

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----------|
| Vorwort | III |
| Abkürzungsverzeichnis | V |
| 1 Allgemeine Mikrobiologie | 1 |
| G. MÜLLER | |
| 1.1 Allgemeiner Überblick | 3 |
| 1.2 Wichtige Mikroorganismengruppen | 6 |
| 1.2.1 Bakterien | 6 |
| 1.2.1.1 Definition und Charakteristik der Bakterien | 7 |
| 1.2.1.2 Morphologie der Bakterien | 7 |
| Kokken | 7 |
| Stäbchen | 9 |
| Spirillen und Vibrionen | 9 |
| Mycoplasmen | 9 |
| 1.2.1.3 Feinbau der Bakterienzelle | 10 |
| 1.2.1.3.1 Cytoplasma | 11 |
| Cytoplasmamembran | 12 |
| Ribosomen | 13 |
| Speicherstoffe | 13 |
| 1.2.1.3.2 Zellkern und Plasmide | 15 |
| 1.2.1.3.3 Zellwand | 16 |
| 1.2.1.3.4 Schleime und Kapseln | 19 |
| 1.2.1.3.5 Geißeln, Fimbrien und Pili | 20 |
| 1.2.1.3.6 Unterscheidungsmerkmale zwischen prokaryotischen und eukaryotischen Zellen | 24 |
| 1.2.1.4 Bakterienkolonien | 24 |
| 1.2.1.5 Vermehrung und Vererbung der Bakterien | 25 |
| 1.2.1.6 Endosporen der Bakterien | 27 |
| 1.2.1.6.1 Sporenbildung | 27 |
| 1.2.1.6.2 Chemische Eigenschaften der Bakteriensporen | 30 |
| 1.2.1.6.3 Sporenkeimung | 32 |
| 1.2.1.7 Ernährung, Vorkommen und Bedeutung der Bakterien | 33 |
| 1.2.1.8 Actinomyceten | 35 |
| 1.2.1.8.1 Definition und Charakteristik der Actinomyceten | 35 |
| 1.2.1.8.2 Morphologie und Vermehrung der Actinomyceten | 36 |
| 1.2.1.8.3 Ernährung, Vorkommen und Bedeutung der Actinomyceten | 38 |

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----------|---|----|
| 1.2.1.9 | Systematik der Bakterien | 38 |
| | Sektion 1. Spirochäten | 41 |
| | Sektion 2. Aerobe/mikroaerophile, bewegliche, helikale/ vibrioide (spiralige/kommaförmige), gramnegative Stäbchen | 43 |
| | Sektion 3. Unbewegliche (oder selten bewegliche), gramnegative, gebogene Bakterien | 41 |
| | Sektion 4. Gramnegative aerobe Stäbchen und Kokken | 43 |
| | Sektion 5. Fakultativ anaerobe, gramnegative Stäbchen | 47 |
| | Sektion 12. Grampositive Kokken | 53 |
| | Sektion 13. Endosporenbildende, grampositive Stäbchen und Kokken | 56 |
| | Sektion 14. Regelmäßig geformte, nichtsporenbildende, grampositive Stäbchen | 59 |
| | Sektion 15. Unregelmäßig geformte, nichtsporen- bildende, grampositive Stäbchen | 62 |
| | Sektion 16. Mycobakterien | 65 |
| | Sektion 29. Streptomyzeten und verwandte Gattungen | 65 |
| 1.2.2 | Pilze | 66 |
| 1.2.2.1 | Definition und Charakteristik der Pilze | 66 |
| 1.2.2.2 | Feinbau der Pilzzelle | 68 |
| 1.2.2.2.1 | Protoplast | 69 |
| | Zellkern | 70 |
| 1.2.2.2.2 | Zellwand | 70 |
| 1.2.2.3 | Morphologie der Pilze | 72 |
| 1.2.2.4 | Fortpflanzung und Vermehrung der Pilze | 75 |
| 1.2.2.4.1 | Ungeschlechtliche Fortpflanzung der Pilze | 76 |
| | Spaltung | 76 |
| | Sprossung | 76 |
| | Sporenbildung (Sporulation) | 78 |
| 1.2.2.4.2 | Geschlechtliche Fortpflanzung der Pilze | 81 |
| | Phasen der geschlechtlichen Fortpflanzung | 82 |
| | Mechanismus der geschlechtlichen Fortpflanzung | 83 |
| 1.2.2.5 | Ernährung, Vorkommen und Bedeutung der Pilze | 85 |
| 1.2.2.5.1 | Ernährung | 85 |
| 1.2.2.5.2 | Vorkommen | 86 |
| 1.2.2.5.3 | Bedeutung | 86 |
| 1.2.2.6 | System der Pilze | 87 |
| 1.2.2.6.1 | Klassifizierung, Nomenklatur, Taxonomie | 87 |
| 1.2.2.6.2 | <i>Myxomycota</i> (Schleimpilze) | 88 |
| 1.2.2.6.3 | <i>Oomycota</i> | 89 |
| | Klasse <i>Oomycetes</i> | 89 |
| | Ordnung <i>Peronosporales</i> | 90 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 1.2.2.6.4 | <i>Eumycota</i> (Echte Pilze) | 92 |
| | Klasse <i>Zygomycetes</i> | 92 |
| | Ordnung <i>Mucorales</i> | 93 |
| | Klasse <i>Ascomycetes</i> | 98 |
| | Ordnung <i>Endomycetales</i> | 98 |
| | Ordnung <i>Eurotiales</i> | 102 |
| | Ordnung <i>Sphaeriales</i> | 103 |
| | Klasse <i>Basidiomycetes</i> | 104 |
| | Ordnungen <i>Ustilaginales</i> und <i>Uredinales</i> | 105 |
| | Ordnung <i>Agaricales</i> | 105 |
| | Klasse <i>Deuteromycetes (Fungi imperfecti)</i> | 105 |
| | Blastomyceten | 106 |
| | Hyphomyceten | 108 |
| | Coelomyceten | 119 |
| 1.2.3 | Viren und Viroide | 120 |
| 1.2.3.1 | Viren | 120 |
| 1.2.3.1.1 | Entdeckung der Viren | 120 |
| 1.2.3.1.2 | Aufbau und chemische Zusammensetzung der Viren | 121 |
| 1.2.3.1.3 | Vermehrung der Viren | 126 |
| 1.2.3.1.4 | Vorkommen, Übertragung und Bedeutung der Viren | 128 |
| 1.2.3.2 | Viroide und Prionen | 130 |
| 1.3 | Wachstum der Mikroorganismen | 130 |
| 1.3.1 | Allgemeines | 130 |
| 1.3.2 | Nährstoffbedarf | 132 |
| 1.3.2.1 | Wasserbedarf | 133 |
| 1.3.2.2 | Energiequellen | 133 |
| 1.3.2.3 | Kohlenstoffquellen | 133 |
| 1.3.2.4 | Stickstoffquellen | 134 |
| 1.3.2.5 | Mineralstoffbedarf | 134 |
| 1.3.2.6 | Wachstumsfaktoren (Suppline) | 136 |
| 1.3.3 | Kulturbedingungen der Mikroorganismen | 138 |
| 1.3.3.1 | Einfluß der Feuchtigkeit (a_w -Wert) | 138 |
| 1.3.3.2 | Einfluß der Temperatur | 140 |
| 1.3.3.3 | Bedeutung des pH-Wertes des Mediums | 143 |
| 1.3.3.4 | Bedeutung des molekularen Sauerstoffs | 144 |
| 1.3.4 | Physiologie des Wachstums | 144 |
| 1.3.4.1 | Allgemeine Grundlagen | 144 |
| 1.3.4.2 | Wachstumskurve und Wachstumsphasen | 145 |
| 1.3.4.3 | Praktische Bedeutung der Wachstumsphasen | 148 |
| 1.3.4.4 | Wachstumshemmung | 150 |
| 1.3.4.4.1 | Schädigung der Membranen und Zellwand | 150 |
| 1.3.4.4.2 | Schädigung der Enzyme | 150 |
| 1.3.4.4.3 | Schädigung der Protein- und Nucleinsäuresynthese | 151 |

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----------|--|-----|
| 1.4 | Stoffwechsel der Mikroorganismen | 151 |
| 1.4.1 | Allgemeines | 151 |
| 1.4.2 | Stoffwechsel | 151 |
| 1.4.2.1 | Enzyme | 153 |
| 1.4.2.1.1 | Funktion der Enzyme | 153 |
| 1.4.2.1.2 | Charakteristik der Enzyme | 153 |
| 1.4.2.1.3 | Lokalisierung der Enzyme in der Mikroorganismenzelle | 159 |
| 1.4.2.2 | Nährstoffaufnahme | 160 |
| 1.4.2.2.1 | Passive Stoffaufnahme | 160 |
| 1.4.2.2.2 | Aktive Stoffaufnahme | 161 |
| 1.4.2.3 | Kohlenhydratstoffwechsel und Energiewechsel | 161 |
| 1.4.2.3.1 | Energiegewinnung und -übertragung | 161 |
| 1.4.2.3.2 | Aerobe Prozesse (Atmung) | 163 |
| | Fructose-1,6-biphosphat-Weg (Glykolyse, EMP-Weg) | 164 |
| | Pentosephosphat-Weg und KDPG-Weg | 166 |
| | Citronensäurecyclus (Tricarbonsäurecyclus) | 169 |
| | Atmungskette | 171 |
| | Oxidation von Ethanol zu Essigsäure und ähnliche Prozesse | 172 |
| 1.4.2.3.3 | Anaerobe Prozesse (Gärung) | 173 |
| | Ethanolgärung | 174 |
| | Homofermentative Milchsäuregärung | 178 |
| | Heterofermentative Milchsäuregärung | 180 |
| | Propionsäuregärung | 184 |
| | Buttersäuregärungen und verwandte Prozesse | 185 |
| | Ameisensäuregärungen | 188 |
| | Übersicht über wichtige Gärungen | 190 |
| 1.4.2.3.4 | Energieausbeute des aeroben und anaeroben Kohlenhydratabbaus | 190 |
| 1.4.2.3.5 | Nitratreduktion | 192 |
| 1.4.2.4 | Eiweißstoffwechsel | 193 |
| 1.4.2.4.1 | Proteolyse | 193 |
| 1.4.2.4.2 | Desaminierung und Transaminierung | 194 |
| 1.4.2.4.3 | Decarboxylierung und Bildung biogener Amine | 195 |
| 1.4.2.4.4 | Bildung von Schwefelwasserstoff und Fuselölen | 195 |
| 1.4.2.4.5 | Biosynthese der Aminosäuren und Proteine | 196 |
| 1.4.2.5 | Fettstoffwechsel | 197 |
| 1.4.2.5.1 | Fettabbau | 198 |
| | Enzymatische Fetthydrolyse | 198 |
| | β-Oxidation der Fettsäuren | 198 |
| | Methylketonbildung | 200 |
| 1.4.2.5.2 | Fettsynthese | 201 |
| 1.4.2.6 | Phospholipide und Sterole | 201 |
| 1.4.2.6.1 | Phospholipide | 201 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 1.4.2.6.2 | Sterole | 202 |
| 1.4.2.7 | Kohlenwasserstoff-Verwertung | 202 |
| 1.4.2.8 | Regulation des Stoffwechsels durch Enzyminduktion und Enzymrepression | 203 |
| 1.4.2.8.1 | Enzyminduktion | 203 |
| 1.4.2.8.2 | Enzymrepression | 204 |
| | Endprodukt-Repression | 204 |
| | Diauxie | 205 |
| | Endprodukt-Hemmung | 206 |
| | Literatur | 206 |
| 2 | Mikrobielle Lebensmittelvergiftungen | 211 |
| | G. MÜLLER | |
| 2.1 | Allgemeines | 213 |
| 2.2 | Bakterielle Lebensmittelvergiftungen | 216 |
| 2.2.1 | Salmonellosen | 216 |
| 2.2.1.1 | Geschichte und Bedeutung | 216 |
| 2.2.1.2 | Erreger und Vorkommen | 218 |
| 2.2.1.3 | Krankheitsverlauf | 220 |
| 2.2.1.4 | Bedeutung der Lebens- und Futtermittel bei der Verbreitung der Salmonellosen | 221 |
| 2.2.1.5 | Maßnahmen zur Vermeidung von Salmonellosen | 223 |
| 2.2.2 | Shigellosen | 224 |
| 2.2.2.1 | Erreger und Bedeutung | 224 |
| 2.2.2.2 | Krankheitsverlauf und Bekämpfungsmaßnahmen | 225 |
| 2.2.3 | Yersiniosen | 226 |
| 2.2.4 | Vibriosen | 226 |
| 2.2.4.1 | Cholera | 227 |
| 2.2.4.2 | Lebensmittelvergiftungen durch <i>Vibrio parahaemolyticus</i> | 227 |
| 2.2.5 | Lebensmittelvergiftungen durch <i>Clostridium perfringens</i> | 228 |
| 2.2.5.1 | Geschichte und Bedeutung | 228 |
| 2.2.5.2 | Erreger und Vorkommen | 228 |
| 2.2.5.3 | Krankheitsverlauf | 229 |
| 2.2.5.4 | Toxine und ihre Bildung | 229 |
| 2.2.5.5 | Maßnahmen zur Vermeidung von <i>Clostridium-perfringens</i> - Lebensmittelvergiftungen | 230 |
| 2.2.6 | Lebensmittelvergiftungen durch <i>Bacillus cereus</i> | 231 |
| 2.2.6.1 | Geschichte und Bedeutung | 231 |
| 2.2.6.2 | Erreger und Vorkommen | 231 |
| 2.2.6.3 | Krankheitsverlauf | 232 |
| 2.2.6.4 | Toxine und ihre Bildung | 232 |
| 2.2.6.5 | Maßnahmen zur Vermeidung von <i>Bacillus-cereus</i> - Lebensmittelvergiftungen | 232 |

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----------|---|-----|
| 2.2.7 | Staphylokokken-Enterotoxikose | 232 |
| 2.2.7.1 | Geschichte und Bedeutung | 232 |
| 2.2.7.2 | Erreger und Vorkommen | 233 |
| 2.2.7.3 | Krankheitsverlauf | 233 |
| 2.2.7.4 | Toxine und ihre Bildung | 234 |
| 2.2.7.4.1 | Rolle der Kontamination und der Lebensmittelarten | 234 |
| 2.2.7.4.2 | Die Enterotoxinbildung beeinflussende Faktoren | 234 |
| 2.2.7.4.3 | Chemisch-physikalische Eigenschaften der Enterotoxine | 236 |
| 2.2.7.5 | Maßnahmen zur Vermeidung von Staphylokokken-Enterotoxikosen | 237 |
| 2.2.8 | Botulismus | 238 |
| 2.2.8.1 | Geschichte und Bedeutung | 238 |
| 2.2.8.2 | Erreger und Vorkommen | 238 |
| 2.2.8.3 | Krankheitsverlauf | 239 |
| 2.2.8.4 | Toxine und ihre Bildung | 239 |
| 2.2.8.5 | Maßnahmen zur Vermeidung von Botulismus | 240 |
| 2.2.9 | Listeriose | 241 |
| 2.2.9.1 | Geschichte und Bedeutung | 241 |
| 2.2.9.2 | Erreger und Vorkommen | 243 |
| 2.2.9.3 | Krankheitsverlauf und Bekämpfung | 244 |
| 2.2.10 | Lebensmittelvergiftungen durch <i>Campylobacter jejuni</i> (Kampylobakteriosen) | 244 |
| 2.2.11 | Lebensmittelvergiftungen durch fakultativ pathogene <i>Escherichia coli</i> | 245 |
| 2.2.12 | Bakterielle Nitritbildung in nitrathaltigen Lebensmitteln (alimentäre Nitritintoxikation) | 246 |
| 2.2.12.1 | Allgemeines | 246 |
| 2.2.12.2 | Erreger und Krankheitsverlauf | 247 |
| 2.2.12.3 | Maßnahmen zur Vermeidung der alimentären Nitritintoxikation | 247 |
| 2.2.13 | Bildung von N-Nitrosoverbindungen | 248 |
| 2.2.13.1 | Geschichte und Bedeutung | 248 |
| 2.2.13.2 | Entstehung der N-Nitrosoverbindungen | 248 |
| 2.2.13.3 | Maßnahmen gegen die Bildung von N-Nitrosoverbindungen | 249 |
| 2.2.14 | Bildung biogener Amine | 249 |
| 2.2.14.1 | Allgemeines | 249 |
| 2.2.14.2 | Wirkung und Vorkommen biogener Amine | 250 |
| 2.2.14.3 | Maßnahmen gegen die Bildung biogener Amine | 250 |
| 2.3 | Mycotoxinbildung | 251 |
| | G MULLER und C. MULLER | |
| 2.3.1 | Allgemeiner Überblick über Mycotoxine | 251 |
| 2.3.1.1 | Definition und Geschichte der Mycotoxine | 251 |
| 2.3.1.2 | Wirkung der Mycotoxine | 251 |
| 2.3.1.3 | Mycotoxinbildner und Vorkommen der Mycotoxine | 252 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 2.3.2 | Aflatoxine | 254 |
| 2.3.2.1 | Geschichte und Bedeutung | 254 |
| 2.3.2.2 | Aflatoxinbildende Hyphomyceten und ihr Vorkommen | 255 |
| 2.3.2.3 | Wirkung der Aflatoxine | 256 |
| 2.3.2.3.1 | Wirkung der Aflatoxine auf Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen | 256 |
| 2.3.2.3.2 | Wirkung der Aflatoxine auf den Menschen | 258 |
| 2.3.2.3.3 | Wirkungsmechanismus der Aflatoxine | 258 |
| 2.3.2.4 | Chemie der Aflatoxine | 259 |
| 2.3.2.5 | Vorkommen von Aflatoxinen in Lebens- und Futtermitteln | 260 |
| 2.3.2.6 | Voraussetzungen für die Aflatoxinbildung | 262 |
| 2.3.2.6.1 | Einfluß der Lebensmittelart auf die Aflatoxinbildung | 262 |
| 2.3.2.6.2 | Einfluß des Nährstoffangebots auf die Aflatoxinbildung | 263 |
| 2.3.2.6.3 | Einfluß der Umweltfaktoren auf die Aflatoxinbildung | 264 |
| 2.3.2.6.4 | Einfluß der Zeit auf die Aflatoxininkonzentration | 267 |
| 2.3.2.7 | Entgiftung aflatoxinhaltiger Lebens- und Futtermittel | 268 |
| 2.3.2.7.1 | Physikalische Methoden | 268 |
| 2.3.2.7.2 | Chemische Methoden | 269 |
| 2.3.2.7.3 | Biologische Methoden | 269 |
| 2.3.2.8 | Aflatoxin-Toleranzgrenzen für Lebens- und Futtermittel | 270 |
| 2.3.3 | Sterigmatocystin | 270 |
| 2.3.4 | Trichothecene | 272 |
| 2.3.4.1 | Geschichte und Eigenschaften | 272 |
| 2.3.4.2 | Trichothecenbildner, Vorkommen und die Toxinbildung beeinflussende Faktoren | 273 |
| 2.3.4.3 | Entgiftung trichothecenhaltiger Lebensmittel | 274 |
| 2.3.5 | Patulin | 274 |
| 2.3.5.1 | Geschichte und Eigenschaften | 274 |
| 2.3.5.2 | Patulinbildner, Vorkommen und die Toxinbildung beeinflussende Faktoren | 275 |
| 2.3.5.3 | Entgiftung patulinhaltiger Lebensmittel | 276 |
| 2.3.6 | Ochratoxine | 276 |
| 2.3.6.1 | Geschichte und Eigenschaften | 276 |
| 2.3.6.2 | Ochratoxinbildner, Vorkommen und die Toxinbildung beeinflussende Faktoren | 277 |
| 2.3.6.3 | Entgiftung ochratoxinhaltiger Lebens- und Futtermittel | 278 |
| 2.3.7 | Luteoskyrin | 278 |
| 2.3.8 | Schutzmaßnahmen gegen Mycotoxikosen | 279 |
| 2.4 | Durch Lebensmittel übertragbare Virus- und Prionenkrankheiten | 281 |
| 2.4.1 | Viruskrankheiten | 281 |
| 2.4.2 | BSE (Bovine spongiforme Encephalopathie) | 282 |
| 2.5 | Durch Lebensmittel übertragbare Parasiten-Erkrankungen | 284 |
| | Literatur | 284 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 3 | Verfahrensgrundlagen zur Haltbarmachung von Lebensmitteln | 287 |
| | G. MULLER und C. MÜLLER | |
| 3.1. | Ökologische Aspekte der Erhaltung von Lebensmitteln | 289 |
| 3.2. | Allgemeine Grundlagen für die Bearbeitung und Verarbeitung von Lebensmitteln zu haltbaren Fertigprodukten | 292 |
| 3.3 | Wärmeanwendung | 296 |
| 3.3.1 | Allgemeiner Überblick | 296 |
| 3.3.2 | Theoretische Grundlagen der Hitzeabtötung von Mikroorganismen | 297 |
| 3.3.2.1 | Ursache des Mikroorganismentodes durch Hitzeeinwirkung | 297 |
| 3.3.2.2 | Logarithmische Absterbeordnung und D-Wert | 298 |
| 3.3.2.3 | z-Wert | 301 |
| 3.3.2.4 | Spezifische Hitzeresistenz verschiedener Mikroorganismenarten und ihrer morphologischen Stadien | 304 |
| 3.3.2.4.1 | Hitzeresistenz der Bakterien und Viren | 304 |
| 3.3.2.4.2 | Hitzeresistenz der Actinomyceten | 306 |
| 3.3.2.4.3 | Hitzeresistenz der Hefen und Hyphomyceten | 306 |
| 3.3.2.5 | Die Hitzeresistenz der Mikroorganismen beeinflussende endogene und exogene Faktoren | 307 |
| 3.3.2.5.1 | Alter und Entwicklungsstadien | 307 |
| 3.3.2.5.2 | Einfluß des Kulturmediums | 307 |
| 3.3.2.5.3 | Einfluß der Bruttemperatur | 308 |
| 3.3.2.5.4 | Einfluß des Wassergehalts der Mikroorganismenzellen | 308 |
| 3.3.2.5.5 | Einfluß sonstiger Faktoren | 308 |
| 3.3.2.6 | Während der Erhitzung auf die Mikroorganismenabtötung einflußnehmende äußere Faktoren | 309 |
| 3.3.2.6.1 | Einfluß des pH-Wertes | 309 |
| 3.3.2.6.2 | Einfluß des Wassergehalts und der Wasseraktivität..... | 310 |
| 3.3.2.6.3 | Einfluß der Salze | 311 |
| 3.3.2.6.4 | Einfluß verschiedener Schutzstoffe | 311 |
| 3.3.3 | Praktische Verfahren der Hitzekonservierung von Lebensmitteln | 312 |
| 3.3.3.1 | Pasteurisation und Sterilisation | 312 |
| 3.3.3.2 | Sterilisationswert (F-Wert) und Pasteurisationswert (P-Wert) | 314 |
| 3.3.3.3 | 12-D-Konzept | 315 |
| 3.3.3.4 | Sterilisationsregime und Konserventypen | 316 |
| 3.3.3.5 | Infrarotbestrahlung und Mikrowellenbehandlung | 316 |
| 3.4 | Kälteanwendung | 317 |
| 3.4.1 | Kältewirkung auf Mikroorganismen | 317 |
| 3.4.1.1 | Einfluß von Kälte auf den Stoffwechsel | 317 |
| 3.4.1.2 | Kälteeinfluß auf das Wachstum und die Vermehrung | 318 |
| 3.4.1.3 | Kälteresistenz | 321 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 3.4.1.4 | Kältetod | 322 |
| 3.4.2 | Praktische Verfahren der Kältekonservierung von Lebensmitteln | 322 |
| 3.4.2.1 | Kühlen | 323 |
| 3.4.2.2 | Gefrieren | 324 |
| 3.5 | Wasserentzug (Trocknung) | 326 |
| 3.5.1 | Abhängigkeit der Mikroorganismenentwicklung vom Wasser | 326 |
| 3.5.1.1 | Theoretische Grundlagen | 327 |
| 3.5.1.2 | a_w -Bereiche des Wachstums verschiedener Mikroorganismen | 329 |
| 3.5.1.3 | Resistenz der Mikroorganismen gegen Austrocknen | 332 |
| 3.5.2 | Praktische Verfahren des Wasserentzugs von Lebensmitteln und Alarmwassergehalt | 332 |
| 3.6 | Bestrahlung mit ionisierenden Strahlen | 334 |
| 3.6.1 | Bestrahlung mit Ultravioletten Strahlen | 334 |
| 3.6.1.1 | Wirkung auf Mikroorganismen | 335 |
| 3.6.1.2 | Anwendungsmöglichkeiten | 335 |
| 3.6.2 | Bestrahlung mit Beta- und Gammastrahlen | 336 |
| 3.6.2.1 | Wirkung auf Mikroorganismen | 336 |
| 3.6.2.2 | Anwendungsmöglichkeiten | 338 |
| 3.7 | Chemische Konservierung | 340 |
| 3.7.1 | Säuern | 341 |
| 3.7.1.1 | Wirkung auf Mikroorganismen | 342 |
| 3.7.1.2 | Anwendungsmöglichkeiten | 343 |
| 3.7.1.3 | Anwendung der Salze von Genußsäuren | 344 |
| 3.7.2 | Räuchern | 344 |
| 3.7.2.1 | Wirkung auf Mikroorganismen | 344 |
| 3.7.2.2 | Anwendungsmöglichkeiten | 346 |
| 3.7.3 | Salzen | 347 |
| 3.7.3.1 | Wirkung auf Mikroorganismen | 347 |
| 3.7.3.2 | Anwendungsmöglichkeiten | 348 |
| 3.7.4 | Pökeln (Nitrit- und Nitratanwendung) | 349 |
| 3.7.4.1 | Wirkung auf Mikroorganismen | 349 |
| 3.7.4.2 | Anwendungsmöglichkeiten und ihre Grenzen | 351 |
| 3.7.5 | Zusatz von Konservierungsstoffen | 352 |
| 3.7.5.1 | Toxikologische Aspekte und gesetzliche Regelungen | 352 |
| 3.7.5.2 | Allgemeine Wirkungsmechanismen der Konservierungsstoffe | 355 |
| 3.7.5.2.1 | Antimikrobielle Wirkung | 355 |
| 3.7.5.2.2 | Wirkungsspektrum | 355 |
| 3.7.5.2.3 | Resistenzsteigerung | 358 |
| 3.7.5.3 | Substrateinfluß auf die Konservierungsstoffwirkung | 358 |
| 3.7.5.3.1 | Einfluß des pH-Wertes | 358 |
| 3.7.5.3.2 | Einfluß des Verteilungskoeffizienten | 359 |

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|------------|---|-----|
| 3.7.5.3.3 | Einfluß weiterer Faktoren | 360 |
| 3.7.5.4 | Konservierungsstoffe | 360 |
| 3.7.5.4.1 | Sorbinsäure und ihre Salze | 360 |
| 3.7.5.4.2 | Benzoesäure und ihre Derivate | 361 |
| 3.7.5.4.3 | Ameisensäure und ihre Salze | 363 |
| 3.7.5.4.4 | Diphenyl und seine Derivate | 364 |
| 3.7.5.4.5 | Thiabendazol | 365 |
| 3.7.5.4.6 | Schwefeldioxid und Schwefeldioxid entwickelnde Stoffe | 365 |
| 3.7.5.4.7 | Ethanol | 368 |
| 3.7.5.4.8 | Antibiotica | 369 |
| 3.7.5.4.9 | Silber | 370 |
| 3.7.5.4.10 | Hexamethylentetramin (Urotropin) | 370 |
| 3.7.5.4.11 | Verschiedene Konservierungsstoffe | 371 |
| 3.8 | Keimreduzierung durch chemische Mittel | 371 |
| 3.8.1 | Pyrokohlensäureester | 371 |
| 3.8.2 | Ozon | 372 |
| 3.8.3 | Chlor und Chlordioxid | 372 |
| 3.8.4 | Formaldehyd | 374 |
| 3.8.5 | Wasserstoffperoxid | 374 |
| 3.8.6 | Ethylenoxid | 374 |
| 3.9 | Keimreduktion durch Druckanwendung | 375 |
| | H. WEBER | |
| 3.9.1 | Wirkung des Druckes auf Mikroorganismen | 375 |
| 3.9.2 | Entkeimungsverfahren mit Druck | 378 |
| 3.9.3 | Effektivität der Druckverfahren | 379 |
| 3.9.4 | Wirkungen der schnellen Entspannung | 380 |
| 3.9.5 | Vor- und Nachteile der Verfahren | 380 |
| 3.10 | Verpackung in modifizierter und kontrollierter Atmosphäre | 381 |
| | H. WEBER | |
| 3.10.1 | Folien für die Verpackung in modifizierter Atmosphäre | 383 |
| 3.10.2 | Vakuumverpackung | 383 |
| 3.10.3 | Schutzgasverpackung | 384 |
| 3.10.4 | Schutzgase | 384 |
| 3.10.4.1 | Stickstoff (N_2) | 385 |
| 3.10.4.2 | Kohlendioxid (CO_2) | 385 |
| 3.10.5 | Anwendungen | 386 |
| 3.11 | Biokonservierung und Schutzkulturen | 388 |
| | H. WEBER | |
| 3.11.1 | Bildung organischer Säuren | 390 |
| 3.11.2 | Wasserstoffperoxid | 390 |
| 3.11.3 | Kohlendioxyd | 391 |
| 3.11.4 | Diacetyl | 392 |
| 3.11.5 | Reuterin | 392 |
| 3.11.6 | Bacteriocine | 392 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 3.11.7 | Einsatzmöglichkeiten von Schutzkulturen | 393 |
| 3.11.7.1 | Milch und Milchprodukte | 394 |
| 3.11.7.2 | Fleisch und Fleischerzeugnisse | 395 |
| 3.11.7.3 | Lebensmittel pflanzlicher Herkunft | 395 |
| 3.11.7.4 | Feinkostsalate | 396 |
| 3.11.8 | Zur Frage gentechnologisch veränderter Starter- und Schutzkulturen in Lebensmitteln | 396 |
| | Literatur | 400 |
| 4 | Betriebshygiene und Qualitätssicherung | 407 |
| | H. WEBER | |
| 4.1 | Qualitätssicherungskonzepte bei der Herstellung von Lebensmitteln | 410 |
| 4.2 | Qualitätsmanagementsysteme nach DIN EN ISO 9.000–9.004 | 413 |
| 4.3 | Gute Herstellungspraxis (GMP) | 418 |
| 4.4 | Gefahrenanalyse und Überwachung kritischer Stufen (HACCP-Konzept) | 421 |
| 4.5 | Voraussagende Mikrobiologie (Predictive Microbiology) | 426 |
| 4.6 | Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen | 430 |
| 4.7 | Reinigung | 434 |
| 4.7.1 | Einteilung der Reinigungsmittel | 435 |
| 4.7.2 | Zusammensetzung der Reinigungsmittel | 437 |
| 4.7.2.1 | Saure Reinigungsmittel | 437 |
| 4.7.2.2 | Alkalische Reinigungsmittel | 437 |
| 4.7.2.3 | Neutrale Reinigungsmittel | 438 |
| 4.7.3 | Rohstoffe von Reinigungsmitteln und deren Wirkung | 438 |
| 4.7.4 | Reinigungsverfahren | 440 |
| 4.7.4.1 | Methoden der offenen Reinigung (COP-Prozesse) | 442 |
| 4.7.4.2 | Reinigung von Behältern und Großcontainern | 444 |
| 4.7.4.3 | Reinigung geschlossener Systeme (CIP-Prozesse) | 449 |
| 4.7.4.4 | Reinigung von Getränkeschankanlagen | 454 |
| 4.7.4.5 | Reinigung von Sahneaufschlagmaschinen | 455 |
| 4.7.5 | Die ökologische Bedeutung der Reinigungsmittelbestandteile | 456 |
| 4.7.6 | Abwasserproblematik | 457 |
| 4.8 | Desinfektion | 458 |
| 4.8.1 | Desinfektionswirkstoffe | 462 |
| 4.8.1.1 | Aktivchlorprodukte | 464 |
| 4.8.1.2 | Wasserstoffperoxid | 466 |
| 4.8.1.3 | Peressigsäure | 467 |
| 4.8.1.4 | Quaternäre Ammoniumverbindungen und Amphotenside | 468 |
| 4.8.1.5 | Jodophore | 470 |
| 4.8.1.6 | Aldehyde | 470 |

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----------|--|-----|
| 4.8.1.7 | Alkohole | 472 |
| 4.8.2 | Desinfektionsverfahren und Geräte | 474 |
| 4.8.3 | Prüfung der Wirksamkeit von Desinfektionsmitteln | 475 |
| 4.8.4 | Methoden zur Kontrolle der Betriebshygiene | 476 |
| 4.8.4.1 | Traditionelle Methoden | 476 |
| 4.8.4.2 | Schnellmethoden | 480 |
| 4.9 | Allgemeine Hygienevorschriften für Lebensmittel; Hygienemaßnahmen bei der Herstellung von Lebensmitteln | 481 |
| 4.9.1 | Hygienische Anforderungen an Betriebsstätten, Transportmittel, Behälter und Geräte | 483 |
| 4.9.2 | Hygienische Anforderungen an die Wasserversorgung | 487 |
| 4.9.3 | Personalhygiene | 488 |
| 4.9.4 | Vorschriften für Rohstoffe, Zutaten, Zwischenerzeugnisse, Enderzeugnisse und Abfälle | 489 |
| 4.10 | Reinraumtechnik | 490 |
| 4.10.1 | Reinraumtechnik bei der Lebensmittelherstellung | 490 |
| 4.10.2 | Reinraumtechnik im mikrobiologischen Labor | 498 |
| 4.11 | Hygiene in Küchen | 500 |
| 4.12 | Hygienische Anforderungen an Maschinen zur Herstellung von Lebensmitteln | 503 |
| 4.13 | Verpackung und mikrobiologischer Status von Lebensmitteln ... | 508 |
| 4.13.1 | Bedeutung des Keimgehaltes der Packmittel und Möglichkeiten der Keimzahlreduktion | 509 |
| 4.13.2 | Hygienische Aspekte bei Mehrwegverpackungen | 510 |
| 4.13.3 | Verpackungsformen und mikrobiologischer Status von Lebensmitteln | 511 |
| 4.14 | Beurteilung der mikrobiologisch-hygienischen Qualität von Lebensmitteln | 513 |
| 4.15 | Mikrobiologische Normen bei Lebensmitteln | 516 |
| Anlage 1: | Verzeichnis der Normen und Norm-Entwürfe des Arbeitsausschusses „Lebensmittelhygiene“ im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. | 521 |
| Anhang 1: | Schema für die Durchführung von Eigenkontrollen | 522 |
| | Literatur | 529 |
| | Bildquellenverzeichnis | 536 |
| | Sachwortverzeichnis | 537 |
| | Inserentenverzeichnis | 562 |