
Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	XIX
Tabellenverzeichnis	XXIX
1 Einführung in die dynamische Lebensmittelchemie	1
1.1 Einleitung	1
1.2 Strukturprobleme zwischen Konsument und Lebensmittelproduzent	4
1.3 Lebensmittelanalytik	6
1.4 Grundzüge des Lebensmittelrechts	7
2 Grundzüge des stofflichen Aufbaus von Lebensmitteln	9
2.1 Einleitung	9
2.2 Proteine und Enzyme	10
2.2.1 Enzyme als Biokatalysatoren in biologischen Systemen	10
2.3 Kohlenhydrate	13
2.4 Fette / Lipide	14
2.5 Wasser als Medium in biologischen Systemen	16
2.6 Lebensmittelreifung und Verderb – die Rolle des Sauerstoffes	18
3 Kohlenhydrate: Struktur, Vorkommen und physiologische Bedeutung	21
3.1 Chemie der Kohlenhydrate	21
3.1.1 Optische Aktivität von Kohlenhydraten	21
3.1.2 Aldosen	25
3.1.3 Ketosen	25
3.1.4 Zuckersäuren	26
3.1.5 Zuckeralkohole	28
3.2 Molekulare Struktur von Mono-, Oligo- und Polysacchariden	30
3.2.1 Monosaccharide	30
3.2.2 Disaccharide	35
3.2.3 Trisaccharide, Tetrasaccharide, Pentasaccharide	40
Trisaccharide	40
Tetrasaccharide	43
Pentasaccharide	43
3.2.4 Polysaccharide	43
3.3 Grundzüge der Kohlenhydratanalytik	51

3.3.1	Oxidimetrische Verfahren	51
3.3.2	Kolorimetrische und fotometrische Verfahren	52
3.3.3	Polarimetrische Verfahren	53
3.3.4	Chromatografische Verfahren	53
3.3.5	Enzymatische Verfahren	54
4	Proteine	57
4.1	Proteinverdauung	57
4.2	Aminosäuren	59
4.3	Einteilung der Aminosäuren	61
4.3.1	Saure, basische und neutrale Aminosäuren	61
4.3.2	Essenzielle und nichtessenzielle Aminosäuren	62
4.4	Proteinsynthese	63
4.5	Transaminierung und Desaminierung von Aminosäuren	63
4.6	Peptide und Proteine	65
4.6.1	Einteilung der Proteine	66
4.7	Proteine in der Ernährung	71
4.8	Grundzüge der Protein- und Aminosäureanalytik	75
5	Fette, der nicht wasserlösliche Anteil der Lebensmittel	79
5.1	Fettsäuren und Triglyceride	79
5.2	Phospholipide, Wachse, Terpene und Steroide	88
5.3	Lipidperoxidation	96
5.4	Technologische Gewinnung von Fetten	102
5.4.1	Herstellung von Speisefetten und Ölen	105
5.5	Ernährungsphysiologische Aspekte	106
5.6	Grundzüge der Fettanalytik	112
6	Die anorganischen Bestandteile von Lebensmitteln	117
6.1	Vorkommen und physiologische Bedeutung	117
6.2	Mineralstoffe (Makroelemente)	118
6.3	Spurenelemente (Mikroelemente)	123
7	Vitamine: Struktur und physiologische Bedeutung	143
	Einteilung der Vitamine	144
7.1	Fettlösliche Vitamine	144
7.1.1	Retinol – Vitamin A	144
7.1.1.1	Chemie und Struktur von Vitamin A	144
7.1.1.2	Biologische Funktion von Vitamin A	146
7.1.1.3	Bedarf und Toxizität von Vitamin A	147
7.1.1.4	Analyse von Vitamin A	148
7.1.2	Calciferol – Vitamin D	149
7.1.2.1	Chemie und Struktur von Vitamin D	149
7.1.2.2	Biologische Funktion von Vitamin D	150
7.1.2.3	Bedarf und Toxizität von Vitamin D	151
7.1.2.4	Analyse von Vitamin D	152
7.1.3	Tocopherol – Vitamin E	152
7.1.3.1	Chemie und Struktur von Vitamin E	152

7.1.3.2	Biologische Funktion von Vitamin E	153
7.1.3.3	Analyse von Vitamin E	156
7.1.4	Phyllochinon – Vitamin K	156
7.1.4.1	Chemie und Struktur von Vitamin K	157
7.1.4.2	Biologische Funktion von Vitamin K	158
7.1.4.3	Analyse von Vitamin K	159
7.2	Die Gruppe der B-Vitamine	159
7.2.1	Thiamin – Vitamin B ₁	159
7.2.1.1	Chemie und Struktur von Thiamin	160
7.2.1.2	Biologische Funktion von Thiamin	160
7.2.1.3	Analyse von Thiamin	162
7.2.2	Liponsäure	162
7.2.3	Nicotinsäure	164
7.2.3.1	Chemie und Struktur von Nicotinsäure	164
7.2.3.2	Biologische Funktion von Nicotinsäure	165
7.2.3.3	Analyse von Nicotinsäure	166
7.2.4	Riboflavin – Vitamin B ₂	166
7.2.4.1	Chemie und Struktur von Riboflavin	166
7.2.4.2	Biologische Funktion von Riboflavin	167
7.2.4.3	Analyse von Riboflavin	169
7.2.5	Pyridoxin – Vitamin B ₆	169
7.2.5.1	Biologische Funktion von Vitamin B ₆	169
7.2.5.2	Analyse von Vitamin B ₆	172
7.2.6	Pantothersäure	172
7.2.6.1	Chemie und Struktur der Pantothersäure	173
7.2.6.2	Biologische Funktion der Pantothersäure	173
7.2.6.3	Analyse von Pantothersäure	174
7.2.7	Biotin	174
7.2.7.1	Biologische Funktion von Biotin	174
7.2.7.2	Analyse von Biotin	175
7.2.8	Inosit	175
7.2.9	Para-Aminobenzoensäure	176
7.2.10	Folsäure	177
7.2.10.1	Chemie und Struktur der Folsäure	177
7.2.10.2	Biologische Funktion der Folsäure	178
7.2.10.3	Analyse von Folsäure	180
7.2.11	Cobalamin – Vitamin B ₁₂	180
7.2.11.1	Chemie und Struktur von Vitamin B ₁₂	180
7.2.11.2	Biologische Funktion von Vitamin B ₁₂	182
7.2.11.3	Analyse von Vitamin B ₁₂	183
7.2.12	L-Ascorbinsäure – Vitamin C	183
7.2.12.1	Chemie und Struktur von Vitamin C	184
7.2.12.2	Biologische Funktion von Vitamin C	184
7.2.12.3	Analyse von Vitamin C	188
7.3	Halbvitamine	188
7.3.1	Cholin	188

7.3.2	Ubichinon	189
7.3.3	Carnitin	189
8	Phenolische Verbindungen als Bestandteile von Lebensmitteln ..	191
8.1	Chemie und Struktur von phenolischen Verbindungen	191
8.2	Phenolsäuren	195
8.3	Hydroxybenzoesäuren	197
8.4	Lignane	198
8.5	Stilbene	201
8.6	Cumarine	203
8.7	Flavonoide	206
8.7.1	Physiologische Wirkung der Flavonoide	212
8.7.2	Flavonoide in der Lebensmittelverarbeitung	213
9	Natürlich vorkommende Farbstoffe in Lebensmitteln	215
9.1	Carotinoide	216
9.1.1	Chemie und Struktur der Carotinoide	216
9.1.2	Carotinoide mit geschlossenem β -Ionon-Ring	218
9.1.3	Carotinoide mit offenem β -Ionon-Ring	221
9.1.4	Oxidativ abgebaute Carotinoide	224
9.2	Chinone	225
9.2.1	Chemie und Struktur der Chinone	225
9.2.2	Biologische Funktion der Chinone	226
9.2.3	Perylenchinone	232
9.2.4	Dianthrone	232
9.3	Anthocyane	233
9.4	Betalaine	235
9.5	Chlorophylle	236
10	Gewürze – Aromastoffe in Lebensmitteln	239
10.1	Einleitung	239
10.2	Lipide als Aromastoffe	241
10.2.1	Terpene	241
10.2.2	Aromen aus oxidativen Abbauprozessen	247
10.2.3	Aromen aus Fermentationsprozessen	247
10.3	Phenolische Aromastoffe	249
10.4	Schwefelhaltige Substanzen als Aromastoffe	252
10.5	Maillard-Reaktion als Quelle für Aromastoffe: Pyrazine, Furane und andere	252
10.6	Synthetische „naturidentische“ Aromastoffe	255
10.6.1	Gewinnung von Aromen	256
10.7	Gewürze	256
10.7.1	Rhizomgewürze	257
10.7.2	Blatt- und Krautgewürze	260
10.7.3	Rindengewürze	265
10.7.4	Blütengewürze	266
10.7.5	Fruchtgewürze	268
10.7.6	Samengewürze	275

10.7.7	Pilze	277
10.7.8	Gewürzessenzen	277
11	Tierische Lebensmittel	279
11.1	Fleisch	279
11.1.1	Zusammensetzung von Fleisch	279
11.1.1.1	Muskelaufbau	280
11.1.1.2	Muskelproteine	281
11.1.1.3	Bindegewebe Proteine	283
11.1.1.4	Mineralstoffe	289
11.1.1.5	Vitamine	290
11.1.2	Post-mortem-Vorgänge	290
11.1.3	Fleischreifung	291
11.1.4	Fleischaroma und -geschmack	294
11.1.5	Fleischfarbe	296
11.1.6	Wasserbindungsvermögen (water holding capacity)	298
11.1.7	Schlachtabgänge	299
11.1.8	Fleischkonservierung	300
11.1.9	Fleischwaren – Würste	300
11.1.10	Grundzüge der Fleischanalytik	304
11.2	Fische, Robben, Krebse, Muscheln	307
11.2.1	Einteilung der Fische	307
11.2.2	Allgemeines zur Beurteilung der Fischqualität und ernährungsphysiologische Aspekte	309
11.2.3	Toxine	310
11.2.4	Konservierung von Fisch	316
11.3	Milch und Milchprodukte	316
11.3.1	Zusammensetzung der Milch	318
11.3.2	Milchkonservierung	323
11.3.3	Milchprodukte	323
11.3.3.1	Nicht fermentierte Milchprodukte	324
11.3.3.2	Fermentierte Milchprodukte	326
11.4	Eier	332
11.4.1	Aufbau des Eies	333
11.4.1.1	Eiklar	333
11.4.1.2	Eidotter	333
11.4.1.3	Eischale	334
11.4.2	Konservierung und Verarbeitung von Eiern	334
12	Pflanzliche Lebensmittel	337
12.1	Getreide und Getreideprodukte (Zerealien)	337
12.1.1	Inhaltsstoffe des Getreides	339
12.1.2	Getreidearten	342
12.1.3	Verarbeitung des Getreides	349
12.1.4	Brot und Backwaren	354
12.1.5	Teigwaren	356
12.2	Gemüse	357

12.2.1	Zusammensetzung des Gemüses	358
12.2.2	Wurzelgemüse	360
12.2.3	Blattgemüse	367
12.2.4	Salatgemüse	372
12.2.4.1	Salatgemüse der <i>Asteraceae</i>	372
12.2.4.2	Salatgemüse der <i>Cichorioideae</i>	372
12.2.4.3	Salatgemüse der <i>Brassicaceae</i>	374
12.2.4.4	Salatgemüse der <i>Valerianaceae</i>	374
12.2.5	Stängel- und Sprossgemüse	375
12.2.6	Blütengemüse	377
12.2.7	Samen- und Fruchtgemüse	379
12.2.7.1	Fruchtgemüse der <i>Cucurbitaceae</i>	379
12.2.7.2	Fruchtgemüse der <i>Solanaceae</i>	382
12.2.8	Samengemüse	387
12.2.9	Zwiebelgemüse	399
12.2.10	Pilze	405
12.3	Obst	409
12.3.1	Lagerung von Obst und Gemüse	414
12.3.2	Kernobst	414
12.3.3	Steinobst	418
12.3.4	Beerenobst	421
12.3.5	Schalenobst	431
12.3.6	Südfrüchte	441
12.4	Obstprodukte	475
12.5	Pflanzen als Basis für Genussmittel	477
12.5.1	Alkoholische Getränke	477
12.5.2	Alkaloidhaltige Genussmittel	500
12.5.3	Zucker und Honig	538
12.5.4	Süßwaren	545
13	Pflanzenfette	551
13.1	Fruchtfleischfette	552
13.2	Samenfette	553
13.2.1	Feste und halbfeste Samenfette (laurin- und myristinsäurereiche Pflanzenfette)	553
13.2.2	Butterähnliche Pflanzenfette (palmitin- und stearinsäurereiche Samenfette)	555
13.3	Pflanzensamenöle	556
13.3.1	Palmitinsäurereiche Pflanzenöle	556
13.3.2	Palmitinsäurearme, öl- und linolsäurereiche Pflanzenöle	563
13.3.3	α -Linolensäure-haltige Samenfette	568
13.3.4	Erucasäure-haltige Samenfette	572
13.3.5	γ -Linolensäure-(GLA)-haltige Pflanzenöle	573
13.4	Nicht-Speiseöle	575
14	Tierfette und -öle	581
14.1	Körperfette der Landtiere	581

14.2	Körperfette der Seetiere	584
14.3	Technisch veränderte Fette	585
15	Lebensmittelkonservierung	591
15.1	Physikalische Konservierungsverfahren	591
15.1.1	Konservierung durch Kühlverfahren	591
15.1.2	Konservierung durch Erhitzen (Sterilisieren und Pasteurisieren)	594
15.1.3	Konservierung durch Trocknen	597
15.1.4	Entkeimung durch Filtration	599
15.1.5	Konservierung durch Strahlung	600
15.1.6	Konservierung mittels Schutzschichten	602
15.2	Chemische Konservierungsverfahren	602
16	Lebensmittelzusatzstoffe	609
16.1	Zusatzstoffe zur Verlängerung der Haltbarkeit	610
16.1.1	Konservierungsmittel	611
16.1.2	Konservierungsmittel zur Oberflächenkonservierung	615
16.1.3	Konservierungsmittel in der Europäischen Union (EU)	616
16.1.4	Nicht zugelassene Konservierungsmittel	619
16.1.5	Antioxidanzien	622
16.1.5.1	Zusätzlich in der Europäischen Union zugelassene Antioxidanzien	624
16.1.5.2	Nicht zugelassene Antioxidanzien	625
16.2	Süßstoffe	626
16.2.1	In der EU zugelassene Süßstoffe	629
16.2.2	In der EU nicht zugelassene Süßstoffe	634
16.3	Geschmacksmodifikatoren	639
16.4	Geschmacksverstärker	641
16.4.1	In der EU als Geschmacksverstärker zugelassene Substanzen.....	642
16.4.2	In der Europäischen Union nicht zugelassene, aber im INS- Nummern-Verzeichnis (International Numbering System) vertretene Geschmacksverstärker	643
16.4.3	Bitterstoffe	644
16.5	Verdickungsmittel und Emulgatoren	648
16.5.1	Verdickungsmittel	648
16.5.2	Weitere Verdickungsmittel und Emulgatoren, die in der EU keine Zulassung haben	668
16.5.3	Emulgatoren	672
16.6	Lebensmittelfarbstoffe	679
16.6.1	Natürlich in Tieren und Pflanzen vorkommende Farbstoffe	679
16.6.2	Synthetische Farbstoffe	684
16.6.3	Sonstige Zusatzstoffe	697
17	Nichtenzymatische Bräunungsreaktionen	699

18	Toxische Inhaltsstoffe in Lebensmitteln	709
18.1	Natürlich in Tieren und Pflanzen vorkommende Toxine	709
18.2	Toxische Stoffe durch Schadorganismen in Lebensmitteln	710
18.2.1	Toxine in Fischen und Muscheln	710
18.2.2	Bakterientoxine	710
18.2.3	Mykotoxine	715
18.2.4	Gifte höherer Pilze	725
18.3	Toxische Stoffe aus der landwirtschaftlichen Produktion	726
18.3.1	Pestizide	727
18.3.1.1	Insektizide	728
18.3.1.2	Fungizide	730
18.3.1.3	Herbizide	732
19	Neue Aspekte der Lebensmittelchemie	735
19.1	Funktionelle Lebensmittel	735
19.1.1	Das Konzept der funktionellen Lebensmittel, rechtliche Aspekte	735
19.1.2	Beispiele funktioneller Lebensmittel	736
19.1.2.1	Probiotika	736
19.1.2.2	Mit Phytosterinen angereicherte Lebensmittel	737
19.1.2.3	Mit ω -3-Fettsäuren angereicherte Lebensmittel	737
19.1.3	Sinnhaftigkeit funktioneller Lebensmittel	739
19.2	Lebensmittelanreicherung	739
19.2.1	Gründe für die Anreicherung von Lebensmitteln	739
19.2.2	Technologische Aspekte, Wahl der Matrix	740
19.2.2.1	Eisen	741
19.2.2.2	Iod	742
19.2.2.3	Folsäure	742
19.2.3	Auswirkungen	743
19.3	Gentechnisch veränderte Lebensmittel	744
19.3.1	Hintergründe	745
19.3.2	Methoden des Gentransfers	746
19.3.2.1	Übertragung durch <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	746
19.3.2.2	Biolistischer Gentransfer	746
19.3.2.3	Transformation von Protoplasten	747
19.3.2.4	Markergene	747
19.3.3	Gentechnisch veränderte Lebensmittel auf dem Markt	747
19.3.4	Nachweis gentechnisch veränderter Lebensmittel	748
19.3.5	Mögliche Risiken gentechnisch veränderter Lebensmittel	749
19.4	Nanotechnologie im Lebensmittelbereich	750
19.4.1	Einleitung und Definition	750
19.4.2	Natürliche Nanostrukturen in Lebensmitteln	750
19.4.3	Technologische Aspekte	751
19.4.3.1	Herstellung synthetischer Nanostrukturen	751
19.4.4	Einsatz der Nanotechnologie im Lebensmittelbereich	751
19.4.4.1	Carriersysteme: Nanoverkapselung von Lebensmittelinhalts- und -zusatzstoffen	752
19.4.4.2	Nanoemulsionen	753

Inhaltsverzeichnis	XVII
19.4.4.3 Nanomaterialien in Lebensmittelverpackungen	753
19.4.5 Mögliche Risiken	754
Weiterführende und ergänzende Literatur	755
Stichwortverzeichnis	767
Über die Autoren	805