

# 1 Lebensmittel und ihre Inhaltsstoffe

## 1.1 Lebensmitteltexturen und deren zelluläre Grundlagen

Strukturelemente der pflanzlichen Zellwand 2

- A. Cellulose 2
- B. Polyosen 2
- C. Pektine 2
- D. Lignin und Extensin 2

Strukturelemente des Fleisches 4

- E. Organisation der Skelettmuskulatur 4
- F. Myofibrilläre Proteine 4
- G. Bindegewebsnetzwerk 6

Strukturen im Mehl 8

- H. Wechselwirkungen zwischen Mehl-Inhaltsstoffen 8
- I. Gelbildung bei der Teigherstellung 8

Disperse Systeme 10

- J. Emulsionen 10
- K. Schäume 10
- L. Suspensionen 10

Lebensmittelchemische Beispiele für disperse Systeme 12

- M. Modelle von Casein-Micellen 12
- N. Lamellschicht um ein Öltröpfchen bei Mayonnaise 14
- O. Eigelb 14
- P. Schlagsahne-Polyederschaum 14
- Q. Speiseeis 14

## 1.2 Lebensmittelchemische Grundprozesse

Natürliche Prozesse 16

- A. Obstreifung 16
- B. Fleischreifung 18

Verarbeitung von Lebensmitteln 20

- C. Garen 20
- D. Kochen 22
- E. Backen 24
- F. Fritieren 24
- G. Gär-Prozesse 26
- H. Thermische Behandlung von Fleisch 28
- I. Bräunungsreaktionen 28

Verarbeitung zur Haltbarmachung 30

- J. Gefrieren 30
- K. Texturveränderungen bei der Konservierung 30

## 1.3 Einteilung von Lebensmitteln

- A. Einteilung nach natürlichen Inhaltsstoffen 32
- B. Lebensmittel-Zusatzstoffe 34
- C. Lebensmittelgruppen 36

## 1.4 Lebensmittelrecht in der BRD und der EU

- A. Das Lebensmittel- und Bedarfsgegenstandesgesetz (LMBG) 38
- B. Rechtsverordnungen der BRD und EG-Richtlinien 38
- C. Lebensmittelkennzeichnung 40
- D. Spezielle Lebensmittel, Bedarfsgegenstände und Tabakerzeugnisse nach dem LMBG 42

## 1.5 Lebensmittelqualität und -überwachung

- A. Kennzeichnungen 44
- B. Lebensmittelbeprobung und Maßnahmen der Überwachung 46
- C. Industrielle Qualitätssicherung 46

# Natürliche Lebensmittel-Inhaltsstoffe

## 2.1 Kohlenhydrate

Monosaccharide 48

- A. Zucker-Stammbaum 48
- B. Stereoisomerie 48
- C. Reaktionen der Glucose 50
- D. Maillard-Reaktion 50

Oligosaccharide 52

- E. Disaccharide 52
- F. Trisaccharide 52

Polysaccharide 54

- G. Stärke 54
- H. Cellulose 54

**2.2 Eiweißstoffe**

- A. Systematik der Aminosäuren 56
- B. Reaktionen von Aminosäuren 58

**Proteine**

- C. Struktur der Proteine 60
- D. Einteilung der Proteine 62
- E. Einteilung der Proteide 62

**2.3 Lipide**

- A. Fettsäuren 64
- B. Tri(acyl)glyceride 66
- C. Systematik der Lipide 66
- D. Reaktionen von Lipiden 68

**2.4 Wasser**

- A. Bindungsformen des Wassers 70
- B. Lagerstabilität von Lebensmitteln in Abhängigkeit von der Wasseraktivität 70
- C. Weichmachende Wirkung des Wassers 70

**2.5 Mineralstoffe und Spurenelemente**

- A. Beziehung zwischen Konzentration und biologischer Wirkung 72
- B. Speciation in Lebensmitteln 72
- C. Mineralstoff-Gehalt in Weizenmehl in Abhängigkeit vom Ausmahlungsgrad 72
- D. Angaben zu den Mineralstoffgehalten 72
- E. Mineralstoff-Verluste beim Gemüse 72

**2.6 Vitamine**

- A. Wasserlösliche Vitamine 74
- B. Fettlösliche Vitamine 74
- C. Reaktionen der Vitamine 76
- D. Vitamin-Verluste in Lebensmitteln 78

**2.7 Enzyme**

- A. Reaktionsprinzip und lebensmittelchemische Bedeutung 80
- B. Nomenklatur und Systematik 80
- C. Reaktionsspezifität der Enzyme 80
- D. Enzymatischer Abbau von Lebensmittelinhaltsstoffen 82

**2.8 Natürliche Farbstoffe**

- A. Porphyrin-Farbstoffe 84
- B. Carotinoide 84
- C. Anthocyane und Flavonoide 86
- D. Betalaine 86
- E. Chinone und Xanthone 86
- F. Curcumin 86

**2.9 Aromastoffe**

- A. Der Flavour eines Lebensmittels 88
- B. Biogenese von Precursoren 88
- C. Fehleraromen: Off-Flavour 90
- D. Aromastoffe aus dem Lipid-Metabolismus 90
- E. Systematisierung der Aromastoffe 90
- F. Aromen thermisch behandelter Lebensmittel 92

**3 Lebensmittel-Zusatzstoffe****3.1 Farbstoffe**

- A. Synthetische Farbstoffe 94
- B. Synthetische Farbstoffe mit eingeschränkter Anwendung 94
- C. Anorganische Pigmente 94
- D. Schokolinsen mit Zuckerüberzug 94

**3.2 Konservierungsstoffe**

- A. Konservierende Maßnahmen 96
- B. Pökellung 96
- C. Wirkungsweise von Konservierungsstoffen 96
- D. Ausgewählte Konservierungsstoffe 98

**3.3 Antioxidationsmittel**

- A. Fettstabilisierung in der Induktionsphase der Autoxidation 100
- B. Wirkungsweise der Antioxidationsmittel als Radikalfänger und Peroxid-Zersetzer 100

- C. Natürliche Antioxidationsmittel 100
- D. Synthetische Antioxidationsmittel 102
- E. Wirkungsmechanismus von BHT 102
- F. Kombination von BHT und BHA 102
- G. Antioxidativer Faktor 102

**3.4 Verdickungs- und Geliermittel**

- A. Funktionen und Wirkungen 104
- B. Haupt- und Nebervalenzgele des Pektins 104
- C. Natürlich vorkommende Verdickungs- und Geliermittel 106
- D. Modifizierte Stärken 108
- E. Isolierung und Identifizierung von Verdickungsmitteln 110

**3.5 Emulgatoren**

- A. Aufbau eines Emulgators 112
- B. Wirkungsweise von Emulgatoren 112
- C. Spezielle Emulgator-Wirkungen 112

- D. Natürliche Emulgatoren 114
- E. Synthetische Emulgatoren 114

**3.6 Säuerungsmittel und Säureregulatoren**

- A. Säuerungsmittel 116
- B. Beispiele für den Einsatz von Säuerungsmitteln in Lebensmitteln 116
- C. Strukturformel und Hydrolyse von Gluconsäure-5-lacton 116
- D. Säureregulatoren 116

**3.7 Süßstoffe und Geschmacksverstärker**

- A. Geschmackswahrnehmung 118
- B. Modelle zur Erklärung des süßen Geschmackseindrucks 118

- C. Süßstoffe und Zuckeraustauschstoffe 118
- D. Synthetische Süßstoffe 120
- E. Relative Süßkraft von Zuckern, Zuckeraustauschstoffen und Süßstoffen 120
- F. Geschmacksverstärker 120

**3.8 Spezielle Zusatzstoffe**

- A. Backtriebmittel 122
- B. Trennmittel 122
- C. Überzugsmittel 124
- D. Schaumverhüter 124
- E. Treib- und Schutzgase 124

**4 Schadstoffe**

**4.1 Grundlagen der Lebensmitteltoxikologie**

- A. Nahrungskette und Bioakkumulation 126
- B. Toxikologische Bewertung von Lebensmittel-Schadstoffen 126
- C. Dosis-Wirkungs-Beziehung 126
- D. Ames-Test 126
- E. Verdauungssystem 128
- F. Verteilung von Stoffen im Organismus 128
- G. Enterohepatischer Kreislauf 128
- H. Elimination von Fremdstoffen nach Aufnahme und Verteilung 128

**4.2 Natürliche Inhaltsstoffe als Schadstoffe**

- A. Nitrat und Nitrit 130
- B. Oxalat-Quellen der Urin-Ausscheidung 130
- C. Blausäure-Abspaltung aus Naturstoffen 130
- D. Inhaltsstoffe etherischer Öle 132
- E. Alkaloide 132
- F. Spezielle toxische Lebensmittel-Inhaltsstoffe 132
- G. Glucosinolate 134
- H. Pilzgifte: Agaritin und Gyromitrin 134

**4.3 Schadstoffe in verdorbenen Lebensmitteln**

- A. Mykotoxine 136
- B. Mutterkorn- (Ergot-) Alkaloide vom Tripeptid-Typ 138
- C. Phytoalexine 138
- D. Marine Gifte 138
- E. Biogene Amine 138

**4.4 Bei der Zubereitung gebildete Schadstoffe**

- A. Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) 140
- B. Nitrosamine 140
- C. Mutagene aus Eiweiß 140

**4.5 Rückstände aus der landwirtschaftlichen Produktion**

- A. Pestizide 142

**4.6 Rückstände aus der Tiermast**

- A. Antibiotika 146
- B. Sulfonamide, Kokzidiostatika und Antiparasitika 148
- C. Thyreostatika und Anabolika 148

**4.7 Umweltkontaminanten**

- A. Schwermetalle 150
- B. Metall-organische Verbindungen 152
- C. Polychlorierte Biphenyle (PCB) in Lebensmitteln tierischer Herkunft 152
- D. Dioxine 152

## 5 Lebensmittel-Produktgruppen: Chemie und Technologie

### 5.1 Lebensmittel-Warenkorb

- A. Verbrauch an Lebensmitteln 154
- B. Ausgaben privater Haushalte für Nahrungsmittel 154

### 5.2 Fleisch und Wurstwaren

- A. Ernährungsphysiologische Eigenschaften des Schweine- und Rindfleisches 156
- B. Postmortale Veränderungen im Muskelfleisch 156
- C. Wasserbindungsvermögen 158
- D. Fleischfehler 158
- E. Fleischreifung 158
- F. Vom Kollagen zur Gelatine 158
- G. Kutterung des Fleisches 158
- H. Schutz vor Verderb: Das Hürdenkonzept 160
- I. Aufarbeitung von Schlachtblut 160
- J. Herstellung von Brühwürsten 160
- K. Herstellung von Rohwürsten 162
- L. Statistische Daten 162

### 5.3 Fisch

- A. Fischprodukte und Meeresfrüchte 164
- B. Fisch-Anatomie 164
- C. Pro-Kopf-Verbrauch 164
- D. Protein- und Fett-Gehalt 166
- E. Postmortale Veränderungen – Fischverderb 166
- F. Parameter zur Bewertung von Qualitätsveränderungen während der Eislagerung 166

### 5.4 Eier, Milch und Milchprodukte

- A. Aufbau eines Hühnereis 168
- B. Zusammensetzung des Eidotters 168
- C. Veränderungen durch die Lagerung von Eiern 168
- D. Gewinnung von Ei-Produkten 168
- E. Eiweiß-, Fett- und Kohlenhydrat-Gehalte in Milch und Milchprodukten 170
- F. Casein-Fraktion-Charakteristika 170
- G. Hauptstrukturelemente der Milch 170
- H. Spezielle Milch-Inhaltsstoffe 172
- I. Behandlung von Rohmilch 172
- J. Schema der Milchverarbeitung 172
- K. Herstellung von Kondensmilch 174
- L. Herstellung von Butter 174
- M. Herstellung von Margarine 174
- N. Käse-Herstellung 174
- O. Dicklegen durch Milchsäurebakterien 176

- P. Dicklegen durch Lab 176
- Q. Daten aus dem Warenkorb 176

### 5.5 Getreide-Produkte

- A. Der Warenkorb für Getreide-Produkte 178
- B. Aufbau und Verarbeitung des Getreidekorns 178
- C. Verteilung wichtiger Inhaltsstoffe im Weizenkorn 178
- D. Osborne-Schema zur Protein-Verteilung im Weizenmehl 180
- E. Zur Konformation der Weizen-Prolamine (Gliadine) 180
- F. Zur Konformation der Weizen-Gluteline (Glutenine) 180
- G. Gelchromatographische Protein-Muster von Weizenmehlen und deren Backeigenschaften 182
- H. Getreide-Enzyme 182
- I. Wirkungsweise des Systems Kleber, Glutathion, Dehydroascorbinsäure 182
- J. Amylogramm 182
- K. Nicht-Stärke-Polysaccharide: Pentosane mit Protein-Anteil 184
- L. Zur Wechselwirkung der Digalactosyldiacylglyceride mit Stärke und Gluten 184
- M. Ausmahlung und Gehalte an Vitaminen und Mineralstoffen 184
- N. Farinogramm zur Teigbewertung 186
- O. Verfahrensschritte der Teigzubereitung und des Backens 186
- P. Mindesthaltbarkeit von Broten 186
- Q. Reis 188

### 5.6 Speisefette und -öle

- A. Fettsäure-Verteilung 190
- B. Raffination von Ölen 190
- C. Umesterung und Hydrierung 190

### 5.7 Gemüse, Hülsenfrüchte, Obst und Pilze

- A. Pro-Kopf-Verbrauch an Obst und Gemüse 192
- B. Hauptgruppen an Gemüse 192
- C. Gerüstsubstanzen 194
- D. Spezielle Inhaltsstoffe im Gemüse 194
- E. Die Kartoffel und ihre Inhaltsstoffe 196
- F. Kartoffelprodukte 196
- G. Gemüsedauerwaren 196
- H. Zur Technologie von Gemüse- und Kartoffel-Produkten 198

- I. Hülsenfrüchte 200
- J. Einteilung der Obstsorten 202
- K. Obst mit besonders hohen Gehalten ernährungsphysiologisch wichtiger Inhaltsstoffe 202
- L. Biochemische Veränderungen bei der Reifung und Lagerung 202
- M. Spezielle Obstinhaltsstoffe 204
- N. Obstverarbeitung 204
- O. Speisepilze 204

## 5.8 Gewürze

## 5.9 Zucker und Süßwaren

- A. Rohstoffquellen zur Saccharose-Gewinnung 208
- B. Inhaltsstoffe von Zuckerrübe und Melasse 208
- C. Fließschema zur Zucker-Gewinnung aus Rüben 208
- D. Schema zur Gewinnung von Weißzucker 208
- E. Warensortiment Zucker 210
- F. Die wichtigsten Zuckerwaren 210
- G. Herstellung von Hartkaramellen 210
- H. Kakao und Schokolade 212

## Literaturverzeichnis 234

### Originalliteratur zu einzelnen Tafelabbildungen 235

### Sachverzeichnis 237

## 5.10 Nichtalkoholische und alkoholische Getränke

- A. Aus dem statistischen Jahrbuch der BRD 1997 214
- B. Spezifische Inhaltsstoffe in nicht-alkoholischen Getränken 216
- C. Spezielle Inhaltsstoffe in alkoholischen Getränken 216
- D. Bier 218
- E. Vorstufen der alkoholischen Gärung 220
- F. Vereinfachtes Schema der alkoholischen Gärung 220
- G. Herstellung von Bier 222
- H. Grundlagen der Weintechnologie 222

## 5.11 Neuartige Lebensmittel und Technologien sowie Risiken

- A. Neuartige und spezielle Lebensmittel 224
- B. Lebensmittel-Bestrahlung 228
- C. Gentechnisch veränderte Lebensmittel(-Zutaten) 230
- D. BSE-Risiko 232