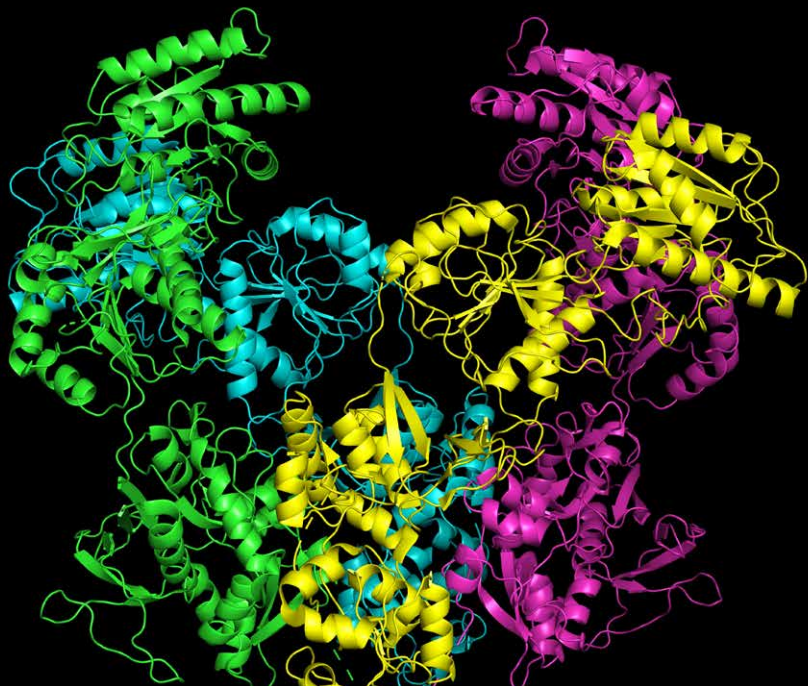


Jan Koolman, Klaus-Heinrich Röhme

Barevný atlas biochemie

Překlad 5. německého vydání

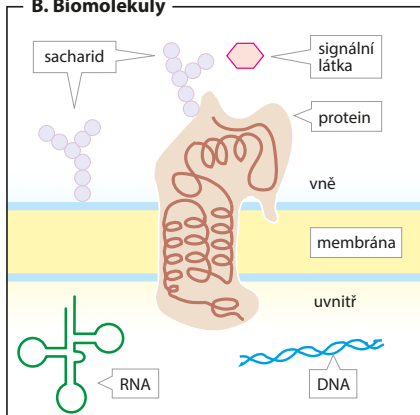
223 barevných obrazových tabulí od Jürgena Wirtha



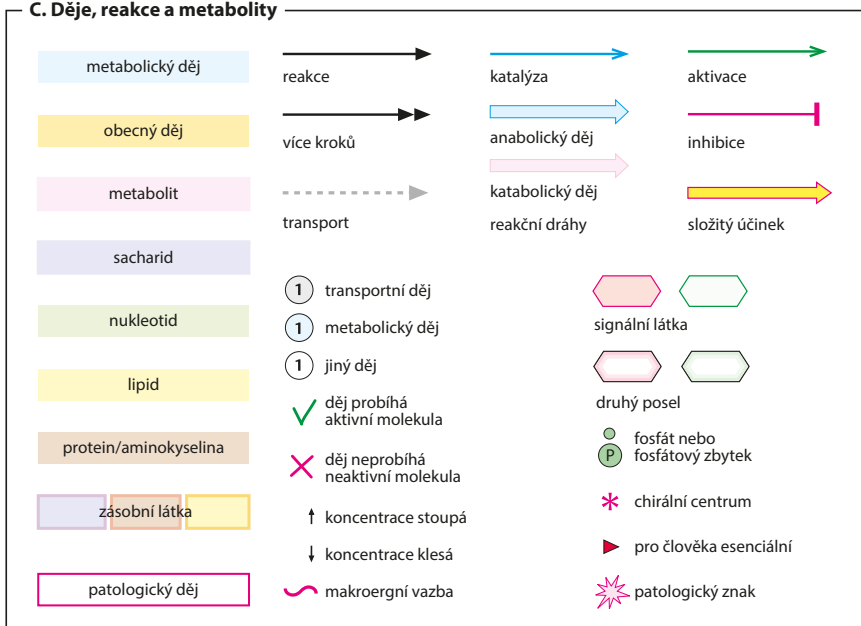
A. Důležité prvky

	symbol	van der Waalsův poloměr (pm)	relativní atomová hmotnost	kovalentní poloměr (pm)
○ vodík	H	100	1,008	37
● uhlík	C	170	12,011	77
● dusík	N	150	14,007	70
● kyslík	O	140	15,999	66
● fosfor	P	190	30,974	110
● síra	S	180	32,060	104
● kov	Me	—	—	—

B. Biomolekuly



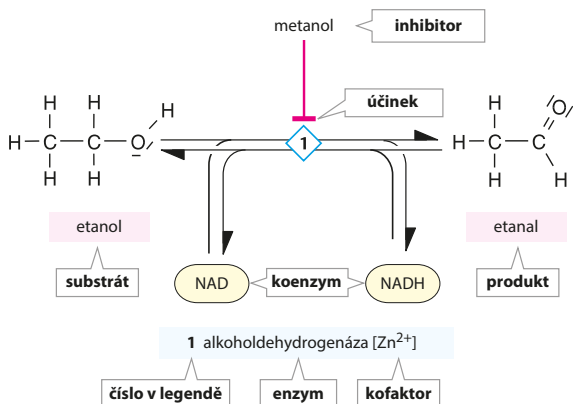
C. Děje, reakce a metabolisme



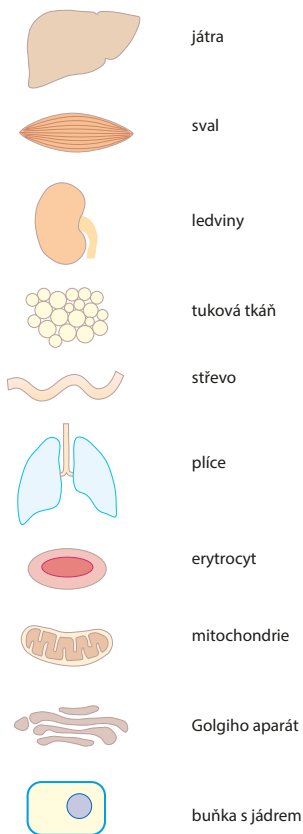
D. Koenzymy a nukleotidy (příklady)

redoxní koenzymy	NAD	NADP	FMN	FAD
nukleotidy	AMP	ADP	ATP	dTMP
další koenzymy	CoA	TPP	PLP	THF

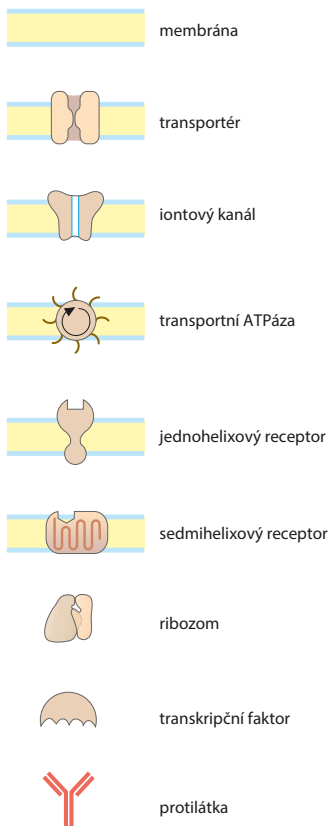
A. Znázornění enzymově katalyzovaných reakcí



B. Tkáně, orgány, organely



C. Struktury a složité molekuly



Jan Koolman, Klaus-Heinrich Röhm

Barevný atlas biochemie

Překlad 5. německého vydání

223 barevných obrazových tabulí od Jürgena Wirtha

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **tresně stíháno**.

Automatizovaná analýza textů nebo dat ve smyslu čl. 4 směrnice 2019/790/EU a použití této knihy k trénování AI jsou **bez souhlasu nositele práv zakázány**.

BAREVNÝ ATLAS BIOCHEMIE

Překlad 5. německého vydání

Autoři:

Prof. Dr. rer. nat. Jan Koolman – Bergacker 11, 35091 Cölbe

Prof. Dr. rer. nat. Klaus-Heinrich Röhm – Krumme Straße 86, 10585 Berlin

Autoři barevných obrazových tabulí:

Prof. Jürgen Wirth – Visuelle Kommunikation, 63303 Dreieich

Nora Wirth – 3karat, Frankfurt

Překladatelé:

MUDr. Michal Horáček, DEAA

Ing. Eva Benešová, Ph.D. – spolupráce na kapitolách 1, 3.1–3.3, 5

Přeloženo z německého originálu „Taschenatlas Biochemie des Menschen“, 5. Auflage, ISBN 978-3-13-241740-3, a vydáno se souhlasem nakladatelství Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York.

Copyright © 2019 of the original German language edition by Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, Germany. Original title: „Taschenatlas Biochemie des Menschen“, 5th edition, by Jan Koolman and Klaus-Heinrich Roehm.

Translation © Grada Publishing, a.s., 2025

Cover Photo © shutterstock.com, 2025

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

jako svou 9860. publikaci

Odpovědný redaktor Mgr. Luděk Neužil

Sazba a zlom Antonín Plicka

Počet stran 504

2. české vydání, Praha 2025

Předchozí vydání: české 2012; německé 1994, 1997, 2003, 2009; francouzské 1994, 1999, 2004, 2011; anglické 1996, 2004, 2012; japonské 1997, 2007, 2015; portugalské 2005, 2013; ruské 2000, 2017; řecké 1999, 2007; španělské 2004, 2012; turecké 2002, 2016; čínské 2008; indonéské 2002; italské 1997; korejské 2008; nizozemské 2004; polské 2005.

Tisk Iva Vodáková – Durabo

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků, což není zvláštním způsobem vyznačeno.

Postupy a příklady v této knize, rovněž tak informace o lécích, jejich formách, dávkování a aplikaci jsou sestaveny s nejlepším vědomím autorů. Z jejich praktického uplatnění ale nevyplývají pro autory ani pro nakladatelství žádné právní důsledky.

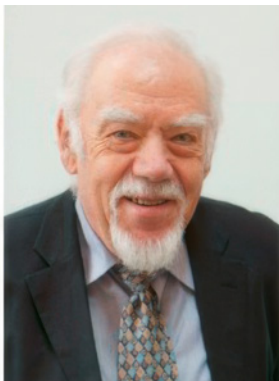
ISBN 978-80-271-7697-7 (pdf)

ISBN 978-80-271-3376-5 (print)

RYCHLÝ PŘEHLED

1	Základy	1
2	Biomolekuly	27
3	Metabolismus	71
4	Buněčné organely	193
5	Molekulární genetika	229
6	Tkáně a orgány	267
7	Výživa	387
8	Signální systémy	403
9	Růst a vývoj	449
10	Příloha	465
	Rejstřík	475

O autorech



Jan Koolman (na fotografii vlevo) se narodil v Lübecku a vyrostl na pobřeží Baltského moře. Výrazně ho ovlivnilo studium na humanistickém gymnáziu v tomto hanzovním městě. V letech 1963–1969 studoval biochemii na Eberhardově-Karlově univerzitě v Tübingenu. V oboru chemie promoval u Petera Karlsona v Marburgu, kde se také začal zabývat biochemií hmyzu a dalších bezobratlých. V roce 1977 habilitoval v oboru humánní medicína a roku 1984 byl jmenován profesorem. Hlavními oblastmi jeho zájmu jsou biochemická endokrinologie a didaktika biochemie. Jan Koolman je ženatý s učitelkou umění.

Klaus-Heinrich Röhm (na fotografii uprostřed) pochází ze Stuttgartu. Po maturitě na rovněž humanisticky zaměřeném evangelicko-teologickém semináři v Urachu pokračoval studiem fyziky a poté diplomovým studiem biochemie na univerzitě v Tübingenu. Zde se oba autoři poprvé setkali. Od roku 1970 je aktivní na poli medicíny

v Marburgu. Promoval u Friedhelma Schneidera a habilitoval v roce 1980 v oboru chemie. Od roku 1986 působí jako profesor. Jeho pracovní skupina se zabývá strukturou a funkcí enzymů v metabolismu aminokyselin. Klaus-Heinrich Röhm je ženatý s bioložkou a má dvě děti.

Jürgen Wirth (na fotografii vpravo) studoval na Vysoké škole výtvarných umění v Berlíně a na Vysoké škole designu v Offenbachu. Jako specializaci si vybral volnou grafiku a ilustraci. V letech 1963–1977 se podílel na výstavách Muzea přírodní historie Senckenberg ve Frankfurtu nad Mohanem. Současně na volné noze spolupracoval s různými nakladatelstvími na ilustracích a grafice učebnic, odborných knih a vědeckých publikací. Za knižní grafiku a design získal řadu ocenění. V roce 1978 byl jmenován profesorem na švábské Vysoké škole designu v Gmündu a v roce 1986 profesorem v oboru design na vysoké škole v Darmstadtu. Zaměřuje se na vědeckou a informační grafiku a zobrazovací metody.

Předmluva

Biochemie je dynamický, rychle se rozvíjející obor. V tomto atlasu se ji snažíme vysvětlit názornou formou. Na barevných obrazových tabulích v něm probíráme a vykládáme základy biochemie člověka. Důraz při tom klademe na grafické znázornění – texty slouží v první řadě jako rozšíření a doplnění legend k obrázkům.

Přesné vymezení biochemie od sousedních oborů, jako jsou buněčná biologie, anatomie, fyziologie, genetika nebo farmakologie, je obtížné a v mnoha případech nemožné. Přesah do těchto oborů však není náhodný, protože předmět zájmu – např. nervová buňka nebo mitochondrie – je totiž často stejný, liší se jen úhel pohledu konkrétního oboru. Barevný atlas biochemie se v tomto smyslu doplňuje s ostatními kapesními atlasy.

Nejvíce místa v knize věnujeme biochemii člověka, jakkoli je biochemie živočichů, rostlin a mikroorganismů neméně zajímavá. Při výběru obsahu jsme se soustředili na témata, která jsou obzvlášť důležitá pro studenty humánního lékařství, což je patrné na zahrnutí patobiochemických kapitol. Využíváme rovněž aktuální informace z předmětového katalogu Institutu pro medicínské a farmaceutické zkušební otázky (*Institut für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen*, www.impp.de, pozn. překl.). Kvůli kompaktnímu formátu atlasu však nelze všechna témata vysvětlit důkladně a beze zbytku. Toto dílo proto doporučujeme jako doplněk k podrobným učebnicím nebo k dalším studijním zdrojům.

Biochemie není přirozeně tak názorná jako např. anatomie. Vedle obvyklých vzorců proto často používáme i prostorové modely molekul. Využíváme při tom zpravidla strukturní informace, které jsou k dispozici v *Protein Data Bank* (PDB). Trojrozměrné modely jsou nejen názor-

nější, ale v mnoha případech rovněž napovídají i o funkci molekul. Vezmeme-li v úvahu prostorové uspořádání podjednotek, lze tak například lépe odvodit biochemické mechanismy účinku mnoha enzymů.

Biochemické funkce jsou kromě toho znázorněny různými typy šipek. Reakční šipky jsou vždy černé, transportní šipky zase čárkované, kdežto modré šipky symbolizují katalytickou funkci. Je to součástí jednotného pojetí designu obrazových tabulí, jehož pravidla vysvětlujeme na vnitřní straně obálky vzaadu. Biochemicky důležité skupiny látek i reakční prostory buněk se liší barevným kódováním a koenzymy znázorňujeme standardizovanými symboly, což grafiku činí na první pohled srozumitelnější.

5. vydání barevného kapesního atlasu biochemie člověka jsme přepracovali a rozšířili o aktuální témata z oblastí molekulární biologie, imunologie a metabolických regulací, současně jsme však zachovali osvědčený koncept.

Poděkování

Zvláštní poděkování patří paní Masche Friedrichové, paní Marianne Mauchové a dalším pracovnícům a pracovníkům nakladatelství Thieme za jejich odbornost a velké nasazení, které vynaložili při práci na tomto díle a při jeho uvádění na trh. Děkujeme rovněž pozorným čtenářkám a čtenářům za podněty a kritické i uznalé komentáře. I nadále se na tuto zpětnou vazbu těšíme, abychom mohli kapesní atlas biochemie zdokonalovat ku prospěchu čtenářské obce.

Jan Koolman, Marburg
Klaus-Heinrich Röhm, Berlín
Jürgen Wirth, Dreieich

Poznámka redakce k použitému názvosloví

V této knize nejsou beze zbytku respektovány zásady chemického názvosloví. Důvodem je určení knihy nejen chemikům, biochemikům a molekulárním biologům, ale především lékařům. Proto se překladatel po dohodě s redakcí držel terminologie spíše lékařské a současného pravopisu, jak tomu bylo již v prvním českém vydání *Barevného atlasu biochemie*. Oproti tomuto prvnímu vydání však byly tentokrát použity některé termíny spíše tradiční (např. adenosin) než úplně moderní (adenozin), a to i kvůli kolizím v prvním českém vydání (např. adenosin vs. adenosylkobalamin).

Jsme přesvědčeni, že odborná kniha by měla být nejen přesná, ale i čtivá a „uživatelsky příjemná“ pro současného čtenáře. O terminologických problémech v odborném textu píše velmi hezky prof. Kodíček v knize *Biochemie, chemický pohled na biologický svět* (VŠCHT Praha, 2022). Podle něj lze použít buď pravopis odvozený z mezinárodních základů, nebo pravopis moderní, nebo něco mezi. Jenže pak je obtížné udržet konzistentnost. Například u přípon *-lysa/-lýza* používá prof. Kodíček v obecných termínech modernější tvar (*dialýza*), ale jde-li o odborný chemický termín, píše např. *glykolysa*, což však bude na lékaře působit archaicky. Výsledkem těchto úvah je současný „jazykový“ stav našeho atlasu. Pro biochemiky bude zřejmě nedostatečně rigorózní, ale pro lékaře, doufáme, srozumitelný.

Obsah

O autorech	VI	Strukturní proteiny	58
Předmluva	VII	Rozpustné proteiny	60
		Modifikace proteinů	62
1 Základy	1	2.5 Nukleotidy	
1.1 Chemie	2	a nukleové kyseliny	64
Periodická soustava prvků	2	Báze a nukleotidy	64
Chemická vazba	4	RNA	66
Izomerie	6	DNA	68
Skupiny látek	8	3 Metabolismus	71
Chemické reakce	10	3.1 Enzymy	72
Redoxní děje	12	Základy	72
Kyseliny a zásady	14	Enzymová katalýza	74
1.2 Fyzikální chemie	16	Enzymová kinetika I	76
Energetika	16	Enzymová kinetika II	78
Termodynamika	18	Alosterická regulace	80
Katalýza	20	Inhibitory	82
Voda jako rozpouštědlo	22	Enzymová analýza	84
Hydrofobní interakce	24	Koenzymy I	86
2 Biomolekuly	27	Koenzymy II	88
2.1 Sacharidy	28	Koenzymy III	90
Chemie sacharidů	28	Koenzymy IV	92
Monosacharidy a disacharidy	30	Patobiochemie enzymů	94
Polysacharidy	32	3.2 Metabolické dráhy	96
Glykoproteiny		Intermediární metabolismus I	96
a glykosaminoglykany	34	Intermediární metabolismus II	98
2.2 Lipidy	36	Regulační mechanismy I	100
Přehled	36	Regulační mechanismy II	102
Mastné kyseliny a tuky	38	3.3 Energetický metabolismus ...	104
Glycerolipidy	40	ATP	104
Sfingolipidy	42	Energetické spřáhování	106
Isoprenoidy	44	Uchovávání energie	
Steroidy	46	na membránách	108
2.3 Aminokyseliny	48	Přehled	110
Vlastnosti	48	Dehydrogenázy oxokyselin	112
Proteinogenní aminokyseliny	50	Citrátový cyklus	114
Selenocystein a neproteinogenní		Metabolické funkce citrátového	
aminokyseliny	52	cyklu	116
2.4 Peptidy a proteiny	54	Mitochondriální transport	118
Přehled	54	Dýchací řetězec	120
Struktura proteinů	56	Syntéza ATP	122
		Regulace energetického	
		metabolismu	124
		Patobiochemie	126

3.4	Metabolismus sacharidů	128	4.2	Membrány	198
	Přehled	128		Struktura a součásti	198
	Glykolýza	130		Transportní procesy	200
	Pentózový cyklus	132		Transportní proteiny	202
	Glukoneogeneze	134		Endocytóza a exocytóza	204
	Metabolismus glykogenu	136	4.3	ER a Golgiho aparát	206
	Regulace metabolismu sacharidů I	138		Stavba a funkce	206
	Regulace metabolismu sacharidů II	140		Třídění proteinů	208
	Patobiochemie	142		Syntéza proteinů na granulárním ER	210
3.5	Metabolismus lipidů	144		Zrání proteinů	212
	Přehled	144	4.4	Buněčné jádro a mitochondrie	214
	Odbourávání mastných kyselin: β-oxidace	146		Buněčné jádro	214
	Odbourávání mastných kyselin: vedlejší dráhy	148		Mitochondrie	216
	Biosyntéza mastných kyselin	150	4.5	Vezikuly	218
	Metabolismus mastných kyselin: další reakce	152		Lysozomy	218
	Biosyntéza složených lipidů	154		Peroxisomy	220
	Biosyntéza cholesterolu	156	4.6	Cytoskelet	222
	Patobiochemie	158		Složky	222
3.6	Metabolismus proteinů	160		Struktura a funkce	224
	Přehled	160		Motorické proteiny	226
	Proteolýza	162	5	Molekulární genetika	229
	Metabolismus dusíku	164	5.1	Kódování a exprese genetické informace	230
	Transaminace a deaminace	166		Přehled	230
	Odbourávání aminokyselin I	168		Geny a genomy	232
	Odbourávání aminokyselin II	170		Chromatin	234
	Cyklus močoviny	172		Epigenetika	236
	Biosyntéza aminokyselin	174		Enzymy modifikující nukleové kyseliny	238
	Patobiochemie	176		Replikace	240
3.7	Metabolismus nukleotidů	178		Transkripce	242
	Přehled	178		Kontrola transkripce	244
	Odbourávání nukleotidů	180		Zrání RNA	246
	Biosyntéza purinů a pyrimidinů	182		Genetický kód	248
	Biosyntéza nukleotidů	184		Translate I	250
	Patobiochemie	186		Translate II	252
3.8	Metabolismus porfyrinů	188		Antibiotika	254
	Biosyntéza hemu	188		Mutace a opravné mechanismy	256
	Odbourávání porfyrinů	190	5.2	Genové technologie	258
4	Buněčné organelly	193		Klonování DNA	258
4.1	Základy	194		Sekvenování DNA	260
	Stavba buňky	194		Polymerázová řetězová reakce (PCR)	262
	Součásti buňky a cytoplazma	196		Genové technologie v medicíně	264

6	Tkáně a orgány	267	6.7	Svaly	344
6.1	Trávicí systém	268		Svalová kontrakce	344
	Přehled	268		Řízení svalové kontrakce	346
	Trávicí sekrety	270		Metabolismus svalů	348
	Trávicí procesy	272		Patobiochemie	350
	Resorpce I	274	6.8	Pojivová tkáň	352
	Resorpce II	276		Kosti a zuby	352
	Patobiochemie	278		Kolageny	354
6.2	Krev	280		Extracelulární matrix I	356
	Složení a funkce	280		Extracelulární matrix II	358
	Plazmatické proteiny	282		Patobiochemie	360
	Lipoproteiny I	284	6.9	Mozek a smyslové orgány	362
	Lipoproteiny II	286		Přenos signálu v CNS	362
	Hemoglobin a transport			Klidový potenciál a akční	
	krevních plynů	288		potenciál	364
	Reaktivní formy kyslíku	290		Neurotransmitery	366
	Metabolismus erytrocytů	292		Receptory neurotransmiterů	368
	Acidobazická rovnováha	294		Metabolismus CNS	370
	Srážení krve (hemokoagulace)	296		Zrak	372
	Antikoagulace, fibrinolýza	298		Patobiochemie	374
	Krevní skupiny	300	6.10	Integrace metabolismu	376
	Patobiochemie	302		Integrace metabolismu I	376
6.3	Imunitní systém	304		Integrace metabolismu II	378
	Imunitní systém	304		Integrace metabolismu III	380
	Nespecifická imunitní odpověď	306		Integrace metabolismu IV	382
	Komplementový systém	308		Integrace metabolismu V	384
	Specifická imunitní odpověď	310	7	Výživa	387
	Aktivace T-buněk	312	7.1	Živiny	388
	Protilátky	314		Organické látky	388
	Patobiochemie	316		Minerální látky a stopové prvky	390
6.4	Játra	318		Metabolismus vápníku	392
	Funkce	318		Metabolismus železa	394
	Metabolismus sacharidů	320		Patobiochemie	396
	Metabolismus tuků	322		Vitaminy I	398
	Žlučové kyseliny	324		Vitaminy II	400
	Biotransformace	326	8	Signální systémy	403
	Systémy cytochromu P450	328	8.1	Přenos signálu	404
	Metabolismus etanolu	330		Přehled	404
	Patobiochemie	332		Membránové receptory	406
6.5	Tuková tkáň	334		Iontové kanály	408
	Funkce	334		Proteiny vázající GTP	
	Patobiochemie	336		(G-proteiny)	410
6.6	Ledviny	338		Druhý posel I	412
	Funkce	338		Druhý posel II	414
	Vylučování elektrolytů	340			
	Metabolismus	342			

Proteinkinázy a proteinfosfatázy ...	416	Tkáňové hormony a mediátory	442
Signální kaskády	418	Eikosanoidy	444
8.2 Hormonální systémy	420	Cytokiny	446
Základy	420	9 Růst a vývoj	449
Plazmatické koncentrace		9.1 Proliferace buněk	450
a hierarchie hormonů	422	Buněčný cyklus I	450
8.3 Lipofilní signální látky	424	Buněčný cyklus II	452
Mechanismus účinku	424	Apoptóza	454
Kortikosteroidy	426	Onkogeny	456
Pohlavní steroidy		Nádory	458
a menstruační cyklus	428	Cytostatika	460
Metabolismus steroidních		Viry	462
hormonů	430	10 Příloha	465
Hormony štítné žlázy	432	10.1 Zkratky a akronymy	466
8.4 Hydrofilní signální látky	434	10.2 Veličiny a jednotky	473
Inzulin	434	Rejstřík	475
Diabetes mellitus	436		
Další hormony	438		
Katecholaminy	440		

Kapitola

Základy

1

1.1	Chémie	2
1.2	Fyzikální chemie	16