

Einleitung	19
1. Obst und Obsterzeugnisse	21
1.1. Frischobst	21
1.1.1. Mikroflora des frischen Obstes	21
1.1.2. Resistenz pflanzlicher Organe gegen Mikroorganismen	22
1.1.3. Mikrobieller Verderb von Obst	23
1.1.3.1. Bedeutung von Verletzungen	23
1.1.3.2. Bedeutung enzymatischer Prozesse	24
1.1.3.3. Mikrobielle Zersetzung von Obst (Fäulnis)	24
1.1.3.4. Häufige Formen des mikrobiellen Verderbs von Obst	25
1.1.3.4.1. Naßfäule	25
1.1.3.4.2. Trockenfäule	25
1.1.3.4.3. Kernhausfäule	25
1.1.3.4.4. Bitterfäule	26
1.1.3.4.5. Lagerschorf	26
1.1.3.4.6. Braunfäule (<i>Monilia, Sclerotinia</i>)	27
1.1.3.4.7. Grünfäule	28
1.1.3.4.8. Graufäule	29
1.1.3.4.9. Phytophthora-Fruchtfäule	30
1.1.3.5. Parasitäre Lagerkrankheiten der wichtigsten Obstarten	30
1.1.3.5.1. Kernobst	30
1.1.3.5.2. Beerenobst	31
1.1.3.5.3. Steinobst	32
1.1.3.5.4. Süßfrüchte	32
1.1.4. Maßnahmen zur Verhinderung des mikrobiellen Verderbs von Frischobst	34
1.1.4.1. Allgemeine Maßnahmen vor dem Versand und vor der Einlagerung	34
1.1.4.2. Spezielle Verfahren zur Konservierung von Frischobst	35
1.1.4.2.1. Kühllagerung	35
1.1.4.2.2. Regulierung der Luftfeuchte	37
1.1.4.2.3. Lagerung in kontrollierter Atmosphäre (CA-Lagerung)	37
1.1.4.2.4. Chemische Konservierung von Obst	39
Süßfrüchte	39
Einheimisches Obst	40
1.1.4.2.5. Bestrahlung von Obst	41
1.1.4.2.6. Heißwasserbehandlung	41
1.2. Trockenobst	41
1.2.1. Allgemeines	41
1.2.2. Mikroflora des Trockenobstes	42

1.2.3.	Mikrobieller Verderb von Trockenobst	42
1.3.	Gefrierkonserven	43
1.3.1.	Allgemeines	43
1.3.2.	Mikrobiologie der Gefrierkonserven	44
1.3.2.1.	Einfluß vorbereitender Prozesse auf die Mikroflora	44
1.3.2.2.	Einfluß des Gefrierens auf die Mikroflora	44
1.3.2.3.	Einfluß von Milieufaktoren auf die Mikroflora	45
1.3.2.4.	Mikroflora der Gefrierkonserven und ihre Rolle beim Auftauen von Gefriererzeugnissen	46
1.4.	Obstkonserven, hitzesterilisiert	46
1.4.1.	Geschichte und Bedeutung	47
1.4.2.	Mikrobiologie der Sterilkonservenherstellung	47
1.4.2.1.	Vor der Sterilisation wirksame mikrobiologische Faktoren	47
1.4.2.1.1.	Mikrobiologische Qualität des Füllgutes	47
1.4.2.1.2.	Mikrobiologische Qualität der Behältnisse	48
1.4.2.2.	Während der Sterilisation wirksame Faktoren	48
1.4.2.2.1.	Temperatur und Zeit der Hitzebehandlung	49
1.4.2.2.2.	Keimzahl und Keimarten der zu konservierenden Produkte	49
1.4.2.2.3.	Chemische Zusammensetzung der zu sterilisierenden Güter	50
1.4.2.2.4.	Geschwindigkeit des Wärmedurchgangs	52
1.4.3.	Sterilisationsregime, Sterilisationswert	53
1.4.3.1.	Sterilisationsregime	53
1.4.3.2.	Sterilisationswert (F-Wert)	53
1.4.3.3.	12 D-Konzept	55
1.4.4.	Mikrobiologische Forderungen für Sterilkonserven	55
1.4.5.	Haltbarkeitsgarantie für Sterilkonserven	56
1.4.6.	Ursachen des Verderbs von Sterilkonserven	56
1.4.6.1.	Mikrobiologische Ursachen	56
1.4.6.1.1.	Untersterilisation von Konserven	57
	<i>Durch Hefen, Schimmelpilze und nichtsporenbildende Bakterien verursachter Verderb von Konserven</i>	58
	<i>Durch sporenbildende Bakterien verursachter Verderb von Konserven</i>	58
	<i>Mesophile Sporenbildner</i>	58
	<i>Thermophile Sporenbildner</i>	60
1.4.6.1.2.	Undichtigkeit als Ursache des Verderbs von Konserven (Rekontamination)	62
1.4.6.1.3.	Vorprozeßverderbnis von Konserven	63
1.4.6.2.	Chemische Ursachen für Fehlprodukte bei Konserven	63
1.4.6.3.	Physikalische Ursachen für Fehlprodukte bei Konserven	63
1.4.6.3.1.	Flatterbombagen	64
1.4.6.3.2.	Hitzebombagen	64
1.4.6.3.3.	Kälte- oder Frostbombagen	64
1.4.6.3.4.	Quellungs- oder Zellularbombagen	64
1.4.7.	Maßnahmen zur Vermeidung von Konserven-Fehlprodukten	64
1.5.	Obstsäfte, Süßmoste, Obstnektare und Obstkonzentrate	66
1.5.1.	Mikrobiologie der Obstsaft- und Süßmostherstellung	66
1.5.1.1.	Bedeutung des Rohstoffs	67
1.5.1.2.	Saftgewinnung und -behandlung	67
1.5.1.3.	Safteinlagerung	69
1.5.1.3.1.	Hitzekonservierung	69
	<i>Heißeinlagerung</i>	70
	<i>HTST-Verfahren mit Rückkühlung und aseptischer Abfüllung</i>	71
1.5.1.3.2.	Gefrierlagerung und Kühl Lagerung	72
1.5.1.3.3.	Entkeimungfiltration	72
1.5.1.3.4.	Konzentratlagerung	73
1.5.1.3.5.	Chemische Konservierung	73
	<i>Ameisensäure</i>	74

<i>Benzoesäure</i>	74
<i>Schwefeldioxid</i>	75
<i>Sorbinsäure</i>	76
<i>Verschiedene Konservierungsmittel</i>	76
1.5.1.3.6. Verschiedene Haltbarmachungsverfahren	77
1.5.1.4. Saftabfüllung in handelsübliche Flaschen	77
1.5.1.4.1. Flaschenabfüllung	77
<i>Mikrobiologie der Flaschenreinigung</i>	78
<i>Bedeutung der Flaschenverschlüsse</i>	79
1.5.1.4.2. Aseptische Abfüllung	80
1.5.2. Mikrobieller Obstsaftverderb und seine Erreger	81
1.5.2.1. Verderb von Säften durch Bakterien	81
1.5.2.2. Verderb von Säften durch Hefen	82
1.5.2.3. Verderb von Säften und Mycotoxinbildung durch Hyphomyceten	83
1.5.2.4. Verderb von Obstsaftkonzentraten	85
1.6. Obstsirupe (Fruchtsirupe)	86
1.6.1. Allgemeines	86
1.6.2. Mikrobieller Verderb von Obstsirup	86
1.6.3. Möglichkeiten zur Verhinderung des mikrobiellen Verderbs von Obstsirup	87
1.7. Fruchtpulver	87
1.8. Obstpülpfen	88
1.9. Marmeladen, Konfitüren, Gelees, Pflaumenmus	88
1.9.1. Allgemeines	88
1.9.2. Mikrobieller Verderb von Marmeladen, Konfitüren, Gelees und Pflaumenmus	88
1.9.3. Möglichkeiten zur Verhinderung des mikrobiellen Verderbs	89
2. Gemüse und Gemüseerzeugnisse	90
2.1. Mikroflora des Frischgemüses	90
2.1.1. Natürliche Schutzsysteme gegen Mikroorganismenbefall	92
2.1.2. Mikrobieller Verderb von Gemüse	92
2.1.2.1. Häufige Formen des mikrobiellen Verderbs von Gemüse	93
2.1.2.1.1. Bakterielle Fäulen	93
2.1.2.1.2. Durch Pilze verursachte Fäulnis	93
2.1.2.2. Parasitäre Lagerkrankheiten der wichtigsten Gemüsearten	94
2.1.2.2.1. Spargel und Zwiebeln	95
2.1.2.2.2. Tomaten und Paprika	95
2.1.2.2.3. Erbsen und Bohnen	96
2.1.2.2.4. Möhren und Sellerie	96
2.1.2.2.5. Salat	96
2.1.2.2.6. Kohl, Kohlrabi, Rettich und Radieschen	96
2.1.3. Maßnahmen zur Verhinderung des mikrobiellen Verderbs von Gemüse	97
2.1.3.1. Allgemeines	97
2.1.3.2. Kühl Lagerung von Frischgemüse	97
2.1.3.3. Lagerung von Frischgemüse in kontrollierter Atmosphäre (CA-Lagerung)	100
2.1.3.4. Bestrahlung von Gemüse	100
2.1.3.5. Chemische Konservierung von Gemüse	100
2.2. Trockengemüse	101
2.2.1. Einfluß des Rohstoffs und der Technik auf die mikrobiologischen Verhältnisse	101
2.2.2. Mikroflora des Trockengemüses	102

2.3.	Gefrierkonserven	103
2.3.1.	Einfluß des Rohstoffs und der Technologie auf die mikrobiologischen Verhältnisse	103
2.3.2.	Mikroflora des Gefriergemüses	104
2.3.2.1.	Keimgehalt	104
2.3.2.2.	Keimarten	104
2.3.2.3.	Praktische Bedeutung der Mikroflora von Gefriergemüseerzeugnissen	105
2.3.3.	Gefrierbrand	105
2.4.	Gemüsekonserven, hitzesterilisiert	105
2.5.	Sauerkraut	105
2.5.1.	Bedeutung des Rohstoffs	106
2.5.2.	Chemische Bestandteile des Kohls	106
2.5.3.	Technologie der Sauerkrautherstellung	107
2.5.4.	Mikrobiologische Stufen der Sauerkrautgärung	108
	1. Fermentationsstufe	109
	2. Fermentationsstufe	110
	3. Fermentationsstufe	110
	4. Fermentationsstufe	112
2.5.5.	Einfluß äußerer Faktoren auf die Sauerkrautfermentation	113
2.5.5.1.	Bedeutung der Gärtemperatur	114
2.5.5.2.	Bedeutung der Salzkonzentration	116
2.5.5.3.	Bedeutung des Luftausschlusses	117
2.5.6.	Einsatz von Starterkulturen	117
2.5.7.	Fehlprodukte bei Sauerkraut, ihre Ursachen sowie Möglichkeiten ihrer Verhinderung	118
2.5.7.1.	Ungenügende Milchsäurebildung	119
2.5.7.2.	Buttersäurebildung	119
2.5.7.3.	Bildung von Eiweißzersetzungprodukten	120
2.5.7.4.	Verfärbungen des Sauerkrauts	120
	<i>Schwarzwerden</i>	120
	<i>Rotfärbung</i>	120
	<i>Braunfärbung</i>	121
	<i>Verschiedenartige Verfärbungen</i>	121
2.5.7.5.	Bitteres Sauerkraut	122
2.5.7.6.	Weiches Sauerkraut	122
2.5.7.7.	Schleimiges Sauerkraut	122
2.5.7.8.	In Kleinpakungen auftretende Fehler und Möglichkeiten ihrer Vermeidung	123
2.5.8.	Weinsauerkraut, Delikatessauerkraut	124
2.6.	Saure Gurken und andere milchsauer vergorene Gemüse (Pickles)	124
2.6.1.	Saure Gurken (Salzgurken, Dillgurken)	124
2.6.1.1.	Bedeutung des Rohstoffs	124
2.6.1.2.	Technologie	125
2.6.1.3.	Fermentation der Gurken	125
2.6.1.4.	Fehlprodukte und ihre Ursachen	127
2.6.1.4.1.	Weiche Gurken	127
2.6.1.4.2.	Hohle Gurken	128
2.6.2.	Brühgurken	129
2.6.3.	Oliven	129
2.6.4.	Verschiedene Sauergemüse	130
2.7.	Salzgemüse	130
2.8.	Essiggemüse	131
2.9.	Gemüsesäfte, und andere flüssige Gemüseerzeugnisse	131
2.9.1.	Allgemeines	131
2.9.2.	Haltbarmachung	131
2.9.3.	Mikrobieller Verderb	132

3.	Kartoffeln und Kartoffelerzeugnisse	135
3.1.	Kartoffeln	135
3.1.1.	Definition und Bedeutung	135
3.1.2.	Chemische Bestandteile	135
3.1.3.	Kartoffellagerung	136
3.1.4.	Lagerkrankheiten der Kartoffel	136
3.1.4.1.	Naßfäulen	136
3.1.4.1.1.	Bakterielle Knollennaßfäule	136
3.1.4.1.2.	Wäßrige Wundfäule	137
3.1.4.2.	Trockenfäulen	138
3.1.4.2.1.	Fusarium-Trockenfäule	138
3.1.4.2.2.	Braunfäule (Krautfäule)	139
3.1.4.2.3.	Alternaria-Knollenfäule (Dürrfleckenkrankheit)	139
3.1.4.2.4.	Verschiedene Trockenfäulen	140
3.1.5.	Maßnahmen zur Bekämpfung mikrobieller Lagerschäden der Kartoffel	140
3.1.5.1.	Allgemeine Maßnahmen	140
3.1.5.2.	Spezielle Maßnahmen zur Kartoffelkonservierung	141
3.1.5.2.1.	Anwendung chemischer Mittel	141
3.1.5.2.2.	Anwendung von Strahlen	142
3.1.5.2.3.	Trocknen und Silieren	142
3.2.	Kartoffelerzeugnisse	142
3.2.1.	Schälkartoffeln	142
3.2.2.	Vorgekochte geschälte Kartoffeln	143
3.2.3.	Kartoffel-Chips	143
4.	Speisepilze	145
4.1.	Definition und Bedeutung	145
4.2.	Wildwachsende Pilze	145
4.3.	Zuchtpilze	147
4.4.	Verderbnis und Haltbarmachung von Speisepilzen	150
5.	Zucker, Süßwaren, Honig	151
5.1.	Zucker	151
5.1.1.	Allgemeines	151
5.1.2.	Bedeutung der Mikroorganismen bei der Zuckerrübenlagerung	151
5.1.3.	Bedeutung der Mikroorganismen bei der Zuckerrübenextraktion	152
5.1.3.1.	Schädliche Mikroorganismenarten und ihre Schadformen	152
5.1.3.2.	Maßnahmen zur Verminderung mikrobieller Saccharoseverluste bei der Extraktgewinnung	154
5.1.4.	Mikrobiologische Probleme der Dicksaftlagerung	155
5.1.4.1.	Durch Mikroorganismen verursachte Schäden bei der Dicksaftlagerung	156
5.1.4.2.	Bei der Dicksaftlagerung auftretende schädliche Mikroorganismenarten	156
5.1.4.3.	Abhängigkeit des mikrobiellen Dicksaftverderbs von chemisch-physikalischen Faktoren	157
5.1.4.3.1.	Einfluß der Konzentration des Dicksaftes und der Lagertemperatur	157
5.1.4.3.2.	Einfluß des pH-Wertes und des Luftzutritts	158
5.1.4.4.	Optimale Lagerungsbedingungen zur Ausschaltung mikrobieller Schäden bei der Tanklagerung von Dicksaft	158
5.1.5.	Mikrobielle Kontamination des Zuckers	159
5.1.5.1.	Allgemeines	159
5.1.5.2.	Keimgehalt und Keimarten des Zuckers	160
5.1.5.2.1.	Rohzucker	160
5.1.5.2.2.	Weißzucker, Raffinade und Puderzucker	160

5.1.5.2.3.	Flüssige Zucker	161
5.1.6.	Durch Mikroorganismen des Zuckers verursachte Schäden in der weiterverarbeitenden Industrie und Maßnahmen zu ihrer Verhinderung	162
5.2.	Süßwaren	163
5.3.	Honig.	164
6.	Getreide und Getreideerzeugnisse	166
6.1.	Getreide.	166
6.1.1.	Kontamination des Getreides	166
6.1.2.	Mikroflora des Getreides.	167
6.1.2.1.	Bakterien	167
6.1.2.2.	Actinomyceten	168
6.1.2.3.	Hypomyceten.	168
6.1.2.3.1.	Äußere Schimmelpilzflora	169
6.1.2.3.2.	Innere Schimmelpilzflora	169
6.1.2.4.	Hefen	170
6.1.3.	Praktische Bedeutung der Mikroflora des Getreides	170
6.1.3.1.	Biologische Selbsterhitzung	171
6.1.3.2.	Mikrobiell bedingte sensorische Veränderungen	172
6.1.3.3.	Mycotoxinbildung	173
6.1.4.	Konservierung von Getreide	176
6.1.4.1.	Trocknung und Belüftungskühlung	176
6.1.4.2.	Autokonservierung, Silierung, Begasung mit CO ₂ oder N ₂ , Vakuumlagerung	177
6.1.4.3.	Anwendung chemischer Konservierungsmittel	179
6.1.4.3.1.	Propionsäure	179
6.1.4.3.2.	Andere organische Säuren und ihre Salze	180
6.1.4.3.3.	Harnstoff, Thioharnstoff, Ammoniak	180
6.1.4.3.4.	Methylbromid, Ethylenoxid, Phosphorwasserstoff.	181
6.1.5.	Mikrobiologie der Naß- und Trockenreinigung des Getreides	181
6.1.6.	Möglichkeiten zur Reduzierung des Keimgehaltes von Getreide	182
6.1.6.1.	Erhitzen des Getreides	183
6.1.6.2.	Chemische Behandlung	183
6.2.	Mehl	184
6.2.1.	Keimzahlen des Mehls und anderer Mahlprodukte	184
6.2.2.	Verfahren zur Reduzierung des Keimgehaltes	184
6.2.3.	Keimarten des Mehls	185
6.2.4.	Mikrobielle Lagerschäden des Mehls	186
6.2.4.1.	Allgemeines	186
6.2.4.2.	Verschimmeln und Selbsterhitzung	187
6.2.4.3.	Säuerung	187
6.2.4.4.	Bitterwerden und Ranzigwerden	187
6.2.5.	Bedeutung der Mikroflora für die Weiterverarbeitung von Mehl	188
6.3.	Backwaren	188
6.3.1.	Teigführung von Backwaren mit Sauerteig.	188
6.3.2.	Mikroflora des Sauerteiges und ihre Bedeutung.	189
6.3.3.	Teigführung von Hefebackwaren	192
6.3.4.	Backprozeß und Haltbarkeit von Backwaren.	193
6.3.5.	Mikrobieller Verderb von Backwaren	193
6.3.5.1.	Bakterien als Verderbniserreger	193
	<i>Fadenziehen</i>	193
	<i>Pathogene Bakterien</i>	195
	<i>Blutende Hostien</i>	195
6.3.5.2.	Hefen als Verderbniserreger	195
6.3.5.3.	Schimmelpilze als Verderbniserreger	196

6.3.5.3.1.	Herkunft und Übertragung der Schimmelpilze	196
	<i>Luftkontamination</i>	196
	<i>Kontaktkontamination</i>	197
6.3.5.3.2.	Auftretende Schimmelpilzarten und ihre Schadformen	198
6.3.6.	Möglichkeiten zur Verhinderung des mikrobiellen Verderbs von Backwaren	199
6.3.6.1.	Allgemeine Maßnahmen	199
6.3.6.2.	Kältekonservierung von Backwaren und Zwischenprodukten	200
6.3.6.3.	Chemische Konservierung	200
6.3.6.4.	Hitzekonservierung	202
6.4.	Teigwaren	204
6.4.1.	Einfluß der Rohstoffe und der Technologie auf die Mikroflora	204
6.4.2.	Problemkeime in Teigwaren	206
6.4.2.1.	Bakterien	206
6.4.2.2.	Hyphomyceten	207
6.5.	Speisegetreide, Speisegetreideerzeugnisse und Getreidefrühstückserzeugnisse	207
	<i>Instant-Getreideprodukte und ähnliche Erzeugnisse</i>	208
6.6.	Stärke	209
7.	Fette, Öle und fettreiche Lebensmittel	210
7.1.	Allgemeines	210
7.2.	Mikrobieller Verderb von Fetten und Ölen	210
7.2.1.	Ranzigkeit	211
7.2.2.	Fett- und ölzersetzende Mikroorganismenarten	212
7.2.3.	Möglichkeiten zur Verhinderung des mikrobiellen Verderbs von Fetten, Ölen und fettreichen Lebensmitteln	212
7.3.	Bewertungsgrundsätze für die mikrobiologische Beschaffenheit von Fett-erzeugnissen	213
8.	Gewürze	215
8.1.	Antimikrobielle Eigenschaften der Gewürze	216
8.1.1.	Gehalt der Gewürze an antimikrobiell wirksamen Substanzen	216
8.1.2.	Antimikrobielle Wirkung der in Gewürzen enthaltenen Hemmstoffe	217
8.1.3.	Einsatzmöglichkeiten von Gewürzen zur Lebensmittelkonservierung	218
8.2.	Mikroflora der Gewürze und ihre Bedeutung	218
8.2.1.	Keimgehalt der Gewürze	218
8.2.2.	Keimarten der Gewürze	219
8.2.3.	Herkunft der Mikroflora von Gewürzen	220
8.3.	Entkeimung von Gewürzen	220
8.3.1.	Gewürzentkeimung durch Hitze- oder Strahlenbehandlung	220
8.3.2.	Gewürzentkeimung durch Ethylenoxid-Begasung	220
8.3.3.	Herstellung keimfreier Gewürzauszüge	221
9.	Trinkwasser	222
9.1.	Allgemeines zur Mikrobenbesiedelung	222
9.1.1.	Bedeutung des Trinkwassers	223
9.1.2.	Herkunft des Trinkwassers	223
9.1.3.	Besiedelung der natürlichen Ressourcen	224
9.2.	Gesamtmikroflora und saprophytische Mikroorganismen	225
9.2.1.	Gesamtbakteriengehalt	225
9.2.2.	Psychrophilen-Keimzahl	226
9.3.	Indikatoren einer fäkalen Verunreinigung	227
9.3.1.	Mesophile und thermophile Mikroorganismen	227

9.3.2.	Proteusbakterien	227
9.3.3.	Pyocyaneusbakterien	228
9.3.4.	Coliforme Bakterien	228
9.3.5.	Fäkalcolibakterien	228
9.3.6.	Enterokokken	229
9.3.7.	Clostridien	229
9.3.8.	Enteroviren	229
9.3.9.	Bakteriophagen	229
9.4.	Qualitätsanforderungen an Trinkwasser	229
9.4.1.	Richtwerte zur Beurteilung	230
9.4.2.	Auswahl der mikrobiologischen Kriterien	231
9.4.3.	Betriebliche und staatliche Kontrolle	232
9.5.	Hygiene des Trinkwassers	232
9.5.1.	Schutzmaßnahmen bei der Trinkwasserversorgung	232
9.5.2.	Aufbereitung des Trinkwassers	233
9.6.	Desinfektion des Trinkwassers	233
9.6.1.	Physikalische Verfahren	234
9.6.2.	Chemische Verfahren	234
10.	Alkoholfreie Erfrischungsgetränke	236
10.1.	Ungesüßte, kohlensäurehaltige und kohlensäurefreie Wässer	236
10.2.	Fruchtsaftgetränke, Limonaden und Brausen	238
10.2.1.	Bedeutung der Mikroorganismen für Fruchtsaftgetränke, Limonaden und Brausen	238
	<i>Bakterien</i>	238
	<i>Hefen</i>	239
	<i>Hypomyceten</i>	239
10.2.2.	Kontaminationsquellen bei der Herstellung von Fruchtsaftgetränken, Limonaden und Brausen	240
10.2.2.1.	Wasser als Kontaminationsquelle	240
10.2.2.2.	Zucker als Kontaminationsquelle	240
10.2.2.3.	Obstsäfte und Obstsirupe als Kontaminationsquellen	240
10.2.2.4.	Limonadengrundstoffe und Fruchtsäuren als Kontaminationsquellen	242
10.2.2.5.	Apparate und Leitungen als Kontaminationsquellen	242
10.2.2.6.	Behältnisse als Kontaminationsquellen	242
10.2.3.	Faktoren, die die Haltbarkeit beeinflussen	243
10.2.3.1.	Bedeutung des Sauerstoffentzugs	243
10.2.3.2.	Bedeutung des Kohlendioxids (Imprägnierung)	243
10.2.3.3.	Bedeutung des pH-Wertes	244
10.2.4.	Spezielle Verfahren zur Verlängerung der Haltbarkeit alkoholfreier Erfrischungsgetränke	244
10.2.4.1.	Pasteurisation	244
10.2.4.2.	Chemische Zusätze	244
	<i>Silberpräparate</i>	244
	<i>Ameisensäure und Benzoësäure</i>	245
	<i>L-Ascorbinsäure und Sorbinsäure</i>	245
10.3.	Mikrobiologische Forderungen für alkoholfreie Erfrischungsgetränke	245
11.	Alkoholische Getränke	247
11.1.	Bierherstellung	247
11.1.1.	Allgemeines	247
11.1.2.	Rohstoffe und ihre Mikroflora	248

11.1.2.1.	Malz- und Würzegewinnung	248
	<i>Rohstoffe</i>	248
	<i>Malzherstellung</i>	248
	<i>Würzegewinnung</i>	249
11.1.2.2.	Mikroflora der Rohstoffe und ihre Bedeutung	251
11.1.2.2.1.	Malz	251
11.1.2.2.2.	Hopfen	252
11.1.2.2.3.	Wasser	252
11.1.3.	Gärung und Reifung	252
11.1.3.1.	Bierhefe	253
	<i>Maltooliosevergärung</i>	253
	<i>Gärkraft</i>	254
	<i>Flockungsvermögen</i>	254
	<i>Bildung von Stoffwechselnebenprodukten</i>	254
	<i>Hefearten für spezielle Biere</i>	255
	<i>Hefereinzucht</i>	255
11.1.3.2.	Hauptgärung	256
11.1.3.3.	Nachgärung und Reifung des Bieres	258
11.1.3.4.	Schnellgärverfahren	259
11.1.3.5.	Vorgänge während der Gärung und Reifung	260
11.1.3.6.	Störungen durch bierschädliche Mikroorganismen	262
11.1.3.6.1.	Bierfremde Hefen	262
11.1.3.6.2.	Durch Bakterien verursachte Störungen im Bier	263
11.2.	Wein	265
11.2.1.	Allgemeines	265
11.2.2.	Technologie der Weinherstellung	266
11.2.2.1.	Mostgewinnung	266
11.2.2.2.	Gärung	268
11.2.2.3.	Ausbau und Lagerung des Weines	269
11.2.3.	Technologie der Schaumweinherstellung	270
11.2.4.	Mikroflora des Weines	271
11.2.5.	Weinkrankheiten	273
11.3.	Möglichkeiten zur Erhöhung der biologischen Stabilität alkoholischer Getränke	275
11.4.	Spiritus	278
11.4.1.	Spiritusgewinnung aus stärkehaltigen Rohstoffen	278
11.4.1.1.	Rohstoffe	278
11.4.1.2.	Stärkeaufschluß und Verzuckerung	279
11.4.1.3.	Gärung	280
11.4.1.4.	Destillation und Rektifikation	281
11.4.2.	Spiritusgewinnung aus anderen Rohstoffen	281
11.4.3.	Herstellung der Spirituosen	282
12.	Backhefe und Hefeextrakt	284
12.1.	Herstellung von Backhefe	284
12.1.1.	Allgemeines	284
12.1.2.	Stammkultur	285
12.1.3.	Nährlösung	286
12.1.4.	Reinzuchttufen	286
12.1.5.	Stellhefestufen	288
12.1.6.	Versandhefestufe	289
12.1.7.	Heferückführung mit Schwefelsäurebehandlung und Umzüchtung	290

12.2.	Hefebütten, Fermenter, Belüftungssysteme	291
	Strahlrohrbelüftung	291
	Rotationsbelüftung	291
	Weitere Verfahrenssysteme	291
12.3.	Variierte Zulaufverfahren und kontinuierliche Verfahren	293
12.4.	Schädliche Mikroorganismen der Backhefe	295
12.5.	Konservierung von Backhefe	296
12.5.1.	Kühl Lagerung und Gefrierlagerung	296
12.5.2.	Trockenbackhefe	296
12.6.	Hefeextrakt	297
13.	Kaffee, Tee, Kakao, Tabak	299
13.1.	Kaffee	299
13.1.1.	Fermentation des Kaffees	299
13.1.2.	Mikrobielle Schäden des Kaffees	300
13.2.	Tee und Teepilz	300
13.2.1.	Tee	300
13.2.2.	Teepilz	300
13.3.	Kakao	300
13.3.1.	Fermentation des Kakaos	301
13.3.2.	Keimgehalt des Kakaopulvers	301
13.4.	Tabak	301
13.4.1.	Fermentation des Tabaks	302
13.4.2.	Durch Mikroorganismen verursachte Schäden des Rohtabaks und der Tabakerzeugnisse	302
13.4.2.1.	Allgemeines	302
13.4.2.2.	Grauschimmel	302
13.4.2.3.	<i>Sclerotinia</i> und andere Pilzschädlinge	303
13.4.3.	Konservierung von Tabakwaren und Tabakfolie	304
14.	Nutzung von Mikroorganismen zur Gewinnung von organischen Säuren, Polysacchariden, Fetten, Aminosäuren und Proteinen, Enzymen und Vitaminen	305
14.1.	Herstellung von organischen Säuren mit Mikroorganismen	305
14.1.1.	Herstellung von Essigsäure	305
14.1.1.1.	Historisches	305
14.1.1.2.	Zur Essigherstellung eingesetzte Mikroorganismenspecies	306
14.1.1.3.	Chemie der Essigsäuregewinnung	306
14.1.1.4.	Technologie der Essigherstellung	307
14.1.1.4.1.	Orléans-Verfahren	307
14.1.1.4.2.	Schnellessigverfahren	307
14.1.1.4.3.	Submersverfahren	308
14.1.1.5.	Aufbereitung und Verwendung des Essigs	310
14.1.1.6.	Essigschädlinge	310
14.1.1.6.1.	Schädliche Mikroorganismen	310
14.1.1.6.2.	Tierische Schädlinge	311
14.1.2.	Herstellung von Milchsäure	311
14.1.2.1.	Historisches	311
14.1.2.2.	Zur Milchsäureherstellung eingesetzte Mikroorganismenspecies	312

14.1.2.3.	Chemie der Milchsäuregewinnung	312
14.1.2.4.	Technologie der Milchsäureherstellung	313
14.1.2.5.	Verwendung der Milchsäure	314
14.1.3.	Herstellung von Citronensäure	314
14.1.3.1.	Historisches	314
14.1.3.2.	Zur Citronensäureherstellung eingesetzte Mikroorganismenspecies	315
14.1.3.3.	Chemie der Citronensäuregewinnung	315
14.1.3.4.	Technologie der Citronensäureherstellung	317
14.1.3.4.1.	Oberflächenverfahren	317
14.1.3.4.2.	Submersverfahren	318
14.1.3.5.	Verwendung von Citronensäure	319
14.2.	Herstellung von Polysacchariden mit Mikroorganismen	320
14.2.1.	Allgemeines	320
14.2.2.	Herstellung von Dextran	320
14.2.3.	Herstellung weiterer Polysaccharide	321
14.3.	Fettgewinnung aus Mikroorganismen	321
14.4.	Herstellung von Aminosäuren und Proteinen mit Mikroorganismen	323
14.4.1.	Bevölkerungswachstum und Eiweißbedarf	323
14.4.2.	Mikroorganismen als Produzenten von Protein (Single cell protein)	323
14.4.2.1.	Zur Eiweißgewinnung eingesetzte Mikroorganismenspecies	324
14.4.2.2.	Rohstoffe zur mikrobiellen Proteinsynthese	326
	<i>Sulfatblaugen</i>	326
	<i>Melasse</i>	327
	<i>Kohlenwasserstoffe, Methanol, Ethanol</i>	327
14.4.2.3.	Technik der mikrobiellen Proteingewinnung	329
14.4.2.4.	Ausbeuten	329
14.4.2.5.	Einsatzmöglichkeiten für Einzeller-Protein	331
14.4.3.	Herstellung von Aminosäuren mit Bakterien	331
14.4.3.1.	Herstellung und Verwendung von L-Glutaminsäure	333
14.4.3.2.	Herstellung und Verwendung von L-Lysin	333
14.5.	Nutzung und Herstellung von Mikroorganismenenzymen	334
14.5.1.	Direkte Nutzung enzymchemischer Leistungen lebender Mikroorganismen für die menschliche Ernährung	334
14.5.2.	Enzymgewinnung mit Hilfe von Mikroorganismen	335
14.5.2.1.	Allgemeines	335
14.5.2.2.	Technologie der mikrobiellen Enzymgewinnung	336
14.5.2.2.1.	Stammauswahl	336
14.5.2.2.2.	Kultivierung	336
14.5.2.2.3.	Aufbereitung der Kulturmedien	337
14.5.2.3.	Einsatz von Enzymen in der Lebensmittelproduktion	337
14.5.2.3.1.	Amylasen	338
14.5.2.3.2.	Pectinasen (Pectinesterase und Polygalacturonase)	339
14.5.2.3.3.	Cellulasen	342
14.5.2.3.4.	Invertase	343
14.5.2.3.5.	Glucoseoxydase	343
14.5.2.3.6.	Proteasen	343
14.6.	Vitamingewinnung mit Mikroorganismen und Einsatz der Vitamine	344
14.6.1.	Allgemeines	344
14.6.2.	Herstellung von β -Carotin und Vitamin A	344
14.6.3.	Herstellung von Riboflavin (Lactoflavin)	345
14.6.4.	Herstellung von Vitaminen der B_{12} -Gruppe	346
14.6.5.	Herstellung von Vitamin C (L-Ascorbinsäure)	347
14.6.6.	Herstellung von Ergosterol und Vitamin D_2	348
14.6.7.	Einsatz von Vitaminen in der Lebensmittelproduktion	349

15.	Gewinnung und Verwertung von Algen und Algenprodukten für Nahrungs- und Futterzwecke	350
15.1.	Allgemeines	350
15.2.	Gewinnung von Algen	350
15.2.1.	Gewinnung von Meeresalgen (Tang)	350
15.2.2.	Massenkultivierung einzelliger Grünalgen	352
15.3.	Verwertung von Algen und Algenprodukten für Nahrungs- und Futterzwecke	354
15.3.1.	Direkte Nutzung von Meeresalgen als Lebensmittel	354
15.3.2.	Gewinnung und Verwendung von Alginsäure, Alginaten und Agar	355
15.3.3.	Verwendung von Algen als Futtermittel	356
	Literaturquellenverzeichnis	357
	Sachwortverzeichnis	373
	Bildquellenverzeichnis	387