

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Abkürzungsverzeichnis	6
1. Allgemeine Mikrobiologie	15
1.1. Allgemeiner Überblick	15
1.2. Wichtige Mikroorganismengruppen	17
1.2.1. Bakterien	18
1.2.1.1. Definition und Charakteristik der Bakterien	18
1.2.1.2. Morphologie der Bakterien	18
Kokken	19
Stäbchen	19
Spirillen und Vibrionen	19
L-Formen und Mycoplasmen	19
Feinbau der Bakterienzelle	21
1.2.1.3. Cytoplasma	22
Cytoplasmamembran	22
Mesosomen	22
Ribosomen	23
Speicherstoffe	24
Zellkern und Plasmide	25
Zellwand	25
Schleime und Kapseln	28
Geißeln, Fimbrien und Pili	29
Unterscheidungsmerkmale zwischen prokaryotischen und eukaryotischen Zellen	32
Bakterienkolonien	32
Vermehrung und Vererbung der Bakterien	32
1.2.1.6. Endosporen der Bakterien	34
1.2.1.6.1. Sporenbildung	34
1.2.1.6.2. Chemische Eigenschaften der Bakteriensporen	37
1.2.1.6.3. Sporekeimung	38
1.2.1.7. Ernährung, Vorkommen und Bedeutung der Bakterien	39
1.2.1.8. Actinomyceten (<i>Actinomycetales</i>)	40
1.2.1.8.1. Definition und Charakteristik der Actinomyceten	40
1.2.1.8.2. Morphologie und Vermehrung der Actinomyceten	41
1.2.1.8.3. Ernährung, Vorkommen und Bedeutung der Actinomyceten	42
1.2.1.9. Systematik der Bakterien	43
Teil 1 [Part 6]. Spiralförmige und gebogene Bakterien	47
Teil 2 [Part 7]. Gramnegative aerobe Stäbchen und Kokken	47
Teil 3 [Part 8]. Gramnegative fakultativ anaerobe Stäbchen	49
Teil 4 [Part 14]. Grampositive Kokken	54
Teil 5 [Part 15]. Endosporenbildende Stäbchen und Kokken	56
Teil 6 [Part 16]. Grampositive, asporogene stäbchenförmige Bakterien	59
Teil 7 [Part 17]. Actinomycetes und verwandte Organismen	61
1.2.2. Pilze	64
1.2.2.1. Definition und Charakteristik der Pilze	65
1.2.2.2. Feinbau der Pilzzelle	66
1.2.2.2.1. Protoplast	66
Zellkern	67

1.2.2.2.2.	Zellwand	68
1.2.2.3.	Morphologie der Pilze	69
1.2.2.4.	Fortpflanzung und Vermehrung der Pilze	72
1.2.2.4.1.	Ungeschlechtliche Fortpflanzung der Pilze	72
	Spaltung	72
	Sprossung	72
	Sporenbildung (Sporulation)	74
1.2.2.4.2.	Geschlechtliche Fortpflanzung der Pilze	77
	Phasen der geschlechtlichen Fortpflanzung	77
	Mechanismus der geschlechtlichen Fortpflanzung	78
1.2.2.5.	Ernährung, Vorkommen und Bedeutung der Pilze	79
1.2.2.5.1.	Ernährung	79
1.2.2.5.2.	Vorkommen	80
1.2.2.5.3.	Bedeutung	81
1.2.2.6.	Systematik der Pilze	81
1.2.2.6.1.	Überblick	81
1.2.2.6.2.	<i>Myxomycotina</i> (Schleimpilze)	82
1.2.2.6.3.	<i>Eumycotina</i> (Echte Pilze)	83
	Klasse <i>Oomycetes</i>	83
	Ordnung <i>Peronosporales</i>	84
	Klasse <i>Zygomycetes</i>	85
	Ordnung <i>Mucorales</i>	86
	Klasse <i>Ascomycetes</i>	88
	Ordnung <i>Endomycetales</i>	90
	Ordnung <i>Eurotiales</i>	92
	Ordnung <i>Sphaeriales</i>	93
	Klasse <i>Basidiomycetes</i>	94
	Ordnungen <i>Ustilaginales</i> und <i>Uredinales</i>	94
	Ordnung <i>Agaricales</i>	95
	Klasse <i>Deuteromycetes (Fungi imperfecti)</i>	95
	Ordnung <i>Moniliales</i>	96
	Ordnung <i>Mycelia sterilia</i>	106
	Ordnung <i>Sphaeropsidales</i>	106
	Ordnung <i>Melanconiales</i>	106
1.2.3.	Viren und Viroide	107
1.2.3.1.	Viren	107
1.2.3.1.1.	Entdeckung der Viren	107
1.2.3.1.2.	Aufbau und chemische Zusammensetzung der Viren	107
1.2.3.1.3.	Vermehrung der Viren	111
1.2.3.1.4.	Vorkommen, Übertragung und Bedeutung der Viren	113
1.2.3.1.5.	Klassifikation der Viren	113
1.2.3.2.	Viroide	115
1.3.	Wachstum der Mikroorganismen	115
1.3.1.	Allgemeines	115
1.3.2.	Nährstoffbedarf	117
1.3.2.1.	Wasserbedarf	117
1.3.2.2.	Energiequellen	117
1.3.2.3.	Kohlenstoffquellen	118
1.3.2.4.	Stickstoffquellen	118
1.3.2.5.	Mineralstoffbedarf	119
1.3.2.6.	Wachstumsfaktoren (Suppline)	120
1.3.3.	Kulturbedingungen der Mikroorganismen	122
1.3.3.1.	Einfluß der Feuchtigkeit (a_w -Wert)	122
1.3.3.2.	Einfluß der Temperatur	124
1.3.3.3.	Bedeutung des pH-Wertes des Mediums	125

1.3.3.4.	Bedeutung des molekularen Sauerstoffs	125
1.3.4.	Physiologie des Wachstums	127
1.3.4.1.	Allgemeine Grundlagen	127
1.3.4.2.	Wachstumskurve und Wachstumsphasen	128
1.3.4.3.	Praktische Bedeutung der Wachstumsphasen	130
1.3.4.4.	Wachstumshemmung	131
1.3.4.4.1.	Schädigung der Membranen und Zellwand	132
1.3.4.4.2.	Schädigung der Enzyme	132
1.3.4.4.3.	Schädigung der Protein- und Nucleinsäuresynthese	132
1.4.	Chemische Bestandteile der Mikroorganismenzelle und Stoffwechsel	132
1.4.1.	Allgemeines	132
1.4.2.	Chemische Bestandteile der Mikroorganismenzelle	133
1.4.2.1.	Wasser	133
1.4.2.2.	Kohlenhydrate (Saccharide)	133
1.4.2.2.1.	Monosaccharide (Einfachzucker)	134
1.4.2.2.2.	Oligosaccharide (zusammengesetzte Zucker)	136
1.4.2.2.3.	Polysaccharide (Glycane)	137
1.4.2.2.4.	Aminozucker	138
1.4.2.3.	Lipide	139
1.4.2.3.1.	Fette	139
1.4.2.3.2.	Phospholipide	140
1.4.2.3.3.	Sterole	140
1.4.2.3.4.	Carotenoide	141
1.4.2.4.	Eiweißkörper (Proteine)	141
1.4.2.4.1.	Aminosäuren	141
1.4.2.4.2.	Peptide	143
1.4.2.4.3.	Proteine	143
1.4.2.4.4.	Proteide (zusammengesetzte Eiweißkörper)	146
1.4.2.5.	Nucleinstoffe	146
1.4.2.5.1.	Nucleotide	147
1.4.2.5.2.	Nucleinsäuren	148
1.4.2.6.	Porphyrine	150
1.4.3.	Stoffwechsel der Mikroorganismen	151
1.4.3.1.	Enzyme	152
1.4.3.1.1.	Funktion der Enzyme	152
1.4.3.1.2.	Charakteristik der Enzyme	152
1.4.3.1.3.	Klassifizierung der Enzyme	156
1.4.3.1.4.	Lokalisierung der Enzyme in der Mikroorganismenzelle	158
1.4.3.2.	Nährstoffaufnahme	159
1.4.3.2.1.	Passive Stoffaufnahme	159
1.4.3.2.2.	Aktive Stoffaufnahme	160
1.4.3.3.	Kohlenhydratstoffwechsel und Energiewechsel	160
1.4.3.3.1.	Energiegewinnung und -übertragung	160
1.4.3.3.2.	Aerobe Prozesse (Atmung)	161
	Fructose-1,6-diphosphat-Weg (Glykolyse, EMP-Weg)	163
	Pentosephosphat-Weg und KDPG-Weg	165
	Citronensäurezyklus (Tricarbonsäurezyklus)	166
	Atmungskette	168
	Oxydation von Ethanol zu Essigsäure und ähnliche Prozesse	169
1.4.3.3.3.	Anaerobe Prozesse (Gärung)	170
	Ethanolgärung	170
	Homofermentative Milchsäuregärung	174
	Heterofermentative Milchsäuregärung	175
	Propionsäuregärung	177
	Buttersäuregärungen und verwandte Prozesse	179

Ameisensäuregärungen	182
Übersicht über wichtige Gärungen	183
1.4.3.3.4. Energieausbeute des aeroben und anaeroben Kohlenhydratabbaus	183
1.4.3.3.5. Nitratreduktion	185
1.4.3.4. Eiweißstoffwechsel	186
1.4.3.4.1. Proteolyse	186
1.4.3.4.2. Desaminierung und Transaminierung	187
1.4.3.4.3. Decarboxylierung und Bildung biogener Amine	188
1.4.3.4.4. Bildung von Schwefelwasserstoff und Fuselölen	188
1.4.3.4.5. Biosynthese der Aminosäuren und Proteine	189
1.4.3.5. Fettstoffwechsel	190
1.4.3.5.1. Fettabbau	190
1.4.3.5.2. Fettsynthese	192
1.4.3.6. Kohlenwasserstoff-Verwertung	193
1.4.3.7. Regulation des Stoffwechsels durch Enzyminduktion und Enzymrepression	193
1.4.3.7.1. Enzyminduktion	193
1.4.3.7.2. Enzymrepression	194
Endprodukt-Repression	194
Diauxie	194
Endprodukt-Hemmung	195
 2. Mikrobielle Lebensmittelvergiftungen	196
2.1. Allgemeines	196
2.2. Bakterielle Lebensmittelvergiftungen	198
2.2.1. Salmonellosen	200
2.2.1.1. Geschichte und Bedeutung	200
2.2.1.2. Erreger und Vorkommen	201
2.2.1.3. Krankheitsverlauf	201
2.2.1.4. Bedeutung der Lebens- und Futtermittel bei der Verbreitung der Salmonellosen	202
2.2.1.5. Maßnahmen zur Vermeidung von Salmonellosen	204
2.2.2. Shigellosen	204
2.2.2.1. Erreger und Bedeutung	204
2.2.2.2. Krankheitsverlauf und Bekämpfungsmaßnahmen	205
2.2.3. Vibriosen	205
2.2.3.1. Cholera	206
2.2.3.2. Lebensmittelvergiftungen durch <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	206
2.2.4. Lebensmittelvergiftungen durch <i>Clostridium perfringens</i>	206
2.2.4.1. Geschichte und Bedeutung	206
2.2.4.2. Erreger und Vorkommen	207
2.2.4.3. Krankheitsverlauf	207
2.2.4.4. Toxine und ihre Bildung	208
2.2.4.5. Maßnahmen zur Vermeidung von <i>Clostridium perfringens</i> -Lebensmittelvergiftungen	208
2.2.5. Lebensmittelvergiftungen durch <i>Bacillus cereus</i>	209
2.2.5.1. Geschichte und Bedeutung	209
2.2.5.2. Erreger und Vorkommen	209
2.2.5.3. Krankheitsverlauf	209
2.2.5.4. Toxine und ihre Bildung	210
2.2.5.5. Maßnahmen zur Vermeidung von <i>Bacillus cereus</i> -Lebensmittelvergiftungen	210
2.2.6. Staphylokokken-Enterotoxikose	210
2.2.6.1. Geschichte und Bedeutung	210
2.2.6.2. Erreger und Vorkommen	210
2.2.6.3. Krankheitsverlauf	211
2.2.6.4. Toxine und ihre Bildung	211

2.2.6.4.1.	Rolle der Kontamination und der Lebensmittelarten	211
2.2.6.4.2.	Die Enterotoxinbildung beeinflussende Faktoren	212
2.2.6.4.3.	Chemisch-physikalische Eigenschaften der Enterotoxine	213
2.2.6.5.	Maßnahmen zur Vermeidung von Staphylokokken-Enterotoxikosen	214
2.2.7.	Botulismus	214
2.2.7.1.	Geschichte und Bedeutung	214
2.2.7.2.	Ereger und Vorkommen	215
2.2.7.3.	Krankheitsverlauf	215
2.2.7.4.	Toxine und ihre Bildung	215
2.2.7.5.	Maßnahmen zur Vermeidung von Botulismus	216
2.2.8.	Bakterielle Nitritbildung in nitrathaltigen Lebensmitteln (alimentäre Nitritintoxikation)	217
2.2.8.1.	Allgemeines	217
2.2.8.2.	Ereger und Krankheitsverlauf	218
2.2.8.3.	Maßnahmen zur Vermeidung der alimentären Nitritintoxikation	218
2.2.9.	Bildung krebsfördernder Nitrosamine und biogener Amine	218
2.2.9.1.	Allgemeines	218
2.2.9.2.	N-Nitrosoverbindungen	219
2.2.9.3.	Biogene Amine	219
2.2.9.4.	Maßnahmen gegen die Bildung von Nitrosaminen und biogenen Aminen	220
2.3.	Mycotoxinbildung	220
2.3.1.	Allgemeines	220
2.3.2.	Aflatoxine	221
2.3.2.1.	Geschichte und Bedeutung	221
2.3.2.2.	Aflatoxinbildende Hyphomyceten und ihr Vorkommen	223
2.3.2.3.	Wirkung der Aflatoxine	224
2.3.2.3.1.	Wirkung der Aflatoxine auf Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen	224
2.3.2.3.2.	Wirkung der Aflatoxine auf den Menschen	225
2.3.2.3.3.	Wirkungsmechanismus der Aflatoxine	226
2.3.2.4.	Chemie der Aflatoxine	226
2.3.2.5.	Vorkommen von Aflatoxinen in Lebens- und Futtermitteln	227
2.3.2.6.	Voraussetzungen für die Aflatoxinbildung	229
2.3.2.6.1.	Einfluß der Lebensmittelart auf die Aflatoxinbildung	229
2.3.2.6.2.	Einfluß des Nährstoffangebots auf die Aflatoxinbildung	229
2.3.2.6.3.	Einfluß der Umweltfaktoren auf die Aflatoxinbildung	230
2.3.2.6.4.	Einfluß der Zeit auf die Aflatoxininkonzentration	233
2.3.2.7.	Entgiftung aflatoxinhaltiger Lebens- und Futtermittel	233
2.3.2.7.1.	Physikalische Methoden	233
2.3.2.7.2.	Chemische Methoden	234
2.3.2.7.3.	Biologische Methoden	235
2.3.2.8.	Aflatoxin-Toleranzgrenzen für Lebens- und Futtermittel	235
2.3.3.	Sterigmatocystin	235
2.3.4.	Patulin	236
2.3.4.1.	Geschichte und Eigenschaften	236
2.3.4.2.	Patulinbildner, Vorkommen und die Toxinbildung beeinflussende Faktoren	237
2.3.4.3.	Entgiftung patulinhaltiger Lebensmittel	238
2.3.5.	Trichothecene	238
2.3.5.1.	Geschichte und Eigenschaften	238
2.3.5.2.	Trichothecenbildner, Vorkommen und die Toxinbildung beeinflussende Faktoren	239
2.3.5.3.	Entgiftung trichothecenhaltiger Lebensmittel	240
2.3.6.	Ochratoxine	240
2.3.7.	Luteoskyrin	241
2.3.8.	Schutzmaßnahmen gegen Mycotoxikosen	242

2.4.	Durch Lebensmittel übertragbare Viruskrankheiten	243
2.5.	Durch Lebensmittel übertragbare Protozoen- und andere Parasiten-Erkrankungen	244
3.	Verfahrensgrundlagen zur Konservierung von Lebensmitteln	245
3.1.	Allgemeiner Überblick	245
3.2.	Allgemeine Grundlagen für die Bearbeitung und Verarbeitung von Lebensmitteln zu haltbaren Fertigprodukten	246
3.3.	Wärmeanwendung	248
3.3.1.	Allgemeiner Überblick	248
3.3.2.	Theoretische Grundlagen der Hitzeabtötung von Mikroorganismen	249
3.3.2.1.	Ursache des Mikroorganismentodes durch Hitzeeinwirkung	249
3.3.2.2.	Logarithmische Absterbeordnung und D-Wert	249
3.3.2.3.	z-Wert	251
3.3.2.4.	Spezifische Hitzeresistenz verschiedener Mikroorganismenarten und ihrer morphologischen Stadien	254
3.3.2.4.1.	Hitzeresistenz der Bakterien und Viren	255
3.3.2.4.2.	Hitzeresistenz der Actinomyceten	256
3.3.2.4.3.	Hitzeresistenz der Hefen und Hyphomyceten	256
3.3.2.5.	Die Hitzeresistenz der Mikroorganismen beeinflussende endogene Faktoren ..	257
3.3.2.5.1.	Alter und Entwicklungsstadien	257
3.3.2.5.2.	Einfluß des Kulturmödiums	257
3.3.2.5.3.	Einfluß der Bruttemperatur	257
3.3.2.5.4.	Einfluß des Wassergehalts der Mikroorganismenzellen	258
3.3.2.5.5.	Einfluß sonstiger Faktoren	258
3.3.2.6.	Einfluß des äußeren Mediums auf die Hitzeresistenz	258
3.3.2.6.1.	Einfluß des pH-Wertes	258
3.3.2.6.2.	Einfluß des Wassergehalts und der Wasseraktivität	259
3.3.2.6.3.	Einfluß der Salze	259
3.3.2.6.4.	Einfluß verschiedener Schutzstoffe	260
3.3.3.	Praktische Verfahren der Hitzebehandlung von Lebensmitteln	260
3.3.3.1.	Pasteurisation und Sterilisation	260
3.3.3.2.	Sterilisationswert (F-Wert) und Pasteurisationswert (P-Wert)	262
3.3.3.3.	12-D-Konzept	263
3.3.3.4.	Sterilisationsregime	263
3.4.	Kälteanwendung	264
3.4.1.	Wirkung tiefer Temperaturen auf Mikroorganismen	264
3.4.1.1.	Einfluß von Kälte auf den Stoffwechsel	264
3.4.1.2.	Kälteeinfluß auf das Wachstum und die Vermehrung	265
3.4.1.3.	Kälteresistenz	267
3.4.1.4.	Kältetod	268
3.4.2.	Praktische Verfahren der Kältekonservierung von Lebensmitteln	268
3.4.2.1.	Kühlen	268
3.4.2.2.	Gefrieren	269
3.5.	Wasserentzug (Trocknung)	270
3.5.1.	Abhängigkeit der Mikroorganismenentwicklung vom Wasser	271
3.5.1.1.	Theoretische Grundlagen	271
3.5.1.2.	a_w -Bereiche des Wachstums verschiedener Mikroorganismen	272

3.5.1.3.	Resistenz der Mikroorganismen gegen Austrocknen	275
3.5.2.	Praktische Verfahren des Wasserentzugs von Lebensmitteln und Alarmwassergehalt	275
3.6.	Bestrahlung	276
3.6.1.	Ultravioletbestrahlung	276
3.6.1.1.	Wirkung auf Mikroorganismen	276
3.6.1.2.	Anwendungsmöglichkeiten	277
3.6.2.	Bestrahlung mit Beta- und Gammastrahlen	278
3.6.2.1.	Wirkung auf Mikroorganismen	278
3.6.2.2.	Anwendungsmöglichkeiten	279
3.6.3.	Infrarotbestrahlung, Mikrowellen- und Hochfrequenzbehandlung	281
3.7.	Chemische Konservierung	281
3.7.1.	Säuern	282
3.7.2.	Sauerstoffentzug, N ₂ - und CO ₂ -Anwendung, kontrollierte Atmosphäre	283
3.7.3.	Räuchern	284
3.7.4.	Salzen	285
3.7.5.	Pökeln (Nitrit- und Nitratanwendung)	287
3.7.6.	Zusatz von Konservierungsmitteln	288
3.7.6.1.	Toxikologische Aspekte und gesetzliche Regelungen	288
3.7.6.2.	Allgemeine Wirkungsmechanismen der Konservierungsmittel	292
3.7.6.2.1.	Antimikrobielle Wirkung	292
3.7.6.2.2.	Wirkungsspektrum	292
3.7.6.2.3.	Resistenzsteigerung	293
3.7.6.3.	Substrateinfluß auf die Konservierungsmittelwirkung	293
3.7.6.3.1.	Einfluß des pH-Wertes	293
3.7.6.3.2.	Einfluß des Verteilungskoeffizienten	294
3.7.6.3.3.	Einfluß weiterer Faktoren	294
3.7.6.4.	Wichtige Konservierungsmittel	294
3.7.6.4.1.	Benzoesäure und ihre Derivate	294
3.7.6.4.2.	Ameisensäure und ihre Derivate	296
3.7.6.4.3.	Sorbinsäure und ihre Derivate	296
3.7.6.4.4.	Schwefeldioxid, schweflige Säuren und deren Derivate	297
3.7.6.4.5.	Hexamethylentetramin (Urotropin)	299
3.7.6.4.6.	Diphenyl und seine Derivate	299
3.7.6.4.7.	Propionsäure und ihre Derivate	300
3.7.6.4.8.	Pyrokohlensäurediethylester	301
3.7.6.4.9.	Benzimidazole	301
3.7.6.4.10.	Antibiotica	302
3.7.6.4.11.	Verschiedene Konservierungsmittel	303
3.8.	Keimreduzierung durch chemische Mittel	303
3.8.1.	Ethylenoxid	303
3.8.2.	Ozon	304
3.8.3.	Chlor	304
3.8.4.	Formaldehyd	305
3.8.5.	Wasserstoffperoxid	306
3.9.	Ökologische Aspekte der Erhaltung von Lebensmitteln	306
	Bildquellenverzeichnis	309
	Literaturverzeichnis	310
	Sachwortverzeichnis	320