixierung von Kohlendioxid	125
4.8.2	Die Synthese von Monosacchariden	129
4.8.3	Die Biosynthese von Fettsäuren	131
4.8.4	Die Stickstofffixierung	132
4.8.5	Die Biosynthese von Aminosäuren	133
4.8.6	Die Biosynthese von Purinen und Pyrimidinen	134
4.8.7	Die Biosynthese von Polymeren	135
4.9	Besondere Synthesen bei Pilzen	137
5	Genetik	139
	<i>Olaf Fritsche</i>	
5.1	Die Organisation des bakteriellen Erbmaterials	142
5.1.1	DNA und RNA	142
5.1.2	Das bakterielle Genom	144
5.1.3	Das Konzept des Gens	145
5.2	Die Replikation der DNA	147
5.2.1	Die Replikation des bakteriellen Chromosoms	147
5.2.2	Die Replikation der Plasmide	150
5.3	Mutationen	151
5.3.1	Arten von Mutationen	151
5.3.2	Ursachen von Mutationen	152
5.3.3	Test auf Mutagenität	153
5.3.4	Reparaturmechanismen	154
5.4	Mobile genetische Elemente	155
5.5	Die Transkription	156
5.5.1	Die RNA-Polymerase	157
5.5.2	Ablauf der Transkription	157
5.5.3	Typen von RNA	160

5.5.4	Regulation der Transkription	160
5.5.5	Hemmung der Transkription durch Antibiotika	168
5.6	Aufbau der mRNA	169
5.7	Die Translation	169
5.7.1	Der genetische Code	169
5.7.2	tRNAs als Übersetzer	170
5.7.3	Ribosomen	172
5.7.4	Ablauf der Translation	172
5.7.5	Regulation der Translation	175
5.7.6	Hemmung der Translation durch Antibiotika	176
5.8	Posttranslationale Prozesse	177
5.8.1	Chemische Modifikationen	177
5.8.2	Proteinfaltung	177
5.8.3	Einbau in die Membran	178
5.8.4	Export aus der Zelle	178
5.8.5	Abbau von Proteinen	180
5.9	Der Transfer von Erbmateriale	180
5.9.1	Konjugation	180
5.9.2	Transformation	184
5.9.3	Transduktion	185
5.10	Rekombination	186
5.10.1	Homologe Rekombination	186
5.10.2	Ortsspezifische Rekombination	187
5.11	Abwehrmechanismen gegen fremde Gene	187
5.11.1	Restriktionsmodifikationssysteme	188
5.11.2	Das CRISPR/Cas-System	189
5.12	Besonderheiten der Archaeengenetik	190
5.12.1	Die Organisation des Genoms von Archaeen	190
5.12.2	Die Genregulation bei Archaeen	191
5.12.3	Der Abbau von Proteinen	191
5.12.4	Konjugation bei Archaeen	191
5.12.5	Transduktion bei Archaeen	192
5.12.6	Abwehrmechanismen von Archaeen gegen fremde DNA	192
5.13	Besonderheiten der Eukaryotengenetik	192
5.13.1	Die Organisation des eukaryotischen Genoms	192
5.13.2	Besonderheiten der Transkription bei Eukaryoten	192
5.13.3	Besonderheiten der eukaryotischen prä-mRNA	193
5.13.4	Besonderheiten der Translation bei Eukaryoten	193
5.13.5	Die Genregulation bei Eukaryoten	194
5.13.6	Der Abbau von Proteinen	194
5.13.7	Die Aufnahme von Fremd-DNA	194
5.14	Besonderheiten der Virengenetik	194
5.14.1	Allgemeine Besonderheiten bei Viren	194
5.14.2	Besonderheiten des Genoms	195
5.14.3	Besonderheiten der Genexpression	195
5.14.4	Besonderheiten der Replikation	195

5.14.5	Besonderheiten einzelner Viren	196
5.14.6	Modellsystem Bakteriophage T4	196
5.14.7	Retroviren: Das HI-Virus	197
6	Mikrobielle Evolution	199
	<i>Olaf Fritsche</i>	
6.1	Die Entwicklung der Mikroorganismen	200
6.1.1	Die chemische Evolution	200
6.1.2	Die Entstehung des Lebens	201
6.1.3	Der letzte gemeinsame Vorfahr	202
6.1.4	Die Entstehung der eukaryotischen Urzellen	202
6.2	Mechanismen der Evolution	203
6.2.1	Verändernde Prozesse	204
6.2.2	Auswählende Prozesse	204
6.3	Die Entstehung neuer Arten	205
6.3.1	Der Artbegriff bei Bakterien	205
6.3.2	Die Anpassungsfähigkeit von Bakterien	206
6.3.3	Mechanismen der Artbildung	207
6.3.4	Verwandtschaftsbeziehungen als Stammbaum	207
6.3.5	Molekulare Uhren	208
7	Systematik der Mikroorganismen	211
	<i>Olaf Fritsche</i>	
7.1	Klassifizierung und Nomenklatur	212
7.1.1	Die Einordnung von Mikroorganismen	212
7.1.2	Die Benennung von Mikroorganismen	213
7.2	Systematik der Bakterien (Bacteria)	213
7.2.1	Der Stammbaum der Bakterien	214
7.2.2	Merkmale einiger Hauptgruppen der Bacteria	214
7.3	Systematik der Archaeen (Archaea)	219
7.3.1	Die Phyla der Archaeen	219
7.4	Systematik der eukaryotischen Mikroorganismen (Eukarya)	221
7.4.1	Merkmale einiger Hauptgruppen der Eukarya	222
8	Die Ökologie der Mikroorganismen	229
	<i>Olaf Fritsche</i>	
8.1	Umweltfaktoren aus Sicht der Zelle	230
8.1.1	Physikochemische Faktoren	230
8.1.2	Biologische Faktoren	230
8.2	Lebensräume für Mikroorganismen	232
8.2.1	Leben in Gewässern	233
8.2.2	Leben im Boden	236
8.2.3	Pflanzen als Lebensraum	237
8.2.4	Tiere als Lebensraum	239
8.2.5	Der Mensch als Lebensraum	240

8.3	Stoffkreisläufe	242
8.3.1	Nahrungsnetz	243
8.3.2	Kohlenstoffkreislauf	243
8.3.3	Wasserkreislauf	244
8.3.4	Stickstoffkreislauf	245
8.3.5	Schwefelkreislauf	247
8.3.6	Phosphorkreislauf	248
8.3.7	Eisenkreislauf	248
9	Medizinische Mikrobiologie	251
	<i>Olaf Fritsche</i>	
9.1	Typen von Krankheitserregern	252
9.2	Infektionen	252
9.2.1	Arten von Infektionen	253
9.2.2	Infektionsverlauf	254
9.2.3	Schutz vor Infektionen	255
9.3	Bakterielle Krankheitserreger	257
9.3.1	Genetik der Pathogenität	257
9.3.2	Virulenzfaktoren	257
9.3.3	Intrazelluläre Pathogene	261
9.3.4	Beispiele bakterieller Infektionen	262
9.4	Eukaryotische Krankheitserreger	267
9.4.1	Pilze	267
9.4.2	Protisten	270
9.5	Virale Krankheitserreger	273
9.5.1	Verlauf viraler Infektionen	273
9.5.2	Die Interaktion von Virus und Wirtszelle	274
9.5.3	Die Bekämpfung pathogener Viren	276
9.5.4	Beispiele viraler Infektionen	276
9.6	Antimikrobielle Therapien	282
9.6.1	Impfungen	282
9.6.2	Antibiotika	284
9.6.3	Antimykotika	291
9.6.4	Antiprotozoika	292
9.6.5	Virostatika	293
10	Mikrobielle Biotechnologie	295
	<i>Olaf Fritsche</i>	
10.1	Kultivierung technologisch nutzbarer Stämme	296
10.1.1	Die Auswahl der Stämme	296
10.1.2	Anzucht im Fermenter	297
10.2	Nutzbare Produkte von Mikroorganismen	298
10.2.1	Zellen und Zellextrakte	298
10.2.2	Stoffwechselprodukte	299
10.2.3	Enzyme	300

10.3	Nahrungsmittelproduktion	301
10.3.1	Gentechnisch veränderte Mikroorganismen	302
10.3.2	Beispiele für mikrobiell produzierte Nahrungsmittel	303
10.4	Pharmazeutische Produktion	306
10.5	Umweltschutzaufgaben	307
10.6	Andere Einsatzgebiete mikrobieller Biotechnologie	308
11	Mikrobiologische Arbeitsmethoden	311
	<i>Olaf Fritsche</i>	
11.1	Mikroskopie	313
11.1.1	Lichtmikroskopie	313
11.1.2	Elektronenmikroskopie	314
11.2	Zucht von Mikroorganismen	315
11.2.1	Nährmedien	315
11.2.2	Kultivierung von Bakterien	316
11.2.3	Bestimmung der Zellzahl	318
11.2.4	Kultivierung von Eukaryoten	320
11.2.5	Kultivierung von Viren	320
11.3	Färbungen	321
11.3.1	Methylenblaufärbung	322
11.3.2	Gram-Färbung	322
11.3.3	Schaeffer-Fulton-Färbung	322
11.3.4	Negativfärbung oder Tuschefärbung	323
11.3.5	MacConkey-Agar	323
11.4	Untersuchung von Zellbestandteilen	323
11.4.1	Aufschluss von Zellen	323
11.4.2	Zentrifugation	324
11.4.3	Elektrophorese	324
11.5	Genetische Arbeitsmethoden	325
11.5.1	Schneiden von DNA	325
11.5.2	Polymerasekettenreaktion	326
11.5.3	DNA-Sequenzierung	326
11.5.4	DNA-Bibliotheken	327
11.5.5	Metagenomik	327
11.5.6	Methoden zur Kontrolle von Experimenten	328
11.6	Medizinische Testverfahren	330
11.6.1	Kirby-Bauer-Test auf Antibiotikasensitivität	330
11.6.2	Ames-Test auf Mutagenität	330
11.6.3	Methoden zur Identifizierung von Krankheitserregern	330
11.7	Biologische Sicherheitsstufen	333
	Serviceteil	335
	Stichwortverzeichnis	336