

Inhaltsverzeichnis

I Die Moleküle des Lebens

1	Biomoleküle und ihre Wechselwirkungen	3
1.1	Die Entstehung des Lebens	4
1.2	Größe biologischer Strukturen, Geschwindigkeit biologischer Vorgänge und molekulare Zusammensetzung der lebenden Materie.....	6
1.3	Wechselwirkungen zwischen Biomolekülen	9
1.4	Wasser und hydrophober Effekt.....	10
1.5	Molekulare Erkennung	13
1.6	Fluss von Materie und Energie, energetische Koppelung von Reaktionen	16
2	Kovalente Struktur der Proteine.....	23
2.1	Bauprinzip der Proteine.....	24
2.2	Größe und Gestalt der Proteine	26
2.3	Aminosäuren, die Bausteine der Proteine	27
2.4	Ionisationszustände von Aminosäuren und Proteinen.....	30
2.5	Aminosäurezusammensetzung und Aminosäuresequenzen von Proteinen.....	32
3	Raumstruktur der Proteine	39
3.1	Stabilisierung der Raumstruktur	40
3.2	Sekundärstruktur	41
3.3	Tertiärstruktur	44
3.4	Äußere Gestalt und Quartärstruktur	46
3.5	Dynamik und funktionsgebundene Strukturänderungen	47
3.6	Denaturierung.....	48
3.7	Faltungswege	49
3.8	Proteinfehlfaltung.....	51
3.9	Faserproteine.....	52
4	Enzyme.....	55
4.1	Allgemeine Eigenschaften der Enzyme.....	56
4.2	Katalyse und Aktivierungsenergie.....	58
4.3	Enzymkinetik.....	60
4.4	Struktur der aktiven Stelle, Wirkungsmechanismen von Enzymen.....	66
4.5	Beispiele von Enzymmechanismen	68
4.6	Regulation der Enzymaktivität.....	71
5	Polysaccharide und Oligosaccharide.....	77
5.1	Reservehomoglykane.....	78
5.2	Strukturhomoglykane	80
5.3	Heteroglykane.....	81

6	Lipide und biologische Membranen	87
6.1	Fettsäuren.....	88
6.2	Triacylglycerole und Wachse	89
6.3	Phospholipide und Glykolipide.....	90
6.4	Nichtverseifbare Lipide: Steroide, Terpene und Eicosanoide	94
6.5	Biologische Membranen.....	96
6.6	Membranproteine.....	99
6.7	Durchlässigkeit biologischer Membranen	100
7	Nucleinsäuren	103
7.1	Struktur und Funktion der Nucleinsäuren, Übersicht.....	104
7.2	Mononucleotide	106
7.3	Nucleinsäuren.....	108
7.4	Chromosomen.....	113

II Molekulare Genetik

8	Replikation, Reparatur und Rekombination der DNA.....	119
8.1	DNA-Replikation bei Prokaryonten	120
8.2	DNA-Replikation bei Eukaryonten.....	125
8.3	DNA-Schäden und Reparatursysteme	127
8.4	Genetische Rekombination	131
9	Transkription: Biosynthese der RNA	135
9.1	Initiation	136
9.2	Elongation und Termination.....	140
9.3	Modifikationen des primären Transkriptionsprodukts	141
9.4	Spleißen (<i>Splicing</i>).....	142
9.5	Synthese der tRNA und rRNA	146
10	Translation: Übersetzung des Gens ins Phän	149
10.1	Der genetische Code	150
10.2	Proteinsynthese, Übersicht.....	152
10.3	Bildung der Aminoacyl-tRNA	154
10.4	Initiation, Elongation, Termination	157
10.5	Hemmstoffe der Proteinsynthese.....	160
11	Regulation der Genexpression	163
11.1	Regulation der Transkription bei Prokaryonten: Operon.....	164
11.2	Regulation der Transkription bei Eukaryonten: Transkriptionsfaktoren	166
11.3	Posttranskriptionale Regulation der Genexpression.....	170
11.4	Epigenetische Regulation und Vererbung	172

12	Plasmide, Viren, Viroide und Prionen	177
12.1	Plasmide	178
12.2	Viren.....	183
12.3	Tumroviren und Onkogene	187
12.4	Subvirale pathogene Agenzien: Viroide und Prionen	190

III Stoffwechsel

13	Grundsätzliches zum Stoffwechsel	193
13.1	Experimentelle Untersuchung des Stoffwechsels	194
13.2	Übersicht über den Stoffwechsel.....	196
13.3	Verwendung des im Katabolismus gebildeten ATP	200
13.4	Regulation des Stoffwechsels	201
14	Glykolyse und Citratzyklus	203
14.1	Glykolytischer Abbauweg	204
14.2	Von Pyruvat zu Acetyl-CoA	213
14.3	Abbau von Acetyl-CoA im Citratzyklus.....	216
15	ATP-Synthese in Mitochondrien	223
15.1	Organisation der Atmungskette	225
15.2	Redoxkomponenten der Atmungskette (FMN, FAD, FeS-Zentren, Ubichinon, Cytochrome).....	227
15.3	Chemiosmotischer Mechanismus der oxidativen Phosphorylierung.....	231
15.4	Transport von Reduktionsäquivalenten vom Cytosol in die Mitochondrien	235
15.5	ATP-Bilanz des oxidativen Abbaus von Glucose.....	236
15.6	Regulation der mitochondrialen ATP-Synthese	237
16	Gluconeogenese, Glykogen, Disaccharide und Pentosephosphatweg	243
16.1	Gluconeogenese.....	244
16.2	Abbau und Aufbau von Glykogen.....	247
16.3	Stoffwechsel der Disaccharide.....	254
16.4	Pentosephosphatweg.....	257
17	Stoffwechsel der Fettsäuren und Lipide	259
17.1	β -Oxidation von Fettsäuren	260
17.2	Fettsäuresynthese.....	265
17.3	Ketonkörper	269
17.4	Synthese und Abbau der Triacylglycerole	271
17.5	Stoffwechsel der Phospholipide	273
17.6	Stoffwechsel von Cholesterol.....	274

18	Stoffwechsel der Proteine und Aminosäuren	279
18.1	Abbau von Proteinen	280
18.2	Abbau der Aminosäuren: Weg des Stickstoffs.....	282
18.3	Abbau der Aminosäuren: Weg des Kohlenstoffs	288
18.4	Störungen im Abbau der Aminosäuren	293
18.5	Synthese der Aminosäuren.....	294
18.6	C ₁ -Stoffwechsel	297
18.7	Synthese von Kreatin und Porphyrinen aus Aminosäuren	300
19	Stoffwechsel der Purin- und Pyrimidinnucleotide	303
19.1	Synthese der Purinnucleotide; Wiederverwertung von Purinbasen	304
19.2	Synthese der Pyrimidinnucleotide; Wiederverwertung von Pyrimidinnucleosiden ..	306
19.3	Regulation der Nucleotidsynthese.....	308
19.4	Synthese der Desoxyribonucleotide	309
19.5	Abbau der Nucleinsäuren und Nucleotide	312
20	Photosynthese	317
20.1	Chloroplasten	318
20.2	Komponenten und Organisation des Photosyntheseapparats.....	319
20.3	Chlorophyll.....	320
20.4	Lichtgetriebene Reduktion von NADP ⁺ und Synthese von ATP	321
20.5	Synthese von Kohlenhydrat aus CO ₂	325
21	Besonderheiten des Stoffwechsels von Pflanzen und Bakterien.....	329
21.1	Stickstoff-Assimilation aus N ₂ und Nitrat.....	330
21.2	Schwefel-Assimilation aus Sulfat	332
21.3	Transport- und Speicherformen von Kohlenhydraten, Lipiden und Proteinen bei Pflanzen	333
21.4	Sekundärstoffwechsel der Pflanzen	335
21.5	Phytohormone	337
21.6	Stoffwechselwege in Bakterien	338

IV Molekulare Zellbiologie

22	Zellkompartimente und Proteinsortierung	345
22.1	Kompartimentähnliche Strukturen in Bakterien.....	347
22.2	Kompartimente der Eukaryontenzellen.....	348
22.3	Mechanismen des intrazellulären Proteintransports	350
22.4	Proteintransport im Golgi-Apparat.....	353
22.5	Proteintransport zwischen Golgi-Apparat, Zelloberfläche und Lysosomen	354
22.6	Proteinglykosylierung während Transport durch ER und Golgi-Apparat.....	355
22.7	Import von Proteinen in Mitochondrien, Chloroplasten und Peroxisomen	358
22.8	Pförtner-kontrollierter Transport (<i>Gated transport</i>) durch die Kernhülle	360
22.9	Kontrolle der Faltung und der Lokalisierung von Proteinen durch molekulare Chaperone und Proteasomen	361

23	Cytoskelett und molekulare Motoren	363
23.1	Actinfilamente.....	364
23.2	Mikrotubuli.....	365
23.3	Intermediärfilamente	367
23.4	Motorproteine für den intrazellulären Transport.....	370
24	Zellzyklus; Kontrolle von Zellwachstum und Zelltod	373
24.1	Konzept des Zellzyklus.....	374
24.2	Mitosen und Meiosen während des Lebenszyklus der Organismen.....	375
24.3	Maschinerie des Zellzyklus	376
24.4	Wachstumskontrolle und Tumorbildung	379
24.5	Kontrolle der Bereitschaft zur Teilung: Checkpoints.....	382
24.6	Apoptose, programmierter Zelltod.....	384
25	Zelladhäsion, Zellkontakte und extrazelluläre Matrix	387
25.1	Stabile Zell-Zell- und Zell-Matrix-Kontakte.....	388
25.2	Kurzlebige Zell-Zell-Wechselwirkungen	391
25.3	Extrazelluläre Matrix (ECM).....	391
25.4	Pflanzliche Zellwand: Papier und Holz.....	395
26	Stoffaustausch durch Membranen	397
26.1	Grundsätzliches zum Membrantransport.....	398
26.2	Mechanismus der Na ⁺ /K ⁺ -Pumpe	400
26.3	Symport- und Antiport-Systeme.....	401
26.4	Passiver Transport, erleichterte Diffusion.....	401
26.5	Ionenkanäle, chemisches und elektrisches Membranpotenzial	402
26.6	Transzellulärer Transport.....	403
27	Rezeptoren und Signaltransduktion	405
27.1	Grundsätzliches zur Signaltransduktion.....	406
27.2	Rezeptoren an der Zelloberfläche: G-Protein-gekoppelte Rezeptoren (GPCR)	409
27.3	Rezeptoren an der Zelloberfläche: Rezeptoren mit enzymatischer aktiver cytosolischer Domäne	412
27.4	Rezeptoren an der Zelloberfläche: proteolytisch aktivierte Rezeptoren.....	416
27.5	Rezeptoren im Zellinnern.....	417
27.6	Übermittlungsmodule leiten die Signale vom Rezeptor zum spezifischen Effektor	418
27.7	Signaltransduktion in Pflanzen und Pilzen	420

V Molekulare Physiologie

28	Hormone und Mediatoren	425
28.1	Hierarchie der Hormondrüsen; Struktur, Regelkreise und Halbwertszeit der Hormone.....	426
28.2	Hormone von Hypothalamus und Hypophyse	428
28.3	Hormone der Nebenniere: Catecholamine; Cortisol und Aldosteron	432

28.4	Erythropoietin und Calcitriol aus der Niere; Renin-Angiotensin-Aldosteron-System.....	433
28.5	Sexualhormone.....	434
28.6	Kontrolle des Grundumsatzes durch Schilddrüsenhormone; Regulation des Calcium- und Phosphathaushalts durch Parathyrin, Calcitriol und Calcitonin.....	437
28.7	Kontrolle der Blutzuckerkonzentration durch Insulin und Glucagon.....	439
28.8	Mediatoren (Gewebehormone): Signalstoffe geringer Reichweite.....	439
28.9	Hormone wirbelloser Tiere.....	443
28.10	Botenstoffe zwischen Individuen: Pheromone und von Bakterien sezernierte Signalstoffe.....	444
29	Neurotransmitter; Photo-, Geruchs- und Geschmacksrezeptoren; Chemotaxis bei Eukaryonten.....	447
29.1	Neurotransmitter.....	448
29.2	Photorezeptoren des Auges.....	455
29.3	Geruchs- und Geschmacksrezeptoren.....	459
29.4	Chemotaxis bei Eukaryonten.....	461
30	Bewegungsapparat: Muskeln, Bindegewebe und Knochen.....	463
30.1	Vergleich der verschiedenen Muskeltypen.....	464
30.2	Dickes Myosinfilament, dünnes Actinfilament.....	467
30.3	Entwicklung von Zugkraft im Sarkomer.....	469
30.4	Regulation der Muskelkontraktion durch Calciumionen.....	471
30.5	Bereitstellung von ATP im Muskel.....	472
30.6	Bindegewebe, Knochen und Zähne.....	473
31	Enzymatische Schutzmechanismen.....	477
31.1	Blutgerinnung und Fibrinolyse.....	478
31.2	Biotransformationen (Entgiftungsreaktionen).....	484
31.3	Schutz gegen reaktive Sauerstoffderivate (<i>Reactive oxygen species ROS</i>).....	487
32	Immunsystem.....	493
32.1	Angeborene Immunität.....	494
32.2	Adaptive Immunität: Antikörper aus B-Zellen und zelluläre Abwehr mit T-Zellen.....	496
32.3	Klonale Selektion der B-Zellen und T-Zellen.....	498
32.4	Synthese, Struktur und Antigenbindung der Antikörper.....	500
32.5	Cytotoxische T-Zellen.....	506
32.6	Immuntoleranz und Autoimmunkrankheiten.....	507
33	Stoffaufnahme und Ausscheidung.....	509
33.1	Verdauung und Resorption.....	510
33.2	Transport von O₂ und CO₂ im Blut.....	516
33.3	Ausscheidung von Stoffwechselendprodukten.....	521
33.4	Wasser-, Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushalt.....	524

34	Organstoffwechsel und Lipidtransport im Blut	533
34.1	Stoffwechselleistungen der Organe in Resorptions- und Postresorptionsphase	534
34.2	Anpassung des Stoffwechsels an Hungerzustand.....	538
34.3	Diabetes mellitus.....	540
34.4	Lipidtransport und Lipoproteine.....	542
35	Biochemische Aspekte der menschlichen Ernährung	549
35.1	Bedarf an Brennstoffen und Baustoffen.....	550
35.2	Hauptnährstoffe	553
35.3	Vitamine	558
35.4	Elektrolyte, Mineralstoffe und Spurenelemente	567
35.5	Nahrungsmittel.....	571
36	Zelldifferenzierung, Regeneration und Altern; Systembiologie und Synthetische Biologie	575
36.1	Zelldifferenzierung und Ontogenese.....	576
36.2	Regeneration von Organen und Extremitäten.....	579
36.3	Alterungsvorgänge.....	580
36.4	Systembiologie	583
36.5	Synthetische Biologie	584
36.6	Genomik, Proteomik, Transkriptomik, Interaktomik, Metabolomik und Mikrobiomik.....	585

VI Methoden

37	Trennverfahren und allgemeine Analysemethoden	591
37.1	Zentrifugation	592
37.2	Chromatographie.....	595
37.3	Elektrophorese.....	598
37.4	Spektroskopie	600
37.5	Massenspektrometrie	603
37.6	Isotopenmarkierung, Radionuclide	605
37.7	Monoklonale Antikörper	607
37.8	pH-Puffer	607
38	Proteinanalytik	609
38.1	Bestimmung der Aminosäurezusammensetzung und Sequenzanalyse von Proteinen	610
38.2	Analyse der 3D-Struktur von Makromolekülen durch Röntgenkristallographie.....	611
38.3	Analyse der 3D-Struktur von Makromolekülen durch magnetische Kernresonanz (NMR).....	613
38.4	Elektronenmikroskopie.....	615
38.5	Zelluläre Bildgebung	616
38.6	Untersuchung posttranslatiionaler Modifikationen von Proteinen	617
38.7	Untersuchung von Protein-Ligand-Wechselwirkungen	618

39	Gentechnik	621
39.1	Werkzeuge der Gentechnik: Restriktionsenzyme und andere Nucleasen; Ligasen, DNA-Polymerasen und Rekombinationsenzyme	622
39.2	Plasmide als Vektoren (Genföhren)	624
39.3	Viren als Vektoren; Gentherapieversuche	625
39.4	Künstliche Chromosomen als Vektoren	626
39.5	Polymerase chain reaction PCR	626
39.6	Genbanken: cDNA und genomische DNA	629
39.7	Bestimmung der Nucleotidsequenz von DNA	632
39.8	<i>Southern, Northern und Western blotting</i>	633
39.9	Expression rekombinanter Proteine und RNAs	635
39.10	Gezielte und zufällige Mutagenese	637
39.11	Präsentation von Genprodukten auf Bakteriophagen (<i>Phage display</i>) oder Ribosomen (<i>Ribosome display</i>); gerichtete molekulare Evolution	638
39.12	Klonierung von Zellen und Organismen; transgene Organismen	640
40	Genomik, Proteomik, Bioinformatik, Datenbanken	643
40.1	Genomanalyse und Gendiagnostik	644
40.2	Modulare DNA-Rekombination	646
40.3	Mikrochips zur Quantifizierung von mRNA und Proteinen	647
40.4	Proteomik: 2D-Gelelektrophorese, Massenspektrometrie und Mikrochips	648
40.5	Kartierung von Protein-Protein-Wechselwirkungen mit der Two-hybrid-Technik; Interaktom	649
40.6	Datenbanken und Computerprogramme	652
	Serviceteil	
	Anhang	656
	Stichwortverzeichnis	659